

Domótica: Un enfoque sociotécnico

**Hugo Martín Domínguez
Fernando Sáez Vacas**

Primera edición: Junio 2006

Con el aval técnico de:



Edita:

Fundación Rogelio Segovia para el
Desarrollo de las Telecomunicaciones
Ciudad Universitaria, s/n
28040-Madrid

Imprime:

E.T.S.I. de Telecomunicación
Universidad Politécnica de Madrid
Ciudad Universitaria, s/n
28040-Madrid
Diseño de cubierta y
maquetación: Rocio Ortega

ISBN: 84-7402-335-1

Depósito Legal: M-23674-2006

Índice¹

Prefacio.....	III
Resumen general.....	VII
Esquema y estructura de los contenidos.....	XIII

Bloque I: Ideas básicas

CAPÍTULO 1: HISTORIA Y TEORÍA DEL HOGAR.....	3
1. Introducción.....	3
2. Tecnología, arte y hombre.....	3
3. Breve historia del hogar.....	4
4. Telépolis y las telecasas.....	8
5. Resumen.....	10
6. Comentarios bibliográficos.....	11
CAPÍTULO 2: CONCEPTOS Y TERMINOLOGÍA.....	13
1. Introducción.....	13
2. Apuntes de Etimología e Historia.....	14
3. Domótica e Inmótica.....	15
4. La Domo-TIC-A.....	17
5. Precisiones terminológicas adicionales.....	18
6. Hogar digital.....	21
7. Hacia un Ambiente Inteligente.....	21
8. Resumen.....	23
9. Comentarios bibliográficos.....	24
CAPÍTULO 3: LA SOCIOMETAMORFOSIS DEL HOGAR.....	27
1. Introducción.....	27
2. Funciones del hogar.....	27
3. Modelo de caja negra.....	28
4. Técnica, necesidades, demanda.....	29
5. Cambios sociodemográficos y vivienda.....	31
7. Resumen.....	35
8. Comentarios bibliográficos.....	35

¹Algunos derechos reservados. Esta obra está bajo una licencia "Reconocimiento 2.5 España" de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by/2.5/es/>.

Bloque II: Complejidad

CAPÍTULO 4: MODELO DE TRES NIVELES DE COMPLEJIDAD.....	37
1. Introducción.....	37
2. Complejidad.....	38
3. Modelo de Tres Niveles de Complejidad.....	41
4. ¿Hasta dónde simplificar?.....	43
5. La "desaparición" de la tecnología.....	45
7. Resumen.....	48
8. Comentarios bibliográficos.....	48
CAPÍTULO 5: PRIMER NIVEL. DISPOSITIVOS AISLADOS.....	51
1. Introducción.....	51
2. Sensores.....	51
3. Actuadores.....	52
4. Electrodomésticos.....	53
5. Aparatos electrónicos inteligentes.....	54
6. Requisitos técnicos de los dispositivos.....	57
7. Resumen.....	59
8. Comentarios bibliográficos.....	60
CAPÍTULO 6: SEGUNDO NIVEL. INTERCONEXIÓN DE EQUIPOS.....	61
1. Introducción.....	61
2. Modelo reticular del hogar domótico.....	61
2.1 Características de las redes domésticas.....	64
2.2 Redes de acceso.....	66
3. Redes domésticas.....	66
3.1 Red de datos.....	66
3.2 Red multimedia.....	67
3.3 Red de control.....	68
4. Pasarela residencial.....	74
4.1 Objetivos, funciones y componentes.....	74
4.2 Características de la pasarela.....	75
4.3 Tipos de pasarelas.....	76
4.4 Estandarización: OSGi.....	77
5. Tecnologías de las redes domésticas.....	78
5.1 Interconexión de dispositivos.....	79
5.2 Tecnologías de control y automatización.....	80
5.3 Tecnologías de redes de datos.....	81
5.4 Arquitecturas de interconexión.....	84
6. Resumen.....	85
7. Comentarios bibliográficos.....	86

CAPÍTULO 7: TERCER NIVEL (I). APLICACIONES Y SERVICIOS.....	89
1. Introducción.....	89
2. Aplicaciones y servicios domóticos.....	89
3. Seguridad.....	90
3.1 Seguridad perimetral y de intrusión.....	91
3.2 Seguridad técnica.....	92
3.3 Seguridad personal.....	92
4. Cultura, ocio y entretenimiento.....	93
4.1 Vídeo e imagen.....	93
4.2 Audio.....	94
4.3 Juegos.....	95
4.4 Teleeducación.....	95
5. Confort y ahorro energético.....	96
6. Gestión y actividades económicas.....	98
6.1 Telefinanzas.....	99
6.2 Teleadministración.....	101
6.3 Telecomercio.....	101
6.4 Teletrabajo.....	102
7. Resumen.....	105
8. Comentarios bibliográficos.....	106
CAPÍTULO 8: TERCER NIVEL (II). FACTORES HUMANIZANTES.....	107
1. Introducción.....	107
2. Interfaces.....	108
2.1 Características de una buena interfaz.....	109
2.2 Interfaces de usuario y complejidad.....	111
2.3 Taxonomía de las interfaces de usuario.....	113
2.4 Las interfaces en el hogar.....	115
3. Privacidad.....	116
3.1. Facetas de un concepto multidimensional.....	116
3.2. Fronteras de las esferas privadas.....	118
3.3. Residencia Virtual.....	122
4. Seguridad.....	127
4.1. Infraestructuras domésticas críticas.....	128
4.2. Protección de la Residencia Virtual.....	129
4.3. Equilibrio entre privacidad y seguridad.....	131
5. Resumen.....	131
6. Comentarios bibliográficos.....	132
CAPÍTULO 9: TERCER NIVEL (III). VISIÓN AVANZADA: NUEVO ENTORNO TECNOSOCIAL.....	135
1. Introducción.....	135
2. Ambiente Inteligente: la visión.....	135
3. Elementos habilitadores.....	137
4. La economía del Ambiente Inteligente.....	139
4.1 Productos inteligentes.....	139
4.2 Modelos de negocio innovadores.....	140
4.3 Una economía en piloto automático.....	142
5. Retos sociales del Ambiente Inteligente.....	144

5.1	Fiabilidad.....	145
5.2	Delegación del control.....	146
5.3	Compatibilidad social.....	147
5.4	Aceptación social.....	149
6.	Nuevo Entorno Tecnosocial.....	151
6.1	La Red Universal Digital.....	151
6.2	Análisis netoscópico del Ambiente Inteligente.....	153
7.	Resumen.....	156
8.	Comentarios bibliográficos.....	157

Bloque III: Apuntes sobre el mercado y la industria

CAPÍTULO 10: AGENTES Y MODELOS DE NEGOCIO.....159

1.	Introducción.....	159
2.	La Domótica y el mercado del hogar	159
3.	Agentes tradicionales.....	162
3.1	Agentes directos.....	162
3.2	Agentes indirectos.....	166
4.	Nuevos entrantes en el mercado.....	169
4.1	Integrador de soluciones domóticas.....	169
4.2	Consultor de sistemas domóticos.....	171
5.	Resumen.....	172
6.	Comentarios bibliográficos.....	173

CAPÍTULO 11: FRENOS Y CATALIZADORES..... 175

1.	Introducción.....	175
2.	Frenos al mercado domótico.....	175
2.1	Tecnología y hogar.....	176
2.2	Aspectos formativos y de divulgación.....	178
2.3	Agentes y cadena de valor.....	179
3.	Catalizadores del mercado domótico.....	180
3.1	Tecnología y hogar.....	180
3.2	Aspectos formativos y de divulgación.....	181
3.3	Agentes y cadena de valor.....	182
4.	Resumen.....	183
5.	Comentarios bibliográficos.....	184

BIBLIOGRAFÍA..... 185

Prefacio

El estudio sobre Domótica que presentamos en este documento pretende ser un texto con una explícita orientación didáctica y por tanto supuestamente coherente, bien estructurado, de lectura sencilla y amena, dentro de lo posible. Dedicamos este prefacio a explicar un poco su razón de ser, su génesis y su contexto.

La amplitud transversal de su visión sociotécnica, enmarcada necesariamente en los límites de una extensión manejable de unas 200 páginas en su formato original DIN-A4, potencia más la generalización conceptual que la profundización técnica, pero esperamos haber dejado suficientemente a salvo el rigor del tratamiento. Dentro de los márgenes factibles, el abajo firmante practica siempre la búsqueda del equilibrio razonable que proporciona una visión integral², situada entre los dos aforismos concurrentes, complementarios y antagonistas de especialismo y generalismo: "los árboles no dejan ver el bosque" y "el bosque no deja ver los árboles", que, combinados en las proporciones adecuadas, trazan un camino hacia el conocimiento integral.

No obstante, para quien quiera profundizar en las cuestiones que más le interesen, hemos puesto gran empeño en señalar todas las pistas bibliográficas necesarias (referencias directas en el texto, notas a pie de página, comentarios bibliográficos), exigentemente respetuosas con la autoría intelectual de los conceptos expuestos en el estudio. Es de subrayar que, por su estructura y forma de redacción, el texto ha quedado abierto a la incorporación sin ningún problema de futuras ampliaciones, revisiones o precisiones y a la elaboración de trabajos más pormenorizados sobre varias de sus diversas cuestiones por parte, especialmente, de estudiantes de cualquier máster de Domótica.

²Que pretende aplicar el método pascaliano (Blaise Pascal, filósofo francés del siglo XVII) o, modernamente, el método moriniano (Edgar Morin, antropólogo y pensador francés vivo). Pascal escribió que "estando todo relacionado mediante un vínculo invisible que une las partes más alejadas entre sí, me parece imposible conocer las partes si no conozco el todo, así como conocer el todo sin conocer las partes". En cambio, Descartes, coetáneo del anterior, preconizaba el método (Discurso del Método) de dividir en partes la realidad de los problemas y analizarlas por separado para llegar a entender el todo. Morin ha elaborado un nuevo discurso del método siguiendo la línea pascaliana (*La Méthode*, 6 volúmenes) de la complejidad y dice lo siguiente: "El conocimiento sólo es pertinente cuando se es capaz de contextualizar su información, de globalizarla y situarla en un conjunto. Sin embargo, nuestro sistema de pensamiento, que impregna la enseñanza desde la escuela primaria hasta la universidad, es un sistema parcelario de la realidad y hace que las mentes sean incapaces de relacionar los distintos saberes clasificados en disciplinas. Esta hiperespecialización conduce a extrapolar un solo aspecto de la realidad (...)".

Con ligeras modificaciones, este libro es el proyecto de fin de carrera de su primer autor, Hugo Martín, propuesto y dirigido por quien firma este prefacio, que aparece en portada como segundo autor.

Dicho proyecto se preparó y escribió desarrollando un formato publicable como documento didáctico, supuestamente de interés general para todos cuantos se especialicen en Domótica, con el objetivo de facilitarles una guía de conjunto que ayude a evitar que se extravíen entre los fragmentos, accidentes o rincones propios de todos los terrenos especializados.

Creo que Hugo, a quien conocí como alumno en mi asignatura de Innovación Tecnológica en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación, de la Universidad Politécnica de Madrid, ha realizado un trabajo excelente, hasta el punto de que lo considero, más todavía que un colaborador imprescindible, una especie de áter ego mío en la tarea de elaborar un nuevo eslabón de una cadena de conceptos, modelos y teorías, que empecé a publicar desde el año 1983. Y digo lo de "áter ego" como gran elogio, porque, por todas sus aportaciones personales, me consta que él se ha identificado perfectamente con gran parte de los postulados relativos a la complejidad, a la lucha contra el fragmentarismo y al enfoque sociotécnico, que dan estructura y sentido a este texto.

Si hubiera que resumir en titulares el nombre de esa "cadena de conceptos, modelos y teorías" en que se inscribe el presente documento, su nombre sería: *Teoría de la Complejidad Sociotécnica de las Tecnologías de la Información*. Así es como consta desde hace mucho tiempo en la sección de investigación (<http://turing.gsi.dit.upm.es/~fsaez/sociotecnologia.html>) de mi página web personal, como un apartado de lo que de manera más general llamo *Sociotecnología de la Información*.

En esa sección encontrará el lector interesado una exposición breve pero sistemática, de los hitos de esa larga cadena. Lo más esencial, a los fines de este trabajo sobre Domótica, viene referenciado en el Resumen General, a continuación. Quiero resaltar que el punto de partida teórico fue mi modelo de los Tres Niveles de Complejidad, presentado en el décimo Congreso Internacional de Cibernética de 1983. El tercero de esos niveles es el de complejidad sociotécnica, que supuso el paso de un ingeniero de formación como este autor al estrato nuevo de la sociotecnología, una disciplina emergente, en realidad.

Después, vinieron las propuestas de los modelos 4-Ces (una de ellas, la convivencialidad) para computadores personales (Sáez Vacas, 1987), 3N x 4D para la Ofimática y finalmente, por no citar más que los que se relacionan directamente con este estudio de Domótica, mi reciente libro sobre *Red Universal Digital y Nuevo Entorno Tecnosocial* (Sáez Vacas, 2004b). En el libro sobre Ofimática llegué hasta el punto de formular ambiciosos modelos de diseño de sistemas ofimáticos

con un enfoque integral sociotécnico. Para información exacta del lector, no es el caso del actual trabajo sobre Domótica, donde nos detenemos en su dimensión descriptiva, con la esperanza de que otros se sirvan de ella para fundamentar sus diseños prácticos de sistemas domóticos. Apuntamos que esta esperanza no está basada en un mero anhelo academicista, sino, como podrá comprobar el lector en los dos últimos capítulos, en la necesidad de impulsar incentivos catalizadores al desarrollo del mercado domótico.

En resumen, esta línea teórica general sobre complejidad sociotécnica y sus distintas derivadas forman la estrategia del enfoque que proponemos para "ver" el bosque conceptual de la Domótica y situar de forma más precisa la posición relativa de cada uno de sus árboles (detalles técnicos y conceptuales).

Por lo demás, afirmo que la complejidad es la dimensión histórica emergente más importante de las tecnologías de la información o, dicho como prefiero, de la infotecnología. Y ésta incluye a las Telecomunicaciones, la Informática, la Microelectrónica, las redes de ordenadores, la Ofimática, la Domótica, el groupware, la red Internet, las tecnologías del multimedia, etcétera.

Y puesto que todos estos campos convergen y se funden en la práctica en una enorme diversidad de aplicaciones y sistemas sociales, la complejidad sociotécnica se impone como factor esencial de nuestro quehacer de ingenieros, algo para lo que no parece que en general seamos debidamente preparados por la universidad. El firmante está tan convencido de ello que, durante unos cuantos cursos académicos en la década de los noventa, dedicó una asignatura, desgraciadamente desaparecida del plan de estudios, a explicar y debatir con los alumnos de la misma Escuela antes citada un conjunto de técnicas, modelos y teorías sobre Complejidad y Tecnología de la Información, y a escribir un libro que tampoco se ha vuelto a editar (Sáez Vacas, 1992, 1994).

Inasequible al desaliento en el impulso a la sociotecnología de la información, presento ahora este texto debido fundamentalmente al trabajo del ya ingeniero y muy pronto licenciado en Economía, Hugo Martín, y aprovecho además para insistir en apoyar una vez más (véase Sáez Vacas, 2004a, *Futuros ingenieros híbridos*) la necesidad de formar un tipo de ingeniero preparado para afrontar problemas sociotécnicos -y no "solotécnicos" como escribió un querido compañero- en los que a las dimensiones técnicas habituales se suman las múltiples y más complejas de los factores humanos y sociales. Rotundamente, para una adecuada integración social de la tecnología, es vital que la visión de los técnicos se transforme en un enfoque metodológico mínimamente multidisciplinar. Este libro pretende ser un ejemplo de ese enfoque.

Junio 2006
Fernando Sáez Vacas

Resumen general

La tecnología encuentra en el hogar un campo de posibilidades apasionantes, y la Domótica es una de ellas. Este término, que se introdujo en España a través de los Pirineos en la década de los noventa, procede del latín *domus* (casa y hogar) y del griego *automática* (que actúa autónomamente).

La Domótica es una disciplina técnica, en efecto, que tiene una faceta social no menos importante. Como primera aproximación y a costa de simplificar tal vez en exceso (conducta muy arriesgada, como quedará de manifiesto enseguida), afirmaremos que la Domótica consiste en introducir infotecnología en los hogares para mejorar la calidad de vida de sus habitantes y ampliar sus posibilidades de comunicación, automatizando procesos domésticos e intercomunicando tanto estos procesos como los residentes del hogar entre sí y con el exterior. La infotecnología es pues la herramienta, las personas sus destinatarios, la satisfacción de determinadas necesidades suyas su objetivo. Inocente en apariencia, la afirmación anterior encierra una complejidad enorme. Veamos el porqué.

La complejidad es un fenómeno frecuente que acompaña a gran parte de las actividades humanas. De sentido común es afirmar que un objeto complejo es aquél caracterizado por tener muchas partes interrelacionadas y ser de difícil comprensión. La Domótica lo es por varias razones. En primer lugar, el funcionamiento de los dispositivos domóticos (sensores, electrodomésticos inteligentes, actuadores...) descansa en fenómenos físicos complicados, como la mecánica cuántica o el efecto fotoeléctrico. Además, uno solo de estos aparatos puede desempeñar tareas diversas y no necesariamente simples. En segundo lugar, hablar de Domótica es hablar de sistemas integrados por muchos y diversos componentes, que no siempre interactúan de forma sencilla (imaginemos un sistema de seguridad doméstico que incorpore videocámaras, detectores de presencia, equipos de comunicaciones, alarmas con sistema de alerta remota...). Por último, y más importante aún, la Domótica es compleja porque enfrenta sistemas técnicos con sistemas sociales. La actitud de los individuos ante la tecnología, sus motivaciones y necesidades cambiantes, o el impacto de los sistemas técnicos en la vida de las personas, son materias que encajan razonablemente bien en la definición intuitiva de complejidad propuesta líneas atrás. Entenderá el lector ya la razón por la cual simplificar aquí puede ser algo delicado. Entremos en detalles para corroborarlo.

Abundan y despiertan cierto interés entre el público general las noticias de proyectos domóticos, que adoptan éste u otros nombres: casas del futuro, edificios inteligentes, viviendas conectadas, hogares digitales... A cada término de los anteriores le corresponden determinadas connotaciones y preferencias locales. Que no haya acuerdo en las denominaciones podría ser un asunto menor, si no fuera porque éstas normalmente recogen significados dispares, fragmentarios y

confusos. Más grave es el desconocimiento por parte de los potenciales usuarios de las peculiaridades de la Domótica y las ventajas que podría brindarles. Añádase a todo lo anterior la triste falta de sensibilidad de multitud de ingenieros, fabricantes, y demás profesionales implicados en el altamente heterogéneo sector de la infotecnología con relación a la usabilidad, la salvaguardia de la privacidad o la compatibilidad social de sus productos, por citar algunos ejemplos frecuentes. La interdisciplinariedad brilla por su ausencia en la mayoría de desarrollos teóricos, pero también en muchas de las iniciativas domóticas comerciales, más preocupadas por detalles de índole meramente tecnológica que por satisfacer las necesidades reales de sus destinatarios. Así, no es de extrañar que el mercado de la Domótica no haya protagonizado aún el despegue que de él se espera desde hace años.

Aquí se hace un intento de abordar el estudio de la Domótica de forma integral, incluyendo todo su espectro y simultáneamente desde las perspectivas técnica y social. El objetivo que perseguimos con este enfoque es construir un esquema conceptual estructurado de la Domótica, que sea útil, sin más pretensiones, para el análisis de la situación presente y la planificación de acciones futuras. El hilo conductor del presente estudio y el garante de su cohesión son el Modelo de Tres Niveles de Complejidad, propuesto por el profesor Sáez Vacas en 1983, y desarrollado posteriormente en una teoría sobre la Ofimática Compleja, publicada en 1990 y su modelo de infraestructura digital universal (Red Universal Digital y Nuevo Entorno Tecnosocial), publicado en 2004. Trataremos aquí de probar la plena validez de estos modelos, y su gran utilidad para el estudio de la Domótica en particular.

	Modelo Original (Sáez Vacas, 1983)	Modelo de Ofimática (Sáez Vacas, 1990)	Aplicación a la Domótica
Tercer Nivel	<p>Complejidad antropotécnica</p> <ul style="list-style-type: none"> · Complejidad de la interacción tecnología-sociedad 	<p>Sistema ofimático</p> <ul style="list-style-type: none"> · Proceso global ofimático: toma de decisiones, tecnología y trabajadores... 	<p>Sistema domótico</p> <ul style="list-style-type: none"> · Teleservicios, interfaces, privacidad...
Segundo Nivel	<p>Complejidad sistémica</p> <ul style="list-style-type: none"> · Complejidad de los objetos interconectados 	<p>Sistema técnico ofimático</p> <ul style="list-style-type: none"> · Integración de herramientas, procesos sistémicos 	<p>Sistema técnico domótico</p> <ul style="list-style-type: none"> · Redes de control, multimedia, datos...
Primer Nivel	<p>Complejidad individual</p> <ul style="list-style-type: none"> · Complejidad de los objetos aislados 	<p>Caja de herramientas</p> <ul style="list-style-type: none"> · Tratamiento de textos, hoja de cálculo, agenda electrónica 	<p>Caja de herramientas</p> <ul style="list-style-type: none"> · Dispositivos domóticos: sensores, actuadores...

Fuente: Sáez Vacas (1990), elaboración propia

Domótica y Modelo de Tres Niveles de Complejidad

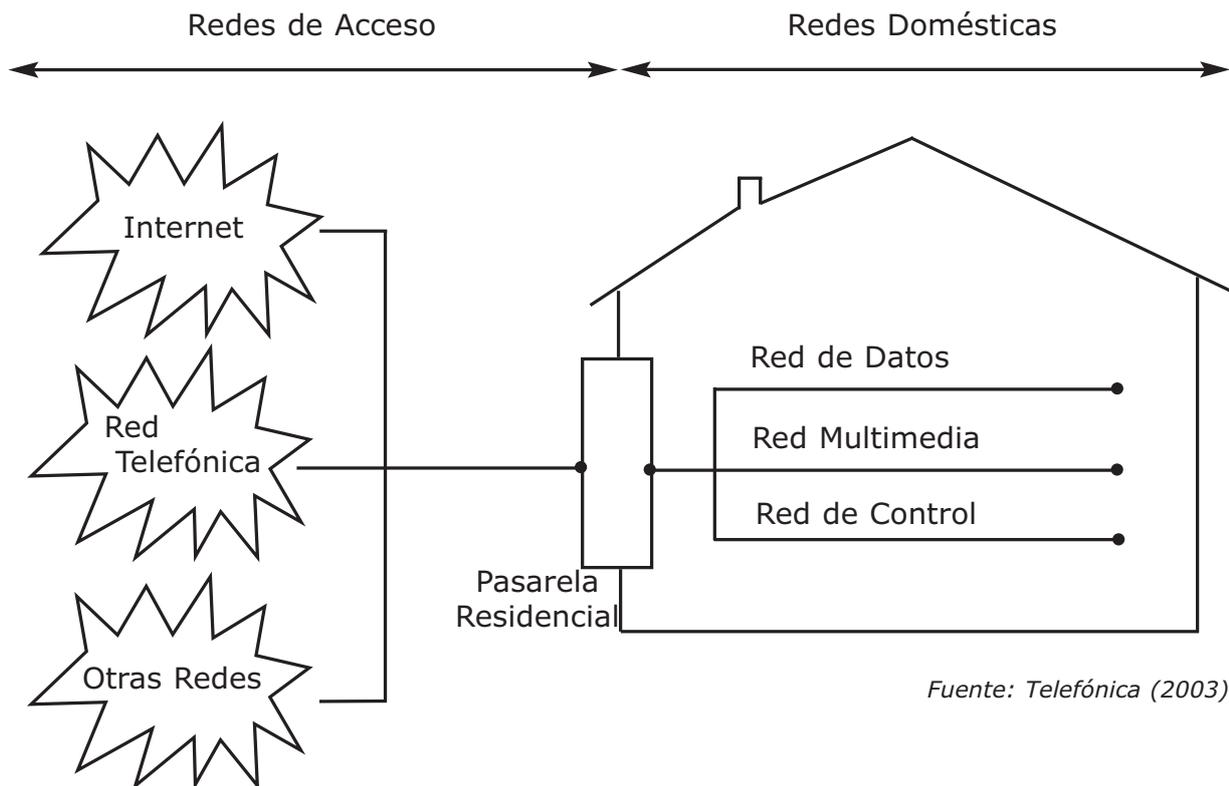
El Modelo de Tres Niveles de Complejidad jerarquiza la complejidad en tres alturas: un primer nivel de complejidad correspondiente a los objetos aislados, un segundo nivel que surge de las interrelaciones de estos objetos para formar un sistema, y un último nivel fruto de la interacción de los sistemas tecnológicos con los sistemas sociales. Cada nivel lleva aparejada una complejidad creciente, pero también de un tipo distinto: la complejidad antropotécnica es mayor y diferente a la complejidad sistémica y la subsume, y a la sistémica le ocurre lo mismo con respecto a la individual. Detengámonos en mostrar el significado concreto de estos conceptos en nuestro campo de análisis particular, la Domótica.

Podemos asimilar los dispositivos domóticos, considerados individualmente, como piezas diversas de una hipotética caja de herramientas. Nuestra caja particular incluye en primer término sensores, unos dispositivos que recogen información de determinadas variables físicas que monitorizan (temperatura, intensidad lumínica, presión...) y que pueden enviar esta información a un equipo de control para su procesamiento. Disponemos también de actuadores, aparatos capaces de recibir órdenes procedentes de un sistema de control, y a raíz de éstas realizar unas acciones que modifiquen el estado de determinados equipos o instalaciones: abrir la llave de paso del agua, arrancar el motor de una persiana automatizada, encender la sirena de una alarma... Contamos con electrodomésticos inteligentes, dotados de funciones ciertamente más amplias y avanzadas en comparación con las de sus homólogos tradicionales, incluyendo mecanismos de ahorro energético y capacidades de comunicación (como por ejemplo un frigorífico con pantalla de televisión que además permite descargar recetas de Internet en función de los alimentos que alberga, o una lavadora que, según la ropa que contenga, selecciona de forma automática el programa de lavado óptimo. Adicionalmente, nuestra caja de herramientas domésticas alberga una gran diversidad de equipos electrónicos inteligentes, cada vez más versátiles y potentes, como los televisores digitales interactivos, las i-radios o los teléfonos móviles. Todos ellos son elementos del primer nivel de nuestro modelo.

Los equipos del anterior párrafo son susceptibles de ser interconectados para formar sistemas técnicos. Ilustraremos esta situación a través de un modelo reticular del hogar domótico, que constará de tres bloques. El primero de ellos lo forman las redes de acceso, aquellas infraestructuras que facilitan la comunicación a distancia con otros sistemas o individuos situados en el exterior de la vivienda, al tiempo que proporcionan un medio de acceso remoto a la misma. En segundo término situamos las redes domésticas, que vertebran técnicamente el interior del hogar, al interconectar los distintos equipos domóticos, permitiendo que intercambien información, compartan recursos y ofrezcan funcionalidades conjuntas avanzadas. Por último, y como nexo de unión entre redes de acceso externas y redes domésticas internas, aparecerá la pasarela residencial.

Desde el punto de vista funcional podemos distinguir tres subredes domésticas:

una red de datos para el envío y recepción de mensajes y ficheros entre ordenadores, periféricos y demás recursos informáticos; una red multimedia o de entretenimiento para el soporte de equipos de audio y vídeo, consolas de videojuegos y demás plataformas de ocio; y una red de control, encargada del control y monitorización de sensores, actuadores y electrodomésticos de la vivienda. Por último, la pasarela residencial tiene por objetivo facilitar la intercomunicación y la eventual convergencia de las tres redes del entorno doméstico y conectarlas con el exterior a través de las redes de acceso.



Modelo Reticular del Hogar Domótico

La funcionalidad de los sistemas técnicos considerados en este modelo es superior a la suma de las funcionalidades individuales de las piezas que los componen, como también lo es su complejidad. El soporte tecnológico de estas redes es significativamente heterogéneo: la multiplicidad de soluciones propietarias, parciales e incompatibles entre sí, la ausencia de estándares globales y la lucha entre fabricantes para imponer sus productos particulares han conducido a la aparición de islas tecnológicas en el hogar, que en absoluto contribuyen al desarrollo del mercado domótico. Absorber esta complejidad de segundo nivel a través de sistemas compatibles entre sí, que integren a todos los dispositivos del hogar domótico, y aprovechen el máximo de su potencial de operación conjunta es el principal reto de naturaleza técnica que la Domótica debe superar.

Pero no todos los retos son técnicos. Las casas han desempeñado diversas funciones a lo largo de la Historia, evolucionando a la par con las formas sociales y los desarrollos tecnológicos de cada época. Descuidar que los destinatarios últimos de la Domótica son individuos, y que la técnica es sólo un vehículo para cubrir sus cambiantes necesidades, ha causado a nuestro juicio errores calamitosos. Los usuarios no se interesan por la tecnología en sí, sino por lo que ésta puede hacer por ellos. El exceso de funcionalidades superfluas, la dificultad de uso y la falta de fiabilidad de los productos domóticos son obstáculos de naturaleza sociotécnica que deben tenerse en cuenta y eliminarse, en lo posible. Nos movemos aquí dentro del tercer nivel de complejidad de nuestro modelo.

Adoptando una perspectiva antropocéntrica, podemos clasificar las distintas aplicaciones y servicios domóticos en cuatro áreas, a saber: seguridad; cultura, ocio y entretenimiento; confort y ahorro energético; y por último gestión y actividades económicas. Dediquemos unas líneas a resumir en qué consisten.

En la primera de las anteriores áreas se contemplan soluciones en materia de seguridad de los bienes y de las personas: hablamos de aplicaciones de videovigilancia, de gestión técnica de la vivienda o de asistencia personal remota. En segundo lugar nos referimos a los servicios de ocio personal y a la carta, en sus modalidades combinables de imagen, sonido y videojuegos; pero también a las innovadoras opciones culturales y posibilidades de enseñanza a distancia que la Domótica ofrece. Las aplicaciones de confort y ahorro energético tienen por objetivo mejorar la calidad de vida de sus usuarios, en tanto que proporcionan soluciones que facilitan la realización de actividades domésticas rutinarias y suponen una comodidad añadida, todo ello optimizando el consumo de energía. Los sistemas de climatización o la lectura remota de contadores son ejemplos de ello. Por último, los avances en las comunicaciones permiten gestionar un número creciente de actividades desde el sillón de casa: no es preciso desplazarnos para hacer compras, ordenar y consultar operaciones financieras, tramitar expedientes administrativos o incluso trabajar a distancia por cuenta ajena.

Podríamos detenernos aquí, pero es nuestra intención ir más allá al vincular el Modelo de Tres Niveles de Complejidad con los conceptos más generales de Red Universal Digital y Nuevo Entorno Tecnosocial. Recordamos que el segundo nivel de complejidad emerge de la interconexión de equipos, en nuestro caso domóticos, que se agrupan en diferentes redes o sistemas técnicos; pues bien, este nivel puede verse de forma avanzada como una estructura especializada de redes, incluida dentro de la infraestructura global emergente que el profesor Sáez Vacas llama Red Universal Digital.

En este escenario, el hogar domótico se convierte en un nodo hipercomplejo de usuario, integrado en aquélla. A su vez, la infraestructura digital universal anterior genera unas condiciones de contorno para los sujetos que hacen uso de la misma

denominadas Nuevo Entorno Tecnosocial, equiparables a un tercer nivel de complejidad infotecnológico de alcance planetario. La particularización de estas condiciones de contorno al campo de la Domótica permite analizar de forma sistemática implicaciones sociotécnicas habituales en materia de seguridad, privacidad, o fiabilidad de sistemas, pero también estudiar los más espinosos asuntos referentes a la delegación del control en máquinas, la compatibilidad social y el grado de aceptación de escenarios crecientemente tecnificados y potencialmente ubicuos, en los cuales el hogar reticular domótico es un espacio más. Se estudia por qué un concepto tan en boga actualmente en el ámbito de la tecnología avanzada como es el Ambiente Inteligente, o Inteligencia Ambiental, (en inglés, *Ambient Intelligence*) puede verse como un caso particular del Nuevo Entorno Tecnosocial.

Finalmente, una vez conocidas las posibilidades que la Domótica ofrece a sus potenciales usuarios, es el momento de centrar nuestro interés en aspectos de negocio. El mercado domótico se caracteriza por la multiplicidad de agentes que en él operan, y la complejidad de las relaciones existentes entre ellos. Para la mayoría de ellos (promotores, constructores, arquitectos, ingenieros, fabricantes, instaladores, proveedores de servicios...), la Domótica representa una alternativa de diferenciación interesante desde la perspectiva del beneficio empresarial o el prestigio profesional. Sin embargo, el crecimiento del mercado no ha cumplido con las expectativas que despertaba a comienzos de los años noventa. Algunos motivos de este fracaso: ausencia de soluciones integrales, equipos de difícil manejo, falta de mantenimiento y demás elementos propios de un mercado dirigido desde la oferta, poco sensible a los deseos y características de sus demandantes potenciales.

Esquema y estructura de los contenidos

El texto que comienza en las próximas páginas se estructura en tres grandes bloques, cada uno de ellos con varios capítulos.

El primer bloque, titulado **Ideas básicas**, presenta al lector los principales conceptos en relación con el hogar y la tecnología. Se introduce aquí una breve historia y teoría del hogar, se expone y analiza la terminología más común, y se ilustran las más recientes transformaciones de las familias y las casas que habitan.

El segundo bloque, titulado **Complejidad**, constituye el núcleo del estudio. Aquí se estudia la Domótica desde la óptica del Modelo de Tres Niveles de Complejidad. En el primer nivel, correspondiente a los dispositivos domóticos aislados (sensores, actuadores, aparatos electrónicos inteligentes), y en el segundo nivel, que recoge la interconexión de estos equipos en redes domésticas (control, multimedia, datos), se analiza la infraestructura técnica propia de un hogar domótico. En el tercer nivel, correspondiente a la complejidad sociotécnica, se integran las aplicaciones y servicios domóticos (seguridad, cultura ocio y entretenimiento, confort y ahorro energético, gestión y actividades económicas) que atienden a las necesidades de los usuarios domésticos, pero también sus implicaciones, beneficios y riesgos para los individuos y el conjunto de la sociedad (privacidad, seguridad, fiabilidad, compatibilidad social...). El bloque concluye con el esbozo de una visión avanzada del entorno crecientemente tecnificado en el que se enmarcan los hogares domóticos.

Apuntes sobre el mercado y la industria es el nombre del tercer y último bloque del estudio, que retoma reflexiones introducidas en capítulos anteriores para estudiar los agentes y modelos de negocio más comunes en el sector de la Domótica, así como los frenos y catalizadores que actúan sobre el mismo.

En cuanto a la estructura de los propios capítulos, cada uno de ellos comienza con una breve "Introducción", que pone en antecedentes al lector y facilita su comprensión. Intercalados en las páginas de cada capítulo, se han incluido múltiples recuadros con datos recientes o históricos, aspectos de particular interés o visiones alternativas a aquéllas recogidas en el texto principal. Un uso similar se hace de las notas a pie de página, que además insertan referencias cruzadas a otras secciones del estudio o reseñas bibliográficas. Cada capítulo cuenta con su propio "Resumen", que compendia las principales ideas tratadas en él, y sus "Comentarios bibliográficos", un espacio en el que se indican las fuentes bibliográficas concretas a las que se ha recurrido para la redacción de cada una de sus secciones.

Bloque I: Ideas básicas

Capítulo 1. Historia y teoría del hogar

1. Introducción

Las personas necesitan el cobijo de cuatro paredes a las que llamar hogar. Desde aquellos tiempos remotos de grutas y cavernas el hombre viene moldeando con sofisticación creciente casas que le resguarden de la intemperie, alberguen a sus seres queridos, protejan sus bienes y alojen sus sueños.

Este espacio abstracto del hogar toma unas determinadas formas en función de la tecnología disponible en cada época: cambian los materiales, se altera la disposición de las estancias, mejora el confort... pero todo ello se remite en último término a su morador, al hombre: la casa se adapta a sus gustos y necesidades, constituye su concha de caracol particular.

El presente capítulo explora las raíces del hogar a través de la Historia. A tal fin se analiza qué es una casa y se visitan sus estancias en distintos momentos, prestando especial atención a cómo la tecnología ha desempeñado un papel clave en su evolución.

2. Tecnología, arte y hombre

Antes de adentrarnos en el recorrido histórico que ha transformado la primitiva cueva de nuestros antepasados lejanos en la moderna vivienda que habitamos hoy, parece conveniente, aunque sea en unas pocas líneas, ilustrar cuáles son los objetivos o fines últimos por los cuales construimos casas.

El arquitecto, pintor y escultor franco-suizo Charles-Edouard Jeanneret, más conocido por su sobrenombre profesional de Le Corbusier (1887 Chaux-de-Fonds, Suiza - 1965 Cap Martin, Francia), pronunció el 12 de junio de 1924 en la Sorbona parisina un famoso discurso titulado *El espíritu nuevo en la arquitectura*. Le Corbusier expuso entonces por vez primera su luego universalmente aclamada aportación de la casa entendida como *machine à habiter*. Veamos en qué consiste.

Para Le Corbusier la casa tiene dos finalidades básicas. En primer término es una *machine à habiter*, es decir, "una máquina destinada a procurarnos una ayuda eficaz para la rapidez y la exactitud en el trabajo, una máquina diligente y atenta para satisfacer las exigencias del cuerpo: la comodidad". Hablamos aquí de un producto tecnológico de orden eminentemente práctico, de un trabajo de ingeniería. Pero, por otro lado y en segundo término, la casa es "un lugar útil para la meditación, un lugar donde la belleza existe y aporta al espíritu la calma indispensable": es el

fruto de un artista, el trabajo de un arquitecto³ .

No obstante ambas dimensiones de la casa comparten unos cimientos comunes: la idea del antropocentrismo. En efecto: la razón última de las casas son las personas que las habitan, motivo por el que aquéllas deben adaptarse a sus gustos y necesidades, hechas a su medida. La casa es el guante ajustado a la mano, la casa es la concha del caracol, y por tanto debe remitirse a la escala humana.

Para nuestro propósito de confeccionar un estudio sociotécnico de la Domótica la primera faceta del hogar en cuanto que *machine à habiter* tendrá una importancia decisiva, si bien serán los aspectos de complejidad sociotécnica los que constituyan el núcleo del trabajo. Expuestas las finalidades últimas del hogar prosigamos repasando su historia.

3. Breve historia del hogar

Comencemos nuestro recorrido en la Grecia clásica de la mano de Homero. La Odisea describe con detalle el *oikós*⁴ griego de Ulises. La casa del héroe de Ítaca no sólo albergaba a su querida Penélope, a su hijo Telémaco y a toda una tropa de codiciosos pretendientes, sino que también comprendía animales domésticos, riquezas variadas, esclavos, aperos de labranza, pastos y tierras de cultivo. Para el propósito de este estudio es suficiente con señalar que ya desde tiempos lejanos la casa es algo más que un conjunto de estancias: las personas que la habitan, así como los bienes que resguarda, son elementos esenciales de la misma.

A pesar de lo que pudiera parecer, las casas no siempre han sido ámbitos para el descanso, la familia, la privacidad o la intimidad. A lo largo de la Historia han tenido unas funciones mucho más amplias que han evolucionado junto con las formas sociales y los desarrollos tecnológicos de cada momento.

Volvamos a la Historia avanzando varios siglos para situarnos en la vida doméstica de la Edad Media en Europa. Los pobres, la inmensa mayoría de la población, salvo los privilegiados de palacios y monasterios, contaban con unas viviendas en muy malas condiciones, que eran poco más que refugios para dormir. No tenían saneamiento ni agua corriente, apenas contaban con muebles y el espacio disponible distribuido en una sola habitación era diminuto. No obstante surgió en esta época

³Es la primera ocasión en la que aparece el hogar como poliedro u objeto complejo de caras múltiples, en este caso haciendo referencia a su dualidad como cruce de ingeniería y manifestación artística. A lo largo de capítulos subsiguientes tendremos frecuentemente la oportunidad de retomar esta idea.

⁴Hogar en griego. De ahí la *oikonomía* o arte del gobierno de la casa, que consistía por aquel entonces en administrar y conservar los bienes del hogar, así como en educar a sus moradores.

un fenómeno trascendental para la historia de las casas: el nacimiento de la renovada civilización urbana con la aparición de los primeros burgueses.

La casa urbana burguesa típica del siglo XIV combinaba la residencia con el trabajo. Estos edificios solían estructurarse en dos alturas sobre un sótano utilizado como almacén. En el piso principal se situaba una tienda o un lugar de trabajo. La parte residencial era una gran cámara, no dividida en habitaciones, en la que la gente cocinaba, comía, recibía visitas y dormía, casi como el *loft* actual, salvando las distancias.

Las casas medievales tenían pocos muebles, que cubrían necesidades múltiples. Una misma tabla podía servir como mesa para comer, banco en el que sentarse y cama en la que dormir. De ahí que las expresiones "poner la mesa" o "hacer la cama" deban tomarse en su sentido literal. Además, estos muebles medievales eran con frecuencia portátiles o desmontables⁵, sin un lugar permanente en el que colocarlos: se construían para ser movidos varias veces al día, según fueran precisos para una u otra actividad. El confort aún esperaba su advenimiento.

En la Edad Media apenas tuvo vigencia social el concepto de privacidad: las casas eran lugares públicos en un trasiego permanente. En su interior, no necesariamente grande, se desarrollaban reuniones de negocios o celebraciones familiares, pero además residían en ellas, descontando a la familia inmediata, empleados, sirvientes, aprendices, amigos y protegidos. La intimidad era algo desconocido.

La primera gran revolución doméstica acontece en el siglo XVII en los Países Bajos. Aparecieron las "casas pequeñas", que albergaban pocas personas, únicamente a la familia nuclear; el promedio de habitantes era de unos cinco individuos, en claro contraste con los 25 de los hogares parisinos del mismo momento. Ya no había inquilinos y la casa dejó de ser el lugar de trabajo, que se desplazó a talleres o campos aparte. Esta situación produjo un cambio importante: el carácter público de las antiguas "casas grandes medievales" se vio sustituido por una vida hogareña más tranquila y privada. De este modo disminuyeron, incluso llegando a desaparecer en algunos casos, las salas comunes, en favor de las nuevas habitaciones particulares. La privacidad emergió en forma de proceso de individualización espacial con la separación en estancias de la antigua cámara única, pública y común, de las casas medievales.

Los holandeses amaban sus casas. El *hejm* holandés reunía los significados de la casa y de sus habitantes, de la residencia y del refugio, de la prosperidad y del afecto. El hogar incluía la vivienda, pero también todo lo que había en ella y a su alrededor, además de la gente y el afecto que todo aquello aportaba. Parece como

⁵Mueble, del latín *mobilis*, significa precisamente lo que se puede mover.

si nunca hubiésemos abandonado la en principio primitiva casa de Ulises en Ítaca, integrada también por sus habitantes y los bienes con los que contaba.

El siguiente paso notable se produce en la Inglaterra del siglo XVIII, donde la casa, que al igual que su homóloga holandesa ya no era lugar habitual del trabajo, se convirtió a su vez en un espacio para el tiempo de ocio. La casa georgiana era un lugar social, pero de forma curiosamente privada: se sucedían las visitas pero siempre con invitación previa, guardando una etiqueta doméstica reglada y rigurosa, que en todo momento respetaba la intimidad de la familia y de cada uno de sus miembros.

La casa georgiana profundizaba en la subdivisión en habitaciones iniciada en Holanda años atrás. Esta subdivisión no sólo incluía estancias comunes para comer, para recibir visitas o pasar el tiempo de ocio, sino que además comprendía habitaciones privadas para las personas de la familia. Los hijos pasaban la mayor parte del tiempo en las casas, de ahí que, como los adultos, tuvieran sus propios dormitorios, además de cuartos de juegos y de estudio. Todos contaban con una habitación propia⁶, lo cual no sólo era cuestión de intimidad sino el reflejo de una individualidad creciente manifestada de forma física.

Otro logro significativo que se consolida en las casas inglesas del siglo XVIII es la irrupción de las primeras formas de confort⁷. Varios años atrás se habían introducido con éxito en las "casas pequeñas" holandesas muebles aún poco prácticos, que no obstante pretendían ser un reflejo fiel de la riqueza de sus propietarios, sustituyendo a los toscos y escasos muebles medievales. En este momento, los interiores georgianos, su decoración y muebles cada vez más diversos, avanzaron considerablemente al combinar por vez primera elegancia, utilidad y comodidad. Pero el verdadero éxito de este fenómeno no fue sólo la producción de muebles confortables y elegantes, sino también su disponibilidad para una clientela cada vez más amplia.

Si bien por esta etapa de nuestro particular recorrido histórico las analogías con las casas modernas son cada vez mayores, resulta cuanto menos sorprendente comprobar la cantidad de aspectos que aún restan por evolucionar, concretamente en el campo de la tecnología doméstica. Las viviendas se calentaban de forma poco eficiente mediante una chimenea o una estufa, no existían las cañerías, los lavabos o los cuartos de baño y la iluminación corría exclusivamente a cargo de las velas. Habría que esperar al siglo XIX para que esta situación se modificase.

⁶Y no necesariamente un dormitorio: pequeñas bibliotecas, estudios o escritorios eran lugares para formas de intimidad como el retiro, la reflexión y la lectura.

⁷El término confort tiene origen en el francés antiguo *confort*, pero adquirió su sentido moderno y doméstico en Inglaterra. Desde allí, a fines del siglo XVIII se volvió a exportar el *comfort* inglés a Francia, entendido ya como aquello que produce bienestar y comodidades.

La llegada del gas, el agua corriente y posteriormente la electricidad a las casas de la Inglaterra victoriana supuso una nueva revolución doméstica, en consonancia con los intensos cambios de la época industrial en otras muchas áreas. La introducción de estas tecnologías domésticas significó el comienzo de la racionalización y la mecanización de la casa. El hecho de que este proceso se produjera de forma especialmente lenta se debió a la falta de interés de los arquitectos, en su inmensa mayoría, por los adelantos tecnológicos. Por lo general, a los arquitectos les importaba más el aspecto de los edificios que su funcionamiento: aún quedaban varias décadas para que Le Corbusier combinara de forma explícita la técnica en su *machine à habiter* con el arte y la belleza arquitectónicas.

Otro factor adicional en la lenta mecanización del hogar, no menos significativo que el derivado de la actitud del arquitecto medio del momento, era la falta de energía, que limitaba mucho la tecnología doméstica. De hecho, la principal fuerza motriz seguía siendo la misma de siempre: el trabajo humano. Así las cosas, nuevos aparatos domésticos mecánicos como máquinas de coser, batidoras de huevos, planchas o incluso lavadoras y lavaplatos se accionaban a mano. Su conversión en lo que hoy conocemos como electrodomésticos no sería posible hasta ya entrado el siglo XX con la generalización del suministro y la tecnología eléctrica en Estados Unidos, país que desde entonces ha tomado y aún mantiene la vanguardia mundial, no sólo en la política o la tecnología, sino también en el ámbito de la domesticidad.

La gran innovación estadounidense en el hogar consistió en exigir confort no sólo para el tiempo libre y el descanso, sino también para las tareas domésticas. En ocasiones se habla de la mecanización y de los electrodomésticos como instrumentos dirigidos únicamente a ahorrar tiempo, cuando su principal contribución no fue tanto ésa como la de reducir el esfuerzo necesario para las tareas del hogar. Este interés por facilitar las tareas domésticas radicaba en la escasa disponibilidad de sirvientes en los hogares norteamericanos a comienzos del siglo XX, tanto más con la entrada de la mujer en el mercado de trabajo tras la Segunda Guerra Mundial.

La domesticidad norteamericana, la supresión del servicio doméstico y la emancipación de la mujer modificaron la imagen tradicional de la casa como territorio del varón: la casa del caballero, la casa como refugio contra las preocupaciones del mundo, el lugar donde hallarse tranquilo comenzaba a cambiar. La nueva casa, más femenina, se convertía así en un espacio dinámico en el que priman la comodidad y la eficiencia en el trabajo doméstico. En palabras de Rybcynski (1989) "el centro de atención pasó del salón a la cocina, lo cual fue motivo de que, cuando la electricidad entró en la casa, lo hiciera por la puerta de la cocina". La reducción del tamaño medio de las casas, la disposición más eficiente de las habitaciones en términos de superficie total, las nuevas técnicas de ventilación y aislamiento... respondían todas ellas a la búsqueda del confort y la eficiencia.

Casi hemos llegado a la casa moderna. Las casas como ámbitos para el descanso,

la familia y la privacidad, las casas dotadas de aparatos que facilitan las labores domésticas, las casas pequeñas en la que el confort no es sinónimo de un servicio doméstico numeroso son razonablemente desde entonces una realidad. Sin embargo, queda por analizar un elemento clave que ya ha comenzado a transformar radicalmente los hogares en los últimos años: la entrada en ellos de la infotecnología. Por su trascendencia dedicaremos a este fin un apartado propio.

4. Telépolis y las telecasas

Los importantes avances tecnológicos de finales del siglo XX han promovido cambios sociales significativos, que han tenido su particular reflejo en el ámbito del hogar. Para el matemático y filósofo Javier Echeverría se ha venido generando una nueva forma de organización social que tiende a expandirse por todo el planeta, transformándolo en una nueva ciudad global, reticular y a distancia: Telépolis⁸.

No cabe duda de que el impacto sobre los hogares de las infraestructuras de transmisión y comunicación a distancia, con sus respectivos soportes telemáticos y electrónicos, es enorme. Tanto es así que se puede hablar de una gran revolución doméstica, marcada por la progresiva aparición de un nuevo tipo de vivienda que gira en torno a la utilización de las tecnologías de interacción social a distancia: la telecasa, según la denominación del propio Echeverría recogida en su libro *Cosmopolitas Domésticos* (1995).

Las nuevas estructuras tecnológicas presentes en las telecasas alteran profundamente las características y funciones tradicionales del hogar, interfiriendo tanto en su disposición física, como también en su organización familiar y social. Las tecnologías de interacción a distancia no destruyen las estructuras físicas de la vivienda convencional, sino que se superponen a éstas, convirtiendo las telecasas en nodos de una red global. Sus habitantes protagonizan una forma emergente de cosmopolitismo: el cosmopolitismo doméstico. Estos individuos ignoran los límites físicos de sus respectivas telecasas: sus vecinos telepolitas residen a una distancia virtual nula, lo que les permite interactuar inmediatamente con ellos sin importar su localización física. Las relaciones entre las personas y el mundo que las rodea cambian así considerablemente, dándose las condiciones para que nazca una sociedad civil global a distancia.

⁸Otros autores se han referido a esta realidad reticular y a distancia por otros nombres y desde perspectivas diferentes, como por ejemplo la Sociedad Red del sociólogo Manuel Castells, o la Infociedad del profesor Sáez Vacas, cuya definición reproducimos aquí: "espacio informacional donde los humanos de sociedades desarrolladas, mediante terminales con botones, teclas, pantallas, contraseñas e identificadores varios, se comunican y llevan a cabo una parte creciente de sus actividades habituales y otras muchas nuevas, convertidas en señales, lenguajes y procesos inmateriales, soportados por una potente infraestructura tecnológica de arquitectura reticular" .

En las telecasas se desvanecen los límites territoriales convencionales, al acabarse con la distinción entre interior y exterior, entre espacios públicos y privados. Se produce una nueva ordenación del espacio doméstico que configura una casa sin muros, abierta al exterior, que no diferencia ya claramente entre los conceptos antiguamente enfrentados de doméstico/privado y ciudadano/público. El ámbito público invade el privado y éste a su vez se hace público.

El cosmopolitismo en las telecasas

Las telecasas están abiertas al mundo: son formas sociales estructuralmente desterritorializadas en las que se producen interrelaciones humanas instantáneas y a distancia. Las telecasas se integran en redes de comunicación y de información globales y constituyen una forma nueva y mejorada de cosmopolitismo.

El triunfo de las ideas ilustradas originó una forma de cosmopolitismo clásico que reivindicaba una racionalidad universalista, no local. No obstante su puesta en práctica hacía uso de la mediación de los Estados, combinándose en ocasiones de manera extraña patriotismo y universalismo: "ciudadanos del mundo" que sin embargo se centraban como buenos patriotas en su Estado propio y particular para hacer efectivos estos ideales cosmopolitas.

En Telépolis se supera el ideal kantiano en tanto que el nuevo cosmopolitismo doméstico se deshace de las ataduras territoriales de un Estado y de las trabas morales o de pertenencia, al primar el individuo frente a un supuesto ente superior (la Naturaleza, Dios y el Estado en momentos previos): estas entidades se constituyen al servicio del telepolita y no a la inversa. Surge así un nuevo cosmopolitismo civil y universal, fundado en individuos libres que se asocian entre sí, trascendiendo las fronteras territoriales que definen los Estados.

Adaptado de Echeverría J. (1995), capítulo 14

Asimismo, las telecasas derriban el muro intertemporal al abrir la posibilidad de mantener interrelaciones con el pasado y con el futuro, facilitando el acceso a informaciones e imágenes producidas en distintos momentos de tiempo. En el momento en el que la nueva estructura doméstica puede tener por destinatario tanto a sus contemporáneos como a futuros telepolitas es posible hablar de casas abiertas al tiempo.

Las telecasas se convierten así en nodos interconectados e interactivos de Telépolis, una ciudad-red de naturaleza civil y extensión planetaria. En estas viviendas de nuevo cuño conviven enlaces interiores hacia los dispositivos y

electrodomésticos, destinados a la gestión automatizada del hogar, así como enlaces exteriores, que constituyen el soporte de múltiples teleservicios y facilitan enormes posibilidades de interacción a distancia entre los telepolitas.

5. Resumen

En este capítulo hemos realizado nuestra primera incursión en el hogar, siempre de la mano de la tecnología, y a la luz de la Historia. Así, hemos explorado sus raíces, analizado sus funciones y recorrido sus cambiantes estancias.

Según Le Corbusier, una casa tiene dos finalidades básicas: en primer término es una *machine à habiter*, un producto tecnológico eminentemente práctico, diseñado para satisfacer las exigencias del cuerpo; por otro lado, la casa es un lugar para el retiro y la meditación, es la obra del artista donde se alcanza la calma del espíritu. Los cimientos comunes de ambas perspectivas y la razón última de las casas son, no obstante, sus propios moradores.

Históricamente, las casas han desempeñado diversas funciones, evolucionando a la par con las formas sociales y los desarrollos tecnológicos de cada momento. En la Edad Media las viviendas eran lugares prácticamente públicos, que combinaban la residencia de docenas de individuos con el trabajo de otros tantos. La noción de privacidad doméstica comenzó a forjarse en los Países Bajos en el siglo XVII, con la división en estancias de la otrora cámara medieval única, pública y común. Las "casas pequeñas" holandesas albergaban por aquel entonces tan sólo a la familia nuclear, sin espacio para el trabajo, que se desplazó a talleres o campos aparte.

Las casas georgianas de la Inglaterra preindustrial del siglo XVIII protagonizaron la introducción generalizada de las primeras formas de confort, si bien hubo que esperar otra centuria para disfrutar de tecnologías domésticas hoy básicas como son el agua corriente o el suministro eléctrico. En el siglo XX la vanguardia en el hogar se desplazó a los Estados Unidos, donde se amplió la noción convencional del confort para el tiempo libre y el descanso a las tareas domésticas, con la irrupción de aparatos destinados a reducir el esfuerzo preciso para llevarlas a cabo. Así se llegó a las casas modernas que todos conocemos, casas que no obstante comienzan a experimentar hoy una profunda revolución debida a la entrada en ellas de infotecnología.

La infotecnología, gracias a las posibilidades de interacción a distancia que brinda, está llamada a transformar profundamente los hogares. En las nuevas telecasas, siguiendo la terminología propuesta por Echeverría, se desvanecen las fronteras convencionales de exterior e interior, así como las distinciones entre espacios públicos y privados. Las telecasas se superponen a las viviendas físicas tradicionales, convirtiéndose en nodos interconectados e interactivos de una ciudad-red de extensión planetaria: Telépolis.

6. Comentarios bibliográficos

El apartado "Tecnología, arte, hombre" se apoya en ideas recogidas en:

- Hernández de León J.M., Trachana A. (1997): *La Domus: introducción a la arquitectura de la casa*, Editorial Mairca, Madrid.
- Le Corbusier (1924): *El espíritu nuevo en arquitectura*, Conferencia pronunciada el 12 de junio de 1924 en la Sorbona, París.
- Fundación Le Corbusier, en www.fondationlecorbusier.asso.fr

La sección "Breve Historia del Hogar" se inspira en:

- Rybczynski W. (1989): *La casa: historia de una idea*, Editorial Nerea, Madrid.
- Echeverría J. (1995): *Cosmopolitas domésticos*, Editorial Anagrama, Barcelona.

El apartado "Telópolis y las telecasas", incorpora a los conceptos de referencias anteriores los desarrollados en:

- Echeverría J. (1999): *Los Señores del Aire: Telópolis y el Tercer Entorno*, Editorial Destino, Madrid.

Adicionalmente, se ha recurrido al Diccionario de la Lengua Española de la Real Academia Española (en adelante, diccionario de la RAE o DRAE), y a los sitios Web de citas y frases célebres de *Born to Motivate*, www.borntomotivate.com, y *Proverbias*, www.proverbias.net

Capítulo 2: Conceptos y terminología

1. Introducción

Pueden parecer inocentes a primera vista, pero las palabras tienen una gran importancia. El idioma no es un medio de expresión aséptico, frío, inmutable y uniforme, sino un reflejo dinámico de cómo pensamos. No empleamos palabras únicamente para describir objetos, sino también para expresar ideas cambiantes más o menos complejas.

La importancia de las palabras

La introducción de palabras en el idioma señala la introducción simultánea de ideas en la conciencia. Como decía Jean Paul Sartre: "El atribuir nombres a objetos consiste en trasladar acontecimientos inmediatos, no reflexionados, quizá ignorados, al plano de la reflexión y de la mente objetiva".

Tomemos un término como "fin de semana", que apareció a finales del siglo XX. Al contrario que el "día de la semana" medieval que distinguía los días en que uno trabajaba del Día del Señor, el "fin de semana" profano -que inicialmente describía el periodo de cierre de las tiendas y las empresas- pasó a reflejar una forma de vida organizada en torno a la búsqueda activa del ocio.

La aparición y popularización de nuevos términos en el lenguaje común marcan momentos importantes. Las personas comienzan a utilizar estas palabras nuevas al surgir la necesidad de comunicar una idea que anteriormente no existía o que no necesitaba expresión.

Adaptado de Rybczynski W. (1989), págs. 32-34

Domótica, casas inteligentes, hogar digital, inteligencia ambiental... son sólo algunos términos de los muchos que colonizan el intrincado lugar de encuentro entre vivienda, tecnología y ser humano. Esta abundancia de denominaciones dispares y habitualmente fragmentarias constituye el objeto de análisis del presente capítulo.

2. Apuntes de Etimología e Historia

Nos enfrentamos a una labor ardua al intentar clarificar con simples palabras la compleja realidad de tecnología y hogar. Los humanos iniciamos el conocimiento de las cosas cuando les asignamos un nombre que las distinga. Pues bien, la Historia lleva siglos asignando términos dispares al hogar y sus aledaños, como tendremos oportunidad de comprobar en las líneas siguientes.

En la Grecia Clásica las casas señoriales se denominaban *domos*. El término servía también para nombrar a la morada de los dioses, de donde se extendió con los sentidos de patria, pero también como cárcel y lupanar. En el salto al *domus* latino se amplió su significado a la familia, el hogar y el edificio.

Los romanos edificaron sus viviendas siguiendo tres tipologías: *domus*, *insula* y *villa*. La *domus* era una vivienda urbana o suburbana unifamiliar. Las *insulae* eran los equivalentes a los bloques de apartamentos modernos, viviendas plurifamiliares urbanas habitadas por las clases más humildes. Por este término también se entendía el actual barrio o manzana, además del sentido de isla. Finalmente las *villae* eran las casas solariegas de las familias más poderosas.

Para hablar de un edificio no de viviendas los romanos utilizaban las denominación de *aedificium*, *constructio* o incluso *officina* (de *officium*, oficio). Sin embargo la voz latina casa que hemos adoptado sin modificaciones en castellano no era por aquel entonces más que una cabaña, una pequeña choza o chabola rural. Los militares romanos que conquistaron la Península Ibérica vivían bajo techos de estas últimas características, de ahí que en castellano hayamos adoptado este término y no el más culto y erudito *domicilium*.

Por otra parte, los dioses *Lares*, considerados en la mitología romana hijos de Mercurio, eran las divinidades tutelares de las encrucijadas y de las regiones campesinas, pero también, y más habitualmente, los dioses del hogar. Los *Lares* del hogar eran originalmente espíritus de los campos cultivados, a los que sólo más tarde se les atribuyeron funciones domésticas. El *lar familiares* o espíritu guardián del hogar era el centro del culto familiar, y los escritores romanos solían emplear la palabra *lar* con el significado de hogar. Este último término procede del bajo latín *focaris*, adjetivo derivado a su vez de *focus*, fuego, que era el lugar donde se hacía la lumbre en las cocinas, chimeneas, hornos...

3. Domótica e Inmótica

Los diccionarios franceses incorporaron el término *domotique* a partir de 1998. Esta palabra se introdujo en España por los Pirineos como Domótica, que procede del latín *domus* (casa, domicilio) y del griego αὐτόματοϛ, automática (aunque existen autores que opinan que deriva de informática, como defiende el Diccionario de la RAE, o incluso de robótica).

Huidobro J.M. y Millán R. (2004) recogen que el origen de la Domótica se remonta a los años setenta, cuando en Estados Unidos aparecieron los primeros dispositivos de automatización de edificios basados en la aún hoy exitosa tecnología X-10. Estas incursiones primerizas se alternaron con la llegada de nuevos sistemas de calefacción y climatización orientados al ahorro de energía, en clara sintonía con las crisis del petróleo. Los primeros equipos comerciales se limitaban a la colocación de sensores y termostatos que regulaban la temperatura ambiente. La disponibilidad y proliferación de la electrónica de bajo coste favoreció la expansión de este tipo de sistemas, despertando así el interés de la comunidad internacional por la búsqueda de la casa ideal. Los ensayos con electrodomésticos avanzados y otros dispositivos automáticos condujeron a comienzos de los años noventa, junto con el desarrollo de los PC y los sistemas de cableado estructurado, al nacimiento de aplicaciones de control, seguridad, comunicaciones que son el germen de la Domótica actual.

El hogar del futuro

La idea de una casa inteligente y plenamente automatizada tiene una historia sorprendentemente larga. Ya en 1893 la revista *Answers* imaginaba el futuro en forma de vivienda equipada con electricidad en todas sus estancias, luces eléctricas controladas desde la mesita de noche, puertas y ventanas mecánicas con accionamiento eléctrico... En 1959, los diseñadores de la Miracle Kitchen, expuesta en la American National Exhibition de Moscú, prometieron un futuro cercano en el que las tareas domésticas más molestas para el ama de casa estadounidense se completarían simplemente presionando un botón o dando palmas. Visiones contemporáneas de casas inteligentes incorporan frigoríficos capaces de proponer recetas en función de los ingredientes disponibles en cada momento, despensas que renuevan sus existencias sin necesidad de intervención humana y múltiples aplicaciones sobre Internet. A pesar de tanta propaganda y de los reiterados anuncios de su inmediata llegada al mercado de masas, estas casas del futuro parecen aún lejos de convertirse en realidad. De hecho, para muchos, la aplicación doméstica más automatizada aún sigue siendo la mujer, como irónicamente señaló la feminista Beverly Jones en 1927.

Adaptado de The Economist (2004a)

Antes de proseguir conviene delimitar el significado del término Domótica, si bien resulta altamente complicado en tanto que recoge conceptos en cambio permanente y bajo discusiones continuas. Para Huidobro J.M. y Millán R. (2004), la Domótica se aplica a los sistemas y dispositivos que proporcionan algún nivel de automatización dentro de la casa, pudiendo ser desde un simple temporizador para encender y apagar una luz o aparato a una hora determinada, hasta los más complejos sistemas capaces de interactuar con cualquier elemento eléctrico del hogar. La vivienda domótica es por tanto "aquella que integra un conjunto de automatismos en materia de electricidad, electrónica, robótica, informática y telecomunicaciones, con el objetivo de asegurar al usuario un aumento del confort, la seguridad, el ahorro energético, las facilidades de comunicación y las posibilidades de entretenimiento". Se pretende con ello integrar todos los aparatos del hogar a fin de que funcionen de la forma más eficaz posible y con la necesidad de una intervención mínima o inexistente por parte del usuario.

Por otra parte, se viene hablando de Inmótica para referirse a la automatización de edificios terciarios o de servicios (hoteles, oficinas, hospitales, plantas industriales, universidades...), como combinación de la voz latina *immobilis*, aquello que está fijo, de donde deriva el término castellano inmueble, y de la ya vista 'automática'. Este concepto se identifica habitualmente también como *building management system*, en referencia a la coordinación y gestión de las instalaciones con que se encuentran equipadas las edificaciones, así como a su capacidad de comunicación, regulación y control. El origen del término Inmótica es también francés y, aunque es de uso bastante común en España, todavía no ha sido recogido por el diccionario de la RAE.

Un elemento de confusión importante es la práctica común de no distinguir entre ambas disciplinas, Domótica e Inmótica. Recurriendo a un ejemplo propuesto por Lorente S. (2004), el parecido entre ambas disciplinas es similar al existente entre los turismos y los camiones de la marca Mercedes. Si bien los elementos y componentes utilizados en viviendas y en edificios terciarios son fuertemente similares, como lo son en un camión Mercedes y en un turismo Mercedes, en cuanto a aplicaciones y funcionalidad, que están relacionadas directamente con el mercado, apenas existen intersecciones entre los conjuntos de viviendas y edificios terciarios, como no las hay entre camiones y turismos.

4. La Domo-TIC-A

Lorente S. (2004) propone un acercamiento original e ingenioso al campo de la tecnología en el ámbito doméstico por medio del análisis de acrónimos de la palabra Domo-TIC-A. Por "Domo" entenderemos casa, o vivienda, de acuerdo a su origen en latín. Tomaremos "TIC" por Tecnologías de la Información y las Comunicaciones⁹, mientras que la "A" final denotará automatización. Nótese que esta descomposición no atiende al significado etimológico de la palabra Domótica, ya analizado previamente, sino a un ingenioso y sorprendente juego de palabras y de siglas.

El término TIC aparece prácticamente a diario en la prensa, la televisión y demás medios, pese a lo cual protagoniza un baile de conceptos cuanto menos confuso. Inicialmente fueron sólo TI, Tecnologías de la Información, procedentes de su homólogo inglés IT o Information Technology. Este concepto recogía el procesado y transporte de la información, al igual que la palabra Telemática, contracción de Telecomunicaciones e Informática, propuesta en castellano a finales de los años 70 por el ingeniero de Telecomunicación Luis Arroyo, y acuñada simultáneamente por los franceses Simon Nora y Alain Minc¹⁰. No obstante, en Europa se añadió a posteriori una C de Comunicaciones en referencia a los medios de comunicación social e interpersonales, a fin de resaltar la sinergia y convergencia entre las tecnologías de la información y la industria de los contenidos (radio, televisión, prensa).

⁹El uso del término TIC, pese a estar muy asentado, cuenta con algunos detractores, entre los que en primera línea se encuentra Sáez Vacas. 'Tecnologías de la Información y las Comunicaciones' son siete palabras, de ahí que se utilice casi siempre su acrónimo TIC, que no es ni siquiera universal (en inglés se escribe ICT, que a su vez coincide, desafortunadamente, con las siglas de Infraestructura Común de Telecomunicaciones, habituales en el sector español del hogar, que nos ocupa). Sáez Vacas propone usar en su lugar Infotecnología, que es una sola palabra y recoge todo lo referente a la información (al igual que Biotecnología recoge todo lo relativo a las estructuras vivas, por ejemplo). Adicionalmente, si se quisiera abreviar por una sigla podría utilizarse IT, que coincide con la denominación en siglas más utilizada en el mundo anglosajón. Estos son motivos suficientes para que, en lo que sigue del presente estudio, empleemos el término 'Infotecnología', en vez de sembrar nuestro texto con innumerables TIC. Por puro divertimento, el propio Sáez Vacas ha realizado un "experimento" lingüístico buscando el grupo de caracteres 'tic' en todas las palabras de este texto a lo largo de las páginas anteriores, comprobando que de por sí ya el sonido tic tiene a repetirse hasta la saciedad, tic tic tic tic ...: domótica, inmótica, doméstica, automática, robótica, informática, ofimática, telemática, estadística, matemática, cibernética, sistemática, óptica, energético, particular, reticular, característica, atlántico, sofisticación, práctico, política, aséptico, más todas sus derivadas.

¹⁰Nora S., Minc A. (1978): *L'Informatisation de la société*. México: Fondo de Cultura Económica.

Aunque son multitud, especialmente dentro del colectivo de los tecnólogos, los que han entendido por C exclusivamente la idea de comunicaciones, más concretamente telecomunicaciones, esto es, las infraestructuras, las redes. Así, en esta última acepción, la I denotaría únicamente informática, y la C sólo telecomunicaciones, sin referencia alguna a los contenidos. El profesor Anibal Figueiras habla de Tecnología de la Información y de las Telecomunicaciones, o sea, TIT. Para muestra de la frecuente confusión terminológica que envuelve a las TIC recogemos aquí una definición propuesta por la Comisión Europea en 2001¹¹ :

"Las tecnologías de la información y de las comunicaciones (TIC) son un término que se utiliza actualmente para hacer referencia a una gama amplia de servicios, aplicaciones, y tecnologías, que utilizan diversos tipos de equipos y de programas informáticos, y que a menudo se transmiten a través de las redes de telecomunicaciones."

Abandonemos ya la polémica lingüística para convenir que las TIC son unos modos humanos "basados en la tecnología electrofotónica que captan, transportan, almacenan, procesan y difunden datos (sobre todo), información (bastante menos) y conocimiento (aún muy poco), de lo que se derivan muchas aplicaciones¹²". Así las cosas, cabe preguntarse por el papel de las TIC en la vivienda, que resulta ser ciertamente prometedor. La I de informática constituye el órgano central, el cerebro del hogar tecnificado. Por la C distinguiremos entre continente (las redes o infraestructuras de comunicaciones externas e internas de la casa) y contenido (servicios a distancia: los teleservicios).

Por último resta por analizar la A de Domo-TIC-A, que como ya hemos anticipado es automatización o robotización, tanto de la gestión de la vivienda (control, seguridad, vigilancia...), como del procesamiento de los datos.

5. Precisiones terminológicas adicionales

En el contexto que nos ocupa se suele utilizar también con mucha frecuencia el concepto de hogar inteligente, derivado del inglés *smart home*, término muy difundido en Estados Unidos y que de hecho era el más empleado en España antes de que naciese el de Domótica. En el ámbito de la informática se utiliza el término 'inteligente' para distinguir terminales con capacidad autónoma de proceso de datos de aquéllos que carecen de esa capacidad.

¹¹Comisión de las Comunidades Europeas: Comunicación de la Comisión al Consejo y al Parlamento Europeo; *Tecnologías de la información y de la comunicación en el ámbito del desarrollo. El papel de las TIC en la política comunitaria de desarrollo*; Bruselas, 14.12.2001.

¹²Lorente S. (2004) pág. 43.

En muchas ocasiones el concepto de hogar inteligente se ha entendido, a nuestro parecer, de forma equivocada, asociándose a soluciones futuristas alejadas de las posibilidades comerciales del momento, levantándose así una innecesaria barrera¹³ a su desarrollo práctico.

Profundizando en el concepto, podríamos caracterizar un hogar inteligente como un edificio automatizado que cuenta además con aplicaciones que gestionan esta automatización, proporcionando servicios avanzados. Según la definición de Lorente S. (2004), un edificio inteligente es aquél que:

"...incorpora sistemas de información que soportan el flujo de ésta a lo largo de todo el edificio, ofreciendo servicios avanzados de automatización de la actividad y telecomunicaciones, permitiendo además un control automatizado, monitorización, gestión y mantenimiento de los diferentes subsistemas o servicios del edificio, de manera óptima o integrada, local y/o remota y, finalmente, diseñados con la suficiente flexibilidad como para posibilitar de manera sencilla y económica la implantación de sistemas futuros".

Al hablar de hogar inteligente hemos introducido también un concepto importante: la vivienda automatizada. El término *home automation* es de uso preferente en Japón y está muy extendido en algunos sectores de Estados Unidos. Se entiende por automatismo un pequeño dispositivo electrónico que desempeña la tarea de un interruptor, pero de forma particular: realiza la función de puesta en marcha o paro de un determinado sistema dependiendo de los gustos del usuario, fijados con anterioridad. Una vivienda automatizada está gestionada por automatismos. En consecuencia, se puede concluir que para que un edificio sea inteligente ha de estar forzosamente automatizado.

¹³En el capítulo 11 "Frenos y Catalizadores", nos ocuparemos de estudiar los principales frenos y aceleradores que actúan sobre el mercado domótico.

Otras acepciones interesantes

- Hogar intermático: término acuñado por Lorente Arenas (1991) en el libro *La casa inteligente*, que es una contracción que significa intercomunicado y automático. Este nuevo tipo de hogar dejaría de ser un elemento aislado, discreto, para estar conectado a otros hogares y demás instancias productoras de información, diversión y servicios. Asimismo, el hogar intermático incorporaría la automatización de las tareas domésticas más rutinarias para la satisfacción de sus moradores.
- Hogar conectado: propuesta de eNeo Labs para la vivienda dotada de una infraestructura de red que permita la interconexión de diversas tecnologías (audiovisual, telefonía, datos, automatización y seguridad) y además establezca una conexión a Internet de banda ancha y permanente. Para Sun Microsystems este mismo término en inglés, *connected home*, define a un hogar en el cual todos los dispositivos domésticos estén conectados entre sí y con el exterior a través de una pasarela residencial.
- HOITA: *Home-Oriented Informatics, Telematics and Automation*, acrónimo utilizado por el IFIP *Technical Committee 9*, dirigido por Kresten Bjerg, de la Universidad de Copenhague.
- GTD: Gestión Técnica Doméstica, propuesta alternativa al término Domótica sugerida por el Instituto Cerdà, que la define en el año 2000 como aquella disciplina que permite una mayor calidad de vida, a través de la tecnología, ofreciendo un aumento del bienestar y de la seguridad de los habitantes de una vivienda, y una racionalización de los distintos consumos.
- Vivienda Bioclimática: enfoque de la Domótica en el cual se dota a la vivienda con un nuevo diseño arquitectónico que se adapta mejor al medio ambiente, reduciendo el consumo energético y contribuyendo a mantener nuestra salud y la sostenibilidad del planeta.

Adaptado del Instituto Cerdà (2000), eNeo Labs (2003), Lorente S. (2004) y Huidobro J.M., Millán R. (2004)

6. Hogar digital

Una denominación que viene ganando posiciones en los últimos años es la de hogar digital, propuesta por Telefónica. Este término encierra un concepto más amplio que el tradicionalmente asociado a la Domótica: por hogar digital entendemos tanto automatización (con el soporte de la electrónica digital) como, sobre todo, comunicación (basada en redes digitales internas y externas) capaz de proporcionar todo un conjunto de teleservicios.

El gran progreso tecnológico en los sistemas de telecomunicación de los últimos años, así como el desarrollo y expansión de Internet, han incrementado notablemente nuestra capacidad para crear, transmitir, almacenar y procesar información. Este fenómeno ha venido acompañado de una convergencia indudable en los antiguamente autónomos sectores de las comunicaciones, la informática y el entretenimiento, todo ello gracias a la digitalización.

Este escenario se traslada a las viviendas como el marco en el que se materializa la convergencia de entretenimiento, comunicaciones y gestión digital del hogar, gracias al necesario soporte de infraestructuras y mantenimiento y por medio de servicios avanzados o teleservicios.

La finalidad¹⁴ del hogar digital consiste en cubrir algunas (no todas, de momento) necesidades domésticas, entre ellas aumentar la seguridad, incrementar el confort, mejorar las comunicaciones, gestionar la energía controlando el gasto y ahorrando dinero, facilitar el control integral de la casa y ofrecer nuevos servicios. En definitiva, hablamos de mejorar la calidad de vida, combinando estas funciones de forma económica y sostenible.

7. Hacia un Ambiente Inteligente

El hogar es tan sólo uno más de los múltiples escenarios susceptibles de experimentar profundas transformaciones como consecuencia de la innovación tecnológica. Las oficinas, los centros comerciales, los automóviles, los aeropuertos y por supuesto las viviendas son algunos espacios idóneos para el despliegue del Ambiente Inteligente.

¹⁴Según definición del hogar digital de Santiago Lorente, Miguel Ángel Toledo, Daniel Vázquez y Stefan Junestrand, recogida en Lorente S. (2004), pág. 67.

Este término, introducido por vez primera en 1999 por el equipo investigador europeo de ISTAG¹⁵, hace referencia a una visión del futuro de la Sociedad de la Información en la cual las personas estamos inmersas en espacios poblados por multitud de dispositivos, inteligentes, pero invisibles, con los cuales interactuamos de forma sencilla, transparente e intuitiva.

Por Ambiente Inteligente aludimos a entornos que incorporan tecnología capaz de detectar la presencia en ellos de individuos y de responder en consecuencia. Estos espacios se caracterizan por su ubicuidad, puesto que el usuario está rodeado por una multitud de sistemas interconectados; su transparencia, dado que estos equipos se integran en objetos cotidianos y tienden a desaparecer ante nuestros ojos; e inteligencia, pues el propio entorno es capaz de reconocer a las personas que lo habitan, adaptarse de forma dinámica a ellas y aprender de su comportamiento y preferencias. En este sentido, eNeo Labs¹⁶ proporciona una definición de Ambiente Inteligente compacta pero precisa:

"El término Ambient Intelligence engloba el uso de nuevas tecnologías para proporcionar inteligencia a los espacios (casa, coche, oficina, etc.), a fin de que se adapten al individuo mediante la dotación de memoria a nuestro entorno, para que éste aprenda de nuestra rutina y nos haga la vida más fácil ocultando la complejidad de la tecnología".

Las oportunidades que ofrece el Ambiente Inteligente en el ámbito doméstico son realmente prometedoras. Los escenarios propuestos por ISTAG y las conclusiones que Telefónica expone en su Libro Blanco del Hogar Digital¹⁷ coinciden en que los cambios tecnológicos realmente importantes son aquéllos que dejan de ser visibles y conscientes para formar parte de la vida cotidiana y ser indistinguibles de ella. Si la incorporación de nuevas tecnologías en el hogar permite la integración de facilidades en la vida doméstica y la hace más cómoda, sin que esto suponga un esfuerzo de aprendizaje adicional por parte de sus usuarios, la visión del Ambiente Inteligente constituye un campo de trabajo que no puede pasar desapercibido, como tendremos ocasión de comprobar en capítulos siguientes¹⁸.

¹⁵Information Society Technologies Advisory Group, grupo encuadrado dentro del Sexto Programa Marco FP6 para la investigación en la Unión Europea. Más información en <http://www.cordis.lu/ist/istag.htm>

¹⁶eNeo Labs (2003), pág. 1.

¹⁷Telefónica (2003), págs. 99-104, e ISTAG (2003).

¹⁸Muy especialmente en el capítulo 9, "Tercer Nivel (III). Visión Avanzada: Nuevo Entorno Tecnosocial", que analizará en detalle el significado del Ambiente Inteligente, sus elementos habilitadores y repercusiones sociotécnicas.

8. Resumen

Dispersas y muchas veces fragmentarias son las denominaciones que se aplican a la intersección de hogar y tecnología. A lo largo de este capítulo, tras unas breves pinceladas de etimología e historia, hemos analizado el significado de los términos que habitualmente se aplican a este espacio.

La palabra Domótica procede del latín *domus*, que significa hogar, y del griego automática. El origen de la Domótica se remonta a los años setenta, cuando en Estados Unidos aparecieron los primeros sistemas de automatización, orientados por aquel entonces al ahorro energético y la climatización.

Hoy en día la vivienda domótica ha ampliado su campo de acción desde los automatismos iniciales a la infotecnología, con el objetivo de proporcionar a sus moradores un aumento del confort, la seguridad, el ahorro energético, las facilidades de comunicación y las posibilidades de ocio. Todo ello integrando los distintos aparatos domésticos para que funcionen de la forma más eficaz posible, facilitando su manejo y reduciendo las necesidades de intervención por parte del usuario. Como regla nemotécnica podemos recurrir a la descomposición siguiente: Domo-TIC-A. Por Domo entenderemos casa, por TIC Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, y por A automatización.

Hablamos de Inmótica para referirnos a la automatización de edificios terciarios o de servicios: hoteles, oficinas, hospitales... Esta disciplina comparte vínculos con la Domótica, especialmente en materia tecnológica, pero debe distinguirse de ésta por lo dispar de sus aplicaciones y mercados asociados.

En el contexto doméstico se suelen utilizar otros muchos términos (hogar automatizado, inteligente, conectado o intermático, gestión técnica doméstica, viviendas bioclimáticas...), todos ellos con sus connotaciones específicas y ámbitos de aplicación preferentes. Sobresale no obstante el propuesto por Telefónica de hogar digital, que combina las facetas de automatización (con el soporte de la electrónica digital) con las de comunicación (gracias a las redes de comunicaciones internas y externas, capaces de soportar un amplio abanico de servicios).

La tecnología es un vector de transformación importante que afecta no sólo a los hogares, sino también a otros escenarios de nuestra vida cotidiana. Centros comerciales, aeropuertos o vehículos, por citar algunos ejemplos cercanos, son espacios susceptibles de incorporar múltiples dispositivos inteligentes que trabajen en segundo plano, sean capaces de reconocer a los individuos presentes en ellos, y puedan responder a sus necesidades de forma intuitiva y transparente, ocultando la complejidad técnica subyacente. Esta descripción atiende al nombre de Ambiente Inteligente, y será objeto de un análisis más detallado en capítulos posteriores.

9. Comentarios bibliográficos

El apartado de "Introducción" incorpora ideas de:

- Rybczynski W. (1989): *La casa: historia de una idea*, Editorial Nerea, Madrid.

Para confeccionar el apartado "Apuntes de Etimología e Historia" se ha recurrido a:

- *Arte y arquitectura de Roma*, artículo de la Enciclopedia Microsoft Encarta Online 2005.
- Diccionario de la lengua española (DRAE).
- Diccionario VOX latino español.
- Lorente Arenas S. (2004): *Domótica integral. Análisis del entorno*, Máster en Domótica, UPM.

Las secciones de "Domótica e Inmótica", "La Domo-TIC-A", "Precisiones terminológicas adicionales" y "Hogar digital" se apoyan en:

- Eneo Labs (2003): *Libro Blanco del Hogar Conectado: Visión eNeo, el paradigma del 'Ambient Intelligence*, Grupo Techfoundries, págs. 1, 14-15.
- Institut Cerdà (2000): *La vivienda Domótica: ahorro, confort, seguridad y comunicaciones*, págs. 3-8.
- Huidobro J.M., Millán R. (2004) *Domótica. Edificios inteligentes*, Creaciones Copyright, Madrid. Capítulo 1, págs. 2-6.
- Junestrand S., Pasarte X., Vázquez D. (2005): *Domótica y Hogar Digital*, Thomson Paraninfo, Madrid. Capítulo 1, págs. 3-8.
- Lorente S. (2004): *Domótica integral. Análisis del entorno*, Máster en Domótica, UPM. Págs. 41-52, 67, 73.
- Lorente S. (1991): *La casa inteligente: hacia un hogar interactivo y automático*, Fundesco, Colección Sectores, Madrid. Capítulo 1.
- Telefónica (2003): *Libro Blanco del Hogar Digital y las Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones*, División de Servicios de Documentación de Telefónica I+D. Capítulo 1, págs. 7-15.

- The Economist (2004a): *Home is where the future is*, revista The Economist, 16 septiembre de 2004.

El apartado "Hacia un Ambiente Inteligente" tiene por fuentes:

- Eneo Labs (2003): *Libro Blanco del Hogar Conectado: Visión eNeo, el paradigma del 'Ambient Intelligence*, Grupo Techfoundries, pág. 1.
- Institute for Prospective Technological Studies (2003): *Security and privacy for the citizen in the Post-September 11 digital age. A prospective overview* Págs. 73-81.
- ISTAG (2003): *Ambient Intelligence, from Vision to Reality*, IST Advisory Group reports, 6th Framework Programme.
- Telefónica (2003): *Libro Blanco del Hogar Digital y las Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones*, División de Servicios de Documentación de Telefónica I+D. Capítulo 8, págs. 99-104.

Capítulo 3: La sociometamorfosis del hogar

1. Introducción

El hogar no es una realidad estática: sus propiedades características cambian junto con las formas sociales y los desarrollos tecnológicos de cada momento. Antes de adentrarnos en el análisis específico de la Domótica, que iniciaremos en el siguiente bloque de capítulos, dedicaremos estas líneas a exponer las particularidades que hoy definen una vivienda. A tal efecto, acotaremos las funciones del hogar, desarrollaremos un modelo sistémico del mismo, estudiaremos la relación existente entre técnica, necesidades y demanda, e indagaremos en los recientes cambios sociodemográficos para dilucidar su impacto sobre las casas presentes y futuras.

2. Funciones del hogar

Acotar las funciones del hogar no es tarea fácil. La enumeración y descripción exhaustiva de las tareas llevadas a cabo en una vivienda parece un enfoque poco adecuado, en tanto que comporta una notable falta de generalidad y su detalle podría extenderse innecesariamente. A fin de abordar de forma sintética y abstracta la exposición de estos usos, adoptaremos en este estudio las propuestas de Echeverría J. (1995), que identifica seis funciones básicas del hogar:

1. *Uso de la razón*: en los hogares los niños adquieren el uso de la razón como parte del proceso de normalización social. En un primer momento los retoños aprenden a comunicarse por medio del lenguaje, cuya enseñanza corresponde en primer término a la familia y se desarrolla en el ámbito del hogar. Iniciado el conocimiento de la lengua materna, se suceden nuevas etapas de normalización y socialización englobadas en el proceso educativo. A partir de aquí comienza la compleja configuración de ciudadanos e individuos, en la cual el espacio doméstico desempeña un papel clave.

2. *Reconstitución de las personas*: las casas existen como ámbitos de descanso y reconstitución, porque las personas tienen la necesidad de reposar tranquilamente y con comodidad. Además, en los hogares se escenifican las debilidades humanas, en concreto las enfermedades, su convalecencia, recuperación y, hasta hace unos años, incluso la muerte.

3. *Primer sistema de adscripción personal*: el hogar materno, entendido en su sentido amplio¹⁹, marca al individuo desde el origen y de por vida, al asignarle un nombre propio y dotarle de una nacionalidad.

¹⁹Desde tiempos lejanos, el hogar es algo más que un conjunto de estancias: las personas que lo habitan, así como los bienes que resguarda, son sus elementos esenciales. Véase para más detalles el capítulo 2: "Conceptos y terminología".

4. *Escenario de la contradicción y de la contraposición entre los individuos*: la identidad de cada persona se constituye en gran medida por oposición, diferenciación e identificación con las personas que habitan en el entorno doméstico. Los procesos domésticos de individuación se desarrollan en un ambiente en ocasiones duro, contradictorio e incluso violento, en el que se alternan sentimientos encontrados de amor y odio, cariño y enfado, risa y llanto.

5. *Memoria colectiva*: la conservación y el desarrollo de la memoria colectiva comienza en los hogares. Una casa alberga tesoros, secretos, imágenes, narraciones y recuerdos que cada generación lega a sus sucesores.

6. *Propiedad privada*: ya hemos visto que una casa no sólo está formada por sus habitantes, sino también por unos bienes, muebles e inmuebles, constituyéndose en el primer ámbito de representación de la propiedad privada.

Tendremos oportunidad de comprobar en capítulos posteriores cómo la introducción de tecnología en el hogar induce alteraciones profundas en estas funciones. Pero antes prosigamos con un primer modelo sencillo que integre y explique la compleja realidad de hogar y tecnología.

3. Modelo de caja negra

Concibamos, como Lorente S. (1991), el hogar en su doble faceta de familia, que físicamente se refugia bajo un mismo techo, y de grupo humano, que bajo dicho techo desarrolla toda suerte de vínculos entre sus integrantes. Adicionalmente el hogar es, en relación con la tecnología, un ámbito delimitado en cuanto espacio físico y en cuanto a las actividades susceptibles de ser creadas, modificadas o reconvertidas en él por aplicaciones tecnológicas concretas. En términos de función matemática, para entendernos, hablamos de la tecnología como una variable intermedia entre la independiente, el hogar, y la dependiente, el grupo familiar.

Con este enfoque es posible construir un modelo sistémico de caja negra, sencillo desde el punto de vista técnico, que relacione los recursos disponibles con los resultados obtenidos en el hogar. Así cabe identificar un conjunto de entradas (recursos) que, aplicadas a ciertos procesos o actividades definitorias de las áreas de actuación humana en el seno del hogar (filtros o funciones de transformación), conducen a un determinado nivel y estilo de vida (resultado o salida), como muestra la figura 1.

Nivel y estilo de vida domésticos dependen pues de los recursos disponibles, la naturaleza y cuantía de las actividades y los procesos desarrollados en el hogar, todo ello en función de la tecnología del momento y principalmente de múltiples factores sociales (valores, tamaño y composición de la familia, tipología de vivienda...).

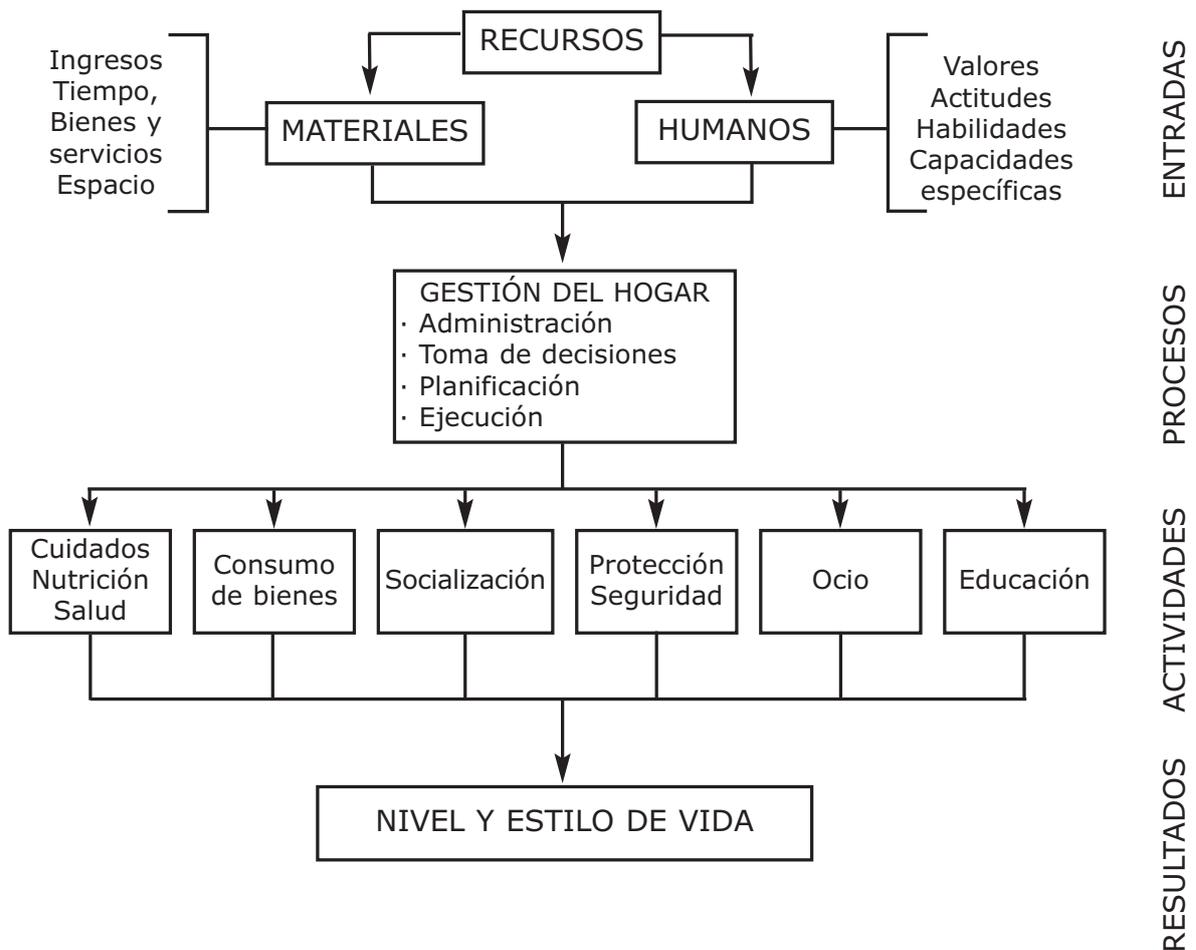


Figura 1. Modelo de caja negra del hogar

Fuente: Lorente S. (1991)

4. Técnica, necesidades, demanda

En palabras del reputado psicólogo estadounidense Maslow (1908-1970), conocido por su *Jerarquía de las Necesidades Humanas*:

"Es cierto que el hombre vive solamente para el pan, cuando no hay pan. Pero ¿qué ocurre con los deseos del hombre cuando hay un montón de pan y cuando tiene la tripa llena crónicamente?"²⁰

El conjunto de necesidades humanas no está acotado: el cambio y la incorporación de nuevas necesidades con el paso del tiempo son sus señas de identidad. Si bien existen unas necesidades básicas, como la alimentación, el cobijo y la vestimenta, las personas generamos persistentemente otras nuevas para buscar mayores cotas de seguridad, confort, estatus social...

²⁰Maslow, A.H.(1943).

Echeverría J. (1999) habla de "artificializar" la realidad. Para este autor, una característica definitoria del hombre no es tanto su habilidad para adaptarse a su entorno natural, como su gran capacidad para transformar el medio adecuándolo a sus necesidades por medio de la técnica:

"Los actos técnicos no son aquéllos en que el hombre procura satisfacer directamente las necesidades que la circunstancia o la naturaleza le hacen sentir, sino precisamente aquéllos que llevan a reformar esta circunstancia eliminando en lo posible de ella esas necesidades, suprimiendo o menguando el azar y el esfuerzo que exige satisfacerlas."²¹

Asimismo, Echeverría repasa el concepto de necesidades que Ortega y Gasset expone en su obra *Meditación de la Técnica*, con resultados muy interesantes para este estudio. Ortega afirma que:

"Vivir es la necesidad de las necesidades (...) pero el empeño del hombre por vivir, por estar en el mundo, es inseparable de su empeño de estar bien. (...) El bienestar, y no el estar, es la necesidad fundamental para el hombre, la necesidad de las necesidades".

Ambos filósofos coinciden al sostener que con la técnica se realizan acciones contra la naturaleza, que generan un nuevo entorno artificial o "sobrenaturaleza" a fin de anular las miserias del medio natural. Este nuevo entorno artificial da lugar a deseos y exigencias adicionales en las personas, muchas de ellas superfluas en comparación con las necesidades naturales. La vida del hombre no es sólo estar, en el sentido de cubrir sus necesidades fisiológicas, sino estar bien: confort, bienestar, satisfacción social... todas ellas prescindibles desde el punto de vista meramente animal, constituyen el eje de la actuación humana, con la intercesión imprescindible de la técnica. La conocida reflexión de Ortega constituye una manera excelente de justificar la Domótica desde la filosofía.

La Real Academia de la Lengua Española define necesidad como "aquello a lo cual es imposible sustraerse, faltar o resistir" o también como la "carencia de las cosas que son menester para la conservación de la vida". No obstante, si hace sólo unas pocas décadas las personas sobrevivían perfectamente sin hornos microondas, por poner un ejemplo cercano, ¿dónde queda hoy esa imposibilidad a subsistir sin ellos? Lo mismo sucede con otros desarrollos tecnológicos, como el lavavajillas o el PC: toda la vida sin ellos, ¿para qué lo necesitamos ahora? Afirmar que en un momento dado algo es necesario se configura como un asunto subjetivo y complejo: depende de la actitud y los valores de los individuos. Habrá innovadores o tecnófilos

²¹Echeverría J. (1999), pág. 37.

más propensos a adoptar los nuevos desarrollos, y también habrá conservadores, tecnófobos o *ludditas* que los rechazarán de plano. Sin embargo, eventualmente es sólo cuestión de tiempo que las innovaciones tecnológicas acaben por imponerse.

Las necesidades pueden asimilarse a una gran interfaz que opera entre el mundo de los valores y el mundo de la demanda. De haber necesidad habrá demanda, una demanda compleja y dinámica como la necesidad misma. Pero para que las nuevas necesidades puedan ser satisfechas, o incluso para que estas nuevas necesidades nazcan, es preciso contar con la tecnología que las haga realidad. Retornando al hogar, encontramos luces y sombras al respecto. La técnica está razonablemente madura en facetas como la seguridad, el ahorro energético, la comodidad a través del control automatizado, los servicios de comunicaciones... Sin embargo, aquellas tareas domésticas más molestas o trabajosas, como hacer las camas, cocinar o limpiar el polvo distan mucho de poder ser automatizadas. Tendremos ocasión de comprobarlo en capítulos siguientes.

5. Cambios sociodemográficos y vivienda

En el mundo desarrollado asistimos desde hace unas pocas décadas a paulatinos pero profundos cambios sociodemográficos, de patrones similares en los distintos países, y con claras implicaciones en la materia que nos ocupa: el hogar. Esta situación conduce a alteraciones en los grupos tradicionales de convivencia que ocupan las viviendas, así como a la evolución de sus hábitos domésticos y a la aparición de colectivos con fuertes necesidades específicas, tal es el caso de los jóvenes y los ancianos. Todos estos aspectos afectan de forma decisiva a la propia concepción de la vivienda.

En un primer término, con las matizaciones que introduciremos en breve, podemos sugerir que la composición de la familia media no ha variado sustancialmente en los últimos tiempos, aunque sí lo hayan hecho las costumbres y los hábitos de sus miembros.

La familia nuclear, entendida como los padres con sus hijos menores compartiendo un mismo techo, sigue siendo predominante. No obstante, crecen con rapidez los hogares unipersonales, de jóvenes y mayores sobre todo, así como las parejas voluntariamente sin hijos. La familia monoparental es también una realidad emergente.

El matrimonio, de producirse, cada vez llega a edades más tardías. La progresiva instalación de un sistema de parejas sucesivas frente al matrimonio único, el incremento de la cohabitación extramatrimonial, la incorporación de la mujer al mundo laboral y la permanencia de los jóvenes en el hogar familiar son factores explicativos del descenso abrupto en la fertilidad y de la maternidad tardía. Sin embargo, la fuerte inmigración de los últimos años puede ejercer una labor de

Tecnofobia: los *Ludditas*

Desarrollos recientes en el campo de la infotecnología han renovado a la fuerza de multitud movimientos tecnófobos, herederos de una historia sorprendente. Muchos son hoy los individuos dispuestos a enarbolar un estandarte contra la tiranía de los avances tecnocientíficos. Tiempo atrás, en los años de la Guerra Fría, se conocía por ludditas a las personas que, partidarias de la paz y el desarme incondicional, se transformaron en fanáticos contrarios a toda innovación científica y predicadores de la vuelta a un hombre "natural" incapaz de su autodestrucción.

El *luddismo* es un movimiento que surgió en Inglaterra a comienzos de la Revolución Industrial, formado por grupos organizados de artesanos que durante 1811 y 1812 se amotinaron y destrozaron la maquinaria de la nueva industria textil, pues consideraban que estaba acabando con su tradicional medio de vida. Los disturbios comenzaron en Nottingham, para extenderse rápidamente a otras localidades. Los *ludditas* actuaban de noche y ocultaban sus rostros con máscaras, pero sin ejercer inicialmente ninguna violencia contra las personas, motivo por el cual cosecharon un fuerte apoyo popular. Su nombre proviene de su supuesto líder, Ned Ludd, Capitán Ludd, o General Ludd. Cuando en 1812 un grupo de *ludditas* fue tiroteado por orden de un empresario llamado Horsfell, se desataron fuertes disturbios que condujeron a su asesinato, en cuya respuesta el Gobierno del conde de Liverpool, Robert Banks Jenkinson, adoptó fuertes medidas represivas. En 1813 muchos *ludditas* fueron procesados en un juicio masivo que tuvo lugar en la ciudad de York; la gran mayoría fue declarada culpable y deportada o condenada a la horca. En 1816 volvió a estallar una revuelta *luddita* a causa de la gran depresión que provocó la Guerra entre Gran Bretaña y Francia. Los desórdenes no cesaron por completo hasta que comenzó una nueva época de prosperidad en la década de 1820.

No obstante, en el *luddismo* original, no sólo participaron los hambrientos artesanos desempleados, sino también aquellos pequeños propietarios cuyas finanzas no les permitían comprar maquinaria y ser competitivos en precio. Supuestos motivos humanistas y tradicionales esgrimidos por los *ludditas* enmascaraban realmente intereses complejos, tras los cuales se escondía el miedo al cambio y a la pérdida de poder, circunstancia que se repite en múltiples representaciones de tecnofobia contemporánea.

Para el filósofo inglés Bertrand Russell: "Las máquinas se adoran porque son bellas, se estiman por la fuerza que nos dan, se odian por repugnantes y se aborrecen por la esclavitud que imponen". El problema no parece sencillo y su propia dificultad ha hecho que afiliarse a las huestes del Capitán Ludd continúe siendo una práctica vigente, iaún en la era Internet!

Adaptado de Mata R. (2000) y Microsoft Encarta (2005)

contrapeso, al menos en España. Estos elementos conducen a una disminución del tamaño medio del hogar y a la virtual desaparición de las familias numerosas, pero son compatibles con el notable incremento de la actividad sexual extramatrimonial, los nacimientos fuera del matrimonio, las rupturas y los divorcios.

Finalmente, y en clara relación con la merma en la natalidad ya comentada pero también con el espectacular aumento en la esperanza de vida, el envejecimiento de la población es una realidad indiscutible en gran parte del mundo desarrollado, particularmente en Europa y Japón, y plantea graves interrogantes.

La tendencia esperada para los próximos años apunta hacia familias más reducidas aún que la actual, más desestructuradas e individualistas, con mayor número de personas viviendo solas, con el predominio de las parejas de hecho frente a los matrimonios legales...

No cabe duda de que estos cambios sociodemográficos tendrán implicaciones importantes en las viviendas de los próximos años. Conscientes de que realizar previsiones a futuro se asemeja peligrosamente a un ejercicio de equilibrismo, indicaremos las principales características que presumiblemente reunirán estas nuevas viviendas.

Fruto de la reducción en el tamaño medio de la familia (familias monoparentales, descenso en el número de hijos, hogares unipersonales...) parece probable que aumente el número de los apartamentos individuales o estudios, así como el de viviendas más pequeñas, por término general. No obstante, y debido al incremento en el nivel de vida, se exige que estas edificaciones reúnan cada vez más calidad, tanto en materiales como en diseño.

Hablamos de viviendas de calidad, pero no necesariamente de casas para toda la vida. Los nuevos estilos de familia, las rupturas cada vez más comunes y la creciente movilidad geográfica son algunos catalizadores para que despegue el mercado de alquiler en detrimento de la casa en propiedad.

Aventuramos como un éxito temprano la introducción de múltiples elementos tecnológicos en las viviendas que sirvan de trampolín para el desarrollo de la Domótica. Mayor seguridad, control y automatización, mejores comunicaciones y ocio, ahorro energético, asistencia a personas mayores... son sólo algunos ejemplos de las posibilidades que la tecnología ya ofrece y que más pronto que tarde acabarán por popularizarse.

Alquiler en España: una opción poco atractiva

En 1950 la mitad de las viviendas en nuestro país se utilizaban en régimen de alquiler. En 1981 esta proporción había descendido hasta el 16%, y en 2001 representaba tan sólo el 11% del total. La media en la Unión Europea ascendía entonces al 32%. Los últimos datos del Ministerio de Vivienda de julio de 2005 muestran cómo tan sólo un 7,7% de viviendas principales lo son en alquiler.

¿Cuáles son los motivos que han conducido a esta situación? Los expertos apuntan varias explicaciones: la aún escasa movilidad laboral española, la insuficiente defensa jurídica de propietarios frente a inquilinos insolventes, la práctica ausencia de deducciones fiscales al alquiler, la exigua oferta de vivienda protegida en este régimen o la coyuntura financiera de muy bajos tipos de interés. A estas razones socioeconómicas se une otra de tipo psicológico, que todos hemos escuchado alguna vez: "un crédito hipotecario ata por muchos años y supone un riesgo mayor, pero al cabo del tiempo permite disfrutar de una casa en propiedad. Por el contrario, con el alquiler todo se reduce a pagar y pagar, para al final no tener nada".

Adaptado de Consumer (2004) y Ministerio de Vivienda (2005)

Por último, destaquemos la propensión a que aparezcan cambios importantes en la distribución espacial de las viviendas. Se aprecia una tendencia a individualizar espacios, muchas veces en detrimento de los espacios colectivos²², dado que se hace cada vez menos vida en común y las necesidades de los distintos miembros de la familia se diferencian más que antaño. Podemos esperar nuevos usos de las estancias como el empleo de la cocina como comedor, la existencia del despacho para trabajar incluso a costa de algún dormitorio o del propio salón, la eliminación de salas de estar... Para concluir, no debemos olvidar que la entrada del PC, los televisores y otros aparatos en el hogar tendrá un papel destacado en la redefinición de los espacios de los que hablamos.

²²Tendencia con varios siglos de historia, como ilustran las "casas pequeñas" de los Países Bajos del siglo XVII. Véase el Capítulo 1, sección "Breve Historia del Hogar".

6. Resumen

Difícil tarea resulta acotar las funciones del hogar. Esquemáticamente, siguiendo las propuestas de Echeverría, podríamos identificar el hogar como el espacio en el que comienza a adquirirse el uso de la razón, el lugar adecuado para la reconstitución de las personas, donde transcurre gran parte de sus procesos de individuación. El hogar constituye el primer sistema de adscripción personal, alberga la memoria colectiva de sus moradores pasados y presentes, y constituye un ámbito básico de representación de la propiedad privada.

Desde la perspectiva sistémica, el hogar puede verse como una caja negra. En este modelo la tecnología se convierte en una variable intermedia entre el hogar y el grupo familiar. Según los recursos, materiales o humanos, que se introduzcan en el sistema (el hogar, visto como caja negra), y en función de los filtros aplicados (los diferentes procesos domésticos, dependientes de la tecnología), se obtendrá como resultado un cierto nivel y estilo de vida.

Las necesidades humanas evolucionan constantemente, según la actitud y valores de los individuos, pero también en función de las posibilidades que a cada momento la tecnología ofrezca. El hombre es un ser de necesidades, permanentemente empeñado en mejorar su bienestar, para lo cual sofisticada cada vez más sus herramientas técnicas, para lograr con ellas y en beneficio propio "artificializar" su entorno. El hogar es un escenario más en el cual se produce este fenómeno.

Desde hace unas pocas décadas asistimos en el mundo desarrollado a cambios sociodemográficos de importancia. El envejecimiento poblacional, la progresiva desestructuración de las familias, el incremento del número de personas que viven solas, la creciente movilidad laboral o el acelerado ritmo que imprime la vida moderna empiezan a dejar su impronta en las viviendas. Presumiblemente, en un futuro cercano, las casas verán cómo se reduce su tamaño medio, se profundiza en la individualización de sus espacios y se introducen en ellas cada vez más sistemas técnicos, orientados a satisfacer las necesidades específicas de sus moradores.

8. Comentarios bibliográficos

El apartado de "Funciones del hogar" recoge ideas de:

- Echeverría J. (1995): *Cosmopolitas domésticos*, Editorial Anagrama, Barcelona. Capítulo 2.

El apartado "Modelo de caja negra del hogar" se apoya en:

- Lorente S. (1991): *La casa inteligente: hacia un hogar interactivo y automático*,

Fundesco, Colección Sectores, Madrid. Capítulo 1, págs. 17-20.

Las fuentes de "Técnica, necesidades y demanda" son:

- Echeverría J. (1999): *Los señores del aire: Telépolis y el tercer entorno*, Editorial Destino, Madrid. Págs. 35-41.
- Lorente S. (2004): *Domótica integral. Análisis del entorno*, Máster en Domótica, UPM. Págs. 67-81.
- Microsoft Encarta (2005): *Luddismo*, artículo de la Enciclopedia Microsoft Encarta Online 2005.
- Maslow A.H. (1943): *A Theory of Human Motivation*, Psychological Review 50.
- Mata R. (1999): *¿Humanismo disfrazado?: Ludismo, temor a las máquinas y nostalgia del paraíso*, revista RED Científica, abril de 1999. Disponible en <http://www.redcientifica.com/doc/doc199904190012.html>.

"Cambios sociodemográficos y vivienda" se apoya en:

- Consumer (2004): *Mercado de alquiler de vivienda: escaso, caro y alejado de las necesidades de los ciudadanos*, Revista Consumer, noviembre de 2004, págs. 4-9.
- Junestrand S., Pasarte X., Vázquez D. (2005): *Domótica y Hogar Digital*, Thomson Paraninfo, Madrid. Págs. 13-24.
- Lorente S. (2004): *Domótica integral. Análisis del entorno*, Máster en Domótica, UPM. Págs. 81-84.
- Ministerio de Vivienda (2005): *Encuestas y estadísticas: demanda de vivienda*, Tablas Estadísticas sobre Demanda de Vivienda, julio de 2005.
- Proyecto Prohome (2003c): *Informe A3. Necesidades básicas de los usuarios en la vivienda*. Págs. 5-15, 35-38.

Bloque II: Complejidad

Capítulo 4: Modelo de Tres Niveles de Complejidad

1. Introducción

Oscar Wilde (1854-1900) no sólo nos obsequió con excelentes novelas y emocionados versos, también nos legó una extensa y variada colección de frases célebres. Polémicas algunas, adelantadas a su tiempo otras, certeras todas ellas, merece un hueco en este estudio la siguiente:

"La verdad raramente es pura y nunca simple"

Con este ejemplo interesado pretendemos ilustrar la complejidad que encierra nuestra particular verdad, la intersección de hogar y tecnología, a la que en más de una ocasión nos hemos referido como Domótica.

Pero Domótica no es un término profundamente asentado. Hogar digital, viviendas inteligentes, casas conectadas... son otras denominaciones para una realidad aún difusa. A pesar de que se ya ofrecen soluciones comerciales operativas, todavía no existe consenso sobre las funcionalidades que deberían incorporar. Hoy en día nadie parece saber con exactitud en qué consiste la Domótica, pese a ser motivo frecuente de conversación. Nos movemos dentro de un mundo en estado embrionario, carente de estructuras definidas y claras, en un espacio técnicamente espinoso y nada sencillo en sus vertientes económicas y sociales. La Domótica tiene facetas múltiples e interrelacionadas, que configuran una disciplina de comprensión difícil.

Ante esta indefinida situación, para confeccionar un análisis integral, coherente y ordenado de la Domótica es preciso contar con una metodología capaz de abordar con alguna probabilidad de éxito su naturaleza compleja, intrínsecamente poliédrica. Una descripción meramente técnica de los dispositivos, sistemas y sus funcionalidades asociadas no resulta adecuada, como tampoco lo parece un estudio de mercado en términos económicos y sociales que desdeñe la importancia de la tecnología subyacente. Aquí intentaremos afrontar el análisis de la Domótica simultánea e integradamente desde el punto de vista técnico y socioeconómico, empleando para ello el Modelo de Tres Niveles de Complejidad (Sáez Vacas F., 1983).

El presente capítulo analiza el concepto de Complejidad, introduce el Modelo de Tres Niveles y reflexiona sobre tecnología y simplicidad aparente. Todo ello sirve de armazón conceptual sobre el que edificar argumentos específicos de la Domótica en capítulos posteriores.

2. Complejidad

La complejidad es un fenómeno muy frecuente que acompaña a la práctica totalidad de las actividades humanas. La Real Academia de la Lengua propone la siguiente definición para un objeto complejo:

"Complejo:

*(Del latín *complexus*, participio pasado de *complecti*, enlazar).*

- 1. Que se compone de elementos diversos.*
- 2. Complicado (enmarañado, difícil).*
- 3. Conjunto o unión de dos o más cosas".*

Es de sentido común afirmar que un objeto complejo se caracteriza por tener muchas partes interrelacionadas y ser de difícil comprensión. No obstante existen definiciones más amplias que profundizan en el concepto de complejidad, como la sugerida en 1987 por Sáez Vacas²³:

"Complejidad es el nombre que se da a la condición de los seres humanos, objetos, fenómenos, procesos, conceptos y sentimientos cuando cumplen uno o varios de estos requisitos:

- 1. Son difíciles de entender o explicar;*
- 2. Sus causas, efectos o estructura son desconocidos;*
- 3. Requieren una gran cantidad de información, tiempo o energía para ser descritos o gestionados, o un esfuerzo muy amplio y coordinado por parte de personas, equipos o maquinaria;*
- 4. Están sujetos a varias percepciones, interpretaciones, reacciones o aplicaciones, que, frecuentemente, son contradictorias o desconcertantes;*
- 5. Provocan efectos deseados y no deseados (o difíciles de controlar);*
- 6. Su comportamiento, dependiente del caso, puede ser impredecible, extremadamente variable o contraintuitivo".*

Introducido el concepto general y abstracto de objeto complejo, ocupémonos ahora de los sistemas y su complejidad. Según una definición de H. Simon, de 1978, recopilada por Sáez Vacas F. (1990):

²³ Definición recogida en Sáez Vacas F. (1990), pág. 283.

"Un sistema complejo es aquél constituido por un gran número de partes que interactúan en una forma no sencilla... Dadas las propiedades de las partes y las leyes de interacción, no es un problema trivial inferir las propiedades del todo".

La complejidad estructural propia de los sistemas es pues superior a la suma de las complejidades individuales de las partes: las interrelaciones entre los objetos que componen el sistema dan lugar a comportamientos novedosos que no se pueden deducir de las propiedades de los objetos individuales. Por ejemplo, ninguna de las moléculas de un neumático que cubre una rueda en movimiento se comporta como el neumático en su conjunto. Una molécula aislada no se estira, pero un trozo de este material sí. Así las cosas, podemos calificar la Domótica de considerablemente compleja, en tanto que hace uso de sistemas integrados por muchos y variados componentes, con interrelaciones múltiples y nada sencillas, dada la heterogeneidad de los equipos y la diversidad de funciones asociadas a los mismos.

Algunas definiciones de sistema

- Un sistema es un conjunto de elementos relacionados entre sí, actuando en un determinado entorno, con el fin de alcanzar objetivos comunes y con capacidad de autocontrol. (Gómez Pallete, 1984).
- Sistema es un conjunto de partes operativamente interrelacionadas y del que interesa su comportamiento como un todo. (Aracil, 1979).
- Cuando se establece un conjunto de variables como resultado de nuestra interacción con el objeto que nos interesa, entonces se dice que se distingue un sistema en el objeto. (Klir, 1985).

Adaptado de Sáez Vacas F. (1990), págs. 276-277

¿Se puede medir la complejidad? Cabría dar una respuesta positiva atendiendo a lo enunciado en el anterior párrafo, aunque sólo sea en términos cualitativos. A tal fin reproducimos los dos principios generales de complejidad según Klir (1985):

- "1. La complejidad de un sistema de cualquier tipo debe ser proporcional a la cantidad de información necesaria para describirlo.*
- 2. La complejidad de un sistema ha de ser proporcional a la cantidad de información necesaria para resolver cualquier incertidumbre asociada con el sistema".*

En este punto conviene destacar que los sistemas no son entidades objetivas y universales, sino que dependen del observador. Cada observador definirá un determinado sistema a partir del espacio del mundo real que sea de su interés. Sáez Vacas concluye que a la hora de definir un sistema, "entra en juego un observador, que centra su atención sobre un objeto del universo, y a partir de ello define un sistema y el entorno en el que existe". De ahí que dos personas distintas, con intereses diferentes, definan sistemas distintos a partir de un mismo objeto del mundo real. En estos términos "la complejidad estará directamente ligada, por una parte, a los sistemas (por medio de sus componentes y sus interacciones) y, por otra, a las personas, por medio de sus intereses, sus capacidades y sus nociones/percepciones, y no se pueden separar ambas ramas".

Variedad y ley de Ashby

William Ross Ashby (1903-1972) fue un psiquiatra británico, también conocido por sus trabajos pioneros en el campo de la cibernética y la teoría de sistemas. Ashby introdujo el concepto de variedad, paralelo al de complejidad pero con un significado más restringido. La variedad es una medida de la complejidad de un sistema, definida como el número de sus estados posibles o configuraciones probables que puede adoptar. Ashby fue más allá al enunciar la ley que lleva su nombre, también conocida como Ley de la Variedad Requerida, que afirma que si la variedad de un sistema regulador no está equilibrada con la variedad del sistema que regula, no se podrá alcanzar el equilibrio, en tanto que la variedad sólo puede absorberse con variedad.

Adaptado de Sáez Vacas F. (1990), págs. 285-286

Si los sistemas son objetos tal y como los percibe la gente, la complejidad de un objeto estará en los ojos del observador (Klir, 1985). La complejidad depende de cómo interprete el observador el objeto que estudia, y también del sistema que modele a partir de él. Citando un ejemplo clásico al que también recurre Sáez Vacas, la interpretación de un mismo cerebro bovino será bien distinta para un neurofisiólogo y para un carnicero. El primero concebirá el cerebro como un sistema enormemente complejo, mientras que para el carnicero el mismo objeto será bien simple, en la medida que sólo habría de distinguirlo como un pedazo de carne entre unos pocos tipos diferentes de carne.

La estrategia clásica de "divide y vencerás" también es adecuada para afrontar el estudio de la complejidad. Sin embargo, no basta con analizar individualmente las distintas partes que componen el sistema bajo examen; a fin de que el procedimiento capte el total de facetas interrelacionadas y resulte simultáneamente ordenado es preciso introducir una jerarquía, distinguir unos estratos. Ordenar la complejidad

del sistema, empaquetando ésta en unos determinados niveles para facilitar y sistematizar su análisis es el método escogido por Sáez Vacas en su modelo de Tres Niveles de Complejidad, a cuyo estudio dedicaremos el siguiente apartado.

3. Modelo de Tres Niveles de Complejidad

Sáez Vacas (1983) propuso inicialmente esta teoría para estudiar y estratificar la complejidad que caracteriza los entornos informáticos. Aunque los razonamientos se establecieron hace más de veinte años y concretamente se desarrollaron para el ámbito de la informática, aplicados posteriormente a la ofimática (Sáez Vacas, 1990) la esencia del modelo goza aún hoy de buena salud y sigue siendo bastante independiente del campo de aplicación.

Sáez Vacas jerarquiza la complejidad en tres niveles. El primero de ellos recoge la complejidad de los objetos aislados; en el caso de la informática comprende la complejidad de circuitos, algoritmos, programas... tratados como objetos separados de otros; para la Domótica estos elementos son electrodomésticos, sensores, actuadores... Los especialistas hacen frente a este tipo de complejidad y los individuos no tienen dificultades en identificarla. En términos más amplios, se trata de la complejidad de los elementos constitutivos de un sistema, considerados por separado. Enfocar estos elementos como un todo único supone ascender un nivel en la jerarquía de la complejidad.

En efecto, aparece el segundo nivel de complejidad porque los objetos en general no están aislados sino que se interrelacionan a fin de lograr unos determinados objetivos. Así aparecen los sistemas y la complejidad de orden superior que llevan aparejada: la complejidad sistémica. Existen múltiples ejemplos tanto en el campo informático (sistemas operativos, redes de ordenadores) como en el de nuestro particular interés, la Domótica (sistemas de control automatizado, sistemas avanzados de comunicaciones, redes multimedia). Se trata de un nuevo nivel de complejidad en tanto que del conjunto de objetos que conforman el sistema surgen propiedades novedosas y distintas a la mera suma de las propiedades de los elementos que lo componen. Concretamente, aparecen interrelaciones que antes o no existían o no eran de interés, que ahora se erigen como fundamentales para describir el comportamiento del conjunto.

Por último, aparece el tercer nivel de complejidad, fruto de la interacción no siempre convivencial de los sistemas tecnológicos con los sistemas sociales, que da lugar a la complejidad antropotécnica. El estudio de las interfaces, la aceptación social de la tecnología, el impacto económico de una cierta innovación tecnológica... todos ellos caen dentro de este tercer nivel, de primordial importancia para nuestro estudio. La complejidad asociada a este nivel crece exponencialmente en términos cualitativos y cuantitativos: no se trata de formalizar y estructurar los aspectos puramente técnicos de los dos niveles inferiores, sino de incorporar al modelo la

ingente problemática social de la tecnología, por naturaleza voluble, poliédrica y nada sencilla. Es aquí donde el observador desempeña un papel activo y fundamental al formar parte del propio sistema, interactuando y evolucionando con él.

En otro orden de cosas, se debe señalar la importancia de los intereses del observador y su punto de vista particular a la hora de fijar para cada caso concreto dónde acaban los objetos individuales para convertirse en sistemas o, dicho en otros términos, la frontera entre los dos niveles inferiores. Siguiendo el ejemplo propuesto por Sáez Vacas, un ordenador puede considerarse como un sistema muy complejo integrado por múltiples elementos en forma de tarjetas, buses, chips, periféricos... Desde esta óptica, el ordenador constituye un elemento de segundo nivel caracterizado por su complejidad sistémica, mientras que sus componentes pueden analizarse por separado como objetos de primer nivel. La complejidad del ordenador como sistema nace a partir de la interconexión de las complejidades de sus componentes. Por el contrario, podría interesarnos el análisis de una red de ordenadores. En este caso los ordenadores se contemplan como objetos aislados, simples, elementales o de primer nivel, cuya interconexión da lugar a un sistema, la red, de complejidad jerárquicamente superior. Este ejemplo es ilustrativo de un hecho básico: en un nivel superior subsiste la complejidad del inferior. En efecto, la red de ordenadores de nuestro ejemplo incorpora una complejidad característica superior a la de los ordenadores que la componen, pero simultáneamente contiene la complejidad asociada a los propios ordenadores.

En definitiva, el modelo estratifica²⁴ la complejidad en tres niveles en función de las motivaciones del observador. Si bien para cada nivel los conceptos, técnicas y supuestos son distintos y específicos, esta situación es compatible desde el punto de vista técnico con que en términos de construcción todo nivel está incluido en el superior.

El paso del tiempo ha demostrado la solidez y generalidad de este modelo sencillo, que, a efectos del presente estudio, constituye una herramienta extremadamente potente para analizar con orden el complejo mundo de la Domótica. Acometeremos el examen específico de los distintos niveles en capítulos siguientes, no sin antes recoger en éste algunas consideraciones adicionales sobre complejidad y tecnología.

²⁴Otros autores han aplicado métodos análogos de estratificación para afrontar el estudio de sistemas complejos. Según recoge el propio Sáez Vacas F. (2004), págs. 97-98, el economista Kenneth E. Boulding, siguiendo la idea de complejidad creciente, formuló en un artículo titulado *Teoría de Sistemas. El esqueleto de la ciencia* la siguiente escala jerárquica: 1. Marco de referencia (sistemas simples, como una estructura cristalina); 2. Máquinas mecánicas (relojes, dinamos o el Sistema Solar); 3. Mecanismos de control (termostato regulador); 4. Sistemas abiertos (células biológicas); 5. Organismos inferiores (plantas); 6. Animales; 7. Ser humano; 8. Sistemas socioculturales (estudiados por la Antropología y las Ciencias Sociales); y 9. Sistemas trascendentes (la esencia, lo final, lo absoluto y demás asuntos propios de la Teología).

	Modelo Original (Sáez Vacas, 1983)	Modelo de Ofimática (Sáez Vacas, 1990)	Aplicación a la Domótica
Tercer Nivel	<p>Complejidad antropológica</p> <ul style="list-style-type: none"> · Complejidad de la interacción tecnología-sociedad 	<p>Sistema ofimático</p> <ul style="list-style-type: none"> · Proceso global ofimático: toma de decisiones, tecnología y trabajadores... 	<p>Sistema domótico</p> <ul style="list-style-type: none"> · Teleservicios, interfaces, privacidad...
Segundo Nivel	<p>Complejidad sistémica</p> <ul style="list-style-type: none"> · Complejidad de los objetos interconectados 	<p>Sistema técnico ofimático</p> <ul style="list-style-type: none"> · Integración de herramientas, procesos sistémicos 	<p>Sistema técnico domótico</p> <ul style="list-style-type: none"> · Redes de control, multimedia, datos...
Primer Nivel	<p>Complejidad individual</p> <ul style="list-style-type: none"> · Complejidad de los objetos aislados 	<p>Caja de herramientas</p> <ul style="list-style-type: none"> · Tratamiento de textos, hoja de cálculo, agenda electrónica... 	<p>Caja de herramientas</p> <ul style="list-style-type: none"> · Dispositivos domóticos: sensores, actuadores...

Fuente: Sáez Vacas (1990), elaboración propia

Domótica y Modelo de Tres Niveles de Complejidad

4. ¿Hasta dónde simplificar?

En el caso de que Confucio (551 a.C.-479 a.C.) viviera hoy sería difícil conciliar sus reflexiones con las del distinguido físico contemporáneo Stephen Hawking. Confucio concebía el mundo como un espacio "realmente sencillo, que nos empeñamos en hacer complicado". Más de 2.500 años después, Hawking aseveraba que "se han concedido muchos premios Nobel por mostrar que el universo no es tan simple como podíamos haberlo pensado". Si en algún momento la vida fue sencilla (con independencia de la perenne propensión humana a enmarañarla sin límites) lo fue sólo en nuestra mente. Pero entonces, ¿por qué motivo simplificar? El novelista alemán Thomas Mann proporciona una excelente respuesta:

"El orden y la simplificación son los primeros pasos para poder dominar una materia"

Para afrontar con garantías de éxito la complejidad de la realidad (y más aún cuando interviene la tecnología) es preciso acudir a la simplificación. Idealmente se simplifica con el objetivo de conocer y de actuar, de resaltar lo trascendente y descartar lo superfluo, de hacer ciencia. Todos simplificamos, aunque las razones para hacerlo no sean siempre tan elevadas.

La simplificación

Vicente Verdú en su columna *La simplificación* (El País, 25 de octubre de 2002) hace las siguientes reflexiones en referencia a la cultura de la simpleza:

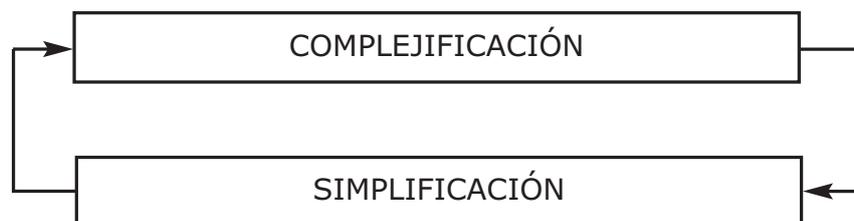
"Los analistas se empeñan en repetir que el mundo cada vez es más complejo, pero lo imperante ahora es la simplificación (...) Cualquier problema complejo se anula porque es opaco y la transparencia es la ley (...) Lo que no resulta claro, fácil de aprehender, se expulsa como una basura. En esta cultura de la simpleza, la confusión se recicla siempre en alguna noción sintética y el reciclaje de los residuos propiamente dichos -como el reciclaje de los empleados, de los adultos o de los emigrantes- desarrolla el papel de un instrumento básico en el cosmos de la simplificación. (...) La indeterminación es una plaga de la que el sistema busca preservarse para no introducir complicación, porque hoy no se tolera nada que no se ofrezca con docilidad a la asimilación. Lo inexplicable no existe."

En el mismo sentido se expresaba con anterioridad el escritor chino Ga Xingjian, premio Nobel de literatura de 2000 (El País Semanal, 14 de enero de 2001):

"La simplificación es la enfermedad más extendida de nuestro tiempo. La peor. Esa manía de simplificar, de reducir, de codificar. De decir en dos palabras algo que no se puede decir en dos palabras. Hay que negarse a ello: las cosas son mucho más complejas"

Adaptado de Sáez Vacas F. (2004b), páginas 91-92 y 314

Estudiemos el proceso de adquisición de conocimiento desde la óptica de la complejidad, asistidos por el circuito de simplificación/complejificación propuesto por Morin (1985) y recogido en Sáez Vacas (1990). La adquisición del conocimiento puede asimilarse a un circuito en espiral, según muestra la figura 3. En este circuito se suceden fases de simplificación y de complejificación. Ante una realidad compleja, una etapa simplificadora facilita su comprensión al formular un esquema de comportamiento sencillo para la realidad bajo estudio. Pero a esta etapa le sigue otra de complejificación, en la que se añaden datos nuevos, otras finalidades de los observadores no contempladas antes, más ambigüedades e incertidumbres. Incorporadas estas variables adicionales, obtenemos un objeto cognitivo complejo, que requiere un nuevo nivel de simplificación. El proceso puede repetirse en múltiples ocasiones, alternándose fases de abstracción (o simplificación) y refinamiento (complejificación).



Fuente: Sáez Vacas (1990)

Figura 3. Estrategia para el conocimiento

En resumen, simplificar (frente a su alternativa, introducir complejidad) no consiste en homogeneizar, infantilizar²⁵ o proponer explicaciones sencillas pero fragmentarias o directamente erróneas. Se trata por el contrario de aplicar con cabeza la recomendación -inspirada en el principio de la navaja de Occam²⁶ - de Albert Einstein:

"Todo debe hacerse de la manera más simple posible, pero no más simple."

5. La "desaparición" de la tecnología

La creciente sofisticación que protagonizan las innovaciones tecnológicas y su interacción con los sistemas sociales generan escenarios altamente complejos en los que surge la necesidad de simplificar. Este fenómeno es de plena actualidad en el campo de la infotecnología y de sus múltiples ramificaciones. No obstante, la Historia ha sido testigo de acontecimientos similares con anterioridad.

²⁵Precisamente, Verdú V. (2005), en su por ahora último libro, nos habla de la prevalencia actual de una cultura de consumo, formada por un conocimiento superficial, horizontal, compuesto por imágenes instantáneas y fragmentos rápidos, obtenidos sin apenas esfuerzo en un entorno de relaciones interactivas, múltiples y reticulares (tecnológicas) con otros, fenómeno social al que el autor llama personismo. Está claro que el proceso de adquisición del conocimiento no sigue en este caso la estrategia espiral representada en la figura 3, sino que se adhiere aparentemente más bien a la cultura de la simpleza expuesta por Verdú en el recuadro anterior.

²⁶William Occam (1285-1349), fraile franciscano y filósofo británico, expuso el principio de la navaja que lleva su nombre, afirmando que "de dos explicaciones de un mismo fenómeno, la más sencilla corresponde mejor a la realidad, o es más probable que sea verdadera". De forma alternativa se puede enunciar este principio expresando que "las entidades no deben multiplicarse innecesariamente".

La segunda mitad del siglo XIX fue protagonista del desarrollo y despliegue masivo de la electricidad, acontecimiento que vino acompañado de múltiples aplicaciones tecnológicas novedosas y complejas. Una de ellas fue el fonógrafo, inventado por Thomas Alva Edison en 1877. La genialidad técnica de Edison es indiscutible, no así sus dotes de marketing. Sus fonógrafos eran aparatos de manejo complicado, sin un propósito comercial bien definido, que recurrían a cilindros como medio de grabación del sonido. Fue necesaria toda una generación y la llegada de un competidor nuevo, Emile Berliner, para preparar el fonógrafo para el mercado de masas. El gramófono de Berliner, la *Victrola*²⁷, que introdujo los discos en lugar de los cilindros de Edison, era más sencillo de usar y contaba con un propósito claro: la reproducción musical; de ahí su éxito inmediato.

Otra tecnología compleja, con un impacto incluso mayor, es el automóvil. Los primeros coches aparecieron a comienzos del siglo XX y eran todo un reto para sus aguerridos conductores. En un primer momento era preciso ser todo un experto mecánico para hacer frente a las innumerables dificultades que un automóvil presentaba: ajustar la transmisión, bombear lubricante al motor de forma manual, arrancar el motor con la ayuda de una manivela y saber qué hacer ante las averías, un fenómeno de lo más habitual. No obstante, hacia 1930, la sencillez en el uso y disfrute de los coches había evolucionado lo suficiente como para poder convertirse en un producto de masas. Dos fueron los elementos que lo hicieron posible: el nacimiento y expansión de las infraestructuras necesarias, en forma de carreteras adecuadas, estaciones de servicio y talleres de reparación; y la creciente habilidad de los fabricantes para ocultar a los conductores los detalles tediosos de la tecnología subyacente. Irónicamente, esto supuso que los coches fueran mucho más complejos en su interior, en tanto que la mayoría de tareas que antes desempeñaban los conductores ahora se llevaban a cabo de forma automática.

Estos dos ejemplos encierran lecciones interesantes comunes a las tecnologías complejas y emergentes. En los primeros compases de una revolución tecnológica los ingenieros marcan el ritmo al introducir productos atractivos para una minoría de usuarios, ávidos de innovación aún a costa de las seguras dificultades técnicas y el elevado precio de dichos productos. Sin embargo, el mercado de masas espera

²⁷Desarrollado con la ayuda de Eldridge R. Johnson, ingeniero con el cual fundó en 1901 Victor Talking Machine Company, empresa pionera en la distribución comercial de gramófonos y grabaciones musicales.

artículos consolidados, sencillos, probados. Asimismo, la *featuritis*²⁸, o exceso de funcionalidades inútiles en los productos, es una constante en las primeras etapas de una tecnología emergente. Esta situación viola un principio elemental de diseño, expuesto por Soetsu Yanagi en su libro *The Unknown Craftsman*, de 1972: "el hombre es tanto más libre cuanto que sus herramientas son proporcionales a sus necesidades".

Una segunda enseñanza del pasado hace referencia a la complejidad tecnológica creciente que incorporan productos como el automóvil, hoy en día verdaderos computadores móviles dotados de múltiples microprocesadores, sensores y demás equipos electrónicos que ni siquiera Henry Ford sería capaz de reconocer. Los usuarios sólo perciben este incremento en la complejidad cuando algo deja de funcionar²⁹. La complejidad se relega al interior de los productos, para que la superficie, la interfaz, sea lo más sencilla posible. En cierta medida, la tecnología "desaparece" gradualmente ante los ojos de los usuarios³⁰. No obstante, para los fabricantes de estos productos se verifica el fenómeno contrario: la complejidad crece sin medida, y la única manera de afrontarla es añadir estratos adicionales de abstracción que permitan su manejo, siguiendo el esquema propuesto en el anterior apartado.

²⁸En palabras de Paul Saffo, investigador del Institute for the Future, de California. Un ejemplo cercano de este fenómeno aparece reflejado en una encuesta reciente de *Microsoft*, que muestra cómo la mayoría de los usuarios de *Word* hacen uso tan sólo del 10% de las funciones incorporadas en el programa, mientras que el 90% restante añaden únicamente confusión y ruido.

²⁹El hecho de que la complejidad desaparezca a los ojos del usuario no quiere decir que esta complejidad no exista. Todo lo contrario, la funcionalidad que presta el sistema complejo puede verse interrumpida por factores diversos (averías, fallos de diseño, uso no previsto...) y suponer un elevado coste. Sáez Vacas denomina a este fenómeno *discontinuidad*, y es una de las 20 propiedades transformadoras del *Nuevo Entorno Tecnosocial* (Sáez Vacas F., 2004, pág. 248). Tendremos ocasión de volver sobre este asunto en el capítulo 9, "Tercer Nivel (III). Visión Avanzada: Nuevo Entorno Tecnosocial".

³⁰Afirmación del todo cierta en los Ambientes Inteligentes, aún bajo desarrollo, a los que hemos hecho mención en el capítulo 2, "Conceptos y Terminología", sección 7: "Hacia un Ambiente Inteligente", y que retomaremos posteriormente.

7. Resumen

En este capítulo hemos introducido la idea de complejidad y su relación con la tecnología y los sistemas sociales. Un objeto complejo se caracteriza por tener muchas partes interrelacionadas y ser de difícil comprensión.

Dada la incertidumbre y los obstáculos que la complejidad lleva aparejada, es de capital importancia desarrollar procedimientos que permitan afrontar el estudio de sistemas no simples con garantías de éxito. Con este fin se expone el Modelo de Tres Niveles de Complejidad de Sáez Vacas (1983), que jerarquiza la complejidad en tres alturas: un primer nivel de complejidad correspondiente a los objetos aislados, un segundo nivel que surge de las interrelaciones de objetos para formar un sistema, y un último nivel fruto de la interacción no siempre amigable de los sistemas tecnológicos con los sistemas sociales.

Abstracción y refinamiento son etapas sucesivas propias del proceso cognitivo. Las personas simplificamos necesariamente, aunque por razones diversas. Idealmente se simplifica con el objetivo de conocer y de actuar, de resaltar lo trascendente y descartar lo superfluo. Sin embargo existe el riesgo de caer en la simpleza al homogeneizar, infantilizar o proponer explicaciones sencillas, pero equivocadas, de la realidad. Es preciso buscar un equilibrio, que, dada la naturaleza poliédrica y mutable de la complejidad, forzosamente será un equilibrio dinámico.

Finalmente, acudimos a la Historia para mostrar patrones de comportamiento comunes a tecnologías complejas emergentes. Si bien en los primeros compases de una revolución tecnológica los ingenieros marcan el ritmo, ofreciendo productos que acumulan un exceso de funcionalidades superfluas e incorporan una dificultad notable para su uso, no es hasta que la sencillez de uso y la fiabilidad se imponen cuando estos productos acaban por triunfar. Se produce así una cierta esfumación de la tecnología ante los ojos de los usuarios. Eso sí, la complejidad no desaparece realmente, aumenta por el contrario, sólo que queda recluida en el interior de los productos.

8. Comentarios bibliográficos

Las nociones de Complejidad y el Modelo de Tres Niveles manejados en este capítulo se deben esencialmente a la obra del profesor Sáez Vacas. En concreto, los apartados de "Complejidad", "Modelo de Tres Niveles de Complejidad" y "¿Hasta dónde simplificar?" se apoyan en:

- Sáez Vacas F. (1983): *Facing informatics via three level complexity views*, Proceedings of 10th. International Congress on Cybernetics, Symposium XII: Man in a High Technology Environment. International Association of Cybernetics Editor G.E. Lasker, Namur, Bélgica. Páginas 30-40.

- Sáez Vacas F. (1990): *Ofimática Compleja*, Fundesco, Colección Impactos, Madrid. Págs. 42-44, 259-261, 275-284.
- Sáez Vacas F. (1992, 1994) *Complejidad y Tecnología de la Información*, Instituto Tecnológico Bull, ISBN 84-600-8290-3, viii + 329 páginas, 1992. Reimpresión: E.T.S.I. Telecomunicación UPM/DIT, ISBN 84-7402-242-8, 1994.
- Sáez Vacas F. (2004b): *Más allá de Internet: la Red Universal Digital*, Editorial Centro de Estudios Ramón Areces, Madrid. Capítulo 3, Págs. 93, 97-99.

Para confeccionar el apartado "La 'desaparición' de la tecnología" se ha acudido a:

- The Economist (2004b): *Make it simple*, en *Information Technology: a Survey*, 30 de Octubre 2004, Londres.

Adicionalmente se ha recurrido al Diccionario de la RAE, y a los sitios web de citas y frases célebres de *Born to Motivate*, <http://www.borntomotivate.com> y *Proverbia*, <http://www.proverbia.net>.

Capítulo 5: Primer nivel. Dispositivos aislados

1. Introducción

Iniciamos aquí el estudio de las facetas técnicas de la Domótica desde la óptica del Modelo de Tres Niveles de Complejidad. Concretamente, nos ocuparemos en este capítulo del primer nivel, constituido por los dispositivos tecnológicos considerados de forma individual. Estos dispositivos, tomados aisladamente, se asemejan a instrumentos de una caja de herramientas. Su aplicación y uso coordinado facilita la construcción de entes de nivel superior, los sistemas técnicos domóticos, cuyo análisis retomaremos en el capítulo siguiente.

Los dispositivos domóticos se cuentan en grandes números y presentan un grado de heterogeneidad elevado. Asimismo, la constante mejora tecnológica y las cada vez más frecuentes innovaciones introducen constantes cambios en estos aparatos. Son éstos los motivos por los que aquí se presentará una clasificación intuitiva y lo más general posible de los dispositivos domóticos, distinguiendo cuatro categorías: sensores, actuadores, electrodomésticos y aparatos electrónicos inteligentes.

Expuesta esta taxonomía de los dispositivos, resta por indicar un conjunto de requisitos técnicos deseables para los mismos. El análisis de los requisitos de los dispositivos individualmente considerados nos permitirá engarzar con las características deseables de los sistemas de los que forman parte, objeto de estudio del segundo nivel de complejidad.

2. Sensores

Los sensores o detectores son dispositivos capaces de recoger la información de los distintos parámetros que controlan (el nivel de presión de una tubería, la temperatura ambiente, el suministro de gas natural...) y de transmitir esta información para su procesamiento³¹. Dada la heterogeneidad de las magnitudes susceptibles de ser medidas, existen sensores de muy diferentes características técnicas.

³¹Lógicamente, la instalación de sensores sólo tiene sentido cuando éstos se integran en un sistema domótico de control capaz de captar, analizar y presentar la información recogida y actuar en consecuencia. Recordemos que en este primer nivel se describen las características técnicas de los dispositivos aislados; al interconectarlos para formar un sistema su funcionalidad crece más allá de la mera adición de las funcionalidades individuales.

Por lo general, los sensores no se conectan a la red eléctrica, sino que incorporan baterías de larga duración³². De esta manera se consigue una gran flexibilidad en su instalación, que puede darse con independencia de la presencia de una toma de corriente.

Pongamos un ejemplo de funcionamiento. El sensor de gas situado en la cocina podría detectar una fuga, informando de la situación al sistema de control, el cual cortaría el suministro automáticamente a través de un actuador³³ para evitar una posible explosión. En ocasiones, los sensores pueden comunicarse directamente con los actuadores, sin pasar por el sistema de control centralizado; en otros casos se integra en un único equipo toda la inteligencia necesaria para medir una variable física, procesarla y actuar en consecuencia. No obstante, la mayoría de soluciones de mercado diferencian sensores de actuadores para proporcionar una flexibilidad mayor y un precio más ajustado.

La variedad de sensores útiles en las viviendas es enorme. Los termostatos de ambiente se emplean para medir la temperatura de la estancia y permitir su modificación a gusto del usuario con la ayuda de los sistemas de calefacción y aire acondicionado. El detector de gas, como ya hemos indicado, se usa para detectar posibles fugas a fin de evitar intoxicaciones y explosiones. Los sensores de humo y calor se utilizan para detectar conatos de incendio. Las sondas de humedad facilitan la detección de escapes de agua con el propósito de evitar inundaciones que dañen alfombras, moquetas, parquet... Los sensores de presencia se emplean para la detección de intrusiones no deseadas en la vivienda o bien para automatizar funciones como la iluminación de las distintas estancias. Los detectores de radiofrecuencia pueden emplearse para detectar avisos de alerta médica emitidos por un pulsador de emergencia, de funcionamiento similar a los mandos para apertura de puertas de garaje convencionales. Si bien existen otros muchos tipos de sensores, los anteriormente citados son los más comunes en la actualidad.

3. Actuadores

Los actuadores son dispositivos capaces de recibir una orden procedente de un sistema de control y realizar una acción que modifique el estado de un determinado equipo o instalación: encendido o apagado, subida o bajada, apertura o cierre...

³²Con una autonomía habitual de dos a cinco años. Esta característica será objeto de mención en el epígrafe "Requisitos técnicos de los dispositivos".

³³Categoría de dispositivos domóticos capaces de recibir una orden del controlador y realizar una acción en consecuencia. Véase el epígrafe "Actuadores".

Por ejemplo, al caer la noche puede automatizarse el cierre de las persianas. El sistema de control emitirá entonces una señal al relé de maniobra instalado en el motor de la persiana para que ésta descienda.

Existen varios modelos de actuadores con aplicación en el hogar. Entre los más comunes encontramos los contactores o relés de maniobra, que en esencia permiten el paso de corriente eléctrica hacia el dispositivo al que están conectados (lámpara, toldo, persiana...) según marque el estado de una señal de control. También son frecuentes las electroválvulas de corte de suministro para luz o gas, las válvulas para la zonificación de la calefacción por agua caliente, así como las sirenas y demás elementos acústicos para el aviso de las alarmas en curso.

4. Electrodomésticos

Los electrodomésticos tradicionales³⁴ son aparatos electromecánicos que realizan tareas rutinarias en el hogar, tales como limpiar la vajilla, hornear, conservar alimentos... En este epígrafe consideraremos los electrodomésticos de línea blanca³⁵, es decir, aquellos vinculados a la cocina y la limpieza del hogar.

Si bien resta todavía un largo camino por recorrer en la automatización de labores particularmente tediosas, como hacer las camas o cocinar, la reciente generación de electrodomésticos inteligentes, en forma de frigoríficos, lavavajillas, hornos, secadoras, microondas... introduce otras novedades muy interesantes. Estos aparatos ya están disponibles comercialmente, aunque a precios aún muy elevados, motivo por el que permanecen alejados de los canales de distribución de sus homólogos convencionales.

Los electrodomésticos inteligentes³⁶ o domóticos se diferencian de los tradicionales en su capacidad de intercomunicación. La interconexión de estos dispositivos facilita que intercambien información entre ellos y permite su programación remota y monitorización vía Internet o teléfono. Las funciones avanzadas que estos

³⁴Véase el epígrafe "Breve historia del hogar" del capítulo 1 "Historia y teoría del hogar", que entre otros temas ilustra el recorrido histórico en la mecanización de las tareas domésticas.

³⁵La línea marrón o electrodomésticos de vídeo y audio tradicionales son objeto de análisis en el siguiente epígrafe: "Aparatos electrónicos inteligentes".

³⁶También conocidos como infordomésticos.

electrodomésticos pueden desempeñar son del todo extraordinarias. Por ejemplo, el frigorífico deja de ser en exclusiva un lugar donde almacenar alimentos para convertirse además en un punto de acceso a Internet, una pantalla digital con videocámara incorporada desde la que es posible descargar recetas, hacer la compra *online*, cambiar el programa de la lavadora, o incluso controlar la temperatura ambiente de la vivienda³⁷. Es posible controlar y monitorizar la lavadora de la que hablamos desde cualquier ordenador, así como descargar de Internet los programas adecuados para cada tipo de ropa. Por otro lado, los hornos inteligentes cuentan con una función de limpieza automatizada: detectada suciedad o a petición del usuario, se eleva la temperatura del horno, quemándose así los residuos, que quedan reducidos a simples cenizas. Estos mismos hornos disponen de una memoria capaz de mostrar por pantalla múltiples recetas; seleccionada una de ellas, se ajustan de forma automática los tiempos y la temperatura necesaria.

Consecuencia de esta multiplicidad de funciones en los nuevos electrodomésticos es el aumento de la complejidad técnica que revisten, motivo de su elevado coste y de un mayor riesgo de avería. Por el contrario, su manejo resulta más sencillo que el de un aparato convencional gracias a la intercesión de intuitivas interfaces gráficas, lo que constituye un nuevo ejemplo de cómo se oculta la complejidad en el interior de los dispositivos con objeto de facilitar su manejo por parte de los usuarios finales.

Por otro lado, estos electrodomésticos inteligentes se caracterizan también por su alta eficiencia, bajo nivel de ruido, consumo reducido y la incorporación de mecanismos de ahorro energético. Estos últimos son de particular importancia, en tanto que son los electrodomésticos los aparatos que suponen un consumo eléctrico más elevado de la vivienda. Asimismo, estos nuevos electrodomésticos incorporan tecnologías más respetuosas con el medio ambiente (sustitución de líquidos de refrigeración contaminantes, ahorro en el detergente necesario para efectuar un lavado...).

5. Aparatos electrónicos inteligentes

Después de visitar la cocina de la vivienda domótica a través del estudio de los electrodomésticos, ha llegado el turno de adentrarnos en el salón. Típicamente, en esta estancia encontramos un conjunto de aparatos electrónicos de consumo dedicados principalmente a actividades de ocio y entretenimiento. Estos aparatos,

³⁷En este caso, sería preciso que el frigorífico estuviera conectado a la red de control del hogar y su interoperabilidad con el sistema de control de temperatura garantizada; ambos son asuntos que retomaremos en el próximo capítulo al hablar de la complejidad sistémica.

fruto de la mejora continua en la tecnología digital, incorporan funciones avanzadas que permiten la comunicación entre dispositivos y el acceso a servicios externos, sin menoscabo de una mejorada calidad de imagen y sonido con respecto a sus homólogos tradicionales. Para que estos dispositivos puedan comunicarse entre sí hacen uso de las redes multimedia³⁸ instaladas en la vivienda, redes de mayor ancho de banda que las de datos convencionales y con capacidad de detección automática de los equipos conectados y sus funciones asociadas.

En los últimos tiempos cobra fuerza la tendencia a integrar cada vez más funciones en un único dispositivo, a ampliar la versatilidad de los aparatos dotándolos de mayores posibilidades de aplicación. De nuevo, este incremento en la complejidad técnica de los dispositivos queda oculto a ojos del usuario por medio de interfaces más sencillas y un proceso automatizado de configuración.

Muchos son los aparatos electrónicos inteligentes que pueblan las estancias de una vivienda domótica. A continuación se describen brevemente algunas características de los más destacados:

La televisión ocupa, desde su irrupción masiva en la década de los setenta, el trono de la electrónica doméstica. En estos largos años el televisor ha experimentado dos cambios técnicos sustanciales: la ya hace tiempo consolidada introducción del color y la mucho más reciente aparición de la televisión digital. Esta última mejora sustancialmente la calidad de imagen y sonido respecto a su contrapartida analógica, al tiempo que hace un uso cinco veces más eficiente del espectro radioeléctrico. No obstante, la novedad más sustancial radica en la posibilidad de añadir interactividad a los programas televisivos, hasta ahora estáticos y unidireccionales. Conectando el televisor (directamente o a través de un *Set Top Box*) a las redes de comunicación externas podemos navegar por guías de programación electrónicas, consultar la información meteorológica o de tráfico, realizar compras, acceder a publicidad interactiva...

Alrededor de la televisión encontramos otros dispositivos de ocio cada vez más frecuentes, incluso en hogares convencionales. Hablamos de los equipos de cine en casa (*home cinema*), que incorporan altavoces con sonido envolvente, televisor o proyector para la imagen, y reproductor de medios digitales. Este último puede combinarse con una grabadora de vídeo digital (PVR o *Personal Video Recorder*, en la terminología más habitual), dispositivo que cuenta con un disco duro donde almacenar los programas grabados, una tarjeta de red o módem para conectarse a otros dispositivos y a Internet, y los codificadores y decodificadores necesarios para reproducir y grabar vídeo. Con este equipo es posible hacer una pausa en

³⁸Analizaremos con más detalle las distintas redes del hogar (control, datos, multimedia) en el capítulo siguiente: "Segundo Nivel: Interconexión de equipos, en la sección "Modelo reticular del hogar domótico".

un programa que se emite en directo para retomarlo en el mismo punto momentos después, saltar los cortes publicitarios que pudieran haberse producido en esa pausa y descargar contenidos bajo demanda a través de la red. De este modo, el usuario gana independencia con respecto a los tiempos de emisión de la parrilla televisiva, circunstancia que sin duda conferirá un gran éxito a estos aparatos. En este mismo ámbito se sitúan las videoconsolas, verdaderos centros de ocio domésticos que permiten jugar en red, reproducir audio y vídeo y acceder a contenidos y servicios en Internet.

En materia de audio cobran una importancia creciente las radios Internet o i-radios, dispositivos que combinan un equipo tradicional de radio con nuevos servicios a través de Internet, como la descarga y reproducción de archivos musicales, el *streaming* de audio de portales de música y emisoras de cualquier lugar del mundo, la comunicación con otros equipos, etc.

El teléfono móvil juega un importante papel en la vivienda domótica. Los antiguos y voluminosos "ladrillos" de finales del siglo XX se han convertido en diminutos equipos multifuncionales de diseño atractivo, gran autonomía y pantalla a color. Un dispositivo ideado en origen para hacer llamadas en movilidad se ha convertido de forma simultánea en cámara de fotos y vídeo, gestor de correo electrónico, medio de pago, organizador... Concretamente, para la Domótica se trata de un dispositivo importante en tanto que permite la comunicación remota con los equipos de la vivienda, facilitando al usuario su monitorización y control. Esta monitorización y control puede llevarse a cabo desde otros muchos dispositivos, como las *Web Pads* o pantallas táctiles con acceso a Internet, las agendas electrónicas o PDA y el PC, por descontado. Según ha escrito recientemente Sáez Vacas, el terminal móvil multifuncional de la última y de próximas generaciones se presenta como el dispositivo de mayor impacto en la expansión de la Red Universal Digital.

Para concluir con la descripción de los dispositivos, si bien no se encuentran en exclusiva en los salones de las viviendas, ni se trata de equipos que tengan por objeto el entretenimiento, resta por hacer una breve referencia a los terminales de teleasistencia. Nos referimos a equipos que permiten transmitir automáticamente información médica de los pacientes, con facilidad y en tiempo real, al centro de salud correspondiente. De este modo, se evitan errores comunes que el paciente comete al comunicar el resultado de la medida a su médico, quien además puede realizar así un primer diagnóstico. Existen terminales de teleasistencia diversos, pero podemos distinguir dos grupos principales: los pulsadores y los dispositivos médicos propiamente dichos. En el primer caso, nos referimos a pulsadores de emergencia de pulsera, collar, mando... que por lo general usan radiofrecuencia para transmitir la información correspondiente. En segundo lugar consideramos los medidores de tensión, de glucosa, de la frecuencia cardíaca, de la capacidad pulmonar, etcétera.

6. Requisitos técnicos de los dispositivos

Una vez presentados los dispositivos domóticos individuales que conforman nuestra particular caja de herramientas, en este epígrafe procedemos a exponer con brevedad una lista de atributos técnicos deseables para los mismos, según recogen López López y Moya Fernández (2004). Nos referiremos aquí a interoperabilidad, coste asequible, integración, eficiencia energética, reconfigurabilidad, movilidad, no peligrosidad y fiabilidad. Si bien cada dispositivo no necesita reunir obligatoriamente todos estos requisitos, su idoneidad y éxito comercial dependen de la concurrencia de varios de ellos.

Venimos hablando de dispositivos domóticos con múltiples funciones, técnicamente complejos y muy heterogéneos. Parece lógico entonces que su interconexión sea problemática. La *interoperabilidad* entre los distintos dispositivos conectados debe lograrse haciendo uso de un protocolo de comunicaciones compartido y definiendo un conjunto común de interfaces de acceso a los mismos.

Un freno importante para el despliegue generalizado de la Domótica es el aún elevado precio de los dispositivos. Un coste más asequible favorecería el despegue de esta actividad, aunque existen otros factores a considerar de igual o mayor relevancia³⁹.

Ya nos hemos referido con anterioridad, al describir los aparatos electrónicos inteligentes del hogar, a la cada vez mayor capacidad de *integración* que brinda la tecnología digital para incorporar múltiples módulos y funcionalidades en un mismo equipo, característica que permite ofrece dispositivos cada vez más versátiles.

Existen equipos domésticos como los sensores o las cámaras de vigilancia que funcionan con baterías. Asimismo, otros dispositivos conectados a la línea telefónica se alimentan directamente de ésta. En todos estos casos la *eficiencia energética* en forma de bajo consumo es un importante requisito.

No cabe duda de que los hogares son entornos altamente dinámicos. Las necesidades de los usuarios, las tecnologías disponibles o incluso la topología de la red a la que los dispositivos se conectan cambian frecuentemente. Por este motivo es recomendable contar con aparatos *reconfigurables* y *actualizables*.

En ocasiones puede resultar interesante contar con equipos *móviles*, atributo hoy posible gracias a la miniaturización, la electrónica de bajo consumo, las baterías cada vez más eficientes y las comunicaciones inalámbricas.

³⁹Véase el capítulo 11, "Frenos y catalizadores", para una descripción ordenada de los principales factores que lastran o potencian el despegue del mercado domótico.

Digital Living Network Alliance

El grupo *Digital Living Network Alliance* (DLNA), conocido con anterioridad como *Digital Home Working Group* (DHWG), se creó formalmente en junio de 2003 con el propósito de trabajar en la promoción de estándares y protocolos abiertos a fin de resolver la falta de compatibilidad existente entre los dispositivos del hogar digital. Se trata de una institución sin ánimo de lucro integrada por más de 140 compañías miembros, entre las que destacan Fujitsu, HP, Intel, IBM, Kenwood, Microsoft, NEC, Nokia, Panasonic, Philips, Samsung, Sharp, Sony, STMicroelectronics, Texas Instruments y Thomson.

La misión del grupo DLNA es sugerir pautas de diseño para nuevos equipos basadas en estándares industriales y protocolos abiertos, con el objetivo de facilitar la interoperabilidad de los dispositivos procedentes de industrias diversas. Con esto se pretende alcanzar la visión de un entorno sin barreras tecnológicas, en el cual sea posible de forma sencilla crear y compartir contenidos digitales y proporcionar servicios avanzados.

Para este grupo, los principales factores que facilitan la interoperabilidad de dispositivos en el hogar son los siguientes:

- Conectividad transparente entre los dispositivos del hogar digital, incluyendo la compatibilidad de protocolos de nivel de enlace (nivel 2 OSI) para aquellos dispositivos susceptibles de ser conectados directamente entre sí.
- Definición de un marco común para el descubrimiento e identificación de nuevos dispositivos, configuración y control de los mismos, marco necesariamente de uso sencillo.
- Uso de formatos de almacenamiento y protocolos de *streaming* abiertos.
- Empleo de mecanismos compatibles y comunes para el conjunto de dispositivos en lo referente a la Calidad de Servicio.
- Implementación de mecanismos compatibles de autenticación y autorización de usuarios y equipos que garantice la seguridad y la confidencialidad en el acceso a datos y servicios.

Adaptado de Digital Living Network Alliance (2004), págs. 8-9

El uso de dispositivos domóticos en la vivienda puede llevar aparejado importantes riesgos. En efecto: no cerrar la llave de paso del gas al detectar una fuga, o no cortar el agua cuando una sonda de humedad emita su correspondiente alarma son ejemplos de posibles consecuencias muy graves. En otro orden de cosas, mantener el aire acondicionado encendido con las ventanas abiertas puede dañar el compresor. Asimismo, la detección de una falsa situación de emergencia puede conducir a la apertura automática de las puertas exteriores de la casa, dejándola desprotegida. La *no peligrosidad* debe alcanzarse desarrollando servicios tolerantes a fallos, por ejemplo mediante replicación, implementando aquellas funciones críticas en los dispositivos sin necesidad de intermediarios en los casos que sea posible, así como validando los datos leídos por los sensores haciendo uso de la máxima información posible.

Por último, en relación con la minimización de riesgos aparece una característica relevante: *la fiabilidad*, que, en forma de robustez, tolerancia y detección de errores, inspira al usuario confianza en el funcionamiento de los equipos, incluso en las peores condiciones.

7. Resumen

En este capítulo se ha cubierto el estudio de los dispositivos disponibles en una hipotética caja de herramientas domóticas desde la óptica de la complejidad de los dispositivos aislados, característica del primer nivel de complejidad.

Nuestra caja de herramientas incluye en primer término sensores, dispositivos que recogen información de una determinada variable que monitorizan (temperatura, presión, intensidad de luz...), información que envían a un equipo de control para su procesamiento. En segundo lugar, recoge actuadores, dispositivos capaces de recibir una orden procedente de un sistema de control y realizar una acción que modifique el estado de un determinado equipo o instalación: abrir una válvula, apagar un motor... Seguidamente disponemos de electrodomésticos inteligentes, de uso sencillo, funciones avanzadas, capaces de comunicarse entre sí y con el exterior, que además incorporan mecanismos de ahorro energético. En último término, la caja de herramientas contiene una gran diversidad de equipos destinados sobre todo al ocio, equipos cada vez más versátiles, como los televisores digitales, las i-radios, o los teléfonos móviles.

Finalmente, una lista no exhaustiva de atributos técnicos deseables para los dispositivos domóticos que nos ocupan recoge las características siguientes: interoperabilidad, coste asequible, integración, eficiencia energética, capacidad de reconfiguración, movilidad, no peligrosidad y fiabilidad.

8. Comentarios bibliográficos

La sección "Sensores" se apoya en:

- Comunidad Domótica.net: *Canales temáticos, Mercado, Tipos de Sensores*, http://www.domotica.net/Tipos_de_Sensores.htm.
- Huidobro J.M., Millán R. (2004): *Domótica. Edificios inteligentes*, Creaciones Copyright, Madrid. Páginas 64-69.
- Junestrand S., Pasarte X., Vázquez D. (2005): *Domótica y Hogar Digital*, Thomson Paraninfo, Madrid. Páginas 64-65.

Para confeccionar el apartado "Actuadores" se ha acudido a:

- Comunidad Domótica.net: *Canales temáticos, Mercado, Diferentes Actuadores*, http://www.domotica.net/Diferentes_Actuadores.htm.
- Huidobro J.M., Millán R. (2004): *Domótica. Edificios inteligentes*, Creaciones Copyright, Madrid. Páginas 69-71.
- Junestrand S., Pasarte X., Vázquez D. (2005): *Domótica y Hogar Digital*, Thomson Paraninfo, Madrid. Páginas 64-65.

"Electrodomésticos" y "Aparatos electrónicos inteligentes" tienen informaciones de:

- Cnn+ (2002) *Llegan a España los electrodomésticos inteligentes*, www.plus.es/codigo/noticias/especiales/fichanoticia.asp?id=204123¬i=193606.
- Huidobro J.M., Millán R. (2004): *Domótica. Edificios inteligentes*, Creaciones Copyright, Madrid. Páginas 71-85.
- Junestrand S. (2001): *Electrodomésticos para la Casa Inteligente*, http://www.casadomo.com/revista_domotica_articles.asp?type=1&id=859.
- Telefónica (2003): *Libro Blanco del Hogar Digital y las Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones*, División de Servicios de Documentación de Telefónica I+D. Páginas 88-92.

La sección "Requisitos técnicos" tiene por fuentes:

- Digital Living Network Alliance (2004): *White paper: overview and vision*. Págs. 8-9.
- López J.C., Moya F. (2004): *Middleware y pasarelas*, Máster en Domótica, UPM.

Capítulo 6: Segundo nivel. Interconexión de equipos

1. Introducción

Las posibilidades que ofrecen los dispositivos domóticos considerados de forma individual son enormes, como hemos tenido oportunidad de comprobar en el capítulo precedente. No obstante, su funcionalidad crece exponencialmente si se interconectan estos equipos. Esta funcionalidad conjunta, considerada en este segundo nivel sólo en sus facetas técnicas, es superior a la suma de las funcionalidades de los dispositivos individuales, como también lo es la complejidad que entraña. Nos enfrentamos a sistemas integrados por elementos diversos: hacemos frente a un nivel de complejidad sistémica.

Nuestra principal herramienta de análisis e hilo conductor para este capítulo es el modelo reticular del hogar domótico, que distingue los sistemas tecnológicos del exterior, la frontera y el interior de la vivienda, o más concretamente, las redes de acceso, la pasarela residencial y las tres subredes domésticas: datos, multimedia y control.

La estructura del presente capítulo incluye en primer término la presentación del modelo de redes del hogar, al que sucede un apartado que introduce y explica algunos aspectos técnicos en materia de redes: información a gestionar, estructura, medios físicos, protocolos... A continuación se exponen de forma pormenorizada las principales características y funcionalidades de los sistemas bajo estudio -redes de acceso, redes domésticas y pasarela residencial-, pero sin entrar en los detalles concretos de implementación de cada tecnología. A tal fin se dedica el último apartado, que muestra una breve panorámica de las soluciones tecnológicas existentes en la actualidad para este tipo de sistemas.

2. Modelo reticular del hogar domótico

En el inmenso campo de las matemáticas, la topología es una disciplina bastante reciente. En claro contraste con el álgebra o la teoría de los números, ambas milenarias, la topología aparece en el siglo XVII bajo el nombre de *analysis situs*, esto es, análisis de la posición. Acudiremos aquí a la topología para construir un modelo del hogar digital que integre y explique globalmente sus infraestructuras tecnológicas agrupadas en distintas redes. Por suerte no será preciso resolver el problema de los puentes de Königsberg, recorrer la banda de Möbius, ni justificar el teorema de los cuatro colores; para nuestro propósito contemplaremos únicamente los sencillos conceptos de exterior, frontera e interior.

Curiosidades de la Topología

· *Los puentes de Königsberg*

En 1700, los habitantes de Königsberg (hoy en día Kaliningrado, Rusia), se preguntaban si era posible recorrer esta ciudad pasando una vez, y sólo una, por cada uno de los puentes sobre el río Pregel, y volviendo al punto de partida. En aquella época, Königsberg tenía siete puentes uniendo las cuatro partes de la ciudad separadas por las aguas.

Euler enfocó el problema en 1736 representando cada parte de tierra por un punto y cada puente, por una línea, uniendo los puntos que se corresponden. Entonces, el problema anterior se puede trasladar a la siguiente pregunta: ¿se puede recorrer el dibujo sin repetir las líneas? Euler demostró que no era posible, puesto que el número de líneas que inciden en cada punto no es par. En teoría de los grafos esta idea se corresponde con la posibilidad de encontrar un Ciclo Euleriano en un grafo.

· *Teorema de los cuatro colores*

F. Guthrie (1831-1899) plantea en 1852 la siguiente conjetura: para colorear cualquier mapa geopolítico plano (suponiendo cada país formado por un único trozo), de tal modo que dos países con frontera común sean de distinto color, basta (como máximo) con cuatro colores.

A.B. Kempe (1849-1922) publica una demostración de la conjetura en 1879. Esta prueba es en principio aceptada, hasta que P. Heawood (1861-1955) descubre en 1890 un error en ella. Heawood sigue trabajando en el problema pero no lo soluciona, aunque consigue probar que con cinco colores sí se puede colorear cualquier mapa. También se sabe que tres colores no son suficientes, de modo que sólo queda por confirmar o refutar la conjetura de los cuatro colores.

En 1976, K. Appel y W. Haken (Universidad de Illinois) dan una prueba del teorema, demostrando mediante un complicado programa de ordenador que, efectivamente, cuatro colores son suficientes para colorear cualquier mapa plano. El teorema de los cuatro colores es igualmente cierto para mapas dibujados sobre una esfera. Al contrario, sobre un toro, pueden ser necesarios hasta siete colores.

Extraído de Macho A. (2002)

Nos interesa considerar el exterior del hogar como un conjunto de redes que facilitan la comunicación a distancia con otros individuos u organizaciones, al tiempo que proporcionan un medio de acceso remoto a la propia vivienda. Nos referimos a las redes de acceso.

Concibamos por otra parte el interior del hogar como un conjunto de redes domésticas, integradas por los dispositivos de nuestra caja de herramientas particular⁴⁰. En lugar de acudir a una clasificación basada en las tecnologías o el soporte físico empleado⁴¹, distinguiremos tres redes o subsistemas domésticos desde el punto de vista funcional:

- Red de datos: para el envío y recepción de mensajes y ficheros entre ordenadores, periféricos y demás recursos informáticos.
- Red multimedia o de entretenimiento: para el soporte de reproductores de audio y vídeo, consolas de videojuegos y demás plataformas de ocio.
- Red de control: para el control y monitorización de sensores, actuadores y electrodomésticos de la vivienda.

Como frontera o nexo de unión entre interior y exterior situamos la pasarela residencial, vínculo entre las redes de acceso y las redes domésticas, y de éstas, entre sí. La pasarela facilita la comunicación entre aquellos dispositivos situados en el interior de la vivienda, y permite el diálogo de éstos con cualquier otro equipo exterior conectado a la red de comunicaciones adecuada.

A modo de resumen, la figura 4 ilustra esquemáticamente estos conceptos. Dedicaremos los próximos apartados a describir someramente las características de redes de acceso, redes domésticas y pasarelas, no sin antes introducir en el siguiente apartado las principales características de índole técnica de las redes domésticas.

⁴⁰Véase el anterior capítulo, "Primer nivel. Dispositivos aislados".

⁴¹Los tres tipos de redes comentados pueden estar contruidos sobre el mismo soporte físico o en soportes físicos distintos. Hoy en día la tendencia es a emplear el mismo soporte físico para las redes de entretenimiento y datos, y un soporte distinto para la red de control. En cuanto a las tecnologías, la variedad es enorme y en constante evolución. El apartado "Tecnologías de las redes domésticas" explora de forma sucinta esta realidad.

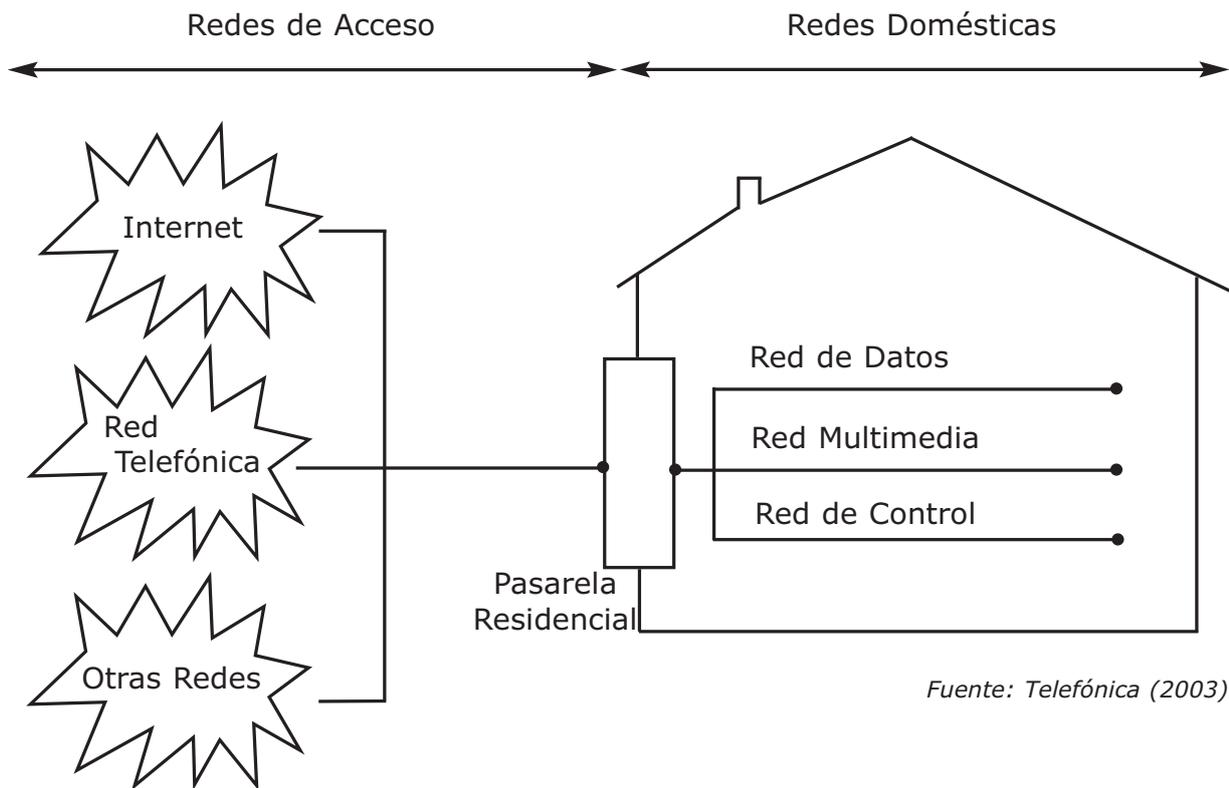
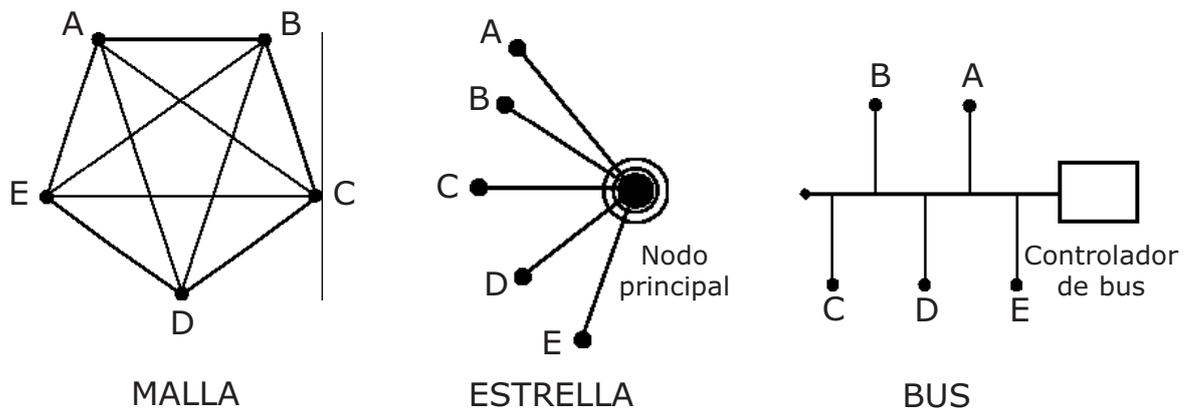


Figura 4. Modelo reticular del hogar doméstico

2.1 Características de las redes domésticas

A la hora de definir una red de comunicaciones suele ser preciso identificar en primer término el tipo de información que gestiona, y en función de ésta determinar sus características técnicas. Según su contenido podemos distinguir dos tipos de informaciones para gestionar: la referida a la señal o servicio que cada dispositivo en particular proporciona (vídeo, audio, texto...) y la que atañe al control de los dispositivos (encendido, apagado, control de intensidad...). En función de esta información se definen la topología, el soporte físico y los protocolos de acceso y comunicación de la red.

Existen tres estructuras topológicas básicas para el diseño físico de redes, como refleja la figura 5, si bien en la práctica se dan combinaciones entre las distintas estructuras. En cuanto a la inteligencia de la red, hablamos de sistemas centralizados para referirnos a aquéllos que cuentan con un elemento central que recibe, procesa y emite órdenes para todos los dispositivos de la red. En un sistema distribuido, por el contrario, la inteligencia está desplazada hacia los distintos equipos que conforman la red, sin que exista un dispositivo central que intermedie necesariamente entre ellos.



Fuente: Lorente S. (1991)

Figura 5. Topología física de red

Llamamos soporte al medio físico que se empleará, bien para la alimentación⁴² de los equipos, bien para la información (señal y control) que éstos intercambien. Al referirnos a un bus hacemos referencia a un conjunto de cables que recorren las distintas estancias del hogar, interconectando los diversos dispositivos. Dadas las características sumamente diferenciadas de la información procesada por los equipos domésticos, se acude a combinaciones de diferentes soportes físicos: cables coaxiales, transmisión por radiofrecuencia, pares trenzados...

Finalmente, en cuanto a los protocolos de acceso y comunicación, se trata de establecer procedimientos estandarizados para acceder al bus, establecer comunicaciones a través de él y poder dialogar con las redes de telecomunicaciones externas.

⁴²En ciertas ocasiones, la propia red de comunicaciones integra la alimentación eléctrica que los equipos a ella conectados requieren, como es el caso de la red telefónica convencional. En otros casos se emplea una red de alimentación eléctrica ya existente para transmitir información a través de ella, como ocurre con las *Power Line Communications* (tecnología PLC) o con el estándar de control domótico X-10. Véase la sección "Tecnologías de las redes domésticas" de este mismo capítulo.

2.2 Redes de acceso

Las distintas redes de acceso ponen en contacto el hogar con el exterior. Las conexiones de banda ancha con conectividad permanente hacen posible la prestación de un conjunto amplio de nuevos teleservicios en el hogar, teleservicios que serán objeto de estudio en el próximo capítulo. Asimismo, permiten la conexión de los sistemas domésticos con el exterior a través de la pasarela residencial. Existen múltiples opciones tecnológicas para las redes de acceso (ADSL, PLC, redes HFC, LMDS...) con prestaciones, costes y requisitos de despliegue muy distintos, que no describiremos con detalle en la medida en que sobrepasan los objetivos del presente estudio.

3. Redes domésticas

Las redes domésticas permiten la comunicación de los diferentes dispositivos de la vivienda entre sí y con el exterior a través de la pasarela residencial. Atendiendo a sus funciones, distinguimos tres tipos de redes: de datos, multimedia o de entretenimiento y de control.

3.1 Red de datos

La red de datos se emplea para la interconexión de ordenadores, impresoras, escáneres, etcétera. Esta red permite compartir recursos informáticos, comunicar mensajes con destino, bien dentro de la vivienda, bien hacia el exterior, con la intermediación de la pasarela residencial, y todo ello de forma simultánea al posible uso del teléfono.

El primer sistema de comunicaciones para el que se creó de forma generalizada una red específica en los hogares es el telefónico. Con la progresiva evolución de las demandas de comunicación de los hogares, en respuesta a la necesidad creciente de intercambiar y transferir información de unos equipos a otros en cualquier lugar y momento, se ha producido un cambio en la red telefónica doméstica convencional hacia una red que, sin abandonar sus prestaciones en materia de voz, permita la transmisión de datos entre equipos domésticos y con el exterior.

En los primeros momentos las redes de datos eran sistemas centralizados, aislados del resto de dispositivos de la vivienda. Así, los periféricos informáticos (ratón, teclado, impresora, altavoces...) iban conectados directamente a un único PC mediante cable. Ahora la presencia de múltiples dispositivos inteligentes como varios PC o PDAs han dado lugar a sistemas distribuidos en los que la inteligencia se sitúa en los terminales. No obstante y por lo general persisten muchos periféricos informáticos que no pueden comunicarse directamente entre ellos: es el caso de un escáner que no puede enviar sin intermediarios a la impresora un documento recién escaneado.

En la práctica, dada la diversidad de tecnologías disponibles para las redes de datos residenciales, no termina de imponerse una tecnología única que interconecte todos los equipos, sino que aparecen islas de tecnología, que únicamente cubren las demandas de interconexión entre un conjunto reducido de dispositivos. Es el caso de la convivencia en una misma vivienda de una isla *Bluetooth*, que, por ejemplo, conecte teléfonos móviles y agendas electrónicas, y otra USB que ponga en contacto el PC con la impresora y el escáner. Esta situación dista aún mucho de la ideal, en la cual, si bien pueden existir distintas subredes de datos con diferentes tecnologías, éstas deben ser transparentes al usuario: el usuario debe percibir las y hacer uso de ellas como si se tratase de una red de datos única.

3.2 Red multimedia

La red multimedia o de entretenimiento es aquella a la que se conectan los distintos equipos de ocio o electrodomésticos de línea marrón del hogar: vídeos, radios, cámaras, televisores, videoconsolas, etc. Algunas de las aplicaciones soportadas por esta red son los videojuegos en red, la difusión de la señal de televisión de pago desde el descodificador al resto de estancias de la vivienda, el envío de audio y vídeo desde el portero automático...

La existencia de una red dedicada para los equipos de audio y vídeo se debe a los especiales requisitos que éstos imponen al sistema, a saber: ancho de banda elevado, umbral en la calidad de servicio, retardos controlados y bajos... En principio las demás redes domésticas no comparten estas restricciones, afirmación particularmente cierta para las redes de control, optimizadas para aplicaciones tan diferenciadas como pueden ser el control de la iluminación o el aire acondicionado. No obstante, se observa en los últimos años una fuerte tendencia a la convergencia de las redes de datos y multimedia, gracias a la aparición de nuevos estándares de compresión audiovisual, a la creciente versatilidad de los equipos informáticos y al incremento del ancho de banda disponible en las tecnologías de datos recientes. Así, equipos y conceptos tradicionalmente informáticos comienzan a desplazarse del estudio al salón, como es el caso de los reproductores MP3, el DVD con DivX, etc.

Los equipos que interconecta la red multimedia son altamente heterogéneos. De nuevo es preciso armonizar los protocolos de comunicación de los dispositivos con el fin de garantizar su interoperabilidad, sin descuidar que la complejidad de éstos quede oculta a los ojos de los usuarios, garantizando así una mayor sencillez en su manejo.

La arquitectura de la red multimedia es distribuida, con la inteligencia desplazada hacia los terminales. Habitualmente los distintos equipos interconectados pueden comunicarse entre sí de forma directa, si bien existen ocasiones en las que la intermediación de la pasarela residencial puede ser necesaria.

3.3 Red de control

La red de control de dispositivos domóticos es la responsable del control sobre la automatización de la vivienda. Aunque a priori es independiente de las redes de datos y multimedia, puede interactuar con ellas a través de la pasarela residencial, pero esta independencia tiende a desaparecer en la actualidad con la introducción en el mercado de los primeros sensores y actuadores basados en protocolos IP.

Internet Cero: La Internet de las cosas

En la actualidad es frecuente que la instalación de sensores y elementos de control se lleve a cabo en el último momento, sin planificación previa, y que sus funciones estén constreñidas al cableado que se despliegue y los conecte entre sí. Otros dispositivos de uso diario, como ordenadores personales o electrodomésticos, llegan al hogar en cualquier momento, y por lo general todos estos dispositivos trabajan aislados, sin mediar comunicación alguna entre ellos. Las dificultades crecen al contemplar el enorme y variado elenco de equipos y sistemas incompatibles que hasta ahora han caracterizado los intentos de introducir redes domésticas. Ante este panorama surge la necesidad de encontrar equipos inteligentes muy sencillos de usar y de bajo coste, que no precisen de un soporte técnico ni sean vulnerables ante virus u otras amenazas similares (simplemente imaginemos una bombilla que requiera para su instalación la presencia de un ingeniero y que su funcionamiento pueda interrumpirse a causa de un virus informático, para cuyo arreglo sea preciso la intervención de los servicios de un experto en tecnología: toda una locura).

Gershenfeld, Krikorian y Cohen proponen una red de nuevo cuño, inspirada en los principios que dieron vida a Internet, para interconectar los dispositivos de uso cotidiano: la Internet-0 (I0 en adelante). Este proyecto se sustenta en siete columnas, a saber:

- Los dispositivos I0 emplean el protocolo IP, permitiendo el reciclaje de muchos equipos de red ya existentes como *routers* o pasarelas y facilitando la operación conjunta. El coste asociado a esta medida es escaso: el protocolo apenas ocupa unos pocos KB y puede ejecutarse en un microcontrolador de muy bajo precio, inferior a 1€.
- Las aplicaciones y el nivel de red deben fundirse para permitir el uso combinado y sencillo de programas que combinen las capas de aplicación, red y enlace.
- Los equipos I0 deben ser capaces de comunicarse entre sí de forma directa, almacenando su propio estado, reduciendo así tanto los costes como la necesidad de servidores y mejorando en consecuencia la fiabilidad del sistema.

- Cada dispositivo IO cuenta con una identidad propia, escogiendo de forma aleatoria una dirección de 128 bits, que minimiza razonablemente la posibilidad de que dos equipos escojan la misma. Para iniciar la interacción entre los dispositivos, éstos pueden dar a conocer a los demás su propia identidad.
- En IO se emplean "bits grandes": velocidades de 1 Mbps son más que suficientes para los requisitos de aplicaciones de control doméstico. A esta velocidad, un bit mide físicamente 200-300 m., similares a las dimensiones del hogar, lo que simplifica el acceso al medio y la recepción de mensajes, en la medida en que el equipo destinatario recibe el bit al tiempo que el emisor lo transmite.
- Todos los paquetes de datos se representan del mismo modo, sin importar el medio físico de transmisión. Cada trama, de un *byte*, incluye bits de inicio y parada a modo de impulsos, cuyo espaciado permite al receptor medir la velocidad de transmisión adoptada.
- Se emplean normas abiertas, de libre uso.

Con estas medidas se consigue convertir a los dispositivos IO en un sistema en un ordenador distribuido compuesto por múltiples equipos intercomunicados, que resultaría muy apropiado para las redes domésticas.

Adaptado de Gershenfeld N., Krikorian R., Cohen D. (2004)

La red de control proporciona el soporte para la implantación de soluciones que permitan el encendido y apagado automático de equipos (climatización, persianas, luces); integra en sistemas de seguridad frente a robos y accidentes las alarmas de presencia, sensores de agua o de rotura de cristales; constituye la infraestructura sobre la que edificar servicios de teleasistencia o televigilancia...

En la medida en que la red de control se ocupa en esencia del manejo conjunto de sensores y actuadores que permiten la automatización y monitorización del edificio, los requisitos de ancho de banda para su funcionamiento son reducidos: la mayor parte de estos dispositivos intercambian únicamente comandos, y lo hacen de forma discontinua⁴³. En muchas ocasiones la red de control integra también los electrodomésticos inteligentes.

⁴³No ocurre así con aplicaciones de aparición reciente como las mencionadas teleasistencia o televigilancia, que precisan de una anchura de banda sustancialmente mayor. La irrupción de la banda ancha en el hogar, principalmente a través de ADSL, puede conducir a la integración de estas aplicaciones sobre la red de datos haciendo uso de protocolos IP, lo que constituye un primer ejemplo de la probable convergencia de las tres subredes domésticas que venimos analizando.

Mientras que por lo general la red de datos y multimedia son sistemas distribuidos, con la inteligencia desplazada de la red hacia los terminales, es habitual que la red de control esté centralizada. Esto se debe a la necesidad de reducir la complejidad, tamaño y coste de los sensores y actuadores. La complejidad se traslada entonces a un elemento central de control, un cerebro electrónico que concentra la inteligencia del sistema y que permite al usuario interactuar a partir de él con toda la instalación. Debemos señalar que esta arquitectura centralizada reduce la robustez de la red, en tanto que los fallos o desconexiones en el sistema de control central se propagan a todos los dispositivos del sistema, incapaces así de funcionar correctamente.

Sistema de control centralizado

El sistema de control centralizado es el elemento encargado de recoger toda la información que proporcionan los sensores distribuidos en los distintos puntos de control de la vivienda, procesarla y generar las órdenes que ejecutarán los actuadores e interruptores. Este sistema constituye el núcleo o cerebro de la red de control, el elemento central en el que reside el grueso de su inteligencia.

En el pasado se empleaban sistemas de control independientes para gestionar el aire acondicionado, la calefacción, los dispositivos de seguridad, la iluminación, el consumo energético, los electrodomésticos... En la actualidad se tiende a integrar todas las funciones de control en un dispositivo único.

El veloz avance de este proceso de integración podría conducir a que sistema de control centralizado y pasarela residencial se fundieran en un único equipo. No obstante, hoy en día esto no es así: las pasarelas habituales sólo soportan un conjunto limitado de sensores y actuadores, y se limitan a desempeñar la tarea de intermediación entre las órdenes del usuario y el sistema de control centralizado, sistema que realmente monitoriza y controla el funcionamiento de los dispositivos de la vivienda.

Adaptado de Huidobro J. M., Millán R. (2004), págs. 58-59

El sistema de control centralizado establece la comunicación con los sensores y actuadores diseminados por la vivienda empleando un protocolo⁴⁴ común. Si bien

⁴⁴Entendido como conjunto de reglas que definen el lenguaje en el que se intercomunican los distintos elementos.

el protocolo suele especificar el medio físico⁴⁵ empleado para la comunicación, es frecuente e importante que un mismo protocolo pueda soportar varios medios distintos. De este modo se consigue una mayor flexibilidad para adaptarse a la distribución concreta del edificio y para aprovechar las ventajas (e inconvenientes) que ofrece cada medio. Por ejemplo, los medios cableados son muy interesantes por la fiabilidad, robustez y distancias de transmisión que soportan. Asimismo, puede ser conveniente hacer uso de tecnologías inalámbricas para aquellas zonas donde por motivos varios (estética, necesidad de acometer una obra en la vivienda, accesibilidad reducida, coste, requisitos de movilidad...) resulte inadecuado desplegar un tendido de cable. En este sentido, la posibilidad de utilizar tecnologías sin nuevos cables -que emplean infraestructuras ya existentes en la casa como el cableado eléctrico o el telefónico- en conjunción con tecnologías sin hilos ofrece un abanico amplio de opciones a la hora de abordar el despliegue de una red de control en obra ya edificada.

Hoy en día existe un número grande de protocolos de control para los dispositivos domóticos, algunos de ellos propietarios. El origen de estos protocolos de control, las tecnologías de automatización del hogar, han sido a su vez tradicionalmente fruto del esfuerzo y la creatividad de pequeñas empresas, interesadas en diferenciar sus productos de la competencia con características específicas, no estandarizadas. Este hecho ha dificultado enormemente la tarea de integración e interconexión de dispositivos de marcas distintas en un mismo sistema, así como la adquisición de experiencia por parte de instaladores, usuarios, comerciales... Por estos motivos coexisten en el mercado decenas de equipos equivalentes, capaces en teoría de desempeñar las mismas funciones, pero incapaces de comunicarse entre sí. Sin embargo esta tendencia parece retroceder en los últimos años, con la aparición de iniciativas industriales de estandarización, estándares de facto desarrollados por la agrupación de los principales fabricantes en aras de una mayor interoperabilidad⁴⁶. De este modo, se están imponiendo paulatinamente soluciones abiertas y flexibles, mientras que en paralelo la gran diversidad de protocolos de control existentes tiende a converger.

⁴⁵Portadoras físicas de la señal: cable coaxial o pares trenzados, fibra óptica, radiofrecuencia, infrarrojos...

⁴⁶Véase el recuadro *Digital Living Network Alliance* en el capítulo anterior, "Primer nivel. Dispositivos aislados".

En busca del estándar

Entendemos por estándar un conjunto determinado, perfectamente establecido o universalmente aceptado, de servicios que soportan las redes del hogar, topología, soporte físico y protocolos de acceso y de comunicación. Desgraciadamente, el estándar doméstico no existe todavía. La estandarización del medio físico y de los protocolos de acceso, control y de comunicación es clave por varios motivos:

- Permite virtualmente independizar la infraestructura de red interior del hogar del tipo de dispositivos que finalmente existan. Basta tan sólo con prever un número adecuado de puntos de conexión, suficiente para los equipos que deseemos interconectar.
- Asegura la interoperabilidad de dispositivos de distintos tipos y proveedores, evitando la aparición de mercados cautivos y liberando al usuario para que, de forma flexible, defina su conjunto de dispositivos más apropiados.
- Permite desplazar terminales y dispositivos dentro del hogar. Es suficiente con que exista un punto de conexión para poder instalarlo donde nos plazca.
- La estandarización es una condición necesaria, que no suficiente, para que un tirón tecnológico pueda abrirse camino hacia el mercado. En caso contrario, se reducen las posibilidades de lograr series de productos más largos, de disminuir costes, de generar certidumbre y confianza en los usuarios...

Adaptado de Lorente S. (1991), págs. 32-33

Para finalizar con la red de control, reseñemos algunas características técnicas deseables para la misma, características que en su mayoría se desprenden del análisis expuesto en líneas anteriores y que en términos generales son comunes para las tres redes domésticas (datos, multimedia, control) bajo estudio. La red de control debe ser escalable: debe facilitar la adición de dispositivos nuevos en cualquier momento sin necesidad de acometer cambios en el sistema de control. Hemos dado motivos sobrados en este apartado para recomendar redes estandarizadas que garanticen la interoperabilidad. La robustez de operación y la seguridad se traducen en una fiabilidad mayor de la red de control, característica que deben compartir los dispositivos que lo integran⁴⁷. Es conveniente que el

⁴⁷Véase el apartado correspondiente, "Requisitos técnicos de los dispositivos", del capítulo anterior, "Primer nivel. Dispositivos aislados".

despliegue de la red sea fácil de hacer, sin obras, y tanto más en viviendas ya construidas. Por último, un requisito que enlaza con la complejidad sociotécnica y que ya hemos tratado con anterioridad: la red ha de ser fácil de configurar y de administrar por parte del usuario doméstico, ocultándole la complejidad técnica en un proceso de "desaparición" de la tecnología.

La computación orgánica

Ocultar la complejidad a los usuarios finales tiene un símil orgánico directo: los organismos vivos incorporan múltiples y complejos sistemas biológicos que los sustentan, pero esta complejidad permanece oculta ante sus ojos. La tecnología en general, como venimos apuntando desde capítulos precedentes, así como la infotecnología y los sistemas técnicos del hogar en particular, bien podrían aplicar estos mismos principios. Tomemos como ejemplo la iniciativa de IBM de computación autónoma, que aparece en 2002 bajo la dirección de Alan Ganek y constituye hoy en día el proyecto más avanzado en la materia. El objetivo final pasa por mimetizar los ordenadores con el sistema nervioso autónomo o vegetativo del cuerpo humano, que regula de forma automática y sin que seamos conscientes de ello los niveles de azúcar en sangre, la respiración, las respuestas del sistema inmunológico o los procesos digestivos. La traducción de estas metas al campo de la tecnología puede esquematizarse en cuatro requisitos:

- Primeramente, los equipos y las redes deben ser capaces de autoconfigurarse. El *hardware* y el *software* han de poder decidir autónomamente la configuración adecuada y buscar e instalar los programas que resulten necesarios.
- Los sistemas deben poder repararse a sí mismos. Consecuentemente, la red debe ser capaz de diagnosticar problemas de forma automática y enviar las correspondientes órdenes para su pronta resolución, sin necesidad alguna de intervención humana.
- En tercer lugar, los sistemas han de optimizar su funcionamiento por sí solos. Esto significa entre otras cosas distribuir la carga de trabajo entre los distintos equipos según el estado de la red, sacando el máximo provecho de cada equipo.
- Por último se trata de que la red sea capaz de autoprotgerse, anticipando, rastreando y finalmente eliminando las posibles amenazas que pudieran comprometer su seguridad

Adaptado de The Economist (2004b)

4. Pasarela residencial

La pasarela residencial es un equipo frontera entre exterior e interior del hogar digital, el nexo de unión entre las distintas redes de acceso externas y las redes domésticas internas.

4.1 Objetivos, funciones y componentes

El objetivo de la pasarela residencial es facilitar la intercomunicación y la eventual convergencia de los tres tipos de redes del entorno doméstico -datos, multimedia y control- y conectar estas redes con el exterior, facilitando así el acceso a redes de banda ancha. Esta pasarela es una interfaz de terminación de red inteligente, normalizada y flexible, que recibe y transfiere señales con origen o destino en alguna de las redes mencionadas, todo ello de forma transparente.

La pasarela residencial suele tener el formato de un *módem/router* inteligente, por lo general instalado por el operador de acceso de banda ancha contratado por el usuario, que conecta las infraestructuras de dicho operador a la casa, estableciendo en su interior una red de dispositivos interconectados. La pasarela permite de este modo el establecimiento de comunicaciones entre dispositivos que se encuentren en el interior de la casa, generando un flujo de información que no sale al exterior, y entre estos dispositivos y cualquier otro conectado a una red externa, con un flujo de comunicaciones bidireccional que entra y sale de la vivienda.

La pasarela residencial incorpora los componentes y las funciones siguientes:

- La terminación física de los accesos externos y de los medios de distribución internos. En tanto que la pasarela liga dispositivos internos de la vivienda a una o varias redes públicas de datos, debe contar con los puertos físicos precisos que permitan la conexión a los distintos tipos de redes.
- La adaptación de protocolos. Las redes de la vivienda pueden emplear diferentes medios físicos, tecnologías y protocolos. Una misión definitoria de la pasarela es adaptar los protocolos de todos los dispositivos y redes para que puedan entenderse entre sí.
- La gestión de las propias redes domésticas internas. La pasarela monitoriza y supervisa el funcionamiento de las tres redes internas de la vivienda, permitiendo detectar y resolver ciertas anomalías, así como cambiar parámetros de configuración.
- La gestión de los dispositivos internos. A través de la pasarela se puede controlar los dispositivos domóticos de la casa, si bien esta labor suele recaer en último término en el sistema de control centralizado. No obstante, la mejora en las técnicas de detección y configuración de dispositivos, así como la progresiva

estandarización de los protocolos, sugieren una próxima convergencia de ambos sistemas, pasarela y control central.

- La gestión de los servicios. La pasarela residencial es el punto de acceso a los servicios ofrecidos desde el exterior. Desde aquí el servicio se dirige al dispositivo apropiado para su disfrute.
- El control de los flujos de información para garantizar la privacidad y el acceso seguros. En tanto que la plataforma constituye la interfaz de comunicaciones entre la vivienda y el exterior, además de servir como punto de acceso a los servicios proporcionados por diversos proveedores externos, está expuesta a los potenciales ataques de delincuentes informáticos. La plataforma debe incorporar mecanismos robustos de seguridad y privacidad⁴⁸ en las comunicaciones para hacer frente a estas amenazas.

4.2 Características de la pasarela

Al igual que venimos reseñando para dispositivos y redes, dedicaremos las líneas siguientes a exponer las principales características técnicas que las pasarelas residenciales deben reunir.

- La instalación de la pasarela debe ser sencilla. Idealmente la pasarela debe ser capaz de configurarse automáticamente con sólo enchufarla, al igual que los dispositivos *plug&play* tan comunes en la informática, o al menos que pueda ser instalada rápidamente por el usuario final sin necesidad de recurrir a un experto. Del mismo modo, la asignación y especificación de las funciones que cada dispositivo pueda desempeñar ha de ser automática, o bien sencilla en el caso manual. Por otra parte, el proveedor de servicios o el usuario bajo la supervisión de éste debe ser capaz de actualizar, configurar de forma remota e instalar nuevos servicios. A tal efecto una interfaz *Web* resulta especialmente adecuada.
- En cuanto a la seguridad de la plataforma como medio de acceso al hogar a través de las redes externas, contemplaremos dos aspectos decisivos: la seguridad en el acceso y la seguridad de la propia información que se transmite a través de la red. El primero de ellos se aborda con la instalación de un cortafuegos que impida las conexiones hacia el hogar a aquellos individuos no autorizados, así como por medio de mecanismos de autenticación y autorización de uso de los servicios. En segundo lugar, la seguridad de las transmisiones se garantiza con mecanismos de encriptación y la creación de redes privadas virtuales que conecten la pasarela con el proveedor de servicios.

⁴⁸Elementos que estudiaremos con detalle al hablar de seguridad y privacidad en el ámbito de la Residencia Virtual en el capítulo 8, "Tercer nivel (II): Factores humanizantes".

- La prevención de errores y el mantenimiento deben quedar satisfechos a través de la detección de anomalías o desajustes tanto en la pasarela como en los dispositivos que ésta controla o supervisa. Prevención y mantenimiento deben poder gestionarse tanto localmente como de forma remota.
- El soporte de varias interfaces, tanto hacia el exterior como hacia el interior del hogar, es importante en aras de lograr la máxima interoperabilidad y flexibilidad posibles.
- La escalabilidad es un factor clave para facilitar la adaptación de la pasarela a los futuros cambios en los estándares de red y protocolos. En este sentido es preferible contar con una arquitectura abierta y modular, que permita la introducción de nuevas interfaces y funcionalidades de forma sencilla y sin interferir en las ya existentes.
- Es muy importante la capacidad para soportar servicios múltiples concurrentes. La pasarela debe tener la suficiente memoria y capacidad de procesamiento gestionadas a través de un sistema operativo robusto y multitarea.

4.3 Tipos de pasarelas

Las pasarelas residenciales tienen un carácter marcadamente heterogéneo en tanto que su funcionalidad puede implementarse en equipos diversos. Hablamos de pequeñas pasarelas en términos de prestaciones como las integradas por *software* en los *set-top boxes* de televisión, o de las más completas pasarelas dedicadas. No obstante podemos establecer la distinción siguiente:

- Pasarelas residenciales de banda ancha: se trata de sistemas en forma de *router/módem* orientados a ofrecer acceso compartido a Internet por banda ancha (de donde recibe su nombre) a los equipos integrantes de las redes domésticas internas. Las interfaces de conexión son por lo general del tipo *ethernet*, característico de las redes de datos informáticas de área local, si bien incorporan cada vez de forma más habitual accesos inalámbricos Wi-Fi.
- Pasarelas residenciales multiservicios: evolución de las anteriores, proporcionan múltiples interfaces para redes de datos y control con distintas tecnologías, además de ser más potentes y técnicamente complejas. Capaces de ejecutar diferentes aplicaciones en tiempo real y de implementar avanzados mecanismos de seguridad, podemos afirmar que satisfacen correctamente los requisitos técnicos deseables para las pasarelas.

En estas dos categorías no hemos incluido el PC, que en principio podría reunir, con el *software* y *hardware* adicional necesarios, las exigencias para desempeñar las tareas de la propia pasarela. Los motivos que conducen a esta decisión incluyen

la excesiva inestabilidad que caracteriza a los sistemas operativos actuales en estas plataformas, las potenciales brechas de seguridad que conllevan o una complejidad de manejo frecuentemente desproporcionada para aquellos usuarios poco duchos en nuevas tecnologías⁴⁹.

4.4 Estandarización: OSGi

Un elemento determinante para el éxito de las pasarelas residenciales es la estandarización y homogeneización de las tecnologías y las plataformas capaces de implementar los servicios. En esta línea aparece la asociación OSGi, *Open Services Gateway Initiative*, fundada en marzo de 1999 como foro de desarrollo y debate para definir especificaciones abiertas orientadas a la creación de un estándar *software* para el desarrollo de plataformas sobre las que distribuir servicios de forma remota.

Inicialmente, OSGi estaba compuesta por 15 compañías, entre ellas IBM, Toshiba, Sun Microsystems o Ericsson, si bien hoy son más de 80 las empresas que integran la organización. Los miembros OSGi incluyen fabricantes de *hardware*, compañías eléctricas, operadores de comunicaciones, desarrolladores de *software*, empresas de gestión corporativa...

OSGi constituye un punto de encuentro para la colaboración de fabricantes de equipos, proveedores de servicios, operadores de telecomunicaciones, proveedores de acceso a Internet... Como tales, las especificaciones OSGi no definen ni el medio físico ni el *hardware* de la plataforma, tan sólo la arquitectura *software* mínima necesaria para que todos los servicios puedan ejecutarse en ésta. OSGi proporciona así un marco libre de *royalties*, que extiende su campo de actuación desde las redes domésticas a las industriales o incluso a las de control de los propios automóviles.

Concretamente, OSGi es una colección de APIs⁵⁰ (*Application Programming Interfaces*), basadas en Java, que facilitan el desarrollo de servicios con independencia de la plataforma física concreta sobre la que se descargan y ejecutan. Estas API permiten compartir servicios entre múltiples dispositivos, manejar recursos y dispositivos o gestionar el acceso de clientes, y todo ello con garantías de seguridad. De este modo los usuarios finales pueden solicitar y descargar servicios

⁴⁹Abordaremos el problema de las interfaces en el capítulo 8, "Tercer nivel (II): Factores humanizantes".

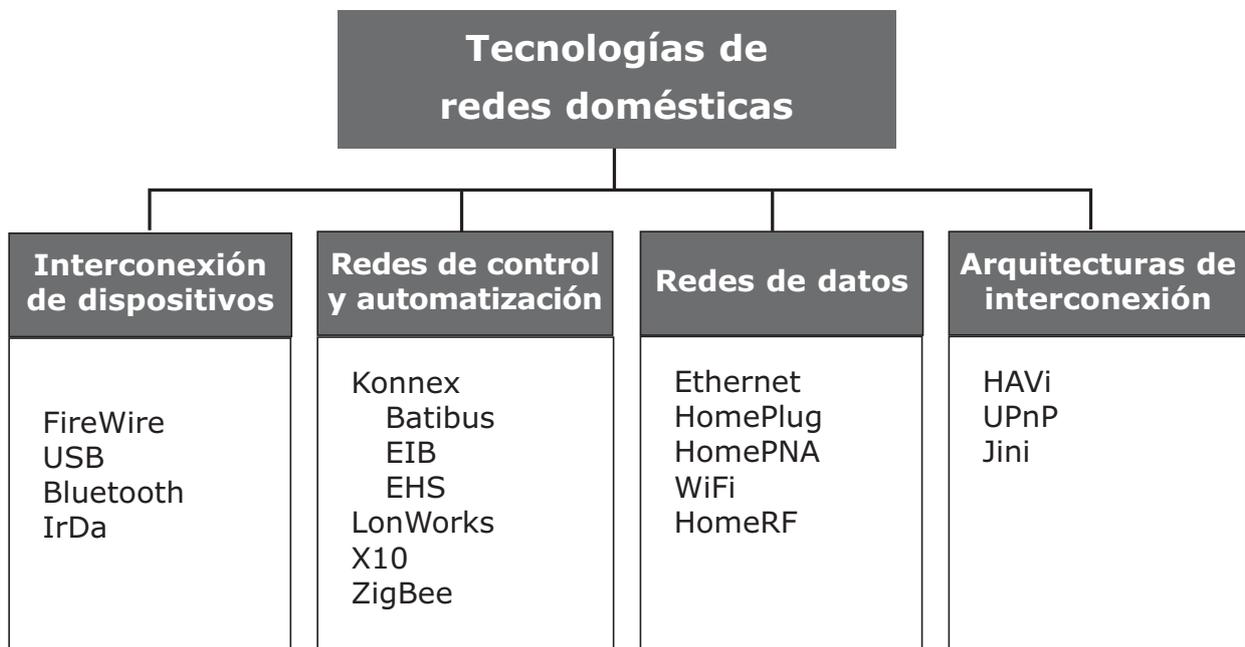
⁵⁰Acrónimo de *Application Programming Interface*, conjunto de especificaciones de comunicación entre componentes *software* que constituyen un método para lograr una mayor abstracción en la programación, al proporcionar un conjunto de funciones de uso general disponibles al programador de alto nivel.

bajo demanda provistos por cualquier compañía, siendo la pasarela la que gestiona la instalación y configuración de estos nuevos servicios sin interferir en el resto. Con todo ello, OSGi ofrece una completa arquitectura *software* extremo a extremo, que cubre las necesidades del proveedor de servicios y del cliente doméstico, avalando una interoperabilidad sencilla con los dispositivos instalados en la vivienda.

5. Tecnologías de las redes domésticas

Conocidas desde la perspectiva funcional las tres subredes domésticas -control, datos, multimedia- presentes en las viviendas domóticas, así como su relación con las redes de acceso y los servicios externos a través de la pasarela residencial, es momento de realizar unos breves apuntes de índole tecnológica.

La aparición de estas redes domésticas ha dado lugar al nacimiento de un conjunto de protocolos y tecnologías, algunas de ellas de uso específico de los hogares, y otras heredadas del entorno empresarial. El objetivo de este apartado es aportar una panorámica general de las soluciones existentes, reseñando de estas últimas únicamente sus características más relevantes. La figura 6 resume de forma gráfica este objetivo:



Fuente: Junestrand et al (2005), ProHome (2003a)

Figura 6. Tecnologías de redes domésticas

5.1 Interconexión de dispositivos

Incluimos aquí tecnologías desarrolladas para permitir la interconexión de dos o más dispositivos, pero sin el objetivo de formar una red local completa entre ellos. Hablamos de mecanismos que, además de hacer posible la interconexión directa entre dos o más equipos, se emplean para incorporarlos éstos de forma sencilla y versátil a las tres redes domésticas estudiadas. La tabla 1 resume sus características técnicas, mientras que la tabla 2 recoge sus respectivas ventajas e inconvenientes:

Tecnología	Medio de transmisión	Velocidad de transmisión	Distancia máxima al dispositivo
IEEE 1394 FireWire	Par trenzado Fibra óptica	400 Mbps (v.a) 3,2 Gbps (v.b)	4,5m-70m
USB	Cable USB	12 Mbps (v.1.1) 480 Mbps (v.2)	5m
Bluetooth	Inalámbrico	1 Mbps (v.1) 10 Mbps (v.2)	10m(v.1) 100m
IrDA	Inalámbrico	9600 bps a 4 Mbps	2m

Fuente: Junestrand et al (2005), ProHome (2003a)

Tabla 1. Interconexión de dispositivos

Tecnología	Ventajas	Inconvenientes
IEEE 1394 FireWire	Amplio soporte en los sistemas operativos de última generación. Gran ancho de banda. Ideal para aplicaciones de vídeo digital Posibilidad sencilla de P2P.	Necesita un cable por cada dispositivo. Tecnología cara en relación a sus prestaciones.
USB	Montaje y configuración sencillos. Ideal para la conexión de todo tipo de equipos a un PC o similar. Tecnología asequible en cuanto a precio.	Necesita un equipo <i>host</i> que controle la conexión. Distancia entre los dispositivos limitada.
Bluetooth	Ausencia de cables. Consumo bajo de corriente. Posibilidad de comunicación activa.	Configuración y puesta en marcha compleja. Coste elevado.
IrDa	Tecnología muy extendida. Fácil implantación y uso.	Requiere un punto de acceso por estancia. Velocidad muy baja.

Fuente: Junstrand et al (2005), ProHome (2003a)

Tabla 2. Ventajas e inconvenientes de las tecnologías de interconexión

5.2 Tecnologías de control y automatización

Recogemos en este grupo las tecnologías que permiten el intercambio de paquetes de datos de pequeño tamaño y baja latencia propias de las redes de control y automatización. Se trata de tecnologías que han nacido y madurado en los últimos 25 años con origen en las necesidades de control y automatización industriales y de edificios terciarios, ámbitos en los que han protagonizado un considerable éxito, éxito que no obstante se ha trasladado de forma limitada a los entornos

domésticos, en los que perduran sistemas incompatibles entre sí, frecuentemente propietarios y de precios elevados para el usuario residencial. La tabla 3 recoge las principales características técnicas de las tecnologías más habituales.

Tecnología	Medio de transmisión	Velocidad de transmisión	Distancia máxima al dispositivo
Konnex	Par trenzado Fibra óptica Coaxial Inalámbrico	1200 bps a 9600 bps	600m a 1000m
LonWorks	Par trenzado Cable eléctrico Coaxial Fibra óptica Inalámbrico	5,4 Kbps a 1,28 Mbps	1500m a 2700m
X10	Cable eléctrico	50/60 bps	185m
ZigBee	Inalámbrico	20 Kbps a 250 Kbps	10m a 75m

Fuente: Junestrand et al (2005), ProHome (2003a)

Tabla 3. Tecnologías de redes de control y automatización

5.3 Tecnologías de redes de datos

Originarias en su mayoría de los entornos empresariales, las tecnologías de redes de datos se han introducido en los hogares a un ritmo vertiginoso. Si bien el predominio de las soluciones cableadas tipo *Ethernet* sigue siendo claro, han aparecido numerosas alternativas inalámbricas como WiFi o que aprovechan las infraestructuras ya existentes en la vivienda como *HomePlug*, que hace uso del cableado eléctrico, o *HomePNA*, que aprovecha la red y tomas telefónicas. Las tablas 4 y 5 resumen las principales características técnicas de las tecnologías de redes de datos más extendidas en los hogares, así como una breve reseña de sus ventajas e inconvenientes más relevantes.

Tecnología	Medio de transmisión	Velocidad de transmisión	Distancia máxima al dispositivo
Ethernet	Par trenzado Fibra óptica	100 Mbps 1 Gbps	100m a 4,5Km
HomePlug	Cable eléctrico	14 Mbps	650m
HomePNA	Línea telefónica	10 Mbps	300m
IEEE 802.11 WiFi	Inalámbrico	54 Mbps (v.a y v.g) 11 Mbps (v.b)	100m
HomeRF	Inalámbrico	10 Mbps	40m

Fuente: Junstrand et al (2005), ProHome (2003a)

Tabla 4. Tecnologías de redes de datos

Tecnología	Ventajas	Inconvenientes
Ethernet	Máximo ancho de banda para redes de datos domésticas. Muy segura. Fácil de mantener después de la instalación.	La instalación del cableado de la red es costosa, especialmente en vivienda ya construida. La configuración y puesta en marcha no es sencilla.
HomePlug	Coste bajo de implantación. Ausencia de cableado adicional. Alto ancho de banda.	Oferta limitada de equipos compatibles. Escasez de instaladores especializados.
HomePNA	Instalación fácil y económica. No requiere equipos de red. Velocidad aceptable.	Limitada a la disponibilidad de rosetas eléctricas de la vivienda. Mal comportamiento ante ruidos.
IEEE 802.11a	Alto ancho de banda. Buena protección contra interferencias.	Alcance limitado. Coste alto. Incompatible con 802.1b y g.
IEEE 802.11b	Alcance y velocidad. Fácil integración con otras redes. Soporta gran variedad de servicios.	Baja inmunidad ante interferencias. Difícil configuración.
IEEE 802.11g	Alto ancho de banda. Compatible con 802.11b.	Interferencias al trabajar en banda de frecuencias muy colapsada. Oferta de productos aún escasa.
HomeRF	No requiere punto de acceso. Fácil instalación.	El <i>HomeRF Working Group</i> se disolvió en 2003.

Fuente: Junstrand et al (2005), ProHome (2003a)

Tabla 5. Ventajas e inconvenientes de las tecnologías de interconexión

5.4 Arquitecturas de interconexión

Hasta ahora hemos prestado especial atención a los aspectos *hardware* de las tecnologías para redes domóticas. En el campo de las arquitecturas y estándares *software* existen también múltiples iniciativas, muchas de ellas aún embrionarias, y como viene siendo habitual, por desgracia incompatibles entre sí. Tres son las principales iniciativas *software* existentes en el momento presente para la interconexión de equipos: HAVi, UPnP y Jini.

- La arquitectura HAVi, *Home Audio & Video Interoperability*, define un conjunto de APIs diseñadas para que dispositivos de audio y vídeo de distintos tipos y proveedores puedan interconectarse e interactuar sin la necesidad de que exista un PC como elemento controlador. Se trata así de simplificar la instalación y el manejo conjunto de los dispositivos de ocio, que tradicionalmente han requerido, además de su conexión, un ajuste de parámetros de configuración alejado por lo general de los conocimientos del usuario final medio. El estándar se crea en el seno de la HAVi *Organization*, asociación sin ánimo de lucro fundada en 1998 por ocho grandes empresas de electrónica de consumo: Grundig, Hitachi, Panasonic, Philips, Sharp, Sony, Thompson y Toshiba. HAVi es en esencia un protocolo de control distribuido, que por tanto no requiere un nodo de control centralizado (si bien puede existir), que ofrece acceso a todos los elementos de la red con independencia de su fabricante, al seguir una arquitectura abierta, escalable, no vinculada a ningún lenguaje ni plataforma de programación específico.
- UPnP, *Universal Plug & Play*, es una arquitectura muy extendida, promovida por Microsoft, que constituye un modelo abierto basado en estándares típicos de Internet como HTML, XML, TCP/IP, DNS... para la interconexión de todo tipo de dispositivos en redes del hogar. UPnP define métodos de acceso y comunicación entre los equipos conectados a la red, de forma que el usuario pueda conectar directamente un dispositivo a ésta sin preocuparse de aspectos tediosos de configuración o instalación de *drivers*. La arquitectura UPnP es independiente del medio físico, del sistema operativo y del lenguaje de programación usado para el control de los equipos.
- Jini es una arquitectura de programación distribuida desarrollada por Sun Microsystems, que ofrece un mecanismo sencillo para que diversos dispositivos conectados a una red puedan colaborar y compartir recursos, sin necesidad de que el usuario final planifique y configure dicha red. Al igual que UPnP, Jini soporta cualquier tipo de medio físico y es independiente del sistema operativo, si bien hace uso del lenguaje Java para la comunicación entre equipos.

6. Resumen

En el presente capítulo hemos cubierto el estudio de las facetas técnicas de los sistemas domóticos, que se corresponden con la complejidad sistémica propia del segundo nivel del modelo 3N.

A tal efecto se ha empleado un modelo reticular del hogar domótico. Este modelo consta de tres bloques. Primeramente las redes de acceso, que son aquel conjunto de redes que facilitan la comunicación a distancia con otros individuos u organizaciones situados en el exterior de la vivienda, al tiempo que proporcionan un medio de acceso remoto a la misma. En segundo lugar, las redes domésticas, que vertebran, tecnológicamente hablando, el interior del hogar, interconectando los distintos equipos domóticos, haciendo posible que intercambien información, compartan recursos y ofrezcan funcionalidades conjuntas avanzadas. En tercer lugar, el modelo considera la frontera entre exterior e interior del hogar, el nexo de unión entre las redes domésticas y las redes de acceso.

Desde el punto de vista funcional podemos distinguir tres subredes domésticas: una red de datos para el envío y recepción de mensajes y ficheros entre ordenadores, periféricos y demás recursos informáticos; una red multimedia o de entretenimiento para el soporte de equipos de audio y vídeo, consolas de videojuegos y demás plataformas de ocio; y una red de control, encargada del control y monitorización de sensores, actuadores y electrodomésticos de la vivienda. Por último, la pasarela residencial tiene por objetivo facilitar la intercomunicación y la eventual convergencia de las tres redes del entorno doméstico y conectarlas con el exterior a través de las redes de acceso.

El soporte tecnológico concreto de estas redes es significativamente heterogéneo y complejo. La variedad de tecnologías incompatibles entre sí, pero diseñadas para desempeñar funciones análogas, es una constante en un sector de evolución vertiginosa, en el cual se advierten no obstante los primeros indicios de convergencia. En todo caso, a mayor incompatibilidad entre sistemas tecnológicos, mayor será la complejidad de segundo nivel (sistémica) asociada. La interconexión directa de dispositivos, las tecnologías de control, la automatización, el multimedia y los datos, así como las arquitecturas *software* para la comunicación de equipos diversos son las puntas de lanza de una batalla de estándares e implementaciones en la cual no han aparecido aún vencedores claros.

7. Comentarios bibliográficos

El apartado "Modelo reticular del hogar domótico" recoge ideas de:

- Fernández J.L. (2004): *Visión global del Hogar Digital*, Máster en Domótica, UPM. Págs. 4-11.
- Huidobro J.M., Millán R. (2004): *Domótica. Edificios inteligentes*, Creaciones Copyright, Madrid. Páginas 221-225.
- Lorente S. (1991): *La casa inteligente: hacia un hogar interactivo y automático*, Fundesco, Colección Sectores, Madrid. Capítulo 1, págs. 30-34.
- Macho M. (2003): *¿Qué es la topología?*, Revista Sigma, Departamento de Matemática, Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad del País Vasco.
- Telefónica (2003): *Libro Blanco del Hogar Digital y las Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones*, División de Servicios de Documentación de Telefónica I+D. Capítulo 6, páginas 59-88.

Las secciones "Redes domésticas" y "Pasarela residencial" recurren a:

- Gershenfeld N., Krikorian R., Cohen D. (2004): *La Internet de las cosas*, Revista Investigación y Ciencia, diciembre de 2004.
- Huidobro Moya J.M., Millán Tejedor R. (2004): *Domótica. Edificios inteligentes*, Creaciones Copyright, Madrid, págs. 58-59, 134-219.
- Proyecto Prohome (2003a): *Informe A1. Prospección de mercado*, Programa PROFIT, pág. 3.
- Sun Microsystems (2001): *The connected home white paper*, Sun Microsystems, págs. 13-16.
- Telefónica (2003): *Libro Blanco del Hogar Digital y las Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones*, División de Servicios de Documentación de Telefónica I+D. Capítulo 6, págs. 59-88.
- The Economist (2004b): *Make it simple*, en *Information Technology: a Survey*, número 8399, 30 de Octubre 2004, Londres.

El apartado "Tecnología de las redes domésticas" resume conceptos recogidos en:

- Junestrand S., Pasarte X., Vázquez D. (2005): *Domótica y Hogar Digital*, Thomson Paraninfo, Madrid, págs. 149-209.
- Proyecto Prohome (2003a): *Informe A1. Prospección de mercado*, Programa PROFIT, págs. 4-10.

Capítulo 7: Tercer nivel (I). Aplicaciones y servicios

1. Introducción

Iniciamos aquí un grupo de tres capítulos dedicados al análisis de las diversas facetas de la Domótica desde la perspectiva del tercer nivel de complejidad. Recordamos que este tercer nivel surge de la interacción, a menudo poco convivencial, de los sistemas tecnológicos y los sistemas sociales, dando lugar a la complejidad antropotécnica (o sociotécnica). En el caso concreto que nos ocupa, estudiaremos las relaciones existentes entre los sistemas técnicos domóticos y sus usuarios, prestando especial atención a las aplicaciones y servicios disponibles, a las interfaces que hacen posible la comunicación entre las personas y los sistemas tecnológicos, y a la privacidad en un hogar interconectado. Por último, esbozaremos una visión avanzada de la Domótica, enmarcada en el campo del Ambiente Inteligente y bajo la óptica del Nuevo Entorno Tecnosocial y la Red Universal Digital, ambos conceptos propuestos por Sáez Vacas (2004b).

En el presente capítulo detallaremos las aplicaciones y servicios que la Domótica ofrece a sus usuarios finales, para lo cual estableceremos una clasificación de los mismos en cuatro áreas sociotécnicas, a saber: seguridad; cultura, ocio y entretenimiento; confort y ahorro energético; y gestión y actividades económicas. Estas cuatro áreas definen a su vez la estructura en apartados del capítulo, que incorpora adicionalmente una sección introductoria en la que se aclaran conceptos generales relativos a las aplicaciones y los servicios domóticos.

2. Aplicaciones y servicios domóticos

Entendemos por aplicación el uso de sistemas técnicos que implementen ciertas funciones con el fin de satisfacer una determinada necesidad del usuario final. Como corresponde al tercer nivel de complejidad, desde el primer momento está presente la interacción entre personas y tecnología, entre sistemas técnicos y sistemas sociales.

Cualquier aplicación es susceptible de ser ofrecida como un servicio por parte de un proveedor de servicios: un actor externo especializado que permite el acceso, proporciona el mantenimiento o gestiona las funciones a las que nos referíamos con anterioridad. En este contexto, la provisión de un servicio por lo general lleva asociada una contraprestación, no necesariamente dineraria⁵¹, por parte del usuario doméstico a la empresa prestataria.

⁵¹Como pueden ser la aceptación por parte del usuario para recibir publicidad de terceros, su compromiso a contratar en exclusiva servicios adicionales del mismo proveedor...

Existen abundantes aplicaciones y servicios domóticos: desde la programación automática de luces y aire acondicionado a la televigilancia profesional, pasando por avanzados sistemas de diagnóstico médico remoto o más sencillos sistemas de difusión de audio en el hogar. Aprovechando la existencia de hogares conectados en los que se ubican múltiples equipos inteligentes, la Domótica permite no sólo que éstos interactúen entre sí, sino también que lo hagan con otros dispositivos que pueden encontrarse en el exterior de la vivienda, bien sea un automóvil o el servidor de un proveedor de servicios externo. De este modo se potencia el establecimiento de nuevos servicios y la mejora de los ya existentes, como son los relativos a seguridad, telecomunicaciones, entretenimiento...

Un sistema domótico integra aplicaciones y servicios aislados, lo que permite la creación de nuevos y sofisticados servicios a partir de otros más básicos, en donde el conjunto es más inteligente que la suma de las partes. Pese a su complejidad creciente, no debemos perder de vista la finalidad antropocéntrica de estos sistemas, que tienen por objetivo satisfacer necesidades humanas, siguiendo el ya tópico lema de que la tecnología debe estar al servicio de las personas, y nunca a la inversa.

Como se ha reseñado en capítulos anteriores⁵², parte de la bibliografía contempla únicamente como servicios domóticos a aquéllos relacionados con la automatización y el control remoto del hogar; en este apartado no obstante consideraremos como aplicaciones y servicios domóticos no sólo a éstos, sino también a todos los relacionados con el confort, la seguridad, las telecomunicaciones avanzadas, la eficiencia energética... Con objeto de ordenar el análisis, y siendo coherentes con el modelo de tres niveles de complejidad que venimos empleando como armazón conceptual del mismo, distinguiremos cuatro áreas de naturaleza sociotécnica en las que posicionaremos los distintos servicios y aplicaciones domóticas, a saber: seguridad; cultura, ocio y entretenimiento; confort y ahorro energético; y gestión y actividades económicas.

3. Seguridad

La seguridad es una de las aplicaciones más adelantadas de la Domótica, y la que hoy en día contribuye en mayor medida a la introducción real de sistemas domóticos en los hogares. Según datos del Ministerio del Interior, se produce en España un robo de vivienda cada 4 minutos. El crecimiento de las tasas de delincuencia no se ha visto compensado con una mayor dotación pública de efectivos policiales, que son claramente insuficientes para garantizar la vigilancia en todo momento y lugar. Mejorar la seguridad de los hogares es una importante necesidad social que

⁵²Consúltense para mayor detalle el capítulo segundo del presente estudio: "Conceptos y Terminología", apartados 5. "Precisiones terminológicas adicionales" y 6. "Hogar Digital".

repercute no sólo en la protección de los bienes privados, sino también en la salvaguardia de los propios individuos.

Las aplicaciones de seguridad desempeñan funciones diversas. En el caso de la seguridad perimetral y de intrusión, se combinan cámaras y sensores para detectar la presencia de personas no deseadas. Los sistemas de seguridad técnica reúnen sensores de incendio, humo, agua, gas, fallo en el suministro eléctrico o en la línea telefónica... La seguridad personal de asistencia o de pánico permite a ancianos o personas con discapacidad emitir un aviso remoto ante una situación de peligro. Todas estas aplicaciones admiten una amplia gama de sofisticaciones posibles, en especial cuando son prestadas por proveedores de servicios externos. En este caso cabe la conexión de los sensores y alarmas del hogar con centrales de ayuda de empresas de seguridad para hacer frente a emergencias o intrusiones, a los ayuntamientos y a los centros sanitarios para la asistencia de personas mayores o enfermas, a las empresas de *utilities* para controlar el buen funcionamiento de luz, gas y agua...

3.1 Seguridad perimetral y de intrusión

Las aplicaciones de videovigilancia permiten observar lo que a cada momento ocurre en la vivienda desde fuera de ella, sin importar la distancia. En una pantalla remota se pueden visualizar las imágenes proporcionadas por todas las cámaras instaladas en la vivienda, aplicación que resulta útil para comprobar, por ejemplo, el estado de los niños durmiendo en sus camas, para supervisar el trabajo de la empleada doméstica, para confirmar una alerta de intrusión, para comprobar que puertas y ventanas están cerradas... Estas imágenes pueden almacenarse para su visionado futuro, o pueden monitorizarse en tiempo real desde muchos dispositivos con conectividad como PCs o teléfonos móviles⁵³. Los vídeos se complementan con la información que proporcionan los sensores perimetrales, volumétricos y detectores de presencia distribuidos por la vivienda, que en caso de alarma desencadenarán una serie de acciones previamente programadas, como puede ser la activación de una sirena, el envío de un aviso por SMS al propietario, el parpadeo de las luces, la notificación de la incidencia a la empresa de seguridad correspondiente...

La simulación de presencia constituye un interesante método de seguridad pasiva, pues permite recrear una situación similar a la que se daría en una vivienda habitada cuando sus propietarios se encuentren ausentes. Este mecanismo activa y

⁵³Este procedimiento enfrenta irremediablemente el legítimo deseo de gozar de una seguridad mayor en nuestra vivienda con el derecho a la intimidad y la protección de la privacidad de los individuos. Tendremos ocasión de analizar con detalle este hecho en el próximo capítulo, "Tercer nivel (II): Factores humanizantes", secciones 3, "Privacidad", y 4, "Seguridad".

desconecta de forma periódica las luces y la televisión, sube y baja las persianas, o incluso puede reproducir sonidos pregrabados como conversaciones, ladridos de perro, etc.

3.2 Seguridad técnica

Las aplicaciones de seguridad técnica permiten configurar según las preferencias del usuario el comportamiento de la vivienda al producirse una alerta. Ante la detección de un escape de gas o agua, el corte del suministro eléctrico, un conato de incendio... el sistema puede alertar al usuario con un mensaje SMS o un mensaje electrónico, avisar a la compañía de seguridad correspondiente y cerrar las válvulas o llaves de paso pertinentes para evitar la propagación del problema. Asimismo, el usuario puede monitorizar y modificar a voluntad el estado de funcionamiento de los sistemas instalados en la vivienda desde un terminal con conexión a Internet.

3.3 Seguridad personal

En relación con la seguridad y la salud de las personas, la Domótica ofrece servicios particularmente útiles para colectivos como ancianos o discapacitados: es el caso de la teleasistencia. En su versión más sencilla la teleasistencia consiste en el despliegue de un canal de comunicación permanente entre la vivienda y un centro de salud. El usuario cuenta con un terminal portátil de fácil transporte, como una pulsera o collar, que incorpora un botón de pánico. Ante una situación de peligro el usuario pulsa dicho botón, enviando así una alarma que será recibida en el centro asistencial. Este centro tiene información de las personas a las que atiende, como sus datos médicos, su ubicación o sus teléfonos de contacto, de forma que cuando recibe la señal de auxilio puede tomar con rapidez medidas de socorro. Esta respuesta puede canalizarse a través de familiares o vecinos, enviando personal del propio centro a la vivienda o solicitando aquellos servicios especializados que sean precisos (ambulancia, atención médica, policía o cualquier servicio de urgencias). Es bastante común que junto al pulsador se instale en la vivienda un sistema audio de comunicaciones sin hilos, cuyo funcionamiento se dispare de forma automática con el botón de pánico, y que permita al usuario hablar con el centro de atención desde cualquier estancia, sin necesidad de descolgar el teléfono ni acercarse a él.

La teleasistencia avanzada añade a lo anterior funcionalidades como el despliegue de cámaras que permitan visualizar rápidamente y a distancia el estado de las personas en caso de alarma, la posibilidad de actuar remotamente sobre dispositivos del hogar (por ejemplo, para abrir las puertas automáticamente a los servicios de emergencia), las medidas de parámetros médicos del usuario (tensión, glucosa, ritmo cardíaco) y su comunicación automática al centro de salud...

La teleasistencia avanzada constituye la antesala de la telemedicina: en muchas

ocasiones un médico puede, con un simple sistema de videoconferencia y un equipo doméstico de medición de parámetros médicos, diagnosticar de forma remota a un paciente y actuar en consecuencia, pudiendo como en el caso anterior llamar a una ambulancia, avisar a los familiares del paciente, etc.

4. Cultura, ocio y entretenimiento

Los servicios de ocio personal y a la carta definen una puerta de entrada muy prometedora de la Domótica en las viviendas. Con el objetivo de disfrutar en casa el usuario puede disponer a su gusto de múltiples formas de entretenimiento. Estos servicios emplean la subred multimedia para ser accesibles desde distintos puntos de la vivienda, y entablan la comunicación entre usuario y proveedor a través de la pasarela residencial⁵⁴. Por otro lado, la cultura y muy particularmente la educación, encuentran en la Domótica un vehículo de transmisión con posibilidades realmente prometedoras.

4.1 Vídeo e imagen

Los servicios de vídeo facilitan la visualización de películas, documentales, noticias, acontecimientos deportivos... Las posibilidades que brindan estos servicios son mucho más amplias que las ofrecidas por la televisión convencional. La conexión de banda ancha a Internet multiplica el número de canales a los que se puede tener acceso. La descarga de vídeo bajo demanda y la televisión a la carta son ejemplos de personalización y adaptación de los contenidos al perfil de cada usuario⁵⁵. No obstante, la principal novedad que aportan estos servicios es la interactividad: el usuario puede consultar desde el televisor la previsión del tiempo en su ciudad, el estado del tráfico entre su lugar de residencia y la oficina, gestionar cuentas bancarias, interactuar en programas y concursos, conversar e intercambiar opiniones en tiempo real con otros televidentes...

Asimismo, la fotografía y la grabación digital de vídeo son actividades que se prestan a un interesante conjunto de servicios, como puede ser su edición y/o impresión remota, su presentación en pantallas del propio hogar o en otras viviendas, la creación y gestión de álbumes y bibliotecas virtuales de medios en línea...

⁵⁴Una descripción completa de las redes internas del hogar y las pasarelas residenciales se incluye en el capítulo precedente, "Segundo nivel: Interconexión de sistemas".

⁵⁵Véase el apartado "Aparatos electrónicos inteligentes" del quinto capítulo, "Primer nivel. Dispositivos aislados".

La televisión: ¿ocio o trabajo?

Imaginemos la común situación en la cual, tras una jornada laboral extenuante, llegáramos a nuestra vivienda deseosos de disfrutar de unos momentos de ocio. Una opción muy plausible sería conectar el televisor y ver el programa de turno. ¿Qué pensaríamos si este patrón de comportamiento, por otro lado más que frecuente, no constituyera únicamente un tiempo de disfrute sino que fuera en realidad una modalidad subrepticia de trabajo no remunerado? En este sentido apuntan las reflexiones del filósofo y matemático Javier Echeverría.

Afirma Echeverría en su ensayo *Cosmopolitas Domésticos* que siempre se ha trabajado en las casas, a pesar de que la introducción de tecnología en éstas haya reducido el tiempo preciso para llevarlo a cabo. La mayor parte de este trabajo doméstico no ha sido ni es retribuido en forma monetaria. Es por ello que las casas constituyen un paradigma de la economía sumergida. La televisión es con alta probabilidad el mejor ejemplo de este fenómeno.

El consumo masivo de productos televisivos, convertido en actividad productiva, es una modalidad de trabajo a distancia no remunerado. En efecto: el tiempo de los televidentes es una mercancía que los medios de comunicación venden a las empresas publicitarias. Echeverría otorga a esta mercancía especial el nombre de telesegundo. La teleconexión de masas genera un valor añadido, el telesegundo, cuya manufacturación y gestión no dependen de los telespectadores. El telesegundo no se retribuye en términos monetarios sino en especie: se intercambia el tiempo de los televidentes por información, películas, documentales...

Para lograr que la televisión deje de ser una actividad productiva no remunerada, y su uso se convierta en ocio real, es precisa su democratización. Entiende Echeverría que esta democratización pasa por abandonar el esquema televisivo clásico vertical, jerárquico y unidireccional (lo que se ve en las pantallas es algo que viene dado por el exterior, producido por las empresas publicitarias y de contenidos para su consumo doméstico, sin diálogo entre éstas y los televidentes pasivos), por otro esquema más plano, interactivo y multidireccional, en el cual el usuario de la nueva televisión se convierta en protagonista activo de su tiempo de ocio.

Basado en Echeverría (1995), capítulos 6 y 11.

4.2 Audio

Las oportunidades de personalización e interactividad que venimos describiendo para los servicios de vídeo son igualmente válidas en este campo. La digitalización y las redes globales de datos han supuesto una verdadera revolución para la

distribución convencional de música: ya no es necesario desplazarse a una tienda física para adquirir un disco de determinado artista, ni siquiera es preciso comprar un álbum completo: se pueden descargar canciones individuales y reproducirlas luego con total flexibilidad. De forma similar, los servicios de radio digitales permiten sintonizar centenares de miles de emisoras con una calidad de sonido óptima desde cualquier punto del mundo. La importancia social de la nueva radio tanto para el ocio (música, programas de humor) como para la configuración de opiniones (por medio de programas de debate, tertulias, noticias...) se acrecienta cada día que pasa, configurando un importante vector en la globalización de ideas y contenidos.

4.3 Juegos

Las redes de datos con conectividad externa de banda ancha a través de la pasarela residencial permiten nuevas formas de videojuegos en red, con usuarios múltiples que bien podrían estar repartidos por el interior de la misma casa, en el vecindario más próximo, o en la otra punta del mundo. Los servicios de alquiler de juegos en línea o las plataformas virtuales multijugador, con sus comunidades y foros asociados, son nuevas formas de ocio que van cobrando una gran relevancia, especialmente entre los segmentos jóvenes de la sociedad.

4.4 Teleeducación⁵⁶

Los hogares son escenarios de aprendizaje permanente. La enseñanza corresponde en primer término a la familia, e inicialmente se desarrolla en el ámbito doméstico. Pese a lo que podría pensarse, no hay motivo para que este proceso finalice cuando los niños salen del hogar para acudir por vez primera a la escuela; el aprendizaje puede continuar allí de forma indefinida con la intercesión de sistemas de educación a distancia. Entremos en detalles.

Para cada nivel educativo la teleeducación debe adoptar una modalidad específica para ser óptima. En efecto, para la enseñanza primaria la característica presencial es del todo necesaria, jugando la educación a distancia un papel limitado. Sin

⁵⁶Con el prefijo 'tele' se pretende enfatizar la característica definitoria de este tipo de educación, a saber, que se produce a distancia. No obstante, la terminología anglosajona de enseñanza electrónica o *e-learning* cuenta hoy con una difusión mayor. Lo mismo ocurre con otros servicios que tendremos oportunidad de analizar en este capítulo, como el *e-commerce* o comercio electrónico, en lugar del telecomercio, o la administración electrónica, en vez de teleadministración. El teletrabajo, que claramente se ha impuesto a su homólogo electrónico, es una excepción.

embargo, la teleeducación sí cuenta con mecanismos complementarios especialmente útiles para pequeños y jóvenes, como son el acceso a una gran biblioteca universal a través de la Red o la posibilidad de enriquecer, reforzar y personalizar la enseñanza presencial con juegos, pequeños experimentos interactivos y prácticas en línea.

La formación profesional, pero también y muy especialmente la universitaria, ha de adoptar algún esquema mixto de enseñanza presencial y a distancia para satisfacer las demandas de nuestro tiempo. Hoy en día pocos profesores pueden presumir de ser capaces individualmente de impartir el mejor curso sobre algo; más bien habría que pensar en grupos o equipos multidisciplinares de docentes y demás profesionales que prepararan cursos de gran calidad, cuyo contenido se colgara en la Red⁵⁷. El alumno descargaría estos contenidos desde su casa, para proceder a su estudio, e iría a la universidad para discutir, preguntar y reflexionar sobre ello con la ayuda del profesor y en presencia de otros alumnos. En esencia, éste es el reto al que se enfrenta la educación superior, si bien el principal escollo no es de índole tecnológica, que técnicamente está sobradamente madura para que el salto se produzca, sino que se sitúa en la misma mentalidad de profesores y alumnos, poco dispuestos por término medio a aceptar los cambios que este proceso lleva consigo.

Aunque en la universidad puede persistir de forma transitoria una cierta resistencia al cambio, lo cierto es que la creciente complejidad de la vida laboral imprime requisitos profesionales en constante evolución. Aquí, ineludiblemente, la constante es el cambio, y en este sentido la teleenseñanza puede facilitar enormemente que el trabajador se recicle desde su casa y en los tiempos de que disponga.

5. Confort y ahorro energético

Nos referimos aquí a aquellas aplicaciones y servicios que permiten mejorar la calidad de vida de los usuarios al aportar soluciones que facilitan la realización de tareas domésticas rutinarias, que suponen una comodidad añadida y que simultáneamente optimizan el consumo energético. Como en ocasiones anteriormente descritas, es posible acceder de forma remota a la vivienda a través de

⁵⁷Desde la perspectiva de estos profesores y demás profesionales, la teleeducación despliega una faceta distinta, activa, al brindarles la posibilidad de preparar estos contenidos y responder a preguntas de sus alumnos también desde sus propias viviendas. Esta actividad podría llevarse a cabo de forma voluntaria e incluso no remunerada, a través de un *blog* educativo o una página Web personal, si bien lo habitual sería que se convirtiera en una modalidad de trabajo a distancia por cuenta ajena, en cuyo caso la enmarcaríamos dentro del teletrabajo, actividad que analizaremos más adelante en este mismo capítulo.

dispositivos móviles, teléfonos convencionales, PCs conectados a Internet... para monitorizar su estado o realizar cambios en el mismo: encender la calefacción, comprobar la temperatura de las distintas estancias, iniciar el riego de las plantas... Dedicaremos las siguientes líneas a describir algunas aplicaciones en la materia.

· *Iluminación*

En una vivienda domótica el usuario puede decidir qué luz o grupo de luces controla cada interruptor, pudiendo cambiar esta decisión cuando lo desee. Igualmente, es posible regular la intensidad de dichas luces, generando distintos ambientes según sus deseos (ver la televisión, leer, dormir...). También se puede alertar al usuario sobre la existencia de bombillas o circuitos averiados. O hacer uso de detectores de presencia para apagar automáticamente las luces de aquellas estancias en las que no haya nadie. Las posibilidades son ciertamente amplias.

· *Climatización*

Según los sistemas instalados, es posible diferenciar zonas de la vivienda con regulación independiente de temperatura. De esta manera se puede optimizar el consumo de aire acondicionado o calefacción. En este mismo campo situaremos el control de ventanas, toldos y persianas motorizadas, sobre las que se actúa en función de las condiciones climatológicas, la hora del día y los deseos concretos del usuario.

· *Lectura remota de contadores*

Este servicio permite tanto a técnicos de las empresas de luz, gas o agua, como a los propios usuarios, comprobar la lectura de los respectivos contadores. La lectura remota es especialmente útil en hogares en los que los contadores se sitúan en el interior de la vivienda y no en dependencias de la comunidad de vecinos, en tanto que no hace preciso que el contratante esté presente en la casa para acreditar el consumo realizado.

· *Portero automático integrado*

La señal de audio (y de vídeo, si la hubiera) del portero automático se integra con el teléfono y la televisión, de forma que sea posible usar ambos aparatos para atender a una llamada del portero automático. De este modo el usuario no tendrá que desplazarse hasta la consola del portero automático para entablar una conversación con el que llama o para abrirle la puerta. Esta aplicación puede sofisticarse de modo que la llamada del portero se desvíe automáticamente a un teléfono móvil en caso de que la vivienda esté vacía, como complemento al sistema de simulación de presencia ya descrito en la sección de seguridad.

· *Escenas*

La aplicación para generar escenas nos permite crear una secuencia de acciones que queremos se ejecuten con una sola orden. Una vez creadas, las distintas escenas serán rápidamente accesibles desde el sistema de control centralizado. También podremos asociar escenas a un pulsador de la vivienda, o definir escenas que automáticamente se disparen al detectarse un determinado evento en la vivienda. Un ejemplo práctico de escena sería aquella que, con una simple orden del usuario cuando éste salga de vacaciones, cierre todas las persianas, luces, llaves de paso del gas y del agua, y active los sistemas de seguridad de la vivienda.

· *Control de consumos y eficiencia energética*

Los sistemas domóticos admiten aplicaciones de control de consumo energético que permiten, por ejemplo, la programación de encendido del lavavajillas durante la noche para ahorrar en la factura eléctrica, o la desconexión momentánea de la lavadora al encender el horno para evitar picos de consumo. Asimismo, el sistema de control puede optimizar el gasto energético en calefacción, aire acondicionado o iluminación según las medidas proporcionadas por los sensores diseminados por la vivienda⁵⁸.

6. Gestión y actividades económicas

En alguna ocasión hemos analizado la vivienda domótica como la casa-red, la casa conectada o la telecasa⁵⁹. Esta terminología refleja cómo las viviendas a las que nos referimos se han convertido en nodos de una red de comunicaciones de alcance global, de la Red Universal Digital, según criterio del profesor Sáez Vacas (véase capítulo 9). Gracias a la conexión de estos hogares entre sí y con otras redes externas, aplicaciones más eficientes y servicios innovadores han visto la luz. En esta sección estudiaremos ejemplos de ello caracterizados por una importante componente de comunicaciones.

⁵⁸Si bien es cierto que el mayor ahorro energético real se consigue con mejores materiales de aislamiento o la correcta orientación de la casa, ambas medidas ajenas al campo de nuestro estudio.

⁵⁹Remitimos al lector a los dos primeros capítulos del presente estudio.

Los operadores de telecomunicaciones⁶⁰ tradicionales se enfrentan al reto de agregar valor a sus servicios clásicos con el fin de aprovechar el potencial de estas nuevas viviendas. El servicio telefónico básico se ha visto superado tanto por la versatilidad y bajo coste de la telefonía IP como por las mayores prestaciones y flexibilidad de la videoconferencia. Las posibilidades de comunicación en el hogar han crecido a un ritmo vertiginoso: llamadas de voz, mensajes cortos SMS o instantáneos, correo electrónico, faxes... son la materia prima para un servicio de mensajería unificada cada vez más necesario. Este servicio debe ser capaz de manejar conjuntamente todas las fuentes de mensajes, unificando su gestión y transfiriendo cada comunicación al terminal más adecuado para que lo reciba el usuario, según la actividad que éste realice. Asimismo, es preciso contar con mecanismos de sincronización entre los distintos dispositivos para que el usuario disponga siempre de la información actualizada y unificada, tanto de contactos como de mensajes previos. La finalidad es consolidar y simplificar, siempre desde la perspectiva del usuario, las comunicaciones en el hogar. Gracias a estos avances son posibles los teleservicios siguientes.

6.1 Telefinanzas

La banca, desde finales de los años 70 del pasado siglo, fue uno de los sectores que primero y mejor supo aprovechar las oportunidades que brindaba la por entonces aún incipiente tecnología telemática. Se daba así el primer paso para acercar las finanzas, actividad que históricamente se había desarrollado fuera de los ámbitos domésticos, a los hogares.

Una importante faceta de la vida de cada individuo son las transacciones que éste realiza, transacciones de naturaleza económica que acaban por traducirse en dinero. La infotecnología ofrece amplias facilidades en el tratamiento y gestión de estas transacciones, facilidades de las que pueden beneficiarse tanto usuarios como intermediarios financieros. Desde el hogar, sin intermediar desplazamientos y a un coste reducido, es posible consultar el estado de una cuenta corriente, realizar transferencias, domiciliar el pago de un recibo, informarse de las cotizaciones bursátiles en tiempo real, adquirir o vender activos financieros negociados en cualquier lugar del mundo... Los servicios de telefinanzas van siendo ya una realidad -a unos costes que en España aún no han alcanzado un nivel razonable-, que permite a los usuarios llevar un seguimiento más fácil e intuitivo de su vida económica. Sin embargo, la sencillez en el manejo del *software* y la seguridad en

⁶⁰La creciente capacidad del usuario doméstico para acceder e intercambiar información introduce interesantes oportunidades de negocio para los operadores de telecomunicación, entre otros muchos, como comprobaremos en el tercer bloque de capítulos de este estudio, "Apuntes sobre el mercado y la industria".

las operaciones implicadas son materias que aún precisan de esfuerzos perfeccionadores adicionales; de ahí que estos servicios susciten cierta desconfianza entre un amplio grupo de usuarios potenciales, que, básicamente por estos motivos, recurren todavía en exclusiva a las sucursales físicas.

El teledinero

Desde su aparición como medio de cambio económico, el dinero ha mudado muy pocas veces de formato. La progresiva sustitución de los billetes de papel de curso legal por el teledinero, de soporte puramente electrónico, refleja una profunda transformación social.

El teledinero, al igual que el dinero convencional, permite comprar y operar con bienes y servicios. No obstante, el teledinero permite recurrir a nuestros ahorros (presentes y futuros) en cualquier momento y lugar. Los bienes económicos se deslocalizan al tiempo que la llave que abre nuestra caja fuerte particular se convierte en una clave mental. De este modo, los Estados comienzan a perder el monopolio en el control de los flujos monetarios, al aparecer organismos multinacionales que canalizan la circulación del teledinero.

Las personas se clasifican según su potencial económico, sin atender a su filiación o aspecto físico. De acuerdo con ello, se les otorga una cantidad de teledinero límite con el que poder operar. Tanto personas físicas como jurídicas pueden emplear el teledinero. La seguridad en su uso reside en un sistema telemático con claves públicas y privadas, encaminado a garantizar el secreto de las transacciones, verificar la identidad de las partes que interaccionan, corroborar la integridad en el contenido de los mensajes y conservar un registro de las operaciones realizadas. Todo ello se produce a distancia y de forma instantánea.

Además de las posibles y delicadas brechas en la seguridad del teledinero, su empleo acarrea un peligro adicional que no existía en las operaciones tradicionales con billetes de papel. El historial de las transacciones con teledinero constituye una exhaustiva biografía de la vida doméstica, que puede convertirse en una amenaza a la privacidad y la intimidad en caso de mal uso.

Adaptado de Echeverría (1995), capítulo 5.

6.2 Teleadministración

Los Estados, a través de sus respectivas Administraciones Públicas, mantienen de forma ineludible un conjunto de relaciones con la ciudadanía: cobro de impuestos, prestación de servicios como la defensa nacional o la justicia, expedición de documentos... Muchos son los ciudadanos cuya opinión acerca de aquellas gestiones cotidianas en las que, de algún modo, intervienen los entes públicos, no es especialmente favorable, por expresarlo en términos lo más suaves posibles. Los denostados pero obligatorios desplazamientos, los horarios de atención al público poco flexibles o la sufrida peregrinación por diversos edificios y ventanillas del ciudadano (y contribuyente) en busca del enésimo formulario preciso para determinada operación son algunas muestras de la rigidez burocrática con la que demasiadas veces la Administración nos obsequia. La gestión ciudadana electrónica y a distancia, teleadministración o e-gobierno, ofrece en este sentido varias soluciones que mejoran la calidad y eficacia de los servicios públicos, tanto para los propios funcionarios como para sus usuarios finales y destinatarios, los ciudadanos.

Con la intermediación de la infotecnología, el ciudadano puede acceder cómodamente desde su hogar a contenidos e información suministrada por cualquier departamento de la Administración, llevar a cabo trámites electrónicos que abarcan desde una simple revisión de formularios hasta la tramitación completa y seguimiento de expedientes de procesos administrativos⁶¹, recibir una atención personalizada, ágil y oportuna ante cualquier consulta, proceder al voto electrónico... No es preciso, por obvio, explicar cómo estos nuevos procedimientos suponen una notable reducción de costes y un incremento en la eficiencia y la calidad con respecto a los procedimientos convencionales.

6.3 Telecomercio

Si bien no es una parcela exclusiva de los hogares, la compraventa electrónica y a distancia de todo tipo de bienes se ve claramente favorecida por el despliegue de redes de comunicación que toda vivienda domótica requiere, motivo por el que hacemos breve mención de estos servicios. El cliente tiene acceso a una infinidad de tiendas en las que comprar, sin importar su localización física. No son precisos los desplazamientos, es posible comparar entre un número mucho más elevado de opciones de compra, los productos pueden ofrecerse a un precio menor en tanto

⁶¹Estos servicios son muy valorados por los ciudadanos, que cada vez los usan más frecuentemente. Es el caso del IRPF en España: en la campaña Renta 2004 se presentaron casi tres millones de declaraciones de renta por Internet, una de cada cinco, lo que además supone un incremento del 28% respecto al año anterior (Fuente: Agencia Tributaria Española, <http://www.aeat.es/>).

que se reducen costes de transacción... La lista de ventajas frente al comercio tradicional es grande, razón por la cual la desconfianza inicial de los consumidores poco a poco irá diluyéndose, como ya ha ocurrido en ciertas áreas como la venta de billetes de avión o de libros, muy especialmente en Estados Unidos⁶² (y con unos años de retraso en Europa).

6.4 Teletrabajo

El término teletrabajo fue acuñado a principios de los años setenta por el ingeniero estadounidense Jack Nilles, en referencia a las nuevas formas de trabajar que la infotecnología había hecho posibles. Es un concepto más amplio que el recogido en el término inglés *telecommuting*, que únicamente incluye la idea de eliminar el desplazamiento cotidiano entre el domicilio y el centro de trabajo.

El impacto de la infotecnología sobre la naturaleza del trabajo va mucho más allá de la idea de trabajar desde casa: las empresas se convierten en organizaciones reticulares y distribuidas, en las que conceptos como la jornada laboral o el lugar de trabajo pierden importancia al diluirse en el borroso recinto de la *hoffice*⁶³. Es este escenario en el cual las relaciones entre los empleados y los empleadores experimentan transformaciones notables.

La idea del teletrabajo ha superado el cuarto de siglo de historia, un intervalo de tiempo suficiente para toparse con más dificultades que las previstas inicialmente. En ocasiones su despliegue "se ha abordado con ingenuidad, en otras muchas con un enfoque maximalista, de todo o nada, olvidando que la vida actual, si algo es, es flexible y compleja"⁶⁴. Para comprender el relativo éxito presente, pero también

⁶²Ilustremos este hecho con algunas estadísticas. En las Navidades de 2003 Amazon llegó a recibir dos millones de pedidos en un solo día. Un año después, los estadounidenses reservaron en línea viajes por valor de 53.000 millones de dólares, un 45% del total del mercado en ese país. La compañía de subastas en línea e-Bay, que en 2005 cumplió diez años, cuenta con más de 150 millones de usuarios registrados, con un volumen de operaciones estimado para 2005 en 40.000 millones de dólares, el equivalente al Producto Interior Bruto de Kuwait (Fuentes: The Economist, Fondo Monetario Internacional).

⁶³Contracción de los términos ingleses *home* y *office*: la oficina en casa o la casa-oficina. Con este término se hace énfasis en la superposición de las antaño separadas físicamente casa y oficina, que convergen en la *hoffice* en un espacio híbrido y deslocalizado característico de los ambientes inteligentes, de los que ya hemos hablado en el presente estudio.

⁶⁴Lorente S. (2004), pág. 116.

Los orígenes del teletrabajo

El propio Jack Nilles recuerda en su página web (<http://www.jala.com>) a los pioneros en la práctica del teletrabajo, cuando esta fórmula aún no había sido objeto de estudio y modelado teórico. Se remonta a 1963; uno de los programadores que tomaban parte en el proyecto Arpanet se veía obligado a dejar su trabajo para atender a su esposa, que vivía un embarazo difícil. Le propusieron instalar una línea telefónica en casa y dejarle programar desde allí, enviando su tarea a través de un teletipo. La historia, relata Nilles, tuvo un final feliz: "el niño y el proyecto vieron la luz en la fecha prevista".

La idea de teletrabajo, inicialmente concebida sólo en su faceta de *telecommuting*, se le ocurrió a Nilles "por mero azar". Así lo explica él mismo en una reciente entrevista concedida al periodista portugués Jorge Nascimento Rodrigues, que tuvo lugar en el California Yatch Club de Los Ángeles: "Cuando era investigador en Aerospace Corporation, en el sur de California, diseñando naves espaciales para el Departamento de Defensa y para la Nasa, me enviaron al terreno a averiguar cómo podríamos diversificar nuestra actividad para el sector civil. Estábamos en 1971. En una ocasión, fui a Santa Bárbara a hablar con uno de los hombres de planificación regional, quien me arrojó a la cara: 'Si ustedes consiguen poner un hombre en la Luna, ¿por qué no ayudan a resolver este maldito problema del tráfico? ¿Por qué no encuentran una forma de que la gente se quede en casa a trabajar, en lugar de meterse en esos embotellamientos para llegar al empleo?'. Yo había ido en coche con Laila, mi mujer, y los padres de ella; y cuando regresé al coche les dije eufórico: 'No van a creerlo. Este tipo me dio una idea fenomenal. ¡Es tan simple y revolucionaria que no puedo creerlo!'. Y comenzó a germinar en mi cabeza la frase de 'traer el trabajo hacia uno, por lo menos algunas veces, en lugar de obligarse a ir siempre al encuentro del empleo'.

Adaptado de Doral A. (2004), págs. 2-3

la indudable relevancia que en un futuro próximo alcanzará el teletrabajo, resumimos en la tabla 6⁶⁵ sus principales ventajas e inconvenientes desde tres perspectivas distintas: las correspondientes a las empresas, a los trabajadores, y a la sociedad en su conjunto.

⁶⁵Esta tabla se ha confeccionado fusionando las principales conclusiones recogidas por Ortiz-Chaparro F. (1995), pág.130 y Telefónica (2004), págs. 9-20.

	Ventajas	Inconvenientes
<u>Empresas</u>	<p>Ahorro de costes fijos en espacio e instalaciones.</p> <p>Reducción de los salarios, las cargas sociales y el absentismo laboral.</p> <p>Incremento en la productividad.</p> <p>Control mejorado sobre el rendimiento del trabajador mediante sistemas de dirección y supervisión por objetivos.</p> <p>Flexibilidad en la contratación del personal.</p>	<p>Necesidad de la infraestructura y el soporte tecnológico adecuados.</p> <p>Mayores costes de equipos.</p> <p>Seguridad de la información.</p> <p>Pérdida del control presencial directo sobre el trabajador.</p> <p>Necesidad de cambios organizativos y culturales en la empresa.</p> <p>Pérdida de cohesión e identidad empresariales.</p> <p>Dificultades en el trabajo en equipo.</p> <p>Falta de políticas y legislación específicas.</p>
<u>Teletrabajador</u>	<p>Flexibilidad en el horario y la localización.</p> <p>Mayor autonomía, permitiendo incluso el autoempleo.</p> <p>Ahorro de costes: ropa, comidas, transporte...</p> <p>Reducción del tiempo perdido en desplazamientos.</p> <p>Inserción laboral de los disminuidos físicos y las personas con responsabilidades domésticas.</p> <p>Mejora en la calidad de vida.</p> <p>Elección personal del entorno de trabajo.</p>	<p>Reducción de las interacciones sociales.</p> <p>Protección de los derechos laborales más compleja.</p> <p>Indefensión ante riesgos no cubiertos.</p> <p>Prolongación e intensificación de la jornada laboral.</p> <p>Fórmula encubierta de una posterior reducción de plantilla.</p> <p>Conflictos entre vida privada y vida laboral.</p> <p>Desorientación inicial en la gestión y falta de apoyos personales y materiales.</p> <p>Aislamiento social profesional y desvinculación de la empresa.</p> <p>Autodisciplina y organización.</p>
<u>Sociedad</u>	<p>Ahorro en infraestructuras, energía y tiempo.</p> <p>Mejora en la distribución de la población: desarrollo local y regional.</p> <p>Disminución del tráfico y la contaminación atmosférica.</p> <p>Menor necesidad de transportes públicos.</p> <p>Potenciación de las redes de comunicaciones y de las tecnologías innovadoras.</p> <p>Incorporación laboral de discapacitados.</p>	<p>Cambios en la legislación laboral y fiscal.</p> <p>Obsolescencia de las grandes instalaciones en el centro de las ciudades.</p> <p>Desplazamiento del trabajo a países con salarios y protección laboral menores.</p>

Tabla 6. Ventajas e inconvenientes del teletrabajo

7. Resumen

En este primer capítulo dedicado al tercer nivel de complejidad, hemos analizado las aplicaciones y servicios que la Domótica ofrece a sus usuarios.

Entendemos por aplicación el empleo de sistemas técnicos que implementen ciertas funciones con el fin de satisfacer una determinada necesidad del usuario final. Cualquier aplicación es susceptible de ser ofrecida como un servicio: basta con un actor especializado que permita el acceso al mismo, proporcione su mantenimiento o se encargue de su gestión técnica.

Las aplicaciones y servicios domóticos pueden agruparse en cuatro áreas de naturaleza sociotécnica, a saber: seguridad; cultura, ocio y entretenimiento; confort y ahorro energético; y, por último, gestión y actividades económicas.

En el apartado de seguridad se contemplan las soluciones en materia de seguridad de los bienes y de las personas: hablamos de aplicaciones de videovigilancia, de gestión técnica de la vivienda o de asistencia personal remota.

En segundo lugar, los servicios de ocio personal y a la carta, en sus modalidades combinables de imagen, sonido y videojuegos, son un ejemplo de las innovadoras posibilidades de entretenimiento que brinda la Domótica. La difusión cultural y la teleenseñanza encuentran también aquí interesantes oportunidades.

Las aplicaciones de confort y ahorro energético tienen por objetivo mejorar la calidad de vida de sus usuarios, en tanto que proporcionan soluciones que facilitan la realización de actividades domésticas rutinarias y suponen una comodidad añadida, todo ello optimizando el consumo de energía. Nos referimos en este caso a los sistemas de climatización, lectura remota de contadores, programación de escenas...

Para finalizar, estudiamos las características de ciertos servicios domóticos que cuentan con una importante componente de comunicaciones a distancia. En concreto, hablamos de la mejora de los servicios clásicos de telecomunicaciones (videoconferencia múltiple, telefonía IP, mensajería unificada) que han allanado el camino para las más novedosas telefinanzas, la teleadministración, el telecomercio o el teletrabajo.

8. Comentarios bibliográficos

La sección "Aplicaciones y servicios domóticos" resume los principales conceptos recogidos en:

- García-Pedraja, F. (2004): *Implementación de servicios*, Máster en Domótica, UPM, págs. 4-13.

Los apartados restantes, "Seguridad", "Ocio y entretenimiento", "Confort y ahorro energético" y "Gestión y actividades económicas" se apoyan en:

- Doral A. (2004): *El Teletrabajo moderno*, Pearson Educación, Madrid, págs. 1-33 y 171-175.
- Echeverría J. (1995): *Cosmopolitas domésticos*, Editorial Anagrama, Barcelona, capítulos 5, 6 y 11.
- Huidobro Moya J.M., Millán Tejedor R. (2004): *Domótica. Edificios inteligentes*, Creaciones Copyright, Madrid. Capítulo 8, págs. 282-298.
- Lorente, S. (2004): *Domótica integral. Análisis del entorno*, Máster en Domótica, UPM, págs. 102-119.
- Ortiz F. (1995): *El Teletrabajo*, Mc-Graw-Hill, Madrid, pág. 130.
- Telefónica (2003): *Libro Blanco del Hogar Digital y las Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones*, División de Servicios de Documentación de Telefónica I+D. Capítulo 2, págs. 15-26.
- Telefónica (2004): *Trabajar y vivir la red*, Jornadas sobre el Teletrabajo, Telefónica I+D, Madrid, págs. 9-20.

Capítulo 8: Tercer nivel (II). Factores humanizantes

1. Introducción

Conocemos ya la variada oferta de aplicaciones y servicios que la Domótica pone a nuestra disposición. Somos también conscientes de la elevada complejidad de los sistemas técnicos subyacentes que los hacen posibles. Como vimos en el capítulo precedente, que iniciaba nuestro recorrido guiados por la óptica del tercer nivel de complejidad, disfrutar de contenidos multimedia interactivos a la carta, administrar nuestro patrimonio financiero desde el sofá del salón o trabajar a distancia con plena flexibilidad horaria son algunos ejemplos de ello.

No obstante, el análisis de los sistemas domóticos está aún incompleto: restan por estudiar las implicaciones derivadas del encuentro (en gran parte, desencuentro) de la tecnología domótica y de sus usuarios, de los sistemas técnicos domóticos y los sistemas sociales. En efecto, para poder divertirnos con el sistema de ocio multimedia antes citado, resulta preciso contar con una interfaz de usuario que sea capaz de traducir nuestros deseos concretos de entretenimiento en los contenidos adecuados; para realizar operaciones financieras en línea, un requisito insoslayable es disponer de los mecanismos de seguridad convenientes para verificar la identidad de las partes y garantizar la integridad de la transacción; para que el trabajo a distancia sea una actividad socialmente aceptable, no podemos evitar enfrentarnos a los retos en materia de privacidad e intimidad domésticas que supone trabajar desde casa. De este modo, emerge un conjunto de interrelaciones humano-tecnología que son la fuente de la complejidad sociotécnica de la Domótica.

En el presente capítulo nos ocupamos de examinar las interfaces de usuario de los sistemas domóticos, es decir, estudiamos el nexo que comunica a las personas con los equipos tecnológicos domésticos. Seguidamente, indagamos en el concepto de privacidad, exponemos los motivos que aconsejan su protección e investigamos el impacto que tienen sobre ella estos sistemas domóticos. Por último, ilustramos la importancia creciente que la seguridad juega en un hogar conectado, convertido en nodo de una red de alcance planetario.

Tecnología antropocéntrica

"Pese a los progresos logrados en mejorar la convivencialidad de la infotecnología, por el momento su potencia y complejidad superan con mucho a nuestra capacidad, hablando en términos estadísticos, e incluso descontando el hecho de que a los niños y a los jóvenes les resulte relativamente fácil su manejo (...) Los humanos somos seres analógicos atrapados en un mundo digital. Somos entidades biológicas, adaptativas, flexibles, tolerantes a los fallos, sensibles, aproximativas, que sin embargo estamos construyendo nuestro entorno y el conjunto de actividades básicamente a la medida de máquinas rígidas, inflexibles, precisas, exigentes, intolerantes.

La solución óptima para resolver -atenuar, más bien- este grave problema pasa por conseguir que las máquinas se humanicen, es decir, que se comuniquen con el ser humano en su lengua natural y acoplándose a sus sentidos, y a lo que necesite cuando el humano tenga alguna discapacidad (...) Estos objetivos tienen un nombre: diseño antropocéntrico de la tecnología, cuya meta consiste en reunir y acoplar las mejores propiedades de humanos y máquinas, al servicio de los primeros".

Extraído de Sáez Vacas (2004b), pág. 183.

2. Interfaces

En 1973, el pensador de origen austríaco Iván Illich introduce el neologismo convivencialidad. En el libro del mismo nombre, Illich desarrolla este concepto para aplicarlo a las herramientas que promueven la autonomía de sus usuarios⁶⁶ :

"La herramienta justa (convivencial) responde a tres exigencias: es generadora de eficiencia sin degradar la autonomía personal; no suscita ni amos ni esclavos; expande el radio de acción personal (...) La convivencialidad es la libertad individual, realizada dentro del proceso de producción, en el seno de una sociedad equipada con herramientas eficaces (...) Convivencial es la sociedad en la que el hombre controla la herramienta".

⁶⁶Illich I. (1974): "*La Convivencialidad*", Editorial Barral, Barcelona; según definición recogida en Sáez Vacas F. (1990), págs. 146-147.

En el choque de los sistemas tecnológicos y los sistemas sociales surge la necesidad de la convivencialidad. Sáez Vacas (1990) recoge, desde la perspectiva del tercer nivel de complejidad, la importancia de la convivencialidad, entendida como capacidad de adaptación entre el hombre y la tecnología. Sáez Vacas habla de los procesadores H o *Humanizantes*, que define así⁶⁷:

"Como amortiguadores del choque entre sistema tecnológico y sistema humano, entran en juego lo que denominaremos procesadores H, que son mecanismos tecnológicos que proporcionan información en una línea acorde con los mecanismos fisiológicos y psicológicos del ser humano, englobando todo lo concerniente a interfaces humanas, sistemas de ayuda al usuario, facilidad de aprendizaje (...) y en general todo aquello que facilita (o perjudica, en cuyo caso estaremos hablando de anticonvivencialidad) la interacción hombre-máquina".

En esta sección examinaremos la convivencialidad a través del concepto de interfaz hombre-máquina. Esta interfaz constituye el nexo de unión entre los elementos técnicos (propios de los dos primeros niveles del modelo de complejidad que venimos manejando) y los sistemas sociales, que, unidos, configuran el sistema domótico global, objeto de análisis último del presente estudio.

En general, se entiende por interfaz un conjunto de convenios que permiten el intercambio de información entre dos entidades. Se trata de un concepto abstracto, muy amplio, en el que las entidades pueden ser *hardware* (un procesador y un controlador de periféricos en el campo de la informática, por ejemplo), *software* (la interfaz entre dos programas, siguiendo con el mismo ejemplo) o individuos y sistemas tecnológicos (es el caso del ratón, que permite al usuario dar órdenes a su PC, ejecutando los programas anteriores). Para nuestros propósitos restringiremos el concepto de interfaz al último de los casos, a la interfaz de usuario. La interfaz de usuario asocia dos entidades, la herramienta o sistema técnico, y el usuario de dicho sistema. Por ejemplo, el mando a distancia y los menús en pantalla de un aparato de televisión constituyen una interfaz de usuario. Se introduce así el factor humano en el diseño de la propia tecnología. Veamos ahora cuáles deben ser las características que toda buena interfaz de usuario ha de cumplir.

2.1 Características de una buena interfaz

Retomando el concepto de convivencialidad de Illich, podemos definir una interfaz como aquel dispositivo tecnológico encargado de transformar una herramienta no humana y, por su naturaleza, no convivencial y habitualmente complicada, en una herramienta convivencial.

⁶⁷Sáez Vacas F. (1990), pág. 147.

La convivencialidad de Illich es un concepto muy amplio, con profundas implicaciones políticas y sociológicas⁶⁸. En este estudio nos bastará con analizar en qué medida un sistema domótico contribuye a ayudar al hombre y no a subyugarlo, a través de su uso malintencionado, para controlar su intimidad o consolidar un poder establecido. Acotando aún más el análisis a los límites tecnológicos directos y dejando para apartados siguientes asuntos como la privacidad y la seguridad, la convivencialidad de un sistema domótico para nosotros será equivalente a su grado de facilidad de uso, de fiabilidad e inocuidad.

A través de la interfaz de usuario convertimos un sistema domótico en una herramienta convivencial. En este sentido, para que una interfaz de usuario pueda ser considerada como buena, su diseño debe cumplir cuatro criterios⁶⁹:

- a. Debe ser natural.
- b. Debe ser fácil de aprender.
- c. Debe ser fácil de usar.
- d. Debe ser consistente.

Una interfaz natural es aquélla que se maneja intuitivamente, de forma similar a aquélla a la que el usuario está habituado, y que por ello no provoca en él sentimiento de rechazo. Adicionalmente, una buena interfaz de usuario debe ser fácil de aprender: ha de proporcionar ayuda suficiente para usuarios inexpertos (sin que esta facilidad en el aprendizaje se convierta en un obstáculo para aquellos usuarios más habituados a su manejo). Finalmente, una buena interfaz debe ser consistente. Una interfaz es consistente cuando mantiene un estilo, asistencia y pautas de interacción uniformes, con independencia de la tarea a realizar.

⁶⁸Illich aplica la noción de convivencialidad para analizar la lógica de las herramientas modernas y reflexionar sobre el concepto de la virtud. En estos términos estudia el posible colapso de la sociedad contemporánea, al sostener que dicho colapso podría producirse como consecuencia de la insostenibilidad e inmoralidad del modelo actual de crecimiento industrial.

⁶⁹Según Hammer et al (1983) "*What makes a good user interface?*" *AFIPS Office Automation Conference Digest*; recogido en Sáez Vacas F. (1990), págs. 187-189.

Utilidad y usabilidad

Además del enfoque convivencial propuesto por Illich para el estudio de las herramientas y las interfaces, es frecuente su análisis desde otras ópticas, como son las que hacen uso de los conceptos de utilidad o usabilidad.

En estos términos la utilidad se examina desde tres perspectivas complementarias: funcional, social y estética. La utilidad funcional recoge las posibilidades de uso que brinda una herramienta, su funcionalidad. Hablamos, por ejemplo, de poder encender un aparato con un mando de control remoto. La utilidad social refleja el valor social que dicha herramienta brinda a su propietario, como estatus o símbolo de pertenencia a un grupo. Nos referimos a una cara y sofisticada PDA en manos de un nuevo rico que quiere exhibir su condición. Finalmente, la utilidad estética es aquella que brinda el diseño del objeto en lo referente a su forma, material, color..

Similar a la utilidad, pero con un significado más restringido, es el concepto de usabilidad. La usabilidad no es una propiedad observable directamente en una herramienta, sino una propiedad que aparece con su uso. La norma ISO 9241 se refiere a la usabilidad como el grado hasta el cual un producto puede ser utilizado por usuarios específicos con el fin de alcanzar unos objetivos concretos, todo ello con eficacia, rendimiento y satisfacción en un contexto de uso específico. ISO destaca en esta definición que hay que adaptar el producto a su grupo de usuarios, a la situación concreta de uso y a sus objetivos particulares, adaptación que puede tener lugar gracias a la interfaz de usuario⁷⁰.

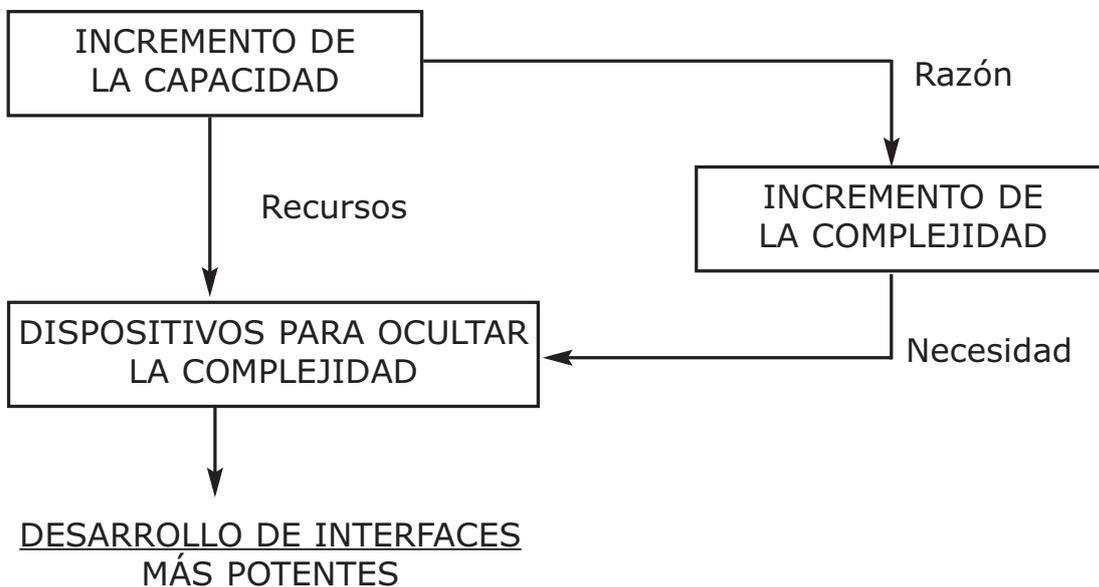
Adaptado de Junstrand et al (2005), págs. 211-212.

2.2 Interfaces de usuario y complejidad

Podemos afirmar que el objetivo técnico de las interfaces de usuario consiste en adaptar la complejidad de los sistemas tecnológicos a las intrínsecamente limitadas capacidades maquinales del ser humano.

⁷⁰Según el artículo de Sáez Vacas "La Era de la Usabilidad", publicado en PCWEEK en 1996, la relación entre el beneficio y el coste de desarrollar una buena interfaz de usuario puede ser de más de 5.000 a 1. Así, la usabilidad es un factor plenamente aceptado de la calidad del *software* en particular y de la de los sistemas de información, en general, que supera el concepto inglés de *user friendly*, pues incorpora también criterios de rendimiento, tales como efectividad y eficiencia. La usabilidad es el resultado de la convivencialidad de las máquinas, término éste último más amplio aunque no sea hoy de uso común. Véase para más detalles Sáez Vacas (1996).

Las interfaces de usuario y su convivencialidad son elementos clave a la hora de adoptar sistemas complejos. Su diseño correcto contribuye a mejorar la eficiencia global del sistema, reduce el tiempo preciso para que el usuario aprenda a manejarlo e incrementa la efectividad con la que éste llegará a utilizarlo⁷¹. La elaboración de interfaces de usuario cada vez más potentes y convivenciales se puede explicar del modo siguiente: el incremento en la capacidad de los sistemas se traduce en un aumento de su complejidad, complejidad que debe ocultarse a los ojos del usuario para que éste pueda interactuar de forma sencilla con el sistema⁷². De igual modo, este mismo incremento de capacidad aporta los recursos técnicos precisos para diseñar interfaces simultáneamente sofisticadas y sencillas: el superávit de potencia se aprovecha para reducir la complejidad de uso de la tecnología. Este proceso se resume de forma gráfica en la figura 7.



Fuente: Sáez Vacas (1990)

Figura 7. Interfaces de usuario y complejidad

⁷¹El reproductor de música digital *iPod* de Apple o el buscador Google son ejemplos de dos tecnologías complejas con una interfaz de usuario sencilla, que explica buena parte de sus respectivos éxitos. Por otro lado, la adopción de sistemas complejos también es cuestión de tiempo en aprendizaje social: la gran aceptación de los nuevos teléfonos móviles que usan una interfaz gráfica con iconos, barras y menús es deudora de los muchos años de aprendizaje popular que este modelo ha tenido en el ámbito de la informática, básicamente con los ordenadores personales.

⁷²Esta afirmación será ya familiar para el lector, como se puso de relieve en el apartado "La 'desaparición' de la tecnología" del capítulo 4 del presente estudio, "Modelo de Tres Niveles de Complejidad".

Hemos visto hasta ahora cómo las interfaces de usuario contribuyen a mejorar la convivencialidad de los sistemas tecnológicos, al facilitar que los usuarios de dichos sistemas afronten su complejidad intrínseca. No obstante, las propias interfaces vistas desde el lado del usuario como mecanismos reductores de la complejidad, al incorporarse al sistema le aportan a éste su propia complejidad adicional. En definitiva, las interfaces de usuario pueden ser reductoras y generadoras de complejidad al mismo tiempo.

En principio, el aumento de complejidad generado por la integración de estas interfaces en el sistema debería afectar únicamente al diseñador y no a su usuario final. Para el primero, la definición y posterior incorporación en el sistema de interfaces de usuario constituye un nuevo desafío a su trabajo, que se vuelve más complicado. Para el segundo, que ya se enfrenta a la complejidad funcional del sistema, puede suponer un verdadero quebradero de cabeza. En efecto: a medida que aumenta la funcionalidad de la herramienta o sistema, crece con ella la complejidad de su interfaz, de modo que algo que fue creado con el propósito de facilitar el trabajo al humano puede contribuir a incrementar su desconcierto. Imaginemos, por ejemplo, una interfaz, diseñada para la generación de escenas⁷³, que precisara de actuaciones completamente distintas según se quisiera programar las luces o actuar sobre las puertas, persianas y demás elementos del sistema de control. O un sistema de ocio multimedia para cuyo disfrute fuera necesario navegar por menús confusos en los que no se supiera cuál de las múltiples opciones es la deseada. O un sistema de seguridad que, introducido un comando equivocado, impidiera al usuario entrar en su propio domicilio. La lista de ejemplos que llevan a aumentar la complejidad del sistema y la desconfianza por parte del usuario es larga.

Para evitar esta fuente de complejidad espuria, sería muy conveniente que existiera consistencia (en el sentido de uniformidad al que ya nos hemos referido) entre las distintas interfaces con las que tenga que interactuar el usuario, o bien que hubiera una interfaz única y general para operar con el sistema completo. Obviamente, esta interfaz global debería acomodarse a los principios de buen diseño: naturalidad, facilidad de aprendizaje y uso, y muy especialmente consistencia.

2.3 Taxonomía de las interfaces de usuario

En esta sección no pretendemos realizar una taxonomía exhaustiva de todas las interfaces de usuario en materia de infotecnología y hogar digital, tarea por otro lado casi imposible dado el elevado número y la diversidad de los elementos posibles a considerar. Nuestra intención es ofrecer un criterio concreto de clasificación de

⁷³Para una explicación del mecanismo de generación de escenas véase la sección dedicada a "Confort y ahorro energético" del capítulo precedente, Tercer nivel (I): Aplicaciones y servicios.

las interfaces, para luego presentar, con brevedad y de forma genérica, algunos tipos de interfaces ya comunes a día de hoy o especialmente prometedoras para un futuro próximo.

Atendiendo al modo de interacción con el usuario, podemos clasificar las interfaces hombre-máquina como sigue⁷⁴:

- **Descriptivas:** el usuario introduce un comando que interpreta la interfaz.
- **Selectivas:** el usuario selecciona una de las múltiples alternativas que presenta la interfaz.

En este sentido, la tradicional interfaz de usuario gráfica (GUI, por sus siglas en inglés, *Graphical User Interface*) sigue predominantemente un esquema selectivo, mientras que la interacción a través de una pantalla de terminal mediante órdenes o comandos encaja en el modelo descriptivo.

Volviendo a las interfaces de usuario gráficas, tan preponderantes en el momento presente, podemos entenderlas como un sistema formado por un teclado, un dispositivo apuntador (típicamente un ratón) y un conjunto dinámico de ventanas, iconos y menús en una pantalla. Estas interfaces siguen un modelo de interacción ya clásico, el TAC (Teclear, Apuntar, Cliclear), razonablemente intuitivo y fácil de aprender. No obstante, se trata de un esquema agotado, con limitaciones difíciles de superar. La principal de ellas, además de su lentitud y tedio, aparece a la hora de interpretar las opciones que estas interfaces presentan al usuario, para que éste decida la secuencia adecuada de operaciones a realizar a fin de completar una tarea medianamente compleja. En general, estas opciones, inmersas en un océano de cuadros de diálogo, resultan cuanto menos difíciles de comprender a la mayoría de usuarios, tanto más en el caso de mensajes de error.

Mucho tiempo antes de la aparición de los primeros ordenadores, el sueño de multitud de científicos era construir una máquina semejante al hombre, pero con unas capacidades muy superiores a éste, y que le librara de realizar tareas pesadas o repetitivas. Hoy en día la fantasía, por otra parte no tan lejana, pasa por diseñar máquinas que se comuniquen de forma humana, capaces de entendernos cuando hablemos y que nos respondan en nuestra propia lengua. Las interfaces en lengua natural protagonizan una sofisticación creciente, con soluciones operativas de reconocimiento automatizado del habla cada vez más precisas que se extienden al control, mediante instrucciones verbales, de los sistemas de climatización, radio, iluminación y telefonía en el automóvil, a las conversaciones con centros de atención

⁷⁴Clasificación propuesta por Hammer et al (1983): "*What makes a good user interface?*" AFIPS *Office Automation Conference Digest*; recogida en Sáez Vacas F. (1990) págs. 189-190.

al cliente o servicios de información telefónica...Sin embargo, en muchos casos no basta con reconocer las palabras, sino que es precisa su comprensión dentro de un contexto, asunto que conecta con los desarrollos en inteligencia artificial, que por desgracia aún requieren años de investigación para ser realmente eficaces.

Los mecanismos de reconocimiento de la escritura manual, la síntesis de voz, o la conversión de habla en texto son ejemplos de comunicación hombre-máquina en lenguaje natural, que por otro lado adolecen de una limitación aún característica de la infotecnología: su naturaleza bisensorial, que sólo atienden a la vista y el oído. El hombre goza de tres canales de comunicación adicionales, el tacto, el gusto y el olfato, cuyo uso comienza a ser explorado por las interfaces de usuario perceptivas o PUI (del inglés *Perceptual User Interfaces*), en fase de desarrollo⁷⁵. Un paso más allá están las interfaces de usuario solícitas o AUI (*Attentive User Interfaces*), como respuesta al incremento de dispositivos electrónicos que interactúan con los individuos en un entorno inteligente. Los equipos electrónicos tradicionales, diseñados para trabajar independientemente, cuentan con interfaces que monopolizan la atención del usuario. Cuando el número de dispositivos que interactúan con el usuario aumenta, éste es incapaz de prestarles atención simultáneamente, dada la limitada capacidad multitarea del ser humano. De ahí la necesidad de construir interfaces que sean sensibles y respetuosas con el estado de atención de sus usuarios, que no les molesten cuando estén ocupados y sean capaces de anticipar sus necesidades.

2.4 Las interfaces en el hogar

Parece aún lejano el momento en el que la interacción con los equipos electrónicos del hogar pueda llevarse a cabo de forma totalmente intuitiva y natural, sencilla y flexible, como por ejemplo sugiere el modelo previamente expuesto de las AUI. No obstante, sí se han logrado avances valiosos en materia de interfaces domésticas: la etapa de los sistemas independientes, cada uno con sus propias interfaces de usuario, poco o nada consistentes entre sí, va dejando paso a un escenario distinto. Este nuevo escenario se caracteriza por una creciente integración entre los distintos equipos, la posibilidad de controlar estos equipos de forma remota y flexible, pero también por un inevitable aumento de su complejidad. Conseguir que este aumento de complejidad sistémica no se traduzca en interfaces poco intuitivas, de difícil manejo y aprendizaje pesado, continúa siendo el reto convivencial a superar.

Además de los tradicionales pulsadores, interruptores y mandos a distancia, en el hogar comienzan a entrar interfaces más sofisticadas, principalmente de naturaleza gráfica (pero también, tímidamente, sistemas de reconocimiento de voz, o llaves digitales inalámbricas que permiten personalizar el acceso y uso a los distintos

⁷⁵Consúltese *Communications of the ACM* (2000): "*Perceptual User Interfaces*", vol 43, no. 3, marzo de 2000, para más detalles.

equipos domésticos, por citar algunos ejemplos). El PC, dotado de los habituales pantalla, ratón y teclado, se ha convertido en la interfaz por excelencia. Aquí caben posibilidades diversas: desde los *Web Pads* o los *Tablet PC*, ambos ordenadores con pantalla táctil, pasando por los PDA a los mandos a distancia programables multimedia. La televisión convencional, dotada de una pantalla táctil y unos altavoces, se puede incorporar en el frigorífico y servir como interfaz de control del sistema domótico. El teléfono móvil facilita la interacción con el sistema, bien a través de una interfaz gráfica, bien mediante el control por tonos o por reconocimiento de voz (eso sí, en este caso todavía sólo con unos pocos comandos previamente grabados).

Evidentemente existen más interfaces de usuario domésticas; esta descripción no pretende ser exhaustiva, sino tan sólo mostrar algunos ejemplos interesantes. También hay clasificaciones más completas y criterios de diseño más sofisticados. Eso sí, ahora que cerramos este primer apartado, esperamos haber dibujado una panorámica coherente y representativa en relación con los problemas sociotécnicos que las interfaces de usuario plantean, tanto de forma genérica como en el caso concreto del hogar.

3. Privacidad

"Las casas no siempre han sido ámbitos para el descanso, la familia, la privacidad y la intimidad. A lo largo de la Historia han tenido funciones mucho más amplias⁷⁶". Con estas palabras, el filósofo y matemático Javier Echeverría inicia en su ensayo "*Cosmopolitas Domésticos*" un análisis histórico muy particular de la privacidad en los hogares. Para nuestros propósitos más inmediatos, dentro del estudio sociotécnico de la Domótica que desarrollamos en estas páginas, cabría preguntarse: ¿en qué consiste la privacidad? ¿Por qué es deseable proteger la privacidad individual? ¿Qué prácticas pueden invadir nuestra esfera privada? ¿En qué medida el desarrollo de las nuevas tecnologías, particularizado a los ámbitos domésticos, influye sobre la privacidad de las personas? En esta sección pretendemos dar respuesta a los interrogantes anteriores.

3.1. Facetas de un concepto multidimensional

Una sociedad en la que los individuos son libres para decidir qué hacer con sus vidas, siguiendo para ello sus propias creencias e intereses y sin miedo a ser reprimidos por este motivo, es una sociedad en la que puede desarrollarse la necesaria pluralidad de actitudes e ideas que persiguen las democracias modernas.

⁷⁶Echeverría J. (1995) pág. 35.

Existe un amplio consenso, al menos en el mundo occidental y desarrollado, favorable a proteger la privacidad individual, con los límites razonables que puede imponer la propia seguridad⁷⁷. Para Lawrence Lessig, profesor de Derecho de la Universidad de Harvard, la privacidad tiene cuatro facetas que merecen protección, a saber:

- Privacidad, como derecho sobre la información personal. Se trata de conceder a los individuos el control sobre la publicación y distribución de sus propios datos personales. El tratamiento legal de esta información es delicado: según se considere como una forma de propiedad privada o un tipo de propiedad intelectual, las implicaciones son bien distintas. En el primer caso, los individuos serían titulares del derecho a vender toda o parte de esta información, según su voluntad, mientras que en el segundo, el individuo contaría con unos derechos inalienables que impedirían, por ejemplo, la transmisión de los derechos sobre su propio nombre a cualquier otra persona.
- Privacidad, como derecho individual a no ser molestado⁷⁸. Desde la perspectiva de los individuos, la privacidad puede entenderse como el derecho a estar protegido frente a las contrariedades que suponen las comunicaciones no solicitadas, como son las llamadas telefónicas con motivos comerciales o el correo electrónico no deseado.
- Privacidad, como derecho a la intimidad. La intimidad de las personas debe ser protegida frente a intromisiones de terceros o del propio Estado. La violación de esta intimidad en forma de grabaciones no autorizadas, o la recopilación de datos personales recogidos sin consentimiento, son comportamientos que merecen ser combatidos.
- Privacidad, como instrumento legal. En clara relación con el anterior punto, limitar por ley la recopilación de ciertos tipos de información personal constituye una herramienta para impedir que agentes externos se hagan con el control de unos datos que no son de su incumbencia, tanto más en la medida en que estos datos podrían utilizarse con fines poco éticos.

⁷⁷Es el caso, por ejemplo, de un requerimiento judicial que permita la intervención de las comunicaciones de un sospechoso, siempre bajo las garantías legales pertinentes. Analizaremos con más detalle la balanza entre privacidad y seguridad en apartados posteriores de este mismo capítulo.

⁷⁸Ésta es una de las primeras definiciones de privacidad de la Historia. Concretamente, Samuel Warren y Louis Brandeis hablaron por vez primera en 1890 del "derecho a que se nos deje en paz", como recoge Warren S. Brandies L. (1890).

El despliegue de redes telemáticas, la incorporación de las viviendas como nodos de estas redes, y en último término el desarrollo de Ambientes Inteligentes, tienen un importante impacto sobre la privacidad, en proporción al hecho de que estas tecnologías incorporan nuevas capacidades para monitorizar comportamientos individuales, recopilar información estrictamente personal, almacenarla y tratarla de forma automatizada.

La observación intencionada de los hábitos y las acciones protagonizadas por otros individuos, con independencia de los motivos (espionaje, prácticas comerciales, cotilleo...), es una práctica tan antigua como el propio ser humano. Sin embargo, las observaciones llevadas a cabo por procedimientos automatizados introducen una diferencia importante: el foco de interés se puede desplazar de las conductas poco habituales, merecedoras de la atención del curioso, hacia los patrones de comportamiento cotidianos, hacia la rutina diaria. La capacidad de monitorización y vigilancia sobre las conductas individuales con estas tecnologías crece de forma notable, traspasando barreras espaciales y temporales. Veamos cuáles son esas fronteras de la privacidad que la tecnología puede poner en riesgo.

3.2. Fronteras de las esferas privadas

Gary Marx, profesor emérito del MIT, identifica cuatro fronteras⁷⁹ que delimitan un espacio puramente privado. Atravesar alguna de estas fronteras supone invadir la esfera privada de la vida de los individuos. Estas fronteras son:

- **Fronteras naturales:** las paredes o puertas, la ropa, la oscuridad, pero también los sobres de las cartas o el auricular de un teléfono protegen información personal y delimitan espacios privados. Aquello que los individuos pueden ver, oír u oler de forma natural y sin ocultar su presencia se considera público.
- **Fronteras sociales:** nos referimos aquí a las normas y convenciones sociales en relación a expectativas de confidencialidad y en sus distintos grados, según sea la posición del individuo en una red social (es decir, según se trate de los miembros de una familia, de jueces o médicos, de compañeros de trabajo, etc.). La lectura de un fax dirigido a un tercero, pero que está a la vista en una oficina, se considera una práctica invasiva de la privacidad.
- **Fronteras temporales y espaciales:** las personas pueden no estar dispuestas a que todo el mundo tenga acceso completo a su biografía. En efecto, los individuos pueden definir partes de su vida accesibles a distintos grupos de personas, con una delimitación tanto temporal (por ejemplo, un empleado no desea que su

⁷⁹Marx G. (2001) págs. 157-169.

empleador conozca las travesuras de su infancia) y espacial (este mismo empleado no está dispuesto a que su empleador conozca cómo y dónde pasa su tiempo de ocio al salir cada día de la oficina).

- **Fronteras efímeras o transitorias:** se espera convencionalmente de las conversaciones y comportamientos espontáneos su olvido y desaparición. Capturar y preservar estas interacciones, como puede ser el caso de una metedura de pata puntual e insignificante, que no obstante persiguiera a su desafortunado autor eternamente al estar grabada y ser accesible en un momento posterior, constituyen ejemplos de violación de la esfera privada.

La idea que subyace a estas definiciones no es otra que la distinción entre lo público y lo privado, la barrera que delimita dónde termina la esfera privada del individuo y dónde comienza su perfil público. El problema radica en que estas fronteras son difusas, subjetivas y dependientes del contexto, de ahí que sea difícil su generalización. Lo que sí está claro es que la infotecnología en general, y sus aplicaciones de monitorización y vigilancia en particular, contribuyen a facilitar que se traspasen estas fronteras. En nombre de la seguridad personal, corporativa o nacional esta vigilancia podría ser llevada a cabo por individuos (que espíaran a sus vecinos), por empresas (que hicieran un seguimiento pormenorizado de la conducta de los consumidores y crearan perfiles de compra sin su conocimiento) o por los Estados (interviniendo indiscriminadamente las comunicaciones de los ciudadanos). Sin un marco efectivo de protección de datos personales y de garantías de privacidad, los hogares domóticos inmersos en un entorno inteligente de sensores interconectados adquirirían analogías preocupantes con la pesadilla orwelliana del Gran Hermano.

Memex personal y privacidad

Julio de 1945. Tras la más devastadora guerra que ha conocido el mundo, la revista *The Atlantic Monthly* publicaba un artículo titulado *As we may think*. Este artículo llevaba la firma de Vannebar Bush (1890-1974), un polifacético ingeniero y político conocido entonces por haber coordinado el Proyecto Manhattan. Bush abogaba por aunar esfuerzos entre la comunidad científica con el fin de hacer más accesibles sus conocimientos, para lo cual propuso el diseño de un dispositivo innovador al que bautizó como *Memex* (contracción de *memory extender*). Este equipo permitiría a los científicos almacenar y consultar posteriormente todos sus artículos, libros y notas, empleando una combinación de controles electromecánicos y microfilms.

Diciembre de 2002. Gordon Bell, acreditado investigador senior de Microsoft, inicia el proyecto *MyLifeBits* con el fin de hacer realidad el sueño de Vannebar Bush en la forma de un Memex personal, un diario multimedia que almacena digitalmente toda la información generada en la vida de su usuario: conversaciones, películas, cartas, conciertos... Al ritmo actual de progreso tecnológico, Gordon Bell estima que un equipo de estas características podría estar disponible en menos de dos décadas (suponiendo que la compatibilidad de formatos de datos y aplicaciones de búsqueda perdure a lo largo de las sucesivas generaciones de *hardware* y *software*).

El Memex personal propuesto nunca olvida nada: cualquier afirmación hecha por el usuario o por cualquiera de sus interlocutores quedaría registrada en su memoria y podría ser objeto de consulta en cualquier momento posterior. Algo que en un principio puede parecer una ayuda para aquellos individuos propensos a olvidar los pequeños detalles, tiene implicaciones importantes sobre la privacidad (dejando aparte las negativas consecuencias para la salud mental que conllevaría recordarlo todo). En efecto, el uso de este dispositivo supone atravesar fronteras efímeras o transitorias de la esfera privada: una conversación deja de ser privada en el momento en que cabe potencialmente su reproducción ante otros individuos en un futuro indeterminado. Incluso si quedara garantizado que el usuario del *Memex* no fuera a mostrar esta información a terceras personas, el mero hecho de tratar con un individuo con una memoria perfecta (que nunca olvida nada) tendría profundas consecuencias en las relaciones interpersonales.

Basado en Sáez Vacas (2004b) pág. 224 e Institute for Pervasive Computing (2004) págs. 11-12

La democratización del Gran Hermano

¿Es posible un futuro en el que desaparezca la privacidad? En la Edad Media las casas eran lugares públicos inmersos en un trasiego permanente. En su interior, no necesariamente grande, se desarrollaban reuniones de negocios o celebraciones familiares, pero además residían en ellas, descontando a la familia inmediata, empleados, sirvientes, aprendices, amigos y protegidos. La noción de privacidad era algo desconocido. Para el historiador húngaro John Lukacs, "la domesticidad, la intimidad, el confort, el concepto del hogar y de la familia son, literalmente, los grandes logros de la Era Burguesa". ¿Nos dirigimos de nuevo hacia el pasado, hacia una vida sin privacidad?

Muchos escritores llevan tiempo advirtiéndonos de que "el Gran Hermano nos vigila". Es cierto que en las grandes ciudades proliferan las cámaras de circuito cerrado, que el teléfono móvil permite localizar la posición de sus usuarios o que las tarjetas de crédito dejan tras de sí rastros electrónicos. Para el escritor David Brin, según escribe en su libro de 1998 *The Transparent Society*, "ya no se trata de evitar la propagación de sistemas de vigilancia, sino de acostumbrarse a vivir en un mundo en el que existe la posibilidad cierta de que los ciudadanos estén siendo observados".

No obstante, algo nuevo ha ocurrido en los últimos años. Gracias a la popularización de los móviles con cámara integrada, las grabadoras digitales e Internet, la tecnología de vigilancia ha dejado de ser monopolio de los Estados para pasar a manos del público general. Estas cámaras prácticamente ubicuas han despertado temores por su posible uso en prácticas de espionaje industrial, voyeurismo u otras intromisiones en la privacidad. Ya hay países como Arabia Saudí en los que su venta está prohibida. En Corea del Sur el Gobierno ha impuesto a los fabricantes que estos aparatos emitan un sonido al tomar fotografías. Samsung, la compañía pionera en la distribución de estos equipos, ha vetado la entrada a sus instalaciones con un móvil de estas características.

Por otro lado, la democratización de las tecnologías de vigilancia también tiene sus ventajas. Sin ir más lejos, pueden mejorar la transparencia y la obligación de rendir cuentas. Es el caso del ministro de Senegal en 1996, que admitió la existencia de fraude en las elecciones locales sin percatarse de que junto a él había un teléfono móvil con la línea abierta. Las elecciones tuvieron que repetirse. El impacto sobre los profesionales de la información también es notable, en la medida en que todo individuo con un teléfono móvil con cámara se convierte en un fotógrafo potencial situado en el mismo lugar e instante en el que se produce la noticia.

Las consecuencias sociales de la difusión de las tecnologías de vigilancia no están claras. La posibilidad de ser capturado 'in fraganti' en una situación comprometida puede conducir a un comportamiento más educado por parte de los individuos, pero también puede llevar a que éstos supriman sus rasgos típicamente individuales para evitar ser objeto de excesiva atención. La Sociedad de la Vigilancia ya está aquí, pero no de la forma en la que Orwell la había concebido. A cada día que pasa, no es sólo el Gran Hermano quien nos vigila, sino también una multitud creciente de 'hermanos pequeños'.

Adaptado de The Economist (2004c)

3.3. Residencia Virtual

A medida que nuestras vidas, hogares, automóviles y ciudades experimentan una creciente digitalización e interconexión, aumenta la información personal que puede ser recopilada, almacenada y consultada por instituciones, empresas y terceras personas. Esta información no abarca tan sólo datos básicos de identificación como edad, sexo y lugar de residencia, sino también documentos de trabajo, historial de compras realizadas, diagnósticos médicos...

Las barreras físicas de proximidad que en el pasado restringían el acceso a esta información personal comienzan a desvanecerse. Cada día que pasa crece la cantidad de información personal que está disponible en línea, y que puede por tanto consultarse de forma remota. Asimismo, las fronteras convencionales entre espacios tradicionalmente distintos (trabajo, escuela, hogar) están desapareciendo en la medida en que la esfera privada se acerca a la vida pública y viceversa⁸⁰.

Las complejas interrelaciones entre los espacios públicos y los privados se pueden complicar más aún con la intervención de infotecnología, especialmente en lo relativo a identidad, privacidad y seguridad. En el mundo físico tradicional, la privacidad se protege social y legalmente con la noción de domicilio o residencia. Estos conceptos han evolucionado para englobar espacios que no se corresponden estrictamente con la vivienda: existen países en los que el interior de un coche goza de la misma cobertura legal que el domicilio privado⁸¹. La noción de

⁸⁰Ya nos hemos referido a esta situación con anterioridad, concretamente en el capítulo primero de este documento, "Historia y Teoría del Hogar". Allí vimos cómo Echeverría estudiaba en su ensayo *Cosmopolitas Domésticos* el progreso objetivo de la individualidad, para concluir que en Telépolis la otrora pública ciudad y el antiguamente privado hogar burgués tienden a confundirse, a transformarse en una estructura reticular que aúna ambas realidades.

⁸¹Es el caso de Francia. Consúltese a tal efecto la decisión 76-75 del Consejo Constitucional de 12 de enero de 1977 referente a la "*fouille des véhicules et protection de la liberté individuelle*".

Residencia Virtual pretende dar respuesta a los interrogantes en materia de identidad, privacidad y seguridad que aparecen en un entorno crecientemente digitalizado e interconectado. Dentro del ámbito de la Residencia Virtual caen tanto la vida física como las actividades en línea o virtuales de los individuos, así como el análisis de la progresiva incorporación de pequeños ordenadores a los objetos de uso cotidiano. El concepto de Residencia Virtual descansa pues en tres pilares, a saber:

- a. La vivienda inteligente e interconectada.
- b. La vida privada virtual o en línea de individuos, familias y hogares.
- c. La movilidad e interoperabilidad entre diferentes entornos inteligentes.

Se puede asimilar el concepto de Residencia Virtual a una representación virtual del hogar inteligente. Igualmente, puede usarse este concepto para construir un mapa mental que permita gestionar la seguridad y la privacidad, tanto desde el propio hogar como a distancia. Hoy en día existen pocas normas sociales o legales que indiquen la delimitación de espacios privados en el mundo cibernético. Por ello, la Residencia Virtual se puede emplear como representación en línea de las esferas privadas de individuos, familias y hogares, un modelo que facilita la gestión de identidades personales, la privacidad y la seguridad en la Red. Además, el modelo de Residencia Virtual permite una interpretación móvil y dinámica que acompaña a sus habitantes según éstos se trasladan en las dimensiones espacial y temporal. En resumidas cuentas, el concepto de Residencia Virtual puede contribuir a:

- Resolver interrogantes en materia de identidad, privacidad y seguridad en el ámbito de las viviendas inteligentes y de la vida en línea de sus habitantes.
- Clarificar la percepción de un territorio digital privado propio de cada individuo, con similitudes al concepto de domicilio físico al que estamos acostumbrados.
- Distinguir las difusas fronteras que separan lo público y lo privado en el mundo virtual, poniendo especial énfasis en la identificación de prácticas que atraviesan estas fronteras.
- Extender el territorio digital privado de cada individuo en el tiempo y el espacio.

Dediquemos las siguientes líneas a explicar con detalle las posibilidades que ofrece el concepto de Residencia Virtual que acabamos de esbozar.

· *La vivienda inteligente e interconectada*

En una vivienda inteligente existen multitud de sensores interconectados, que constituyen un sistema de vigilancia y monitorización potencialmente peligroso en términos de respeto a la privacidad. En efecto, para cada sensor cabe el debate de dónde puede ser instalado, y qué información debe (o no) detectar. Sabemos ya que los sensores son capaces de detectar una determinada actividad física (como una persona que entra en una habitación, un cambio de temperatura o el movimiento de un objeto) y que por tanto no recopilan necesariamente información personal sensible. Sin embargo, la combinación de estos datos con otros, en especial los procedentes de equipos de identificación como las videocámaras, sí pueden convertirse en una amenaza a la privacidad (por ejemplo, al almacenar y difundir quién entró en la habitación y movió el objeto del que hablábamos con anterioridad).

Las fronteras naturales y espaciales pueden atravesarse fácilmente en una vivienda dotada de sensores. Otras personas pueden conocer, incluso de forma remota, quién está en la casa, en qué habitación, durante cuánto tiempo y realizando qué actividad. Las barreras temporales y efímeras pueden derribarse al almacenar estos datos y permitir su acceso futuro.

Dentro del hogar existen habitaciones más privadas que otras, lugares que podrían convertirse en espacios de anonimato en la medida en que no se instalaran en ellos sensores, o que, de hacerlo, sólo funcionaran en intervalos de tiempo concretos. La decisión no es en ningún caso sencilla, pues incluso la monitorización de un cuarto de baño, estancia íntima por excelencia, podría ser útil desde el punto de vista de la seguridad personal y el cuidado médico preventivo.

Esbozada la complejidad de la situación, parece claro que las probables amenazas a la protección de la privacidad que aparecen en las casas inteligentes constituyen un motivo de preocupación para sus potenciales habitantes, que podrían no estar dispuestos a residir en una vivienda de estas características si no existen garantías de que sus ámbitos privados serán respetados.

Adicionalmente, estas nuevas casas inteligentes padecen el riesgo de colisionar contra la noción del hogar como un santuario, del lugar en el que las personas pueden descansar y relajarse tranquilas, alejadas de los pesares del trabajo y la vida pública. El hogar representa simbólicamente un territorio privado, un templo en el que caben la privacidad, la intimidad o incluso la soledad. No es por tanto solamente un espacio físico, es también un lugar en el que sentirse cómodo y en paz. Por estos motivos, se debe prestar atención para que estos valores del hogar se puedan extender al mundo virtual, conectado y en línea; de ahí la importancia de la noción de Residencia Virtual.

· *La vida privada virtual o en línea de individuos, familias y hogares*

Para hacer posibles los nuevos servicios del hogar inteligente a los que hicimos mención en el capítulo previo es necesario recopilar cantidades importantes de datos personales. Sólo con datos históricos suficientemente detallados se pueden confeccionar perfiles que recojan las preferencias y actividades de los individuos, y sólo con la mediación de estos perfiles es posible proporcionar servicios avanzados e innovadores. Debe alcanzarse pues un inevitable pero crucial compromiso entre la información personal que se mantiene privada y la eficiencia de los servicios que se desean implantar.

A tal efecto, el concepto de Residencia Virtual puede contribuir a clarificar las diferencias entre lo público y lo privado, en la medida en que proporciona un modelo visual y mental que representa la esfera privada virtual o en línea de los individuos, las familias y sus hogares.

La Residencia Virtual puede convertirse en una interfaz de usuario para las vidas en línea de los individuos, una metáfora de interfaz basada en la representación de las características físicas de una vivienda convencional, incluyendo sus diferentes habitaciones, puertas, timbres... y que también incorpore las convenciones habituales que estos elementos llevan aparejados, como por ejemplo puede ser la invitación tácita a entrar en una estancia cuando la puerta queda entreabierta. De este modo, se pone a disposición de los usuarios un entorno en el cual pueden distinguirse intuitivamente diferentes niveles de privacidad y que además considera el contexto en el cual las actividades se llevan a cabo. Por ejemplo, un visitante de la Residencia Virtual podría ser conducido a una sala virtual específica que connotara unas normas sociales y una esfera de privacidad determinadas: un compañero de trabajo entraría en el estudio virtual, que abriría automáticamente los ficheros de trabajo adecuados y dejaría en segundo plano los demás datos, configurando así un entorno virtual de trabajo colaborativo. Por supuesto que no todas las fronteras de la Residencia Virtual deben delimitarse estáticamente ni conocerse desde el primer momento, sino que pueden cambiar y evolucionar, del mismo modo que lo hacen los valores y las normas sociales en el mundo físico. Lo que sí queda claro es que los usuarios se pueden beneficiar de la metáfora de la Residencia Virtual como una interfaz que les permite mantener conscientemente el control sobre su privacidad.

Por otro lado, se presentan preocupaciones serias en materia de protección de la privacidad que conciernen a los rastros digitales que los usuarios dejan tras de sí en sus interacciones virtuales. Los usuarios de Internet, en especial los más novatos, asumen típicamente que sus actividades en el ciberespacio son privadas en la medida en que no hay nadie observándolos físicamente mientras navegan por la Red. Sin embargo, la sucesión de pulsaciones sobre unos u otros hipervínculos, la captura de información personal a través de *cookies*, o el registro de las direcciones

Metáforas de interfaz

Las personas somos animales de costumbres. Los cambios en la forma de llevar a cabo nuestras tareas, por ejemplo haciendo uso de nuevas tecnologías, precisan de un proceso de adaptación y aprendizaje que no siempre resulta sencillo. En materia de informática, este hecho ha conducido al diseño de interfaces que proporcionan al usuario la ilusión de estar inmerso en un entorno tan familiar como puede ser una antigua mesa de trabajo. Nos referimos a la metáfora del escritorio.

El escritorio informático no es sino un caso particular de lo que se ha dado en llamar 'metáforas de interfaz'. Se puede definir una metáfora de interfaz como "un esquema que representa entidades de un sistema, de tal forma que se puedan identificar con otras entidades familiares al usuario del mismo". La noción de Residencia Virtual es un ejemplo análogo de metáfora de interfaz, en esta ocasión útil para introducir la tecnología domótica en los hogares sin que los usuarios se encuentren perdidos en una realidad nueva que no comprenden.

Adaptado de Sáez Vacas F. (1990), pág. 188

IP visitadas, conforman un profuso rastro digital que permite elaborar perfiles de usuario personalizados y enormemente detallados sin que éste lo sepa. Salvo que explícitamente se advierta a los usuarios de este hecho, lo más probable es que ignoren lo que está sucediendo entre bastidores. El empleo de señales visuales similares a las que los usuarios están acostumbrados a ver en su vida diaria (como las indicaciones viarias o de tráfico) sería más efectivo que el modelo actual de notas a pie de página tituladas como "política de privacidad", en letra diminuta y que el usuario debe preocuparse de buscar. Es muy habitual que estos mismos usuarios desconozcan que su propia información personal (nombre, teléfono o lugar de residencia, pero también intereses y páginas visitadas frecuentemente) está disponible de forma sencilla a través de los típicos motores de búsqueda de la Red. En este sentido emerge el debate sobre si la información accesible a través de Internet es pública, en la medida en que Internet es una red pública. Más práctico es distinguir entre información personal genérica y datos personales sensibles y/o íntimos. Éstos últimos, como pueden ser los datos en relación a origen étnico, postura política, confesión religiosa, pertenencia a un sindicato, preferencias sexuales o estado de salud, son merecedores de un estatus de protección reforzado por el riesgo potencial de discriminación que conlleva su acceso libre.

Existen mecanismos para que los individuos controlen o restrinjan el flujo de datos de naturaleza personal en sus movimientos virtuales, si bien es cierto que el coste y esfuerzo precisos para su implementación recaen en el propio usuario. Dado que los perfiles personales son un activo para las empresas, éstas intentarán recopilar

tanta información como sea posible, salvo que los costes de estas prácticas se hicieran demasiado altos. Es poco probable que las empresas decidan unilateralmente limitar sus conductas lesivas de la privacidad individual. Del mismo modo, salvo que exista una alternativa sencilla, barata y obvia, lo más probable es que los usuarios mantengan la configuración por defecto de privacidad en sus interacciones virtuales, configuración que tiende a no respetar la esfera privada de los individuos. Como resultado de estos hechos, el nivel de protección de la privacidad disponible en la Red es inferior al requerido por los deseos y las convenciones sociales que rigen en el mundo físico, una causa que puede suscitar el rechazo popular a las interacciones virtuales.

En conclusión, los espacios digitales privados necesitan ser protegidos de forma similar a la protección de la que hoy gozan los domicilios físicos. Esto permitiría que los individuos contaran con un lugar virtual no accesible a los extraños, en el cual pudieran almacenar y manipular activos privados en formato digital, y que además constituyera su santuario virtual particular. Este espacio privado virtual, integrante de la Residencia Virtual de la que venimos hablando, cobraría una importancia creciente, dado que la vida cotidiana tiende a digitalizarse más y más.

· *La movilidad e interoperabilidad entre diferentes entornos inteligentes*

Del mismo modo que la noción de residencia física ha evolucionado para englobar otros espacios que gozan de su misma protección como puede ser el coche, y dado que los individuos se mueven en las dimensiones espacial y temporal, la Residencia Virtual debe interpretarse como un concepto dinámico y móvil capaz de desplazarse entre diferentes entornos inteligentes⁸² (hogar, trabajo, escuela, ocio, vecindario, ciudad...) Así, las personas podrían acceder a su Residencia Virtual con la protección debida desde cualquier otro lugar físico que contara con la conectividad precisa. Esta posibilidad profundiza en la tendencia sociológica, que las comunicaciones móviles han hecho posible, consistente en difuminar las antaño bien diferenciadas esferas de la vida pública y privada, del trabajo y del hogar.

4. Seguridad

Imaginemos un futuro cercano en el que las viviendas inteligentes constituyan nodos de una red de alcance planetario, red a la que estén conectados una infinidad de dispositivos de muy distintas naturalezas, dispositivos a su vez con una complejidad *hardware* y *software* creciente, que configuren sistemas cada vez

⁸²Nos referimos aquí a los distintos entornos que configuran un Ambiente Inteligente, concepto ya introducido en el capítulo 2, "Conceptos y Terminología", y que será fruto de un estudio más detallado en el capítulo siguiente, "Tercer Nivel (III). Visión avanzada: Nuevo Entorno Tecnosocial".

más sofisticados. En este escenario los individuos interaccionarían en multitud de relaciones superpuestas y dinámicas, relaciones que adoptarían formas diversas (de uno a uno, uno a muchos y muchos a muchos) y tendrían distintas duraciones temporales y cambiantes localizaciones espaciales.

La situación que hemos descrito obedece a un nuevo paradigma al que parece nos estamos encaminando. Las particularidades de este escenario suponen un reto considerable desde el punto de vista de la seguridad: pasaríamos a movernos en un entorno caracterizado por su dinamismo, flexibilidad, movilidad, heterogeneidad, dependencia del contexto y por la omnipresencia de los cambios. Se trata de un salto importante si contemplamos los parámetros de seguridad convencionales del presente, que son relativamente estables, bien definidos y consistentes. En otro orden de cosas, la protección y garantías de seguridad de los contenidos en línea y los servicios virtuales son una necesidad clave para que puedan desarrollarse sus correspondientes mercados potenciales. En esta sección analizaremos las implicaciones que este nuevo paradigma conlleva sobre la seguridad electrónica de las casas inteligentes, para lo cual estudiaremos las infraestructuras domésticas críticas y sus medidas de protección frente a las nuevas amenazas virtuales. Finalmente, expondremos el delicado problema de encontrar el equilibrio entre la protección de la privacidad de individuos y familias, y las garantías de seguridad que precisa una Residencia Virtual.

4.1. Infraestructuras domésticas críticas

Una vivienda domótica incorpora cada vez más dispositivos inteligentes capaces de detectar ciertos eventos en el hogar y comunicar esta información a otros equipos o individuos, sin importar su localización física. En este escenario, con múltiples interconexiones entre el hogar y agentes o equipos situados fuera de él, crece el riesgo potencial de sufrir un ataque electrónico desde el exterior. No obstante, las amenazas de seguridad pueden surgir también en el interior de la vivienda: la seguridad de las redes domésticas debe tomar en consideración los distintos estilos de vida y modelos de familia que habitan los hogares. En efecto, los requisitos de seguridad (en términos de confidencialidad y autorización, por ejemplo) son diferentes según se trate de familias sin hijos, personas solteras, parejas con niños pequeños o adolescentes... Del mismo modo, es preciso contemplar el posible uso de las redes domésticas por parte de amigos o visitantes esporádicos. No basta con la noción binaria de seguridad (acceso permitido o denegado): la seguridad en las redes domésticas precisa de mecanismos más complejos que permitan un acceso con propiedades diferentes para usuarios distintos.

Las redes domésticas, y particularmente sus elementos de comunicaciones, soporte a servicios de asistencia, seguridad y pasarela residencial, constituyen un ejemplo de infraestructuras críticas del hogar conectado. Para explicar este concepto recurriremos a la analogía existente con las infraestructuras críticas públicas,

como pueden ser las redes de distribución eléctrica, los sistemas de transacciones bancarias, la red de suministro de agua, los sistemas de transportes... Estas infraestructuras permiten la oferta de servicios muy útiles para la sociedad, pero al mismo tiempo ponen determinados activos en riesgo con motivo de su uso. Se denominan infraestructuras críticas en la medida en que un fallo o corte en el servicio que ofrecen puede afectar a porciones importantes de la sociedad, llegando incluso a paralizar el normal funcionamiento de un país al completo. Análogamente, las infraestructuras domésticas críticas son aquéllas que, desde el punto de vista del ciudadano individual, ofrecen servicios altamente valorados pero que, en caso de fallo o brecha en su seguridad, pueden afectar muy negativamente en la salvaguardia de sus activos, valores o incluso integridad física. Resulta fácil de comprender cómo una aplicación de telemedicina, cuyo funcionamiento quede interrumpido por un problema en la infraestructura doméstica de comunicaciones, puede suponer un riesgo cierto a la salud de sus usuarios. Adicionalmente, y al igual que ocurre en el caso público, la vulnerabilidad de las infraestructuras críticas domésticas crece a medida que aumenta la interconexión entre ellas a través de infotecnología.

Al estar conectado, el usuario residencial puede disfrutar de nuevos y avanzados servicios, pero simultáneamente se enfrenta a nuevas amenazas potenciales. Las intrusiones cibernéticas pueden romper los sistemas de seguridad de los enlaces de comunicaciones, llegando a causar daños en la información almacenada en los distintos equipos del hogar, provocar un mal funcionamiento de las infraestructuras domésticas... No sólo eso, un pirata electrónico podría utilizar las instalaciones de comunicaciones domésticas para llevar a cabo un ataque a una tercera persona, ocultando así su verdadera identidad. Por estos motivos, es preciso implementar en las infraestructuras críticas mecanismos de seguridad y protección de la identidad, del mismo modo que es imprescindible contemplar procedimientos de acción ante fallos o errores.

4.2. Protección de la Residencia Virtual

Las infraestructuras domésticas de una casa inteligente tienden a convertirse en nodos de una sociedad en red, como predice el concepto de Red Universal Digital elaborado por Sáez Vacas. Desde el momento en el que la casa está conectada al exterior, individuos ajenos a ella pueden obtener potencialmente acceso a la misma. De ahí que no baste con restringir el ámbito en el cual procurar la máxima seguridad a las redes domésticas como en sí mismas: es preciso contemplar su interconexión con otras redes desde las que pueden originarse las amenazas. La protección y gestión de riesgos en la Residencia Virtual resulta del todo ineludible, tanto más cuando consideramos infraestructuras domésticas críticas que soporten servicios avanzados en línea relativos a consumos energéticos, asistencia sanitaria, comunicaciones confidenciales... Los sistemas de seguridad de la Residencia Virtual deben contar con dos tipos de mecanismos de protección, a saber:

- **Protección pasiva:** medidas previas frente a conductas potencialmente lesivas de la seguridad de la vivienda (incluyendo los asuntos relativos a la salvaguardia de la intimidad y privacidad individuales), que pudieran ejecutar empresas, ciudadanos o incluso instituciones públicas. Hemos hablado repetidamente del espacio privado del hogar como santuario, tanto social como legal. Los hogares convencionales gozan en este sentido de protección al más alto nivel: la cuarta enmienda de la Constitución de Estados Unidos⁸³ se interpreta habitualmente como el instrumento adecuado para proteger los hogares y sus zonas aledañas frente a intromisiones gubernamentales no justificadas. La definición de las características del hogar conectado como nuevo santuario virtual y legal debe proporcionar al ciudadano la base normativa necesaria para denunciar y perseguir a aquéllos que irrumpieran en él sin la preceptiva autorización.
- **Protección activa:** mecanismos de lucha activa frente a intromisiones y demás crímenes virtuales. El establecimiento y la demarcación clara del espacio digital privado, al que hacíamos mención líneas antes, es un paso previo para que el ciudadano tenga la oportunidad (y el derecho) de perseguir cualquier violación de esta esfera privada, atendiendo a evidencias electrónicas de intromisión, y para usar medidas activas de protección⁸⁴(a través de programas cortafuegos, juegos de contraseñas...)

Existen aspectos específicos adicionales concernientes a la seguridad y privacidad en línea, como pueden ser los relativos a los servicios de teleadministración o de telecomercio⁸⁵ que no abordaremos aquí por motivos de espacio. No obstante, y para concluir con el análisis de seguridad en la Residencia Virtual, sí es significativo subrayar la importancia que los mecanismos de autenticación juegan en todos los procesos confidenciales y de acceso restringido: la transmisión fuertemente cifrada de las comunicaciones tiene poco sentido si previamente no se ha podido confirmar la identidad de las partes.

⁸³Cuarta Enmienda de la Constitución de los Estados Unidos de América (1791): "*El derecho de los habitantes de que sus personas, domicilios, papeles y efectos se hallen a salvo de pesquisas y aprehensiones arbitrarias, será inviolable, y no se expedirán al efecto mandamientos que no se apoyen en un motivo verosímil, estén corroborados mediante juramento o protesta y describan con particularidad el lugar que deba ser registrado y las personas o cosas que han de ser detenidas o embargadas*".

⁸⁴Siguiendo de nuevo el paralelismo estadounidense, se pueden encontrar analogías con estas medidas activas de protección de la Residencia Virtual al contemplar el derecho a usar armas de fuego para proteger el hogar físico en este país.

⁸⁵Véase el capítulo precedente, "Tercer nivel (I): Aplicaciones y servicios", para más detalles al respecto.

4.3. Equilibrio entre privacidad y seguridad

Del mismo modo que sucede en el mundo físico, en la Residencia Virtual se debe llegar a un compromiso entre la seguridad y la protección de la privacidad. Existen situaciones en las que la salvaguardia de la privacidad debe relajarse por el bien de la comunidad: las autoridades pueden pedir al ciudadano virtual que renuncie a su privacidad, al menos en parte, con el fin de garantizar la seguridad nacional. En principio, esta renuncia debe ser razonable y estar claramente regulada. En efecto, las investigaciones judiciales que atraviesen la puerta virtual del domicilio sólo deben autorizarse bajo condiciones específicas y con todas las garantías de la ley, como sucede en las pesquisas convencionales. Asimismo, la Residencia Virtual no debe circunscribirse únicamente al espacio físico que ocupa, siguiendo la línea de jurisprudencia francesa en la materia de Sociedad de la Información, que por ejemplo permite a las autoridades investigar tanto las oficinas nacionales de una compañía como sus servidores y bases de datos, incluso si están localizados en un tercer país. En esta misma dirección, la esfera de la Residencia Virtual puede extenderse dinámicamente a otros espacios, al igual que sucede con el estatus legal del que gozan los aledaños del domicilio o el interior de un coche, según el país del que se trate.

La faceta de la Residencia Virtual como espacio digital privado del ciudadano no se debe interpretar exclusivamente en los términos de un derecho individual. La privacidad es simultáneamente un bien individual y colectivo: las decisiones en materia de privacidad que adoptan los individuos acaban por afectar al conjunto de la sociedad. De hecho, si se impusiera un modelo de protección absoluta de la privacidad que condujera al más puro anonimato en las interacciones a distancia, la Red Universal Digital se convertiría en un espacio caótico, poblado por extraños y sin lugar alguno para la confianza. El coste social de la privacidad individual sería muy alto, en tanto que los individuos con buenas intenciones tendrían dificultad para encontrar pares de características similares. Si bien la tecnología puede contribuir a proteger (como también a poner en riesgo) la privacidad, delimitar qué espacios pertenecen a la esfera privada y cuáles se consideran públicos es una cuestión política, legislativa y, en último término, de normas sociales y morales.

5. Resumen

Las interfaces de usuario asocian dos entidades, la herramienta o sistema técnico, y el usuario de dicho sistema. Su objetivo pasa por adaptar la complejidad de los sistemas técnicos a las intrínsecamente limitadas capacidades maquinales del ser humano. A tal efecto, el diseño antropocéntrico de la tecnología hace recomendable construir interfaces de usuario naturales, consistentes, fáciles de aprender y usar. La diversidad de interfaces de usuario es grande, si bien el esquema del TAC (teclear, apuntar, cliquear, típico de las interfaces gráficas de usuario) es hoy claramente predominante. No obstante, se trata de un esquema de posibilidades

prácticamente agotado, que se ve superado por las interfaces en lengua natural o las interfaces de usuario solícitas, aún en fase de investigación y desarrollo.

El despliegue tecnológico propio de las viviendas domóticas, así como su propia condición de nodos de una red global, tiene un impacto considerable en la definición y salvaguardia de la esfera privada de sus habitantes. La privacidad es una noción poliédrica que engloba varios derechos (control sobre la publicación y distribución de datos de naturaleza personal, protección frente a intromisiones de terceros, salvaguardia de la intimidad individual) y precisa de instrumentos legales para su respeto. Las fronteras naturales, sociales, temporales, espaciales y efímeras de las esferas privadas sufren una perturbación notable como consecuencia del uso de infotecnología en general, y de sus aplicaciones de monitorización y vigilancia en particular. Por otra parte, la interconexión de las viviendas inteligentes entre sí y con otros sistemas remotos, así como la creciente digitalización de la vida cotidiana, son factores novedosos que plantean un desafío en materia de seguridad electrónica. Así las cosas, la noción de Residencia Virtual pretende dar una respuesta específica para los ámbitos domésticos a los interrogantes en materia de privacidad, identidad y seguridad. Podemos asimilar este concepto a una representación virtual del hogar inteligente, muy útil para clarificar la percepción de un territorio digital privado propio de cada individuo o para separar las difusas fronteras que separan lo público y lo privado en el mundo en línea. La noción de Residencia Virtual también permite estudiar las infraestructuras domésticas críticas para la seguridad electrónica o los mecanismos de protección de implementación más urgente. Por último, se trata de un marco muy intuitivo en el que analizar el problema de alcanzar un compromiso entre la salvaguardia de la privacidad individual y la protección de la seguridad, una dificultad que también existe en términos similares en el mundo físico.

6. Comentarios bibliográficos

Las secciones de "Introducción" e "Interfaces" se apoyan en:

- Communications of the ACM (2000): *Perceptual User Interfaces*, vol 43, no. 3, marzo de 2000, Nueva York.
- Illich I. (1974): *La convivencialidad*, Editorial Barral, Barcelona.
- Junestrand S., Pasarte X., Vázquez D. (2005): *Domótica y Hogar Digital*, Thomson Paraninfo, Madrid, págs. 211-219.
- Sáez Vacas F. (2004b): *Más allá de Internet: la Red Universal Digital*, Editorial Centro de Estudios Ramón Areces, Madrid, págs. 183-192, 220-224.
- Sáez Vacas F. (1990): *Ofimática Compleja*, Fundesco, Colección Impactos,

Madrid, págs. 185-195.

Las fuentes de los apartados "Privacidad" y "Seguridad" son:

- Bush V. (1945): *As we may think*, The Atlantic Monthly, julio de 1945, Boston.
- Echeverría J. (1995): *Cosmopolitas domésticos*, Editorial Anagrama, Barcelona.
- Institute for Pervasive Computing (2004): *Social, Economic, and Ethical Implications of Ambient Intelligence* ETH Zurich, págs. 9-14.
- Institute for Prospective Technological Studies (2003): *Security and privacy for the citizen in the Post-September 11 digital age. A prospective overview*, págs. 73-81.
- Marx G. (2001): *Murky Conceptual Waters: the Public and the Private* Ethics and Information Technology, Vol. 3, págs. 157-169.
- Sáez Vacas F. (1990): *Ofimática Compleja*, Fundesco, Colección Impactos, Madrid, pág. 188.
- Sáez Vacas F. (1996): *La era de la usabilidad*, revista PCWEEK, número 310, mayo de 1996.
- Sáez Vacas F. (2004b): *Más allá de Internet: la Red Universal Digital*, Editorial Centro de Estudios Ramón Areces, Madrid, pág. 224.
- The Economist (2004c): *Move over, Big Brother* Technology Quarterly, número 8404, 4 de Diciembre 2004, Londres.
- Warren S. Brandies L. (1890): *The Right to Privacy*, Harvard Law Review, Vol. IV, 15 de diciembre 1890, Boston.

Capítulo 9: Tercer nivel (III). Visión avanzada:

Nuevo entorno tecnosocial

1. Introducción

El hogar es sólo uno de los ámbitos en los cuales la técnica, o más concretamente la infotecnología, repercute sobre los sistemas sociales. Así, podemos estudiar el hogar domótico dentro de un escenario mucho más amplio, el Ambiente Inteligente, para extraer al respecto conclusiones de orden sociotécnico.

En este capítulo describiremos en qué consiste la visión del Ambiente Inteligente y presentaremos cuáles son los requisitos que su despliegue precisa, para centrarnos a continuación en el estudio de las formas económicas que este nuevo paradigma suscita, así como en las implicaciones y retos sociales que plantea. Para concluir, expondremos los conceptos propuestos por el profesor Sáez Vacas sobre Red Universal Digital y Nuevo Entorno Tecnosocial, para desarrollar la relación existente entre éstos y el Ambiente Inteligente.

2. Ambiente Inteligente: la visión

El concepto de Ambiente Inteligente hace referencia a una visión del futuro de la Sociedad de la Información en la que los individuos estarán rodeados por un sinnúmero de infoimplementos inteligentes. Estos infoimplementos contarán con una sustancia tecnológica que se integrará en prácticamente cualquier lugar u objeto de uso cotidiano: en los muebles del hogar, en los vehículos, las carreteras y demás sistemas de transporte, o incluso en nuestra propia ropa. Así, la infotecnología alcanzará una extensión ubicua, con cada vez más dispositivos interconectados que podrán interactuar entre sí, con el entorno (inteligente) en el que se sitúen, y con las personas presentes en él. Estos dispositivos serán cada vez más pequeños, baratos, potentes e intuitivos. Este entorno no se limitará a un espacio físico concreto, sino que englobará a todos ellos: al coche, a la oficina, al aeropuerto y, por supuesto, al hogar. El Ambiente Inteligente situará a los individuos en un hábitat capaz de reconocer y responder a sus necesidades, de forma discreta y sólo perceptible a través de sus resultados, ocultando la complejidad de la tecnología.

La visión de un futuro en el cual los objetos cotidianos adquieren inteligencia y son capaces de interactuar tanto entre sí como con las personas, de forma transparente y flexible, ofrece un abanico fascinante de posibilidades. Por ejemplo, se acabaron los niños perdidos en los centros comerciales: con unos localizadores cosidos a su ropa, los padres podrían conocer en cada momento y con precisión dónde están sus hijos. Más aún: el chip entretejido con sus vestidos, una vez sucios, se comunicaría automáticamente con la lavadora de la vivienda para seleccionar el programa de lavado óptimo.

Infoimplementos

Jef Raskin, experto estadounidense en materia de interfaces de usuario, acuñó en 1978 el término *information appliance* cuando trabajaba en Apple Computer. Un infoimplemento, neologismo propuesto por Sáez Vacas como traducción de la idea de Raskin, sería un utensilio informático con capacidad de procesamiento autónomo, especializado en una tarea relativamente simple, capaz por lo general de intercambiar información con otros dispositivos. Así, las agendas electrónicas, los electrodomésticos inteligentes o las cámaras digitales serían ejemplos de ello.

El desarrollo reciente de multitud de infoimplementos respondería, según Sáez Vacas, a la "aspiración humana de hacer invisible el computador. Así como suena. Invisible, no por su pequeñez, o porque sus señales y operaciones lo sean, o porque esté oculto o integrado en las herramientas o en los objetos, que también, sino porque no queremos tener que preocuparnos o ser conscientes de su estructura, de sus mecanismos funcionales o de sus necesidades operativas. Simplemente, queremos que el computador (el procesador) 'desaparezca' en el infoimplemento y, oculto allí, se ocupe de que éste realice una tarea específica con poca o ninguna ayuda nuestra".

Adaptado de Sáez Vacas (2004b), págs. 171-173

El Ambiente Inteligente comparte fuertes paralelismos con disciplinas que han visto la luz en los últimos tiempos: computación proactiva, pervasiva, emocional o invisible, informática indumentaria o sentiente... Hace ya más de una década, el investigador del Palo Alto Research Center (Xerox Parc) Marc Weiser acuñó la expresión de computación ubicua, para referirse al conjunto casi omnipresente de ordenadores que estarían al servicio del hombre en su vida diaria, tanto en el hogar como en el trabajo. Estos ordenadores ubicuos funcionarían de forma invisible pero amable, librando a las personas de realizar tareas tediosas y rutinarias. Weiser afirmaba por aquel entonces que⁸⁶:

"Las tecnologías más exitosas son aquellas que desaparecen. Estas tecnologías se entretajan con la tela de la vida diaria hasta que no pueden distinguirse de ésta".

El uso de uno u otro término puede implicar un enfoque diferente o una preferencia geográfica: mientras que Ambiente Inteligente es la expresión preponderante en toda Europa, la computación pervasiva predomina en Estados Unidos y otras partes del mundo. En todo caso, las perspectivas anteriores están sustentadas por tres

⁸⁶Weiser M. (1991) págs. 94-101.

pilares tecnológicos comunes, a saber: la informática ubicua, las comunicaciones *always on*, y las interfaces intuitivas e inteligentes. Sin embargo, es cierto que la visión europea⁸⁷ enfatiza, por encima de su homóloga estadounidense, la facilidad de uso, el soporte eficiente de los servicios y la posibilidad de mantener interrelaciones naturales con las personas. Dicho en otros términos, el Ambiente Inteligente tiene un enfoque explícitamente antropocéntrico, y por tanto resulta más acorde con la línea argumental del presente estudio.

3. Elementos habilitadores

El paradigma de Ambiente Inteligente que hemos esbozado precisa de un avanzado sustrato tecnológico para poder pasar de visión teórica a realidad. Desde el punto de vista doméstico, el despliegue de un entorno inteligente de estas características requeriría la presencia de los elementos habilitadores siguientes:

- **Microservidores:** todos los dispositivos inteligentes del entorno serán al mismo tiempo clientes de otros equipos y servidores susceptibles de ser usados por los demás para desempeñar una tarea específica. La existencia de una inteligencia distribuida de esta naturaleza quedará oculta a los ojos del usuario: los dispositivos se darán a conocer entre sí, sin intervención humana, al ser instalados en el lugar correspondiente.
- **Terminales y sensores:** los sensores del hogar deben experimentar una mejora importante. La lista de magnitudes susceptibles de medición debe ampliarse desde las convencionales temperatura y humedad a la intensidad luminosa o sonora, incluyendo sensores relacionados con la salud técnica de la vivienda (tensión en las vigas, envejecimiento de las tuberías) y sensores de posición de las personas.
- **Personalización:** en un entorno inteligente, la personalización de los servicios ofrecidos a sus usuarios será una constante. Los servicios estarán pues disponibles para los usuarios en el mismo momento y lugar en que éstos los soliciten, con la apariencia que deseen y añadiendo elementos dependientes del contexto y la circunstancia (condiciones ambientales, capacidad de computación disponible, prestaciones dinámicas de las redes de comunicaciones...)

⁸⁷Desarrollada por el ISTAG, *Information Society Technology Advisory Group*, panel consultivo promovido por la Comisión Europea para fomentar el desarrollo de la Sociedad de la Información en la Unión, siguiendo las directrices de la Estrategia de Lisboa. Véase ISTAG (2003), pág. 6.

- **Biometría:** un elemento clave para la personalización de los servicios que ofrece el Ambiente Inteligente es la capacidad para identificar quién está en la vivienda y qué actividad está desempeñando. La identificación puede llevarse a cabo atendiendo a patrones de comportamiento habituales o usando técnicas biométricas (lectores de iris, huellas dactilares, de voz, de parámetros faciales...). Estas técnicas de identificación pueden combinarse con los procedimientos clásicos para constituir un sistema de autenticación: el usuario cuenta con una tarjeta inteligente asociada a su identidad, que no se comprueba con una clave sino con una característica biométrica.
- **Reconfigurabilidad, adaptabilidad y aprendizaje:** las nuevas viviendas contarán con espacios adaptables a la función que sus habitantes requieran en cada momento. Las necesidades espaciales en el hogar cambian con el tiempo: el advenimiento de bebés, la emancipación de los hijos mayores o el eventual traslado de ancianos a la casa de sus vástagos cuando ya no pueden valerse por sí mismos son algunos ejemplos. Del mismo modo, las actividades personales evolucionan y se modifican con la edad, hecho que conlleva implicaciones espaciales importantes. En efecto, un teletrabajador primerizo precisa de espacios para desempeñar sus tareas que anteriormente podrían haber estado dedicados a cubrir sus necesidades de ocio⁸⁸. Por otra parte, las viviendas serán reconfigurables no sólo en espacios sino en procesos. Esto significa que el propio hogar aprenderá de los gustos y costumbres de sus habitantes para adecuarse a sus hábitos: los electrodomésticos podrán almacenar el modo de realización de procesos frecuentemente utilizados o de otros en los cuales los usuarios hayan quedado muy satisfechos (como es el caso de un horno inteligente, que aprende cómo replicar los tiempos y temperaturas de cocción de un asado que haya quedado especialmente bien en un cierto momento).
- **Acceso multi-interfaz:** aún existen en el hogar actividades ligadas a un espacio dado, ligazón que podrá desaparecer en el futuro. La localización física de la cadena de música ha limitado convencionalmente el lugar en el cual los usuarios podían disfrutar de su música; en un entorno inteligente la música acompañará al usuario en sus desplazamientos por las estancias del hogar (o incluso fuera de él). Análogo es el caso del televisor, que será sustituido por la visualización sin pantalla en cualquier muro de imágenes. Así, se contará con diferentes dispositivos multi-interfaz que permitirán llevar a cabo tareas diversas (leer mensajes, escuchar música, ver vídeos, supervisar los electrodomésticos.....) desde cualquier rincón

⁸⁸Algunas predicciones apuntan hacia una forma nueva de construir viviendas haciendo uso de módulos intercambiables, cableados y estructurados, que se podrían añadir fácilmente a la vivienda previa en caso de necesidad. En la XIV edición de Construmat se han registrado múltiples iniciativas al respecto, entre las que destaca el Proyecto Casa Barcelona. Más información en <http://www.construmat.com>

de la vivienda. La interacción con estos dispositivos no se limitará a los convencionales teclado y ratón, sino que admitirán también pantallas táctiles, reconocimiento de voz y gestos...⁸⁹

4. La economía del Ambiente Inteligente

"Las revoluciones tecnológicas más profundas no suelen ser aquéllas que pregonan los expertos, sino las que sigilosamente penetran en nuestras vidas cotidianas sin que les prestemos atención"⁹⁰. Parece que esta afirmación de Mark Weiser describe con exactitud la atmósfera que hoy envuelve los desarrollos en materia de entornos inteligentes y computación ubicua. Mientras que los medios de comunicación no cesan de publicitar los últimos avances en teléfonos móviles multifunción o neveras inteligentes, la industria ha puesto su mirada en otras tecnologías más discretas que ofrecen posibilidades de negocio enormes, como pueden ser los sensores inalámbricos, las etiquetas RFID, o los sistemas de posicionamiento. Los analistas hablan de la economía en tiempo real o *Now-Economy*⁹¹, en la que cada vez más procesos de negocio involucran bienes, vehículos o fábricas dotados de métodos instantáneos de monitorización e intercambio de información. En último término, el ciclo de vida completo de los productos, desde las primeras etapas de fabricación hasta su consumo final (o eventual reciclado), incluyendo el total de la cadena de distribución, puede presenciarse (y en ocasiones, incluso controlarse) en tiempo real. Dos grupos de tecnologías lo hacen posible: aquellas que permiten monitorizar y seguir la pista de los productos, y las que dotan a éstos de la inteligencia precisa para chequear y comunicar a otros su propio estado.

4.1 Productos inteligentes

La gestión de inventarios puede mejorar en gran medida si cuenta con información en tiempo real del estado y la localización de sus bienes, equipos y mano de obra. Si una empresa desconoce la situación de su stock, o el tiempo que éste ha permanecido en sus almacenes, incurre en costes significativos (inmovilización innecesaria de recursos, depreciación de las mercancías almacenadas, mayores gastos en alquiler de naves...), que pueden minimizarse empleando tecnologías de identificación y localización automáticas. Adicionalmente, si muchas empresas de una misma cadena de valor incorporan estas técnicas, el ahorro puede ser muy superior, pues se atenúa de forma significativa el efecto látigo (más conocido por su equivalente en inglés *bullwhip effect*). Este efecto, muy frecuente en la práctica,

⁸⁹Véase la sección dedicada al análisis de interfaces en el capítulo precedente, "Tercer nivel (II). Factores humanizantes".

⁹⁰Weiser M.(1993) pags.71-72

⁹¹En un claro guiño a la frustrada, pero no por ello menos conocida, Nueva Economía, que protagonizó el estallido de la Burbuja Tecnológica en 2000 (nótese el juego de palabras en los términos originales ingleses *new-economy* y *now-economy*).

describe el fenómeno siguiente: aunque la demanda de un producto permanezca casi constante, pequeñas fluctuaciones en ésta se amplifican a lo largo de toda la cadena de valor, dando lugar, bien a un exceso de producción (con sus costes de almacenamiento asociados), bien a súbitas insuficiencias en la oferta (con su pérdida potencial de ingresos por ventas). La reducción se debe a la existencia de información transparente y actualizada, que permite un mejor ajuste entre oferta y demanda.

Por otro lado, la monitorización de parámetros críticos de los productos (por ejemplo, la temperatura de bienes especialmente sensibles a sus cambios, como son algunos productos químicos o alimentos), a través de pequeños sensores dotados de un módulo de comunicaciones inalámbrico, abre posibilidades interesantes. Estos productos inteligentes no sólo podrían inspeccionar su propio estado, sino también comunicar los parámetros más relevantes del mismo a otras entidades. Así, se podrían identificar fácilmente los bienes dañados y mejorar la calidad global de los productos ofrecidos. Más aún, en caso de que uno de estos productos inteligentes detectara una situación crítica, podría emitir una alarma que desencadenara acciones correctivas por parte de otros equipos (siguiendo con el mismo ejemplo, informando al sistema de refrigeración de la necesidad de ajustar la temperatura en aquella zona donde se ha producido la alarma).

4.2 Modelos de negocio innovadores

Las aplicaciones de los productos inteligentes no se limitan meramente a la propia gestión industrial. En la medida en que esté disponible la infraestructura tecnológica para monitorizar en tiempo real los productos, y que éstos sean capaces de comunicarse e interactuar con otros equipos, proporcionando información sobre su propio estado, el Ambiente Inteligente se extenderá a los espacios públicos, a los medios de transporte y a los mismos hogares, facilitando la aparición de nuevos servicios y modelos de negocio⁹².

· De compras en tiempo real

"Imaginemos un paseo vespertino durante el cual nos cruzamos con una persona que lleva una chaqueta muy elegante y que nos gusta especialmente. Esta chaqueta puede llevar entretejida una etiqueta inteligente que nos indique bajo petición en nuestro teléfono móvil su marca, precio y procedimiento para realizar un pedido. O bien, que el elegante caballero de la chaqueta reciba una comisión cada vez que alguien se interese por ella y curse un pedido". Esta visión⁹³ describe un futuro en el cual múltiples productos contarían con diminutas etiquetas inteligentes que

⁹²En el capítulo siguiente, "Agentes y modelos de negocio", describiremos con más detalle los agentes de la cadena de valor y los modelos de negocio específicos del mercado doméstico.

⁹³Ferguson G. (2002) págs. 138-144.

permitirían su lectura remota, proporcionando así su número de identificación único. Con esta identificación se podría acceder a todo tipo de información referente a ese artículo en concreto: ingredientes, opiniones de otros usuarios, tiendas donde adquirirlo... Cualquier espacio (el autobús, las calles, un bar, la casa del vecino) se convertiría así en un escaparate potencial y por tanto configuraría un nuevo canal de venta.

Otro escenario posible: productos inteligentes que se anuncian sutilmente o que publicitan otros bienes complementarios. Supongamos una nevera inteligente que, según los alimentos que almacene, proponga al usuario una determinada receta que precise de éstos y de otros productos que puede encontrar con descuento en el supermercado local. Adicionalmente, la construcción de detallados perfiles de usuario de acuerdo a su patrón de compras pasado haría posible una discriminación de precios perfecta: idealmente a cada cliente se le ofertaría cada producto a un precio personalizado igual a aquél que estaría dispuesto a pagar⁹⁴.

Avanzando un paso más, incluso los propios aparatos podrían comprar por sí solos, sin necesitar intervención humana alguna. La consultora Accenture ya ha acuñado un término para este esquema: *silent commerce*. Su visión describe objetos inteligentes con capacidad autónoma de compra, como puede ser una fotocopidora que, al detectar un nivel bajo de papel, solicite el pedido correspondiente de forma automática.

Adicionalmente, los productos podrían proporcionar información relativa, no sólo a su propio precio, ingredientes o disponibilidad, sino también proveer un historial detallado de su lugar y fecha de producción, estadísticas de uso y reparaciones efectuadas. Todos estos datos podrían ser especialmente útiles en el mercado de coches de segunda mano, por ejemplo, en la medida en que reducen las asimetrías de información entre comprador y vendedor con respecto a la situación convencional⁹⁵.

⁹⁴Estos precios individualizados se deberían introducir con mucha cautela: la librería virtual Amazon descubrió que esta "fijación dinámica" de los precios no contaba con la simpatía universal que el modelo económico teórico subyacente parecía sugerir. Las críticas que levantó su programa lanzado en 2000 para vender películas en DVD a distintos precios, según fueran las características de cada cliente, alcanzaron tales proporciones que el programa tuvo que ser suspendido de forma inmediata. Véase USA Today (2000): "*Amazon may spell end for dynamic pricing*", Associated Press, 29 de septiembre de 2000.

⁹⁵Para que esta información sea útil y cuente con la confianza del comprador potencial, su integridad debería ser verificable por algún procedimiento, al igual que sucede por ejemplo con los tacómetros de los autobuses modernos a la hora de comprobar que se han respetado las velocidades y tiempos de descanso que regula la ley.

· *Tarificación por uso*

En el Ambiente Inteligente es posible comprar en cualquier momento y lugar, pero también se pueden abonar estas compras siguiendo esquemas de pago bien distintos a los que estamos acostumbrados. Los sistemas DRM (*Digital Rights Management Systems*) que se han desarrollado recientemente para distribuir música y video en formato digital son ejemplos de ello. Con estos sistemas, el dueño de los derechos mantiene el control sobre la información incluso después de haberse producido la venta. Por ejemplo, Walt Disney lanzó en agosto de 2003 para el mercado de alquiler unos DVD que únicamente podían ser reproducidos durante las 48 horas posteriores a su desembalaje, y que por tanto no tenían que ser devueltos al videoclub. Otro caso de actualidad: las canciones descargadas con una misma cuenta en la tienda de música en línea iTunes sólo pueden escucharse en cinco ordenadores distintos, gracias al sistema DRM FairPlay⁹⁶. Estos sistemas de protección digital pueden programarse incluso para que el usuario pague de forma continua en el momento en que disfruta de los contenidos multimedia. Estos modelos de pago por uso, por otro lado habituales en las empresas de suministros básicos y servicios (electricidad, gas, agua o incluso telefonía) se podrían extender a otras áreas en el ámbito del Ambiente Inteligente. Por ejemplo, los muebles podrían implementar sensores que monitorizaran su uso y emitieran una factura personalizada de acuerdo a éste. Imaginemos un sofá que contara el número de personas que se sientan en él, el peso de éstas y el tiempo que permanecen sentadas, cobrando en consecuencia. Un ejemplo que puede parecer absurdo para los muebles en el hogar (que es probable se prefieran mantener en propiedad) no lo es tanto en entornos corporativos con una alta rotación de estos objetos, como puede ser un hotel o una oficina⁹⁷.

4.3 Una economía en piloto automático

En las secciones precedentes hemos tenido oportunidad de vislumbrar el potencial económico que puede llegar a ofrecer el Ambiente Inteligente. Sin embargo, confiar áreas cada vez mayores de la actividad económica a las tecnologías de computación ubicua conlleva riesgos importantes. La creciente automatización de procesos muy relevantes en el plano económico y la exclusión de las personas en la toma de decisiones al respecto es un motivo muy razonable de preocupación. Es cierto que, en circunstancias normales, la automatización contribuye a mejorar la estabilidad

⁹⁶Véanse Wired News (2003): *This DVD will self-destruct*, 16 de mayo de 2003, disponible en <http://www.wired.com/news/technology/0,1282,58883,00.html>, y Wikipedia (2005): *FairPlay*, *Free Online Encyclopedia*, disponible en <http://en.wikipedia.org/wiki/FairPlay>.

⁹⁷De nuevo, al igual que en el ejemplo del coche de segunda mano, los mecanismos para garantizar la integridad de la medida son claves para que el esquema de facturación cuente con la confianza de las partes y por tanto tenga éxito.

¿El fin del seguro a todo riesgo?

A la hora de fijar la cuantía de una póliza de seguros, las compañías suelen definir un conjunto de categorías, en función de la edad del tomador o la localización y el estado del bien asegurado, por ejemplo, con el fin de estimar el riesgo asociado al contrato de seguro concreto del que se trate. Las soluciones basadas en equipos inteligentes permitirían refinar mucho más estas categorías, calculando con mayor exactitud el riesgo esperado en cada póliza. Imaginemos un automóvil inteligente, que proporcionara a la compañía de seguros información detallada del estilo de conducción y los hábitos de aparcamiento del tomador del seguro. Con estos datos la estimación del riesgo a sufrir un robo o accidente sería extremadamente precisa. Así, los buenos conductores disfrutarían de pólizas de menor cuantía, dado que la aseguradora podría conocer con exactitud sus hábitos al volante (y por tanto no necesita cobrar una determinada cantidad para cubrir esa incertidumbre que ahora ha desaparecido).

Las pólizas de seguro, avanzando un paso más, podrían adoptar un esquema de pago por uso completamente dinámico, aumentando o reduciendo su cuantía en tiempo real según se condujera a cada momento. Llevando el ejemplo al extremo, los automóviles podrían incorporar un indicador análogo al del consumo de gasolina que mostrara el precio asociado al seguro en cada circunstancia, según las carreteras escogidas, las condiciones meteorológicas y del tráfico, el estilo de conducción...

Ajustes similares se podrían extender a otros ámbitos, como a los hogares (con electrodomésticos y muebles que estimaran la posibilidad de sufrir un accidente doméstico, según las costumbres de sus moradores) o a los seguros de vida (fumar un cigarrillo aumentaría la póliza, hacer deporte la reduciría).

Adaptado de Institute for Pervasive Computing (2004), pág. 8

de los sistemas: los ordenadores responden con una eficiencia muy superior a la de las personas a la hora de realizar multitud de tareas, en especial aquéllas que son repetitivas, pero precisan de una atención permanente. No obstante, las situaciones que no se hayan contemplado en el diseño del *software* pueden tener desastrosas consecuencias, si no cuentan con supervisión humana directa (como por desgracia ha sucedido en el pasado en accidentes aéreos con aviones bajo pilotaje automático). La cada vez más compleja imbricación de múltiples programas concurrentes puede conducir a ciclos de realimentación no previstos que acaben fuera de control. Es el caso del *crash* bursátil de 1987, debido al menos en parte al diseño de un innovador *software* de transacciones automatizadas. Este programa implementaba un procedimiento de venta automática de títulos que se disparaba cuando se daba un patrón de fluctuaciones determinado en las cotizaciones. En la

primera ocurrencia de dicho patrón, y dado el elevado número de agentes que manejaban el mismo *software*, se desencadenó una oleada de ventas. Estas ventas actuaron como realimentación positiva para el programa, que cursó nuevas órdenes de venta, exacerbando aún más la caída de la Bolsa⁹⁸.

Otro peligro añadido emerge de la misma eficiencia en la gestión de la cadena de valor que el Ambiente Inteligente ofrece. Contar con sistemas de monitorización de inventarios y con productos inteligentes capaces de informar de su estado lleva a las compañías, ansiosas por minimizar los costes de almacén, a reducir los stocks. La transparencia mejorada que deriva de estos mecanismos contribuye a atenuar el efecto látigo, como ya hemos visto. No obstante, si todas las empresas de una determinada cadena de valor redujeran notablemente sus stocks, por ejemplo para ajustarse a una repentina caída en la demanda, una interrupción imprevista en la producción de alguna de ellas dejaría sin materias primas al resto, deteniendo por completo la oferta de la industria implicada.

La aceleración que imprime el Ambiente Inteligente a la actividad económica no sólo incrementa el potencial global de beneficios, vía mayor flexibilidad y control de los procesos de negocio, sino que también introduce riesgos importantes asociados al uso de sistemas complejos y muy sensibles. De ahí la importancia de la fiabilidad y la aceptación en términos sociales de estos entornos tecnificados e inteligentes.

5. Retos sociales del Ambiente Inteligente

Vivir sin ordenadores es prácticamente inimaginable para la mayoría de nosotros: muy diversos procesadores controlan los sistemas de climatización en los edificios, soportan las comunicaciones de telefonía móvil, guían a los aviones en sus vuelos, ajustan los semáforos urbanos o vigilan sin descanso el estado de salud de los pacientes en el hospital. En la medida en que cada vez más objetos incorporen infotecnología, crecerá nuestro grado de dependencia en la misma.

Aún es posible hoy, al menos en muchos casos, decidir si deseamos emplear o no equipos dotados de la última tecnología informática: podemos escoger un sistema de climatización con control manual o prescindir del teléfono móvil, siguiendo los ejemplos anteriores. No obstante, en un futuro altamente digitalizado, las posibilidades de huir de esta dependencia tecnológica inducida serán mucho menores. Esta

⁹⁸En el Lunes Negro de 1987 el índice Dow Jones se desplomó un 22,6%, equivalente a unas pérdidas diarias en torno al medio billón de dólares. Desde ese momento se implementaron mecanismos para suspender temporalmente las cotizaciones ante fluctuaciones demasiado abruptas y rápidas en las mismas.

situación plantea retos sociales importantes para los sistemas del Ambiente Inteligente. El más obvio de ellos hace referencia a la privacidad⁹⁹, pero existen otros desafíos e implicaciones que trataremos de identificar seguidamente.

5.1 Fiabilidad

La visión de Ambiente Inteligente que presentábamos unas cuantas líneas atrás describía sistemas trabajando en segundo plano, que nos ayudaban a desempeñar nuestras tareas de forma discreta e intuitiva, sin dar pie a que nos percatáramos de la complejidad tecnológica subyacente. Dado que nuestras necesidades y deseos pueden cambiar con el tiempo, es preciso que estos sistemas sean capaces de adaptarse dinámicamente a la situación actual. Esta adaptación debe llevarse a cabo con la máxima fiabilidad posible, en el sentido amplio del término: un sistema dinámico y altamente complejo debe permanecer bajo control en todo momento, además de contar con los mecanismos adecuados para predecir (o incluso verificar) que el sistema se está comportando de forma correcta. Entrando en detalles, se deben contemplar los factores siguientes:

- **Escalabilidad:** está claro que para implementar escenarios que involucren potencialmente la interacción de varios millones de dispositivos inteligentes y adaptables no es suficiente con replicar los prototipos de laboratorio. Dos preguntas quedan en el aire: ¿las aplicaciones y servicios serán capaces de satisfacer sus funciones originales, incluso si se diera un incremento masivo en el número de pequeños objetos interactuando permanentemente? ¿Cómo será posible entender y controlar un entorno tan dinámico y complejo?.
- **Previsibilidad:** tecnologías como el televisor, la electricidad o la telefonía son razonablemente fáciles de usar, incluso para personas poco duchos en materias técnicas. Esta facilidad en el uso se extiende a la capacidad para detectar fallos de funcionamiento: si al descolgar el teléfono no se obtiene tono de línea, es obvio que algo no funciona correctamente. No obstante, esta previsibilidad de los sistemas deja de ser tan inmediata cuando nos enfrentamos a un escenario propio del Ambiente Inteligente, en tanto que los equipos implicados se supone funcionan en segundo plano, sin que los usuarios se percaten de su presencia. Este hecho dificulta la detección de errores, en especial para las personas no expertas. Adicionalmente, los usuarios podrían seguir confiando en un servicio que no funcionara correctamente (como un sistema automático, pero defectuoso, de copias de seguridad), sin darse cuenta de ello hasta que finalmente otro acontecimiento destapase el problema (caso de un corte de suministro eléctrico que precisara de la restauración del sistema, proceso que no podría completarse en tanto que las copias de seguridad serían inservibles).

⁹⁹Materia que ya tratamos con cierto detalle en el capítulo precedente, "Tercer nivel (II). Factores humanizantes".

- **Tolerancia a fallos:** incorporar tecnología computacional y de comunicación en objetos cotidianos requiere una miniaturización notable y un mínimo consumo energético. Con estas restricciones resulta difícil usar redundancia *hardware* en cada dispositivo para hacer frente a los fallos. No obstante, es preciso contar con mecanismos alternativos que se activen en caso de error. Un esquema válido es la diversificación de las funciones: proporcionar formas distintas de realizar una misma tarea, preferiblemente empleando diferentes recursos. Por ejemplo, en el caso de una conexión de comunicaciones, la diversificación puede lograrse diseñando mecanismos paralelos de comunicación que hagan uso de las redes GSM/UMTS, *Bluetooth* y *Wireless LAN*.

Los cortes en el suministro eléctrico que afectaron a gran parte de Estados Unidos, Canadá e Italia en 2003 mostraron hasta qué punto somos dependientes de las infraestructuras tecnológicas. Si, como entonces, prevalece el criterio de minimizar los costes y mejorar la eficiencia sacrificando la seguridad, las infraestructuras que den soporte al Ambiente Inteligente corren el riesgo de convertirse en sistemas frágiles que funcionen correctamente sólo de forma esporádica.

5.2 Delegación del control

Con el fin de minimizar la necesidad de intervención humana en entornos altamente complejos y dinámicos son precisos nuevos mecanismos de delegación del control: procesos automatizados llevarán el control de tareas rutinarias de forma fiable, pero al mismo tiempo proporcionarán los instrumentos de monitorización y registro adecuados. De este modo, se clarifica quién (o qué) controla un sistema autónomo, pero también quién es el responsable en el caso de que algo falle.

- **Control de contenidos:** si los objetos inteligentes son capaces de dar información sobre sí mismos, esto lleva a la pregunta de quién garantiza la objetividad y precisión de estas informaciones. Por ejemplo, los fabricantes podrían usar productos inteligentes para encadenar a sus clientes si éstos emitieran recomendaciones de compra de artículos del mismo fabricante. O, peor aún, los juguetes inteligentes podrían inducir a los niños a la compra de nuevos productos o inculcarles unas determinadas opiniones, sin que sus padres fueran conscientes de ello.

- **Control de los sistemas:** se puede concebir que los automóviles u otros productos inteligentes dejen de ser completamente leales a sus dueños, para obedecer también órdenes de autoridades competentes. Por ejemplo, este automóvil inteligente podría impedir la apertura de las puertas cuando su usuario aparcara en una zona prohibida¹⁰⁰. Pero este comportamiento, tal vez deseable para ciudades con problemas de tráfico, debería contar con un mecanismo de seguridad que por ejemplo permitiera parar en la entrada de un hospital al transportar a un herido (y abrir las puertas, obviamente).
- **Registro de acciones y responsabilidad:** si los objetos inteligentes toman sus propias decisiones (como puede ser una impresora inteligente que compre folios al detectar un nivel bajo de papel en su bandeja) debe clarificarse la responsabilidad legal última derivada de estas transacciones. Imaginemos un asistente de viaje que adquiriera billetes no deseados, o una nevera que comprara más comida de la que su propietario esté dispuesto a consumir. Desplazar sin más la responsabilidad al usuario final no parece una solución aceptable.

5.3 Compatibilidad social

A medida que aumenta la tecnificación del entorno en el que vivimos, crece la necesidad social de diseñar sistemas técnicos compatibles con las características y deseos del mayor número posible de personas, tanto más si estos sistemas inducen una dependencia de la que resulta cada vez más difícil escapar. Así, merecen mención los aspectos siguientes:

- **Transparencia:** de generalizarse el mecanismo de tarificación por uso descrito con anterioridad, en un entorno inteligente se producirían multitud de pequeños pagos asociados a actividades diversas, como por ejemplo la lectura de un número determinado de artículos en un periódico en línea, el uso de un *software* de edición de fotos por un intervalo dado de tiempo o los kilómetros recorridos en el suburbano. ¿Cómo podríamos seguir la pista de los numerosos microcontratos y de sus pagos asociados, para poder comprobar la legitimidad de los mismos? Chequear de forma manual cientos o miles de transacciones parece ser un mecanismo no sólo tedioso y nada realista, sino también poco adecuado para detectar posibles fallos de facturación o incluso estafas reiteradas. Los esquemas de tarificación dinámica pueden adolecer de una potencial pérdida de transparencia,

¹⁰⁰O impedir el mismo arranque del motor, si detectara que el conductor ha bebido alcohol por encima del límite legal. Esta posibilidad ya está recogida en los planes de seguridad vial de nuestra Dirección General de Tráfico.

especialmente si no se informa al usuario explícitamente (y en términos comprensibles) de cómo se calcula su factura correspondiente¹⁰¹.

- **Obsolescencia prematura:** una parte sustancial de la información que manejamos en nuestras vidas diarias sigue siendo válida por un periodo de tiempo más o menos prolongado. Es el caso, por ejemplo, del precio de los billetes de transporte público o las entradas de cine. La inercia que tiene la información (en forma de rigidez temporal en los precios, siguiendo con el ejemplo anterior) permite planificar racionalmente nuestras actitudes y patrones de compra. No obstante, en un entorno altamente dinámico en el cual la información válida en un instante dado deja de serlo transcurridos pocos minutos, conduce a situaciones de incertidumbre que dificultan las interacciones sociales y económicas.
- **Justicia y equidad:** las técnicas de minería de datos y *marketing* cruzado prometen el diseño a la medida de los estímulos comerciales que se lanzan a los individuos, eliminando, idealmente, las ofertas de productos no deseados. Sin embargo, clasificar a los clientes en categorías siguiendo un procedimiento en apariencia científico y preciso, puede tener como efecto secundario el refuerzo de las desigualdades ya existentes: aquellas personas que no encajen en un determinado perfil susceptible de disfrutar de mayores descuentos no llegarán a recibir oferta alguna de productos que sí podrían interesarles, o bien tendrán que pagar por ellos precios muy superiores.
- **Acceso universal:** las interfaces naturales e intuitivas que se proponen para el Ambiente Inteligente pueden contribuir a mejorar la accesibilidad a la información que ahora usuarios con alguna discapacidad tienen vetada (como les sucede a muchos ancianos, incapaces de usar un teléfono móvil por su pantalla y teclas de tamaño casi diminuto). Las interfaces inteligentes aptas para suplir las insuficiencias de individuos hasta ahora discriminados pueden ser decisivas para reducir la brecha digital. En otro orden de cosas, y no obstante, una mayor

¹⁰¹Este problema ya sucede hoy en día con la tarificación telefónica, especialmente en el caso de los móviles. Si bien los usuarios de contrato reciben mensualmente una lista con todas las llamadas realizadas, sus destinatarios y su duración, comprobar la exactitud de esta lista es una tarea prácticamente imposible. Además, son mayoría los usuarios que desconocen el coste real de una llamada en el momento de su realización, pues este coste depende de un número de variables muy elevado (modalidad de contrato, hora, día de la semana, compañía del receptor de la llamada...) La falta de transparencia en la facturación de estos servicios explica, al menos en una parte significativa, por qué la telefonía móvil acapara el primer puesto de las reclamaciones presentadas en las oficinas de defensa de los derechos de los consumidores.

accesibilidad a la información no garantiza por sí sola una justicia o igualdad superiores. En efecto, cuando el volumen de datos al que se tiene acceso crece desmesuradamente, pasamos del inconveniente de la falta de información a la necesidad de su filtrado por su sobreabundancia. Es muy probable que los datos que puedan obtenerse de forma gratuita estén sesgados y sean de baja calidad, mientras que la información independiente y de calidad sea de pago, contribuyendo así a ahondar la brecha digital. Y ahora, en un Ambiente Inteligente, las asimetrías en la información se traducen inmediatamente en distintas oportunidades en las interacciones cotidianas, agravando si cabe el problema.

5.4 Aceptación social

En ocasiones, la misma esencia del Ambiente Inteligente, es decir, la desaparición de los ordenadores a ojos de las personas para pasar a un segundo plano en el que desempeñan sigilosamente sus funciones, se interpreta como un intento de infiltrar tecnología en nuestras vidas diarias sin que el público sea consciente de ello, evitando así una posible resistencia social a su introducción. Dejando a un lado estas preocupaciones, que algunas veces pueden rozar la paranoia¹⁰², la aceptación social de la tecnología del Ambiente Inteligente depende de factores de naturaleza casi filosófica, como son la naturaleza misma de los dispositivos inteligentes o la cambiante relación del hombre con su entorno.

- **Credibilidad:** algunos sociólogos identifican una postura autocomplaciente y tecnófila entre los científicos dedicados al estudio de la computación ubicua o el Ambiente Inteligente, posición que supuestamente les incapacita para detectar los potenciales efectos negativos derivados de su uso. Otros muchos dudan de que un entorno inteligente como el propuesto realmente simplifique nuestras vidas, nos permita disfrutar de mayor tiempo de ocio o nos libre de desempeñar tareas laboriosas y aburridas: más bien se trata de una mejora en la eficiencia técnica (o incluso económica) de los sistemas, que no contribuirá a acabar con las prisas y el estrés tan característicos de estos momentos.
- **Autonomía:** los objetos cotidianos que incorporen tecnología inteligente y se integren en redes de dispositivos pueden llegar a perder parte de su autonomía con respecto a sus homólogos tradicionales, en la medida en que su funcionamiento dependa de las infraestructuras técnicas de soporte y de la interacción con otros equipos. En efecto, un lector de libros digital, si bien es mucho más versátil que

¹⁰²Como por ejemplo fueron las protestas desatadas en Estados Unidos contra la empresa Guillette, a raíz de que ésta incorporara en 2003 chips de identificación por radiofrecuencia en sus cuchillas (RFiD), hecho que se interpretó en determinados círculos como un intento de espiar (o incluso controlar) a sus consumidores. Véase <http://www.boycottguillette.com/>

su contraparte convencional, pierde autonomía y es susceptible de sufrir más fallos que ésta. Mientras que una novela puede leerse en cualquier momento, parece razonable suponer que su homólogo electrónico no se podrá leer cuando, por ejemplo, falle la conexión con el servidor de licencias DRM asociado.

- **Impacto sobre la salud y el medio ambiente:** no es fácil predecir el impacto que puede tener un despliegue masivo de la computación ubicua en términos de consumo de materias primas, energía y generación de residuos. Si, por ejemplo, todos los productos del supermercado contaran con etiquetas inteligentes, millones de estas etiquetas acabarían cada día en la basura. Por otra parte, las capacidades de localización de estas mismas etiquetas podría facilitar la separación y el reciclaje de los desechos. Aún hoy no se conocen con exactitud los efectos

Historia de la lavadora

Librar al hombre de la servidumbre del trabajo pesado y rutinario ha inspirado el desarrollo de numerosos avances técnicos. Entre ellos se cuenta la lavadora. En sus comienzos, en el siglo XIX, las lavadoras imitaban el movimiento que las personas hacían hasta entonces al lavar su ropa: se trataba de máquinas que frotaban una prenda de ropa contra una superficie rugosa y se accionaban manualmente con una palanca. La primera lavadora eléctrica fue diseñada por Alva Fischer en 1901 y realmente supuso un gran ahorro en el esfuerzo preciso para hacer la colada. Se afirma que la popularización de los electrodomésticos ha supuesto una reducción del trabajo en el hogar; pero ¿es realmente así?

Al mismo tiempo que llegaba la lavadora, lo hacían otras innovaciones domésticas: calentadores y planchas eléctricas, baños con agua caliente, frigoríficos... Algunas de estas nuevas tecnologías cambiaron las convenciones sociales acerca de lo que era o no aceptable en materia de higiene: si existen estos dispositivos que facilitan el lavado, ¿por qué motivo nos debemos asear y limpiar la ropa tan solo una vez a la semana? Parece obvio que, afortunadamente, ciertos avances técnicos han contribuido a modificar los hábitos domésticos; sin embargo, no existe evidencia empírica de que realmente estos avances hayan reducido el total del trabajo que se lleva a cabo en el hogar. Por el contrario, hay quien afirma que el trabajo no retribuido que las mujeres desempeñan en los ámbitos domésticos ha crecido notablemente desde la introducción de estos aparatos. En este sentido se pueden interpretar las palabras de la escritora feminista Beverly Jones, quien afirmaba en 1927 que "ahora, al igual que siempre, el electrodoméstico más automatizado sigue siendo la madre"

Inspirado en Alahuhta et al (2003)

biológicos derivados de la exposición prolongada a radiaciones electromagnéticas. La implantación de redes constituidas por infinidad de dispositivos intercomunicados vía radio tal vez tenga un efecto sobre la salud de las generaciones presentes y futuras, cuyo estudio no se debe despreciar.

- **Relación del hombre con su entorno:** desde una perspectiva filosófica, la visión del Ambiente Inteligente cambia la naturaleza misma del entorno en el que vivimos. La técnica, según Ortega y Gasset, se opondría a la naturaleza para generar un nuevo entorno o sobrenaturaleza¹⁰³. En nuestro caso concreto, la sobrenaturaleza se podría llamar Ambiente Inteligente.

6. Nuevo Entorno Tecnosocial

En esta última sección relacionaremos la noción de Ambiente Inteligente con los conceptos de Red Universal Digital y Nuevo Entorno Tecnosocial, propuestos por Sáez Vacas en su libro de 2004. Llegaremos a la conclusión de que el Ambiente Inteligente, soportado por la infoestructura de la Red Universal Digital, es una manifestación particular de este entorno tecnificado, una aplicación que descansa especialmente sobre alguna de sus veinte propiedades transformadoras. Con este objetivo, esbozaremos en primer lugar el concepto de Red Universal Digital, para, a continuación, y con la ayuda del netoscopio (concepto que definiremos más adelante), apuntar cuáles son estas propiedades concretas de las que hablamos y qué ligazón tienen con la idea de Ambiente Inteligente.

6.1 La Red Universal Digital

Sáez Vacas advierte cómo la tecnificación creciente del entorno a la que asistimos desde finales del siglo XX, asociada al cada vez más intenso despliegue a escala planetaria de infotecnología, se viene produciendo de forma sigilosa pero firme, dando lugar a importantes implicaciones sobre el binomio hombre-máquina. En efecto,

"El despliegue de esta tecnología se produce de manera casi intangible generando un tejido instrumental e informativo, que, sin que nos apercibamos de su estructura y de sus mecanismos, nos envuelve cada día más densamente, soporta nuestras actividades, modifica nuestro entorno en múltiples dimensiones, afecta a nuestro comportamiento, nos amplía, nos controla"¹⁰⁴ "

¹⁰³Como vimos en el capítulo 3, "La sociometamorfosis del hogar", en la sección "Técnica, necesidades y demanda".

¹⁰⁴Sáez Vacas F. (2004), pág. 13.

A la estructura abstracta que constituye y da sentido al tejido instrumental e informativo al que hacemos mención, Sáez Vacas la denomina Red Universal Digital. La Red Universal Digital es el fruto evolutivo de las tecnologías electrónica, informática y de telecomunicaciones, que convergen, gracias a la digitalización, en una sola disciplina, la infotecnología. Conviene resaltar que la Red Universal Digital es bastante más que Internet, a la que engloba; se trata del conjunto heterogéneo pero convergente de redes, antiguas o emergentes, estructuradas jerárquicamente, que, por medio de toda suerte de sensores e interfaces, ponen en contacto a las personas, las máquinas y el entorno físico. De este modo, la Red Universal Digital se configura como un eslabón más de la cadena evolutiva común del Hombre y la Tecnología, un instrumento ideado por el ser humano, que acaba por transformarlo a él mismo.

La arquitectura de la Red Universal Digital entreteje redes de muy distinto alcance: de larga distancia, locales, de ámbito doméstico o incluso redes corporales. A estas redes se conecta un sinfín de plataformas digitales diversas, que a su vez pueden interactuar con el mundo físico a través de sensores, y con las personas por medio de cada vez más potentes interfaces de usuario. Simplificando, la Red Universal Digital cuenta con tres grupos de componentes *software*, a saber:

- Sistemas operativos, que rigen el funcionamiento de las redes, los sensores, las interfaces y todos los programas ejecutables.
- Aplicaciones, que incluyen a todas las herramientas para crear, modificar, transferir y ejecutar contenidos, pasando por un programa de reserva de vuelos en línea, un procesador de textos, un gestor de correo electrónico, entre innumerables ejemplos posibles.
- Contenidos, en su sentido más amplio: música, vídeo, texto, imágenes, datos, emisiones de radio, etc.

La Red Universal Digital configura la infraestructura tecnológica o infoestructura que, a su vez, soporta, al entrar en contacto con el factor humano, un Nuevo Entorno Tecnosocial¹⁰⁵. El entorno emergente al que hacemos referencia, en aquello que más relación pueda tener con el tema de este estudio, se puede visualizar como una "piel electrónica de la Tierra", un revestimiento digital de escala planetaria integrado por infinidad de equipos infotecnológicos, que comunican, envuelven y condicionan a las personas que viven en él. Retomando el caso concreto de los hogares domóticos, se puede contemplar a éstos desde una perspectiva técnica como nodos hipercomplejos de usuario integrados en la Red Universal Digital, o

¹⁰⁵Según Sáez Vacas, la integración de la tecnología en la sociedad es tan densa e irreversible, que ya no debería emplearse el término 'entorno social', por impreciso.

también como infohogares de una infociudad¹⁰⁶. Los nodos electrónicos anteriores y las diferentes redes que los intercomunican constituyen el soporte tecnológico sobre el cual se construye, al intervenir el elemento humano, el Ambiente Inteligente del que venimos hablando. Así, éste queda bien enmarcado dentro del Nuevo Entorno Tecnosocial, como veremos seguidamente.

6.2 Análisis netoscópico del Ambiente Inteligente

Rosnay J. (1977) llamó macroscopio a un instrumento cognitivo simbólico, que, asistido por los métodos del pensamiento sistémico, la teoría de la complejidad, y la ayuda de los ordenadores, permitiría observar lo grande, lo complejo. Siguiendo su ejemplo, Sáez Vacas ha denominado netoscopio a aquella herramienta abstracta, compuesta por 20 lentes (tantas como propiedades transformadoras caracterizan al Nuevo Entorno Tecnosocial, N.E.T.¹⁰⁷) que facilitaría un análisis ordenado y antropocéntrico de las relaciones humanas con la Red Universal Digital.

La Red Universal Digital, al interactuar con los individuos, causa transformaciones sociales profundas. Ordenando las 20 lentes anteriores en cinco grupos, atendiendo al tipo de transformación que provocan, disponemos del netoscopio siguiente:

Si estudiamos el Ambiente Inteligente desde la óptica del netoscopio, observaremos a continuación cómo cada grupo de lentes arroja imágenes especialmente nítidas sobre alguna de las veinte dimensiones de N.E.T. implicadas, lo que significa que posiblemente valdría la pena redefinir a fondo y ampliar el concepto de Ambiente Inteligente y sus aplicaciones a la luz del netoscopio.

· *Transformaciones espacio-temporales*

Ubicuidad es una característica básica del Ambiente Inteligente¹⁰⁸. En este escenario, los usuarios y la información que intercambian pueden localizarse en cualquier punto del espacio, gracias a la enorme profusión de infoimplementos diminutos y

¹⁰⁶Recuérdese cómo el soporte de la Infociudad, concepto introducido en la sección "Telépolis y las telecasas" del primer capítulo, "Historia y teoría del hogar", no es otro que "una potente infraestructura tecnológica de arquitectura reticular", planteamiento a su vez coherente con el "Modelo reticular del hogar doméstico", que expusimos en el capítulo 6, "Segundo Nivel.

¹⁰⁷La descripción detallada del significado de cada una de estas propiedades puede consultarse en Sáez Vacas F. (2004), págs. 240-251.

¹⁰⁸Tanto es así que, aún con un enfoque no del todo idéntico, en otras latitudes se usa como sinónimo de computación ubicua. Por otra parte, la ubicuidad de la que se habla en el Ambiente Inteligente constituye una de entre cinco propiedades espacio-temporales del Nuevo Entorno Tecnosocial. Véase el apartado de este mismo capítulo "Ambiente Inteligente: la visión".

Tipos de transformación	Propiedades del N.E.T. implicadas
1. Espacio-temporales	Instantaneidad, distalidad, ubicuidad, movilidad, reticularidad
2. Corporales, sensoriales y sobre la identidad de los individuos	Representalidad, protesicidad, multisensorialidad, interactividad, virtualidad
3. De los modos de captación y manejo de la información	Digitalidad, potencialidad, omniprocesalidad, análogo-digitalidad
4. De las jerarquías de relación intelectual con el entorno tecnológico y con los objetos	Neuralidad, intelectividad
5. Barreras en las relaciones usuarias	Intangibilidad, hermeticidad, discontinuidad, feudalidad

Fuente: Sáez Vacas F. (2004b)

Tabla 7. El Netoscopio

de las redes que los interconectan. El Ambiente Inteligente no se limita a un espacio físico concreto, sino que tiende a englobar a todos ellos: al coche, a la oficina, al aeropuerto, al hogar... En la medida en que esto suceda, quedará garantizada la movilidad de los individuos, que, incluso si se están desplazando, podrán acceder de forma ininterrumpida a los servicios que el Ambiente Inteligente ofrece. Pero esta misma *movilidad* también supondrá la necesidad de que la infoestructura subyacente se reconfigure y adapte a cada momento y circunstancia, respondiendo de forma dinámica a los cambios de posición de sus nodos¹⁰⁹.

· *Transformaciones corporales, sensoriales e identitarias*

El Ambiente Inteligente es un paradigma de *interactividad*: los individuos inmersos en él entablan intuitivamente diálogos con los infoimplementos presentes en el entorno, que reaccionan en consecuencia para atender a sus peticiones. La interactividad no se limita al uso de dispositivos electrónicos, sino que puede extenderse a otros individuos conectados, de forma instantánea, como en una videoconferencia, o diferida, a través de buzones de voz o mensajes convencionales de correo.

¹⁰⁹Como se indicó al hablar de los "Elementos habilitadores del Ambiente Inteligente".

· *Transformaciones en la captación y el manejo de la información*

La clave está aquí en la *omniprocesalidad* del Ambiente Inteligente, en la presencia de equipos con capacidad de procesamiento en todos los puntos del entorno, que hacen posible la transmisión y tratamiento homogéneos de cualquier tipo de información, con independencia de su origen o formato, gracias a su soporte *digital*.

· *Transformaciones en las jerarquías de relación intelectual con el entorno*

En el mismo nombre de Ambiente Inteligente reside una de sus claves: la dotación de *inteligencia* al entorno. La multiplicidad de memorias, transmisores, sensores y demás elementos que habilitan el Ambiente Inteligente constituyen una red neural, una infraestructura tecnológica reticular cuya *inteligencia* reside precisamente en la capacidad de operación coordinada y conjunta de todos sus nodos. Un sensor capaz de detectar la presencia de humo y altas temperaturas, individualmente considerado, carece de mayor utilidad, pero si sus medidas alimentan a un sistema capaz de abrir de forma automática extintores y enviar una alarma al parque de bomberos más próximo, el conjunto se convierte en un eficaz sistema contra incendios. Sin embargo, no todas las aplicaciones potenciales de esta inteligencia colectiva son tan asépticas como la anterior: la capacidad de las memorias digitales de registrar trazas de cualesquiera acciones acontecidas en este escenario da pie a mejoras notables en la logística empresarial, por ejemplo, pero también a sistemas de vigilancia, registro y control en absoluto respetuosos con la privacidad individual¹¹⁰.

· *Barreras en las relaciones usuarias*

En reiteradas ocasiones a lo largo de este capítulo hemos hecho referencia a la "desaparición" de la tecnología, al desplazamiento de ésta a un segundo plano, de forma que los individuos puedan interaccionar intuitivamente con el entorno sin preocuparse por la complejidad técnica subyacente. La infoestructura del Ambiente Inteligente es deliberadamente *intangible*, tanto en el sentido físico o sensorial (los infoimplementos están ocultos en objetos de uso cotidiano, situación que se añade a la imperceptibilidad humana de las ondas de radio que éstos suelen emplear para comunicarse), como en el intelectual (los usuarios no sólo no ven la tecnología, sino que en muchas ocasiones ni tan siquiera son conscientes de su existencia). No obstante, esta misma intangibilidad es fuente de graves dificultades: si los individuos no son conscientes de la existencia de una infraestructura tecnológica que da soporte a sus quehaceres cotidianos, un fallo en ésta podría

¹¹⁰Problemas adicionales a la privacidad derivados de la intelectividad neural del Ambiente Inteligente son los previamente comentados de pérdida de autonomía de los dispositivos individuales o los riesgos inherentes a la delegación del control en equipos automáticos.

pasar desapercibido para los no especialistas multiplicando el daño causado¹¹¹. El impacto de la *discontinuidad*, permanente o transitoria, en las prestaciones o el mismo funcionamiento de los diferentes servicios del Ambiente Inteligente se ve así agravado como consecuencia de su intangibilidad.

7. Resumen

La visión de Ambiente Inteligente hace referencia al uso de infotecnología con el fin de dotar de inteligencia a los espacios (el hogar, los vehículos, las oficinas...) para que se adapten dinámicamente a las preferencias y necesidades de los individuos. A tal efecto, los objetos de uso cotidiano se convertirán en dispositivos inteligentes. Todo ello se debe conseguir de forma transparente, intuitiva y sencilla, ocultando la complejidad técnica subyacente a los ojos del usuario.

Con un enfoque doméstico, varios son los elementos habilitadores del Ambiente Inteligente, a saber: los microservidores inteligentes, la mejora en los terminales y sensores, el acceso multi-interfaz, la personalización de los servicios, la biometría y la creciente reconfigurabilidad, adaptabilidad y aprendizaje del propio hogar.

La posibilidad de monitorizar en tiempo real productos que además son capaces de comunicarse entre sí, informando de su propio estado e interactuando con otros equipos o personas, brinda excelentes oportunidades de negocio para la conocida como *Now-Economy*; los objetos inteligentes y los modelos de negocio innovadores son alguna de sus claves.

La creciente tecnificación del entorno que precisa el Ambiente Inteligente conlleva importantes implicaciones y retos sociales. Asuntos como la fiabilidad de los sistemas técnicos, la delegación de control en máquinas, o la compatibilidad y el grado de aceptación social de un futuro hipertecnológico merecen toda nuestra atención.

Por último, el Ambiente Inteligente puede enmarcarse como un caso particular del Nuevo Entorno Tecnosocial propuesto por el profesor Sáez Vacas, que, haciendo uso del soporte infoestructural proporcionado por la Red Universal Digital, potencia especialmente sus propiedades de ubicuidad, movilidad, interactividad, omnipresencia, intelectividad, neutralidad, intangibilidad y discontinuidad, según se puede derivar del análisis sociotécnico anterior.

¹¹¹Recuérdese el ejemplo de las copias de seguridad automáticas introducidas en la sección "5.1 Fiabilidad" del presente capítulo.

8. Comentarios bibliográficos

El apartado "Ambiente Inteligente: la visión" se apoya en:

- Friedewald M. Da Costa O. (2003): *Ami@Life*, European Science & Technology Observatory, págs. 7-10.
- ISTAG (2003): *Ambient Intelligence: from vision to reality*, IST Advisory Group, págs. 6-7.
- Institute for Prospective Technological Studies (2003) *Security and privacy for the citizen in the Post-September 11 digital age. A prospective overview*, págs. 71-73.
- Weiser M. (1991): *The Computer of the 21st Century*, Scientific American, septiembre de 2001, págs. 94-101

La sección "Elementos habilitadores" tiene por fuente a:

- Telefónica (2003): *Libro Blanco del Hogar Digital y las Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones*, División de Servicios de Documentación de Telefónica I+D, págs. 101-102.

Los apartados "Economía del Ambiente Inteligente y Retos Sociales del Ambiente Inteligente" se han elaborado recurriendo a:

- Alahuhta P., Heinonen S. (2003): *Ambient Intelligence in Everyday Life: Housing*, Technical Research Centre of Finland, Building and Transport, Research report RTE 2223/03, págs. 6-9.
- Ferguson G. (2002): *Have your objects call my objects*, Harvard Business Review, junio de 2002, págs. 138-144.
- Institute for Pervasive Computing (2004): *Social, Economic, and Ethical Implications of Ambient Intelligence*, ETH Zurich, págs. 4-9, 14-21.
- Weiser M. (1993): *Ubiquitous Computing*, IEEE Computer, octubre de 1993, págs. 71-72.

Los conceptos expuestos en "Red Universal Digital" son obra de:

- Rosnay J. (1977): *El Macroscopio: hacia una visión global*, Editorial AC, Madrid.
- Sáez Vacas F. (1999): *Educación y Tecnología*, Editorial América Ibérica, Madrid.

- Sáez Vacas F. (2000): *Meditación de la Infotecnología*, Editorial América Ibérica, Madrid.
- Sáez Vacas F. (2004b): *Más allá de Internet: la Red Universal Digital*, Editorial Centro de Estudios Ramón Areces, Madrid.

Bloque III: Apuntes sobre el mercado y la industria

Capítulo 10: Agentes y modelos de negocio

1. Introducción

Iniciamos aquí el tercer y último bloque del presente estudio, en el que apuntaremos sintéticamente las características más relevantes del mercado de la Domótica y su industria asociada.

En este capítulo concretamente analizaremos los agentes implicados en el sector domótico y los modelos de negocio que serían susceptibles de manejar. Este análisis se llevará a cabo de la forma más general posible, aunque estará enfocado especialmente al ámbito español, y centrado, salvo indicación contraria, en el mercado residencial¹¹² de nueva construcción.

Tras una reseña de la evolución del mercado domótico hacia posiciones más antropocéntricas e integrales, introduciremos a los agentes tradicionales del sector, entendiendo por tales a aquéllos con presencia histórica en el negocio de la construcción y la tecnología doméstica. Distinguiremos aquí a los agentes directamente implicados en los procesos de negocio, como los promotores inmobiliarios, los arquitectos o los instaladores, de los que, si bien no participan exclusivamente en el sector de la Domótica, sí ejercen una poderosa influencia sobre él (Administración Pública y universidades). Por último, estudiaremos las oportunidades que la transición hacia un mercado domótico horizontal ofrece para dos nuevos entrantes en él: el integrador de soluciones domóticas y el consultor de sistemas domóticos.

2. La Domótica y el mercado del hogar

En las últimas décadas, la introducción de tecnología en el hogar se había venido caracterizando por el incremento de las prestaciones individuales de los equipos domésticos, descuidando la posible interacción de estos equipos entre sí o limitando sus capacidades de comunicación con el exterior de la vivienda, que se reducían al envío de señales de alarma o a un rudimentario control remoto, en el mejor de los casos. Esta situación quedó reflejada en la aparición de un mercado vertical,

¹¹²El mercado de la automatización de edificios terciarios (hoteles, oficinas, industrias) corresponde a la Inmótica, como se indicó en el capítulo 2, "Conceptos y terminología", y difiere sustancialmente del doméstico, que es el objeto de análisis del presente estudio.

donde los distintos equipos domésticos se configuraban como sistemas prácticamente independientes, que funcionaban de forma autónoma, agrupados si acaso en islas tecnológicas incompatibles. Como resultado de esta concepción de los productos y sus mercados, la definición y el desarrollo de servicios susceptibles de ser prestados a los usuarios domésticos se han visto notablemente dificultados.

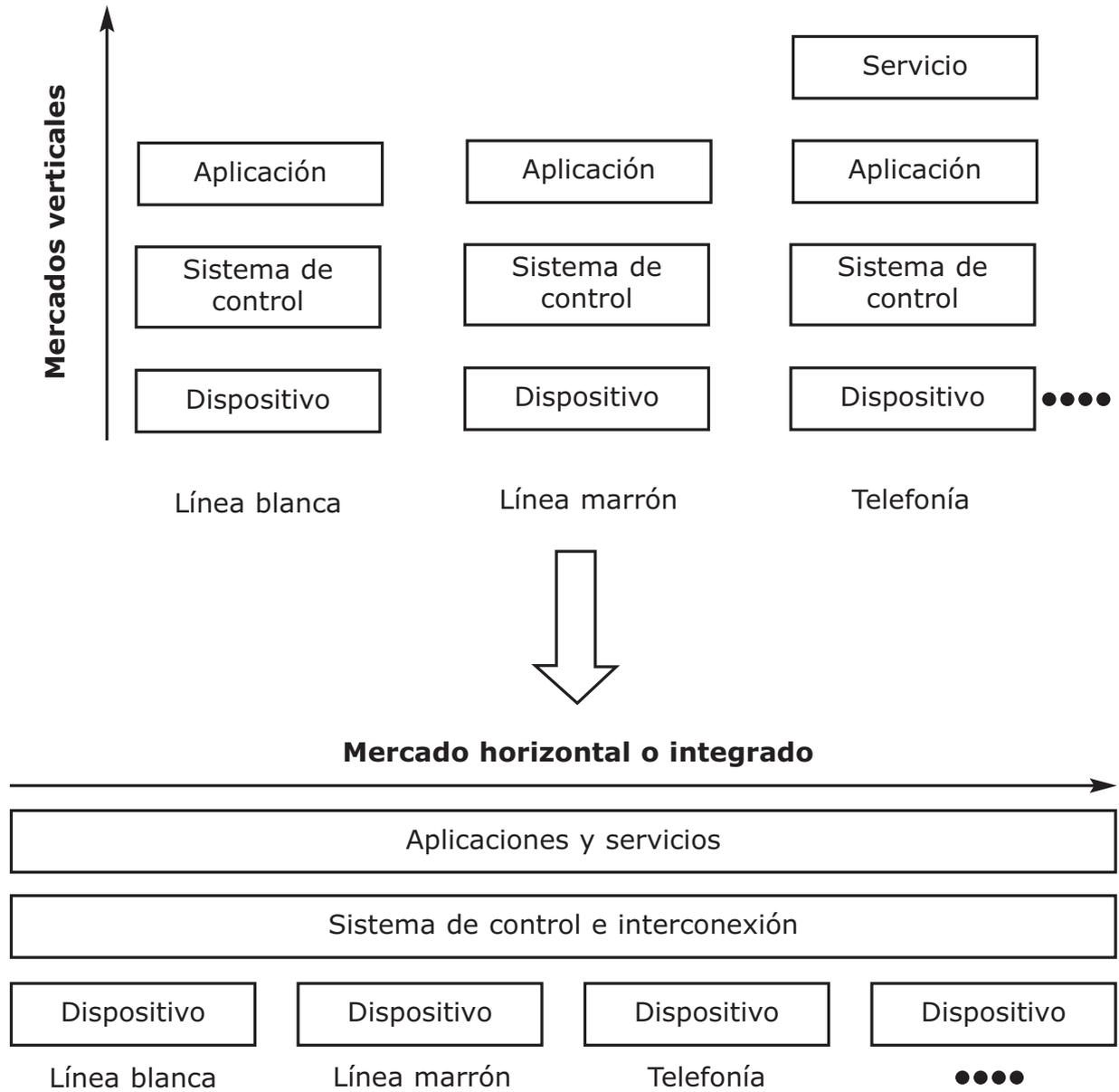
En los primeros años noventa, la Domótica no se concebía del modo integral que venimos desarrollando en este estudio, sino que quedaba relegada tan sólo a la automatización y el control de ciertos equipos domésticos, que tampoco eran capaces de interactuar eficientemente entre ellos. Las optimistas expectativas de negocio que la Domótica despertaba por aquel entonces no pudieron materializarse a causa de numerosos problemas¹¹³: la ausencia de protocolos de comunicaciones unificados, el inmovilismo de muchos agentes involucrados en el negocio de la construcción, la complejidad de uso y dificultades de mantenimiento de los equipos... El resultado: un mercado muy reducido en el cual la euforia de los inicios se había tornado en profundo pesimismo.

Recientemente, la forma de entender la aplicación de tecnología en la vivienda está experimentando una transformación importante, desplazándose hacia posiciones cada vez más antropocéntricas¹¹⁴. Del antiguo paradigma centrado casi en exclusiva en la tecnología por la tecnología, estamos pasando paulatinamente a otro nuevo, en el cual el usuario es el centro de atención, y la satisfacción de sus necesidades o deseos el objetivo a perseguir. De este modo, la tecnología adopta su verdadero papel de herramienta al servicio del individuo, que no está interesado en sus detalles técnicos, sino en el modo en el que ésta puede facilitarle el desempeño de sus quehaceres diarios.

Este cambio de mentalidad de tecnología al servicio del usuario puede contribuir a la integración de los diferentes sectores involucrados en el negocio de la tecnología doméstica, hasta el momento independientes o con relaciones muy débiles, de forma que los antiguos mercados verticales dejen paso a otro mercado horizontal y convergente. Esta evolución se sintetiza gráficamente en la figura 8, "Evolución del mercado de la tecnología doméstica". El nacimiento de un mercado horizontal ofrece interesantes oportunidades de negocio, tanto para los agentes más veteranos como para aquellos nuevos que sepan aprovechar las peculiaridades de este escenario. Veamos quiénes son estos agentes, cuáles son sus características y qué esquemas de negocio son susceptibles de implementar.

¹¹³Muchas de estas barreras aún siguen vigentes; tendremos oportunidad de comprobarlo al analizar los frenos del mercado domótico en el capítulo siguiente, "Frenos y catalizadores".

¹¹⁴Véase el recuadro "Tecnología antropocéntrica" del capítulo 8, "Tercer nivel (II): Factores humanizantes".



Fuente: ProHome (2003), elaboración propia

Figura 8. Evolución del mercado de la tecnología doméstica

3. Agentes tradicionales

En esta sección estudiamos los agentes tradicionales del mercado de la Domótica, entendiendo por tradicionales a aquéllos con presencia histórica en el sector de la construcción y la tecnología doméstica. Como ya se ha dicho, diferenciaremos entre agentes directos, inmediatamente implicados en el mercado de la Domótica, y agentes indirectos, que configuran el marco institucional en el cual se desarrolla este mercado.

3.1 Agentes directos

En esta categoría incluimos a promotores y agencias inmobiliarias, arquitectos e ingenieros, constructores, instaladores, fabricantes, proveedores y usuarios finales. A continuación analizamos los rasgos distintivos de estos agentes.

· Promotores y agencias inmobiliarias

El promotor inmobiliario es el agente que se hace con la propiedad del suelo sobre el que va a edificarse y quien define las características básicas de las nuevas viviendas. Para el promotor es muy importante conocer las demandas de los usuarios finales, para poder adecuar en consecuencia su oferta. Así, en respuesta a las cada vez más frecuentes preocupaciones de los compradores de viviendas en materia de seguridad, por citar un ejemplo cercano, son muchas las promociones inmobiliarias que incorporan sistemas de videovigilancia en combinación con el clásico portero automático¹¹⁵. No obstante, es bastante común que el promotor delegue en una agencia el trato directo con el usuario, adquiriendo esta última un contacto privilegiado con el comprador de la vivienda. Además, el promotor mantiene lazos con el arquitecto, a quien encarga el proyecto de edificación, y con el constructor, a quien entrega el diseño definitivo y le indica los terrenos en los que debe construir.

A pesar de la actual situación boyante del mercado inmobiliario en prácticamente todo el mundo desarrollado (con las excepciones de Alemania y Japón), el promotor se enfrenta a previsiones preocupantes, pues son cada vez más los estudios que

¹¹⁵En todo caso, perdura entre los promotores y los constructores una cierta resistencia a la incorporación de elementos, equipos, tecnologías... que supongan un carácter innovador para la vivienda o para el propio proceso constructivo.

advierten de la saturación inminente del mercado residencial¹¹⁶ y de la consecuente caída en la demanda. Esta previsible caída hará que sobrevivan sólo aquellos promotores capaces de ofrecer una buena relación calidad precio, y es ahí donde la Domótica ofrece argumentos de venta diferenciadores¹¹⁷.

En esencia, caben dos modelos de negocio, según el grado de implicación que el promotor desee con su cliente, ya sea a corto plazo o de forma más estable y duradera en el tiempo: la venta exclusiva de la vivienda domótica y la prestación de servicios domóticos. En el primer caso, la incorporación de elementos domóticos a la vivienda le confiere un carácter distintivo que agiliza su comercialización posterior, con un coste añadido menor al posible aumento del precio de venta. La viabilidad de este modelo depende de múltiples factores, entre ellos la tipología de vivienda, de si se trata de una primera o segunda residencia, de si cabe incorporar prestaciones de ámbito colectivo, etc. En el segundo caso, más adecuado como posicionamiento a largo plazo, el promotor presta un conjunto de servicios al cliente final que se prolongan después del momento de la venta (gestión de una comunidad digital de vecinos, oferta de vídeo bajo demanda, mantenimiento de las instalaciones...), hecho que obliga al promotor a alcanzar acuerdos con otros agentes de la cadena de valor.

· *Arquitectos e ingenieros*

El arquitecto es el agente que diseña el edificio, diseño que debe realizarse de forma que no limite la introducción de nuevas tecnologías y permita por tanto la incorporación de sistemas domóticos (de ahí la importancia de su colaboración con otros técnicos, como los ingenieros encargados de elaborar, dirigir o certificar

¹¹⁶Entre 1991 y 2000 se iniciaron en España 265.000 viviendas al año de media; en 2004 fueron 620.000, más que la suma de las levantadas en Francia y Alemania en el mismo año. Entre 1997 y 2005 los precios de la vivienda se incrementaron en nuestro país en un 145%. Comparando el cociente de los precios de adquisición de vivienda con los del alquiler entre 1975 y 2000 se obtiene hoy un valor superior a la media en más de un 50%. Todo apunta a una probable ralentización del mercado inmobiliario español, similar a la que de hecho está sucediendo en otros países, con un comportamiento similar como Reino Unido o Australia. En este último los precios de vivienda nueva pasaron de crecer a una tasa anual del 20% en 2003 hasta el 0,4% de 2005. Fuentes: The Economist (2005), Ministerio de Vivienda.

¹¹⁷Si bien lo que más valora el cliente en la actualidad son las características intrínsecas del edificio, que son por ello las más difíciles de cambiar a posteriori: la ubicación, orientación, dotaciones comunitarias... No obstante, cubiertos estos requisitos básicos, todo valor añadido supone un elemento diferenciador frente a la competencia, tanto más importante en situaciones de crisis.

proyectos domóticos). El arquitecto se relaciona con el promotor inmobiliario a través del diseño de un proyecto concreto de edificio, según las pautas marcadas por éste. Asimismo, el arquitecto y los ingenieros interaccionan con el constructor, proporcionándole los planos y especificaciones del proyecto que precise, o llevando a cabo labores de supervisión.

Conjugar confort, atractivo en el diseño arquitectónico y flexibilidad para incorporar nuevos elementos tecnológicos a lo largo de toda la vida útil del inmueble son los principales retos a los que estos agentes se enfrentan y también constituyen una fuente de especialización y prestigio profesionales en caso de saber aprovecharlos convenientemente, tanto más importantes si hablamos de un nicho de mercado aún poco explotado pero que presenta grandes expectativas de futuro.

· *Constructores*

El constructor se dedica a materializar el proyecto del arquitecto en el terreno donde marca el promotor. Además se encarga de coordinar al conjunto de técnicos especialistas que instalan los servicios básicos de agua, gas o electricidad, así como de la contratación de aquellos instaladores precisos para el despliegue de ciertas infraestructuras tecnológicas más avanzadas, como los sistemas domóticos que nos ocupan, y que se registran en la memoria de calidades de la nueva vivienda.

El conocimiento de las nuevas tendencias y servicios para el hogar y la capacidad para coordinar equipos multidisciplinares se erigen como factores diferenciadores, y al igual que sucede con otros agentes, éstos cobrarán una importancia creciente en un entorno caracterizado por la previsible ralentización futura del mercado inmobiliario. En este futuro, los constructores podrían centrar sus oportunidades de negocio en la implantación de un modelo de vivienda avanzada tecnológicamente, válido para los edificios de nueva construcción, pero especialmente atractivo para la conversión o rehabilitación de viviendas ya construidas.

· *Instaladores*

Los instaladores son aquellos agentes encargados de la instalación, puesta en marcha y, ocasionalmente, mantenimiento de las infraestructuras y dispositivos que el usuario final empleará en su hogar. Este agente se relaciona principalmente con el constructor, ejecutando aquellas instalaciones que marca el proyecto de ingeniería que éste le proporcione (red de distribución eléctrica, de gas, agua o infraestructuras de comunicaciones), así como con el distribuidor de los materiales y equipos que sean necesarios para esta tarea.

De entre todos los instaladores que potencialmente tienen acceso a la vivienda, el

instalador eléctrico es a priori el más apropiado para el despliegue de los sistemas domóticos, dada la relación existente entre éstos y las instalaciones eléctricas¹¹⁸. Si bien es cierto que cabe la aparición de un nuevo agente que se ocupe en exclusiva del despliegue domótico, se puede esperar una extensión de las competencias de los instaladores existentes. Así, los conocimientos en la materia constituirían un valor añadido al perfil profesional del instalador, con el que podría asumir mayor número de proyectos, además de abrirle la puerta a entornos de negocio distintos al residencial (proyectos de automatización de pequeñas industrias, hoteles, residencias geriátricas y demás despliegues inmóticos). En cuanto a su posible posicionamiento de negocio a medio y largo plazo, los instaladores podrían aprovechar la oportunidad de convertirse en el fontanero digital de las viviendas, especializados en el mantenimiento y mejora de todas las infraestructuras digitales.

· *Fabricantes*

Los fabricantes son agentes dedicados al diseño, desarrollo y producción de los dispositivos que se utilizan en los hogares (pero también en otros ámbitos como oficinas u hoteles), y suelen aglutinar a especialistas en *hardware* y *software*, encargados de la I+D de los prototipos, así como personal y plantas de producción para los equipos ya comerciales. A través de los distribuidores canalizan sus productos a los demás agentes de la cadena de valor. Entre los fabricantes actuales destacan por su potencial futuro los de electrodomésticos (hornos, neveras y lavavajillas inteligentes) y de electrónica de consumo (sistemas de ocio multimedia, equipos de comunicaciones), además de los dedicados en exclusiva a la fabricación de equipos puramente domóticos (pasarelas residenciales, sensores, actuadores).

Estos agentes, que ya presentan una tendencia a la integración, se enfrentan al reto de acceder al mercado horizontal de la tecnología doméstica, haciendo compatibles sus equipos con las nuevas infoestructuras domésticas e interoperables con los productos de otros fabricantes¹¹⁹. Al añadir y combinar funcionalidades en los distintos dispositivos, incorporando servicios adyacentes al producto final (como por ejemplo un servicio de mantenimiento y reparación remota de electrodomésticos o la venta en línea de recetas automatizadas para hornos inteligentes) se abren para ellos nuevas y prometedoras líneas de negocio.

¹¹⁸Existen fuertes analogías entre las preinstalaciones domóticas y las eléctricas, en la conexión de electroválvulas de corte de suministro o en el control de circuitos con relés, por citar sólo algunos ejemplos, que justifican esta afirmación. Adicionalmente, las nuevas promociones de instaladores eléctricos en España ya han cursado asignaturas referentes a la automatización de edificios, contando por ello con una visión más cercana de las posibilidades que la Domótica brinda.

¹¹⁹Consúltese el capítulo 6, "Segundo nivel. Interconexión de equipos".

· *Proveedores*

Este grupo heterogéneo de agentes engloba a todos aquéllos encargados de proporcionar las distintas piezas que configurarían¹²⁰ una solución domótica integral, ya sea el acceso de red, el suministro eléctrico, la provisión de contenidos y servicios avanzados...

La Domótica ofrece a estos agentes la posibilidad de diseñar productos innovadores que lleguen a los usuarios directamente en su hogar, gracias a las capacidades de comunicación de la infotecnología, así como servicios avanzados que complementen a sus homólogos tradicionales. El mercado crece significativamente para estos agentes, con oportunidades de negocio verdaderamente prometedoras¹²¹.

· *Usuarios finales*

Pese a ser el agente principal de toda la cadena de valor, hasta que la tecnofilia del mercado domótico no ha empezado a dejar paso a un sano antropocentrismo apenas ha tenido el protagonismo que merece. El usuario doméstico es el destinatario final de todos los esfuerzos de los agentes anteriores; si el usuario percibe que los productos y servicios domóticos avanzados son realmente valiosos, éstos se desarrollarán y él pagará por disfrutarlos. En caso contrario, el mercado horizontal y emergente del que venimos hablando no llegará a consolidarse¹²².

3.2 Agentes indirectos

El negocio domótico cuenta con unos agentes que no participan en él de forma directa, y que no obstante influyen profundamente en su desarrollo. Estos agentes configuran un marco institucional que condiciona poderosamente, tanto en sentido positivo como negativo, el despliegue del mercado domótico. Hablamos en esencia del papel que desempeñan la Administración Pública y las universidades y demás centros de formación.

¹²⁰Dado el número elevado de actores y su diversidad inherente emergen oportunidades de negocio para actores nuevos, que integren estos elementos y los ofrezcan como un todo uniforme al usuario final. Nos ocuparemos de ello en la sección "Nuevos entrantes en el mercado" del presente capítulo.

¹²¹Algunos ejemplos son los servicios de telemedicina, banca electrónica, lectura remota de contadores, monitorización de las infraestructuras del hogar.. Véase el capítulo 7, "Tercer nivel (I). Aplicaciones y servicios" para una exposición ordenada de las aplicaciones y servicios posibles, así como la sección "Economía del Ambiente Inteligente", del capítulo 9, "Tercer nivel (III). Visión avanzada: Nuevo Entorno Tecnosocial", para una descripción de posibles esquemas de negocio futuros.

¹²²El capítulo siguiente, "Frenos y catalizadores", explorará los principales catalizadores del mercado domótico, también desde la perspectiva del usuario doméstico.

· *Administración Pública*

La Administración Pública es el agente encargado de definir la normativa aplicable al sector de la construcción en general y al mercado domótico en particular, y velar por su cumplimiento. La infotecnología y sus aplicaciones domésticas son un motor de modernización muy potente capaz de dinamizar segmentos importantes de la economía nacional, fomentando las inversiones, mejorando la productividad y creando nuevos empleos¹²³.

Regulación y estandarización

Se debe distinguir entre regulación y estandarización. Mientras la regulación viene impuesta en forma de normativa por un órgano administrativo, como el Parlamento o el Gobierno, el estándar es un acuerdo entre los distintos actores de la cadena de valor de una industria acerca de las características básicas que debe reunir un producto dado. Para el usuario final, un estándar resulta especialmente interesante, pues cuenta con una cierta seguridad de que los productos que lo cumplan serán compatibles con los servicios ofrecidos por un número elevado de proveedores y por un espacio de tiempo razonablemente prolongado.

Por lo general, los avances tecnológicos van por delante de la regulación. Según la postura económica predominante en la actualidad, la regulación debe tener el menor impacto posible en las fuerzas del mercado. La regulación de la tecnología debe garantizar que no sea nociva para los usuarios, pero al mismo tiempo no debe frenar los desarrollos nuevos que pudieran producirse a raíz de un avance técnico. La Administración debe procurar que la distancia entre la innovación y la regulación no sea demasiado grande, pero regulando sólo aquello necesario. Se trata, en definitiva, de alcanzar un compromiso entre la garantía de la seguridad y el impulso a la eficiencia.

Adaptado de Pineda J. (2004), págs. 48-49

¹²³Como vimos en los capítulos 8, "Tercer nivel (II). Factores humanizantes", y 9, "Tercer nivel (III). Visión avanzada: Nuevo Entorno Tecnosocial", este escenario inevitablemente presenta sombras cuyo análisis no puede descuidarse: amenazas a la privacidad, riesgos en la seguridad, brecha digital...

En el caso de la Domótica, la normativa reguladora también debe perseguir ese doble objetivo de seguridad y eficiencia, a saber:

- **Protección del usuario:** la normativa debe asegurar que cualquier aparato destinado al ámbito doméstico no revista riesgo alguno para el usuario. Asimismo, parece conveniente proteger al usuario frente a su exclusión digital regulando unos mínimos en el acceso a las infraestructuras infotecnológicas. Adicionalmente, la normativa debe proteger al usuario de las prácticas monopolísticas, brindándole en la medida de lo posible la posibilidad de elegir entre diferentes opciones.
- **Eficiencia:** enlazando con el anterior punto, la eficiencia se traduce en este caso en intentar introducir competencia entre los distintos proveedores, con la esperanza de que esta competencia conduzca a través de las leyes del mercado a la oferta de mejores productos a un precio más ajustado, en beneficio último del usuario.

Adicionalmente, se puede instrumentar el apoyo institucional para asegurar que los beneficios de la Domótica lleguen a la mayor parte posible de la población, a través de mecanismos como la creación de incentivos fiscales para las viviendas que incorporen infraestructuras tecnológicas avanzadas, la promoción de viviendas domóticas de protección pública, el desarrollo de la teleadministración para que los ciudadanos disfruten desde el hogar de una mayor agilidad en sus gestiones burocráticas, el fomento de cursos de reciclaje para instaladores en nuevas tecnologías para el hogar, etc.

· *Universidades y centros de formación*

Dadas la inmadurez del mercado de la Domótica, la escasez de especialistas y la rápida evolución de la tecnología, la universidad y demás centros de formación son agentes importantes a tener en cuenta. Sus esfuerzos deben encaminarse hacia la mejora de la tecnología que da soporte a los servicios domóticos, así como a la concepción y puesta en funcionamiento de servicios innovadores que hagan uso de la tecnología preexistente.

El papel de estos agentes como dinamizadores del mercado doméstico incluye la formación de los profesionales que sean capaces de diseñar, instalar, vender y mantener los nuevos productos. Esta formación debería ser un tanto multidisciplinar y flexible, capaz de ajustarse a las necesidades cambiantes de los usuarios. Esta labor de enseñanza se verá potenciada si se realiza en paralelo a la investigación, sobre todo si ésta cuenta con el apoyo de otros actores de la cadena de valor, tanto públicos como muy especialmente privados. Finalmente, la universidad y los demás centros de formación deben implicarse en la divulgación no comercial de las realidades de la Domótica, a través de

seminarios, conferencias, publicaciones...¹²⁴

4. Nuevos entrantes en el mercado

En el tránsito de una estructura de mercado vertical, con actores dispersos e interrelacionados de forma enmarañada y cambiante, a otra horizontal, que integre transparentemente para el usuario las soluciones domóticas, emergen interesantes oportunidades de negocio para aquellos actores nuevos que sepan aprovechar en beneficio propio la complejidad de este escenario de transición. Nos referiremos aquí a los integradores de soluciones y a los consultores de sistemas domóticos.

4.1 Integrador de soluciones domóticas

Exclusivamente con los modelos de negocio de los actores tradicionales analizados con anterioridad, el usuario doméstico que desee implementar una solución domótica completa en su vivienda debe ponerse en contacto e interactuar con múltiples actores (proveedor de conectividad para el acceso a Internet, empresa de seguridad que oferte videovigilancia profesional, compañía de ocio multimedia bajo pedido, centro de salud que preste servicios de teleasistencia...) para que éstos le suministren individualmente sistemas técnicos complejos, heterogéneos, por lo general poco integrados entre sí y no siempre fáciles de usar.

El integrador de soluciones domóticas puede convertir la complejidad sociotécnica presente en la descripción anterior en una excelente oportunidad de negocio, construyendo un puente entre los distintos proveedores (de servicios avanzados, contenidos, infraestructuras, mantenimiento) y el propio cliente. Así, el integrador contactaría con los distintos actores implicados en la provisión de un sistema domótico completo, agregando, coordinando y gestionando sus distintos elementos. De este modo, el integrador hace llegar al usuario una oferta domótica integral de forma transparente, sin que éste tenga que preocuparse por los detalles de su gestión o de los parámetros tecnológicos.

El principal beneficiario de la aparición del integrador residencial es el usuario, que recibirá el servicio técnico, la atención al cliente, las ofertas de nuevos servicios y la factura de todo ello a través de un canal único. Las ventajas frente a la situación actual son obvias: en caso de querer contratar, por ejemplo, servicios de seguridad,

¹²⁴Nótese que las investigaciones y estudios universitarios acaban dejando su huella indirecta en la propia Administración, y por tanto en la regulación del sector. A fin de cuentas, los funcionarios técnicos de la Administración se forman en la universidad y suelen mantener vínculos con ella.

televisión y automatización de las infraestructuras domésticas, el usuario no tendrá que tratar con tres proveedores distintos, ni tampoco deberá manejar tres mandos a distancia diferentes.

NTT DoCoMo y la facturación integrada

I-Mode es un exitoso servicio ofertado por la empresa japonesa de telefonía móvil NTT DoCoMo, que permite a sus clientes tener acceso a diferentes contenidos a través del móvil (información ciudadana, operaciones financieras, juegos, correo electrónico, acceso a Internet, etc.). Una de las claves de su éxito es su esquema de facturación integrada. NTT DoCoMo cobra al usuario final una cuota que incluye una parte fija y otra variable en función del tráfico descargado y los servicios a los que el usuario esté suscrito (que son ofrecidos por proveedores de contenidos externos a NTT DoCoMo, pero que utilizan su mismo sistema de facturación). Las ventajas de este modelo, extrapolables al caso del integrador domótico, son varias:

- Simplifica el pago para el cliente, dada la comodidad de una factura única, con la que se pagan todos y cada uno de los servicios a los que se encuentra suscrito.
- Aporta seguridad al usuario, que sólo debe dar sus datos bancarios a una entidad fiable, la operadora móvil, sin necesidad de tratar con sistemas de facturación de terceras empresas que despierten una confianza menor.
- La operadora móvil, además de los ingresos directos, obtiene unos beneficios financieros extraordinarios como intermediario, pues transcurre un tiempo entre el pago de las facturas de los clientes y el momento en el cual se hace la transferencia del dinero correspondiente a los proveedores de contenidos.
- Los proveedores de contenidos se ahorran la implementación de un sistema de facturación propio, al hacer uso del proporcionado por DoCoMo.

Adaptado de Pineda J. (2004), págs. 48-49

Los agentes tradicionales con más probabilidades de asumir el papel de integrador de soluciones domóticas son los operadores de telecomunicaciones, en la medida en que disponen de la arquitectura de red sobre la que ofrecer los distintos servicios y contenidos a los usuarios, además de que cuentan con una gran fuerza de *marketing* para introducir nuevas aplicaciones en los hogares¹²⁵.

4.2 Consultor de sistemas domóticos

El segundo actor nuevo que emerge fruto de la complejidad de interrelaciones y heterogeneidad de sistemas característicos del mercado, centrado principalmente esta vez en las etapas iniciales más técnicas, de despliegue de infraestructuras domóticas, es el consultor de sistemas domóticos. Este agente se encarga del diseño, instalación y mantenimiento de los equipos de los edificios inteligentes.

La existencia¹²⁶ de esta figura simplifica los contactos que precisa realizar el cliente a la hora de domotizar su vivienda, en caso de que ésta ya esté construida, o facilita al constructor (o al promotor inmobiliario) un canal unificado de comunicación a través del cual puede recibir asesoramiento profesional sobre soluciones existentes, personalización de las mismas, despliegue, presupuestos asociados... En líneas generales, la actuación del consultor de sistemas domóticos comienza, tras darse a conocer entre el público mediante acciones comerciales, con el estudio de las necesidades particulares de cada cliente. Según éstas se procede a seleccionar el sistema domótico más adecuado, de entre los múltiples posibles¹²⁷. A continuación el consultor elabora el proyecto de instalación domótica, incluyendo el presupuesto y la memoria correspondientes, en colaboración con el arquitecto si se trata de una

¹²⁵El recuadro de "NTT DoCoMo y la facturación integrada" muestra un ejemplo de operadora, en este caso de telefonía móvil, que oferta de forma transparente al usuario los servicios y contenidos de otras muchas empresas dispersas. En el caso español y concretamente en el mercado domótico, Telefónica de España se autonombró integrador domótico de soluciones, "gestor de servicios del hogar digital" en su terminología del Libro Blanco. Véase Telefónica (2003), págs. 95-97.

¹²⁶Existencia real, si bien aún reducida, de este tipo de agentes, que generalmente han nacido al calor de una empresa instaladora previa. En el mercado español, estos consultores suelen adoptar la forma de compañías de pequeña o mediana dimensión, dedicadas en origen al diseño y despliegue de proyectos de Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones (ICT), que han diversificado su campo de acción para ofrecer al usuario soluciones domóticas integrales. Ejemplos de consultores domóticos son Casadomo Soluciones, Domótica Viva, DomoDesk, Lartec...

¹²⁷Actualmente, hay numerosos sistemas comerciales de características heterogéneas, por lo general incompatibles entre sí, hecho que constituye un importante freno al desarrollo del mercado domótico, como veremos en el siguiente capítulo, "Frenos y catalizadores".

obra nueva. Sigue la dirección de obra de la instalación, supervisando en esta etapa el trabajo de los instaladores y aportando los técnicos especializados que fueran precisos. Después, el consultor domótico programa los sistemas domóticos, realizando una primera demostración de su funcionamiento al cliente y explicándole cómo reprogramarlo. Las tareas del consultor domótico no concluyen aquí, sino que se prolongan en el tiempo a través del servicio de mantenimiento de los sistemas instalados, o incluso pueden volver a las fases iniciales en caso de que el cliente desee introducir alguna mejora en su instalación.

5. Resumen

El negocio de la Domótica está cambiando. En el pasado existía una multiplicidad de mercados verticales, prácticamente independientes. Electrodomésticos, sistemas de ocio multimedia o equipos de comunicaciones, por citar algunos ejemplos, andaban por senderos separados. Esta situación se compaginaba con una visión escasamente antropocéntrica de la tecnología, que ofertaba por entonces equipos dotados de cada vez más funcionalidades, pero tristemente difíciles de manejar e incompatibles entre sí.

Sólo recientemente el foco de atención en el mercado domótico se ha desplazado hacia el usuario final y sus necesidades y deseos, relegando la tecnología al papel de herramienta para satisfacerlos. Este cambio de enfoque comienza a tener su reflejo en el mercado domótico, que tiende a la horizontalización, de forma que los diferentes agentes que conforman la cadena de valor sean capaces de ofrecer a los clientes soluciones domóticas integrales.

Así las cosas, el mercado domótico se caracteriza aún hoy por la multiplicidad de agentes que en él operan. Entre los agentes tradicionales directos, con presencia histórica en el sector y fuertemente ligados al negocio inmobiliario, se encuentran los promotores, constructores y arquitectos, para los que la Domótica representa una alternativa de diferenciación interesante desde la perspectiva del negocio o el prestigio profesionales. Dentro de este mismo grupo, instaladores, fabricantes e ingenieros encuentran oportunidades laborales en el diseño, instalación y eventual mantenimiento de los sistemas domóticos. También los proveedores, entendidos en sentido amplio (de conectividad, de contenidos, de servicios) disponen de un nuevo y flexible canal para llegar al cliente directamente en su hogar. Para finalizar con los agentes tradicionales directos, no podemos olvidar al usuario, que es el destinatario último de todos los esfuerzos de los agentes anteriores y quien va a pagar por disfrutarlos. No obstante, existen en el sector agentes veteranos, que si bien no participan directamente en el negocio de la Domótica, configuran un marco institucional que influye poderosamente sobre el mismo; hablamos del papel de la Administración Pública, en su faceta normativa relacionada con las tecnologías y el hogar, y de las universidades y demás centros educativos, encargados de la formación de los profesionales del sector, de parte de la

investigación y la divulgación de sus beneficios.

La multiplicidad de agentes y las complejas relaciones existentes entre ellos, unidos al cambio de mentalidad en la oferta dirigido al suministro de soluciones integradas al usuario, sin que éste deba preocuparse por detalles técnicos o de gestión, ofrece espacio para la entrada en el mercado de nuevos agentes, que serían los principales detentadores de la mentalidad integradora y sociotécnica propuesta en este estudio. El primero de ellos, el integrador de soluciones domóticas, agregará, coordinará y gestionará la provisión de distintos servicios (comunicaciones, cultura y entretenimiento, seguridad...) para que el usuario final sólo tenga que tratar con un agente único, que le proporcione un paquete de servicios integral de acuerdo a sus necesidades. En segundo lugar, el consultor de sistemas domóticos se ocupará del asesoramiento, diseño, instalación, configuración y mantenimiento de aquellas infraestructuras domóticas que mejor se ajusten al perfil de cada usuario. Para ello deberá contar con una visión integrada del conjunto de posibles equipos y sistemas domóticos, que le permita tanto aconsejar a sus clientes (promotor o cliente final, según se trate de vivienda nueva o no) cómo coordinar y supervisar las tareas de instalación de los mismos.

6. Comentarios bibliográficos

El apartado "La Domótica y el mercado del hogar" se apoya en:

- Junestrand S., Pasarte X., Vázquez D. (2005): *Domótica y Hogar Digital*, Thomson Paraninfo, Madrid, págs. 8-11.
- Proyecto ProHome (2003b): *Informe A2: Implicaciones de la tecnología en la vivienda*. Págs. 19-24.

La sección "Agentes tradicionales" tiene por fuentes a:

- Eneo Labs (2003): *Libro Blanco del Hogar Conectado: Visión eNeo, el paradigma del 'Ambient Intelligence'*, Grupo Techfoundries, págs. 26-37.
- Fernández J. L. (2004): *Visión global del Hogar Digital*, Máster en Domótica, UPM, págs. 17-19.
- Huidobro Moya J.M., Millán Tejedor R. (2004): *Domótica. Edificios inteligentes*, Creaciones Copyright, Madrid, págs. 276-282
- Junestrand S., Pasarte X., Vázquez D. (2005): *Domótica y Hogar Digital*, Thomson Paraninfo, Madrid, págs. 38-49.
- Pineda J. (2004): *Agentes y modelos de negocio*, Máster en Domótica, UPM.

- Telefónica (2003): *Libro Blanco del Hogar Digital y las Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones*, División de Servicios de Documentación de Telefónica I+D, págs. 93-98, 105-108.
- The Economist (2005a): *After the fall*, 18 de junio de 2005.
- The Economist (2005b): *The global housing boom*, 18 de junio de 2005.

El apartado "Nuevos entrantes en el mercado" se ha elaborado recurriendo a:

- Junestrand S., Pasarte X., Vázquez D. (2005): *Domótica y Hogar Digital*, Thomson Paraninfo, Madrid, págs. 38-49.
- Pineda J. (2004): *Agentes y modelos de negocio*, Máster en Domótica, UPM.

Capítulo 11: Frenos y catalizadores

1. Introducción

Con este capítulo cerramos el tercer y último bloque del presente estudio, en el cual hemos proporcionado algunos apuntes sobre el mercado y la industria domóticas. En concreto, nos ocuparemos aquí de reflejar, esquemáticamente y a modo de conclusión, cuáles son los diferentes frenos que han impedido hasta ahora el despegue del mercado domótico, para mostrar seguidamente los catalizadores que en la actualidad podrían favorecer su ascenso. Los argumentos que en este capítulo se recogen, si bien suelen ser bastante generales, tienen una aplicación más directa en el ámbito español, en especial al referirnos a los catalizadores.

2. Frenos al mercado domótico

Varios son los frenos que han retrasado el despegue del mercado domótico, si atendemos a las enormes expectativas -no satisfechas- que viene despertando el sector desde hace más de una década. En el ámbito de la tecnología doméstica, la carencia de las infraestructuras técnicas, tanto dentro como fuera del hogar, históricamente ha supuesto un lastre importante. Así, podemos afirmar que, a diferencia de lo que ocurre en otros ámbitos como las oficinas o incluso los automóviles, la infotecnología se ha convertido en la cenicienta de la casa. Esta situación se combina peligrosamente con la existencia de múltiples protocolos y sistemas domóticos propietarios, no estandarizados e incompatibles entre sí, que, junto a la escasa usabilidad de los productos domóticos existentes, acrecientan la actitud tecnófoba de muchas personas. Por otra parte, en materia formativa y divulgativa, los potenciales usuarios apenas conocen qué es la Domótica, sobre todo en la concepción integral que venimos defendiendo a lo largo del presente estudio, y cuáles son sus ventajas. Poco ayuda para aclarar esta confusión la deficiente formación que los centros universitarios imparten, excesivamente técnica, despreocupada por los aspectos sociales y en absoluto multidisciplinar. Este hecho es más preocupante aún si, atendiendo a la cadena de valor del mercado domótico, constatamos la heterogeneidad y dispersión de los agentes implicados, que son por lo general incapaces de ofertar algo mejor que soluciones parciales, desprovistas de mantenimiento y poco orientadas a satisfacer el conjunto global de necesidades de sus clientes. Veámoslo con cierto detalle a continuación.

La tecnología es la cenicienta de la casa

"España es un país que, por larga y absurda tradición cultural, ha abandonado no sólo la tecnología ('Que inventen ellos' refiriéndose a los países extranjeros, frase que equivocadamente dijo Unamuno), sino sobre todo a los escalones que hacen imprescindible su propagación real por todo el conjunto del tejido social.

La casa, la vivienda, ha estado y sigue estando sustancialmente marginada de los avances tecnológicos. Los actores que intervienen en el sector no sobresalen por ser tecnológicamente arriesgados e innovadores: promotores, arquitectos, bancos, constructores... Antes al contrario, el dinero les hace conservadores. Si bien en el último medio siglo se ha visto introducir dispositivos tan elementales como el frigorífico, la lavadora o el horno microondas (por citar estrictamente a los principales), cambiando así la faz de la vida diaria en el hogar, también es cierto que ninguno de los dispositivos se beneficia de los avances de la electrónica para introducir inteligencia en ellos, inteligencia que sí se ha introducido en los ámbitos de la industria y las oficinas con enorme fuerza, y sobre todo en los automóviles. La electrónica, y especialmente a gran escala, ha dejado de ser cara. Otros dispositivos de seguridad y control, tan baratos y al alcance de la mano, tampoco son introducidos, debido a esa inercia antes mencionada. (...)

La sociedad, en general, no ha detectado la importancia que la vivienda tiene para la mejora en la calidad de vida de sus moradores. Y la calidad, hoy, pasa inexorablemente por la introducción de tecnología"

Extraído de Lorente S. (2004), pág. 12

2.1 Tecnología y hogar

· Carencia de infraestructuras

La mayoría de las viviendas actuales no está preparada para el despliegue a gran escala de servicios domóticos: las infraestructuras técnicas no son apropiadas, al carecer de cableado, tomas de red o incluso espacio físico para ubicar los equipos de comunicaciones necesarios. Además, los propietarios no están dispuestos a realizar obras para su adecuación, una barrera difícil de superar en las viviendas ya construidas¹²⁸. Por otro lado, la penetración de la banda ancha en los hogares

¹²⁸Postura tanto más razonable si los usuarios no perciben los beneficios potenciales que la Domótica podría brindarles. No obstante, las soluciones basadas en tecnologías inalámbricas permiten concebir esperanzas para este tipo de viviendas.

es aún insuficiente¹²⁹, hecho que limita considerablemente las posibilidades de los sistemas domóticos.

· *Multiplicidad de sistemas propietarios*

La Domótica es una disciplina emergente. Como tal, los diferentes fabricantes han desarrollado protocolos propios no estandarizados para controlar sus sistemas, sin que ninguno haya alcanzado la masa crítica como para convertirse en un estándar de facto. Las iniciativas oficiales para estandarizar los equipos, o cuanto menos para facilitar la interacción entre dispositivos de distintos fabricantes, son aún recientes y todavía no han cosechado los resultados que se espera de ellas¹³⁰. El resultado es doblemente negativo: en primer lugar, porque los pequeños protocolos propietarios, desaparecida la empresa que hizo su instalación, quedan huérfanos de todo mantenimiento, dejando al usuario indefenso ante las más que probables averías; en segundo lugar, porque estos sistemas son, con una probabilidad muy elevada, imposibles de conectar con otros o de adaptarse a nuevos desarrollos, lo que los hace susceptibles de quedar obsoletos en un plazo de tiempo reducido.

· *Escasa usabilidad de la tecnología*

Ya nos hemos referido en varias ocasiones a este problema, muy especialmente al tratar la convivencialidad de las interfaces de usuario¹³¹. Según el sociólogo Santiago Lorente¹³², en demasiadas ocasiones "la tecnología está pensada por ingenieros y para ser usada por ingenieros, que sólo han estudiado tecnología", en un claro ejemplo de mentalidad "solotécnica", hecho que tiene por resultado manuales de instrucciones incomprensibles, menús en pantalla con opciones ininteligibles, y demás perlas de un diseño para nada antropocéntrico. Así, no es de extrañar que las posturas tecnófobas domésticas tengan cada vez más partidarios...

¹²⁹Según datos del Observatorio de las Telecomunicaciones y la Sociedad de la Información de red.es, a finales de 2004 el 13,5% (8,9% en 2003) de los hogares españoles disfrutaba de una conexión a Internet de banda ancha, frente al 17% (9,5% en 2003) de media en la Unión Europea.

¹³⁰Ejemplo de ello es OSGi, iniciativa fundada en 1999 para la estandarización del *software* de servicios sobre plataformas residenciales abiertas, que ya analizamos en el capítulo 6, "Segundo nivel. Interconexión de equipos", apartado 4.4 "Estandarización: OSGi".

¹³¹Véase el capítulo 8, "Tercer nivel (II). Factores humanizantes", sección "Interfaces".

¹³²Lorente S. (2004), pág. 20.

Por otro lado, podríamos distinguir el uso distinto que hacen de la tecnología hombres y mujeres: mientras los primeros utilizan la tecnología de forma lúdica, casi como si se tratara de un juguete, las segundas tienden a usarla de modo más pragmático, como herramienta. De ahí que los sistemas de ocio, más parecidos a un juguete, se introduzcan mejor en las casas, al ser el hombre quien los compra, que las tecnologías de automatización, más prácticas, pues la mujer sería quien las usara (en el caso de que el hombre la comprara, de mantenerse aún por un cierto tiempo los roles convencionales masculino y femenino en el hogar).

2.2 Aspectos formativos y de divulgación

· Desconocimiento del concepto y falta de confianza de los usuarios

Por lo general, los potenciales usuarios de la Domótica tienen un desconocimiento profundo acerca de la existencia y utilidad de los sistemas de este tipo. Precisamente el propio concepto, y los varios términos equívocos o fragmentarios que se le han adjudicado (no se entiende lo mismo por Domótica, Inmótica, Hogar Digital o Casa Inteligente, como vimos al principio de este estudio¹³³) constituyen un freno notable para la difusión de las ventajas y costes reales asociados de esta disciplina. A costa tal vez de simplificar en exceso, afirmaremos aquí que la Domótica consiste en introducir infotecnología en los hogares, con el fin de mejorar la calidad de vida de sus moradores y aumentar sus posibilidades de comunicación. Es decir, se trata de automatizar procesos domésticos e intercomunicar tanto estos procesos como a los residentes del hogar entre sí y con el exterior. Si esta idea llegara con claridad al público general, se habría eliminado un importante lastre en el desarrollo del mercado domótico.

· Formación universitaria

Un freno característico del mercado español, pero extensible a otras latitudes, proviene de la fragmentación excesiva de conocimientos propia de los diferentes planes de estudio de las carreras universitarias, en especial de las carreras técnicas, y de su triste falta de interdisciplinariedad¹³⁴. Arquitectos, ingenieros industriales,

¹³³Remitimos al lector al capítulo 2, "Conceptos y terminología", para mayores detalles.

¹³⁴Sáez Vacas denuncia esta situación en su artículo "Futuros ingenieros híbridos", publicado en el número 144 de mayo de 2004 de la revista BIT, al afirmar que "cualquiera de las titulaciones universitarias de nuestro ramo [la ingeniería] se ha quedado hoy (...) en una herramienta especializada para cubrir microscópicamente una parte de poco peso relativo, incrustada casi siempre en un problema poliédrico, y por eso generalmente mal comprendido por quienes tienen que resolverlo". Sáez Vacas aboga en consecuencia por la formación de ingenieros híbridos, con conocimientos interdisciplinares, preparados para "ocuparse del diseño, la arquitectura y los problemas politécnicos y sociotécnicos de la Sociedad de la Información y del Conocimiento".

de telecomunicaciones o informáticos estudian el hogar domótico desde perspectivas muy distintas (construcción sostenible, automatización, transmisión de la señal y proceso de datos, respectivamente), lo cual no sería en absoluto negativo si no fuera porque la distinción radica precisamente en la estanqueidad de las mismas. Más aún, los factores sociotécnicos que emergen de la interacción entre sistemas tecnológicos y humanos, como la convivencialidad de las herramientas, las implicaciones sociales de la introducción de tecnología en el hogar, o la viabilidad en el mercado de las soluciones propuestas, apenas tienen cabida en su currículo.

2.3 Agentes y cadena de valor

· Dispersión e inercia de los agentes

En el capítulo precedente tuvimos la oportunidad de estudiar los muchos agentes que configuran la cadena de valor del mercado domótico. Quedó claro entonces que los actores eran múltiples, heterogéneos, no siempre bien coordinados entre sí e incluso con intereses contrapuestos¹³⁵. El tránsito de un conjunto de mercados verticales y autónomos a otro horizontal, capaz de proporcionar al usuario final soluciones domóticas integrales, no está siendo fácil. Aún se espera la irrupción de alguna figura, empresa o grupo coordinado de ellas, con la fuerza y capacidad suficientes para ofertar un conjunto integrado de servicios, incluyendo su instalación, mantenimiento, atención al cliente y facturación unificada, que merezca la confianza de los usuarios.

Por otro lado, principalmente los promotores y los constructores muestran una cierta resistencia a la introducción de modificaciones en sus productos, las viviendas. Estos agentes piensan que la Domótica va a encarecer mucho la vivienda, lo cual dificultaría la venta de un producto que se vende fácilmente sin ella, además de proporcionar unos márgenes de rentabilidad más que generosos¹³⁶.

¹³⁵Imaginemos, por ejemplo, en relación a la anteriormente mencionada diversidad de protocolos propietarios existentes, la dificultad que esto supone para alcanzar acuerdos que impliquen a todo un sector, cuando los mismos fabricantes e instaladores manejan sistemas incompatibles entre sí.

¹³⁶Según eNeo Labs (2004), pág. 30, este razonamiento no se sostiene, al menos para viviendas de gama alta. En esta tipología de casas "un sobrecoste del 3% en sistemas tecnológicos puede suponer una valoración superior al 10% sobre la misma vivienda sin dichos sistemas tecnológicos". Es muy probable, como se indicaba en el capítulo precedente, "Agentes y modelos de negocio", que, a medida que el ritmo del mercado inmobiliario se ralentice, la incorporación de tecnología doméstica se convierta en un elemento diferenciador de la oferta de promotores y constructores, capaz de suministrarles mayores oportunidades de supervivencia en un escenario de crisis.

· *Ausencia de mantenimiento*

¿Podría soportar la crecientemente tecnificada industria automovilística que sólo hubiera fábricas y concesionarios, pero no talleres donde reparar los coches? ¿O la aeronáutica civil sobrevivir sin estrictas y pautadas revisiones de sus aviones? Si la respuesta a estos interrogantes es obvia, ¿por qué motivo las casas domóticas podrían consolidarse si no hay posibilidades de repararlas? En la actualidad no existen agentes capacitados para el mantenimiento integral del hogar domótico. Surgen, eso sí, soluciones individuales de mantenimiento (para los equipos de seguridad o la instalación de gas, por citar algún ejemplo), claramente insuficientes para el desarrollo de un mercado domótico integral capaz de satisfacer de forma transparente las necesidades del usuario.

3. Catalizadores del mercado domótico

Después de analizar someramente los frenos que impiden el despegue inmediato de la Domótica, pudiera pensarse que el panorama que el futuro deparará a esta disciplina será sombrío y carente de oportunidades. Afortunadamente no parece ser ésta la situación real, cuanto menos en España, gracias a ciertos catalizadores que pueden potenciar en gran medida el desarrollo del sector y que estudiaremos a continuación. Hablaremos, en relación al hogar y la tecnología, de los cambios sociodemográficos, de las necesidades de colectivos específicos y del régimen de tenencia en propiedad de la vivienda como factores capaces de acelerar la adopción de la tecnología domótica. En cuanto a los aspectos de formación y divulgativos, citaremos la muy positiva contribución de ciertas iniciativas educativas en el ámbito universitario y de formación profesional, la abundancia de ferias y jornadas que cada vez publicitan más la Domótica, la difusión de casas prototipo, y la aparición de publicaciones específicas. Por último, en referencia a los agentes que configuran la cadena de valor del mercado domótico, apuntaremos la importancia de los colegios y asociaciones profesionales, el renovado papel de la Administración y el nacimiento de los primeros integradores. Entremos en materia.

3.1 Tecnología y hogar

· *Cambios sociodemográficos y colectivos con necesidades específicas*

Al comienzo de este estudio¹³⁷ apuntábamos algunos cambios sociodemográficos que presumiblemente tendrán una notable influencia en la tipología de familia futura y de las casas que se habitarán. En los países desarrollados, el descenso de la natalidad, unido a una esperanza de vida cada vez más mayor, son las causas de un más que probable -si acaso frenado por la inmigración- envejecimiento

¹³⁷Concretamente en el capítulo 3, "La sociometamorfosis del hogar", apartado "Cambios sociodemográficos y vivienda".

poblacional. El sector de la tercera edad es un firme candidato a solicitar servicios domóticos, particularmente los relacionados con la teleasistencia médica, tanto más en la medida en que los hogares tienden a la desestructuración, con cada vez más individuos viviendo solos. Esta soledad puede favorecer a su vez el desarrollo de servicios de ocio a distancia. Asimismo, fruto de la emancipación de la mujer y su entrada en el mundo laboral, es razonable pensar que crecerá la demanda de aquellos equipos que permitan ahorrar tiempo en las labores domésticas o en gestiones cotidianas. Por otro lado, de producirse un incremento en el colectivo de teletrabajadores, aumentaría la demanda de infraestructuras, equipos y sistemas de comunicaciones, potenciando así el mercado domótico. Y un largo etcétera.

· *Régimen de propiedad de la vivienda*

Una característica del mercado inmobiliario español es la aplastante preponderancia de la vivienda en propiedad frente a la alquilada. La vivienda, dejando a un lado las compras especulativas tan frecuentes en los últimos años, es un bien duradero, en muchas ocasiones de por vida. Esta situación favorece la adopción de tecnologías en forma de equipos o instalaciones, pues se consideran como mejoras de la vivienda propia a disfrutar por un periodo de tiempo prolongado.

3.2 Aspectos formativos y de divulgación

· *Proyectos educativos*

La universidad, a pesar de contar con graves deficiencias formativas en los ciclos de grado de ingenieros o arquitectos que analizábamos anteriormente, sí muestra un creciente interés por la Domótica. Comienzan a impartirse asignaturas sueltas, pero sobre todo cursos de postgrado¹³⁸. Adicionalmente, la Formación Profesional Reglada incluye ya cursos de automatización de viviendas y nuevas tecnologías. Parece claro, pues, que el mundo académico no ha descuidado la atención que la Domótica merece, aunque habría que pedirle que no se olvidase de enmarcarla en los imprescindibles enfoques sociotécnicos.

¹³⁸Las universidades Ramón Llull, Carlos III, la Politécnica de Cataluña, la Autónoma de Barcelona o Las Palmas de Gran Canaria ya ofertan cursos o asignaturas específicas de Domótica, Edificios Inteligentes o similares. El Centro de Domótica Integral, auspiciado por la Universidad Politécnica de Madrid, además de labores de investigación, imparte un Máster de Domótica. En la Escuela de Arquitectura de esta misma universidad se ofrece, desde hace más de diez años, el "Máster en edificios de tecnología avanzada". Incluso empresas privadas, como Microsoft, comienzan a ofertar cursos al respecto.

· *Ferias, jornadas, casas prototipo y publicaciones específicas*

Complementando la labor de los centros de formación, cada vez son más las ferias y jornadas que dan a conocer las posibilidades comerciales de la Domótica. Cabe citar en el caso español a Matelec, Construmat, Interdomo o el propio SIMO. Del mismo modo que las ferias acercan la Domótica a los empresarios, las casas prototipo lo hacen a sus potenciales usuarios, casas demostración que son frecuentes en nuestro país desde hace años¹³⁹. Para completar el esfuerzo en materia divulgativa, resulta esperanzador el elevado número de artículos y reportajes sobre la Domótica que aparecen en la prensa diaria, los suplementos o las revistas de construcción, pero muy especialmente la publicación de libros específicos¹⁴⁰ de calidad.

3.3 Agentes y cadena de valor

· *Asociaciones profesionales*

Son cada vez más las asociaciones profesionales dedicadas al impulso del mercado domótico. Entre ellas, y de nuevo en el caso español, cabe destacar el papel que juega el Comité Español de Domótica (CEDOM), nacido en 1992 al amparo de la Asociación de Fabricantes de Material Eléctrico (AFME), las más recientes Asociación de Inmótica y Domótica Avanzadas (AIDA) y la Asociación Nacional de la Vivienda del Futuro (ANAVIF). Asimismo, merece mención especial la labor llevada a cabo por los colegios profesionales oficiales de ingenieros de telecomunicación, tanto el COIT como el COITT, en su impulso sobre la legislación de las Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones.

· *Administración Pública*

La Administración influye poderosamente como agente indirecto en el mercado de la Domótica. Esta influencia puede traducirse en incentivos para el desarrollo de la Sociedad de la Información, en estímulos para la adopción de viviendas respetuosas con el medio ambiente a través de un menor consumo energético, o en el impulso de proyectos de investigación. En España, su labor ha tenido una relevancia especial en el ámbito normativo reflejada en la ley (y sus dos reglamentos hasta hoy) en materia de Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones, y en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, que de forma conjunta establecen unos requisitos mínimos en materia de infraestructuras eléctricas y de comunicaciones para las

¹³⁹Ejemplos de ello son las "Casas Domóticas" de Iberdrola en Madrid, Salamanca, Estella o Cáceres, la "Casa Inteligente" que la promotora Vallehermoso, junto con CISCO Systems, diseñó y expuso durante 2002, o la Casa Solar Decathlon, promovida por la Universidad Politécnica de Madrid.

¹⁴⁰Entre ellos el Libro Blanco de Telefónica, muchas veces citado en este estudio.

viviendas de nueva construcción, además de introducir por vez primera, aunque sea sólo de forma parcial, el concepto de Domótica en un texto legal español¹⁴¹.

· *Aparición de los primeros integradores*

La aparición de los primeros integradores domóticos¹⁴² es una excelente noticia. Aún hablamos de pequeñas empresas, pioneras en un mercado emergente, pero que no obstante comienzan a ofrecer un servicio demandado y que hasta ahora no había sido satisfecho correctamente. Nos referimos concretamente a los consultores de soluciones domóticas, un actor que introdujimos en el capítulo precedente. Este profesional se dedica a diseñar, instalar y mantener sistemas domóticos a la carta, aconsejando a su cliente (promotor en el caso de viviendas nuevas, usuario final si se trata de una casa ya edificada en la que se quiere introducir un sistema domótico) cuál es el sistema técnico que más se ajusta a sus necesidades, personalizándolo según sus gustos y coordinando las labores de instalación del mismo, así como encargándose de su mantenimiento y eventual mejora posterior.

4. Resumen

El mercado domótico despierta unas expectativas muy esperanzadoras desde hace más de una década, y sin embargo no acaba de despegar. Por motivos diversos, este despegue no ha llegado a producirse: la carencia de infraestructuras dentro y fuera del hogar, la coexistencia de múltiples sistemas propietarios incompatibles entre sí o la falta de usabilidad de los equipos técnicos son ejemplos de ello. Pero también un lastre destacado ha sido la confusión existente en torno al propio término 'Domótica', confusión que no ha venido a aclararse desde las instancias formativas tradicionales (léase, la universidad) y que ha provocado un cierto rechazo por parte de los potenciales usuarios. En un mercado aún dirigido por la oferta, la dispersión de los agentes implicados y la ausencia de soluciones integrales, centradas en la satisfacción de las necesidades reales de los usuarios (incluyendo el mantenimiento) han hecho el resto.

¹⁴¹El Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, aprobado por el Real Decreto 8421/2002, incluye, en su instrucción 51, una descripción normativa de las instalaciones de sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad para viviendas y edificios.

¹⁴²En España, esta situación ha pasado casi desapercibida para las grandes empresas, pero lo cierto es que Casadomo Soluciones, Domodesk, o Domótica Viva, por citar las consultoras domóticas más importantes, llevan ya un tiempo operando con éxito (y excelentes perspectivas futuras) en el sector.

No obstante, hay motivos para concebir esperanzas: los cambios sociodemográficos parecen deparar un futuro prometedor para los servicios y aplicaciones domóticas, potenciados por el régimen de propiedad de la vivienda tan característico del mercado inmobiliario español. La abundancia de proyectos educativos, jornadas de divulgación, ferias comerciales y publicaciones específicas sugieren un escenario prometedor para los años venideros. Asimismo, las iniciativas provenientes de las asociaciones profesionales o de la Administración constituyen un acicate notable para el desarrollo del mercado, cuyo potencial ya han sabido intuir las primeras empresas dedicadas a prestar soluciones domóticas pioneras, por integradas y a la carta.

5. Comentarios bibliográficos

Todos los apartados del presente capítulo comparten las siguientes fuentes:

- Eneo Labs (2003): *Libro Blanco del Hogar Conectado: Visión eNeo, el paradigma del 'Ambient Intelligence'*, Grupo Techfoundries, págs. 10-11.
- Junstrand S., Pasarte X., Vázquez D. (2005): *Domótica y Hogar Digital*, Thomson Paraninfo, Madrid, págs. 32-37.
- Lorente S. (2004): *Domótica integral. Análisis del entorno*, Máster en Domótica, UPM, págs. 11-40.
- Proyecto ProHome (2003c): *Informe A3: Necesidades básicas de los usuarios en la vivienda*, págs. 39-43.
- Sáez Vacas F. (2004a) *Futuros ingenieros híbridos*, Revista BIT, número 144, mayo de 2004.
- Telefónica (2003): *Libro Blanco del Hogar Digital y las Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones*, División de Servicios de Documentación de Telefónica I+D, págs. 28-30.

Bibliografía

- Alahuhta P., Heinonen S. (2003): *Ambient Intelligence in Everyday Life: Housing*, Technical Research Centre of Finland, Building and Transport, Research report RTE 2223/03.
- Bush V. (1945): *As we may think*, The Atlantic Monthly, julio de 1945, Boston.
- Communications of the ACM (2000): *Perceptual User Interfaces*, vol 43, no. 3, marzo de 2000, Nueva York.
- Consumer (2004): *Mercado de alquiler de vivienda: escaso, caro y alejado de las necesidades de los ciudadanos*, Revista Consumer, noviembre de 2004, págs. 4-9.
- Digital Living Network Alliance (2004): *White paper: overview and vision*, Digital Living Network Alliance, Portland.
- Doral A. (2004): *El Teletrabajo moderno*, Pearson Educación, Madrid.
- Echeverría J. (1995): *Cosmopolitas domésticos*, Editorial Anagrama, Barcelona.
- Echeverría J. (1999): *Los Señores del Aire: Telépolis y el Tercer Entorno*, Editorial Destino, Madrid.
- Eneo Labs (2003): *Libro Blanco del Hogar Conectado: Visión eNeo, el paradigma del 'Ambient Intelligence'*, Grupo Techfoundries.
- Ferguson G. (2002): *Have your objects call my objects*, Harvard Business Review, junio de 2002, págs. 138-144.
- Fernández F. (2004): *Visión global del Hogar Digital*, Máster en Domótica, UPM.
- Friedewald M. da Costa O. (2003): *Ami@Life*, European Science & Technology Observatory.
- García-Pedraja, F. (2004): *Implementación de servicios*, Máster en Domótica, UPM.
- Gershenfeld N., Krikorian R., Cohen D. (2004): *La Internet de las cosas*, Revista Investigación y Ciencia, diciembre de 2004.
- Hernández de León J. M., Trachana A. (1997): *La Domus: introducción a la arquitectura de la casa*, Editorial Mairera, Madrid.

- Huidobro J.M., Millán R. (2004) *Domótica. Edificios inteligentes*, Creaciones Copyright, Madrid.
- Illich I. (1974): *La convivencialidad*, Editorial Barral, Barcelona.
- Institut Cerdà (2000): *La vivienda domótica: ahorro, confort, seguridad y comunicaciones*, Institut Cerdà, Barcelona.
- Institute for Pervasive Computing (2004): *Social, Economic, and Ethical Implications of Ambient Intelligence*, ETH Zurich.
- Institute for Prospective Technological Studies (2003): *Security and privacy for the citizen in the Post-September 11 digital age. A prospective overview*, Institute for Prospective Technological Studies, Sevilla.
- ISTAG (2003): *Ambient Intelligence, from Vision to Reality*, IST Advisory Group reports, 6th Framework Programme, Luxemburgo.
- Junestrand S., Pasarte X., Vázquez D. (2005): *Domótica y Hogar Digital*, Thomson Paraninfo, Madrid.
- Le Corbusier (1924): *El espíritu nuevo en arquitectura*, Conferencia pronunciada el 12 de junio de 1924 en la Sorbona, París.
- López J.C., Moya F. (2004): *Middleware y pasarelas*, Máster en Domótica, UPM.
- Lorente S. (1991): *La casa inteligente: hacia un hogar interactivo y automático*, Fundesco, Colección Sectores, Madrid.
- Lorente S. (1999): *¿Qué es la Domótica? Pasado, presente y previsible futuro*, Jornadas gallegas de gestión técnica de las instalaciones en edificios, 12 y 13 de Mayo de 1999, Ferrol.
- Lorente S. (2004): *Domótica integral. Análisis del entorno*, Máster en Domótica, UPM.
- Macho M. (2003): *¿Qué es la topología?*, Revista Sigma, Departamento de Matemática, Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad del País Vasco.
- Marx G. (2001): *Murky Conceptual Waters: the Public and the Private*, Ethics and Information Technology, Vol. 3, págs. 157-169.
- Maslow A.H. (1943): *A Theory of Human Motivation*, Psychological Review 50.

- Mata R. (1999): *¿Humanismo disfrazado?: Ludismo, temor a las máquinas y nostalgia del paraíso*, revista RED Científica, abril de 1999.
- Ministerio de Vivienda (2005): *Encuestas y estadísticas: demanda de vivienda*, Tablas Estadísticas sobre Demanda de Vivienda, julio de 2005.
- Ortiz F. (1995): *El Teletrabajo*, Mc-Graw-Hill, Madrid.
- Pineda J. (2004): *Agentes y modelos de negocio*, Máster en Domótica, UPM.
- Proyecto Prohome (2003a): *Informe A1. Prospección de mercado*, Programa PROFIT, ProHome.
- Proyecto ProHome (2003b): *Informe A2. Implicaciones de la tecnología en la vivienda*, Programa PROFIT, ProHome.
- Proyecto Prohome (2003c): *Informe A3. Necesidades básicas de los usuarios en la vivienda*, Programa PROFIT, ProHome.
- Rosnay J. (1977): *El Macroscopio: hacia una visión global*, Editorial AC, Madrid.
- Rybczynski W. (1989): *La casa: historia de una idea*, Editorial Nerea, Madrid.
- Sáez Vacas F. (1983): *Facing informatics via three level complexity views*, Proceedings of 10th. International Congress on Cybernetics, Symposium XII: Man in a High Technology Environment. International Association of Cybernetics, Editor G.E. Lasker, Namur, Bélgica.
- Sáez Vacas F. (1987): *Computadores personales: Hacia un mundo de máquinas informáticas*, Fundesco, Colección Impactos, Madrid.
- Sáez Vacas F. (1990): *Ofimática Compleja*, Fundesco, Colección Impactos, Madrid.
- Sáez Vacas F. (1992, 1994) *Complejidad y Tecnología de la Información*, Instituto Tecnológico Bull, ISBN 84-600-8290-3, viii + 329 páginas, 1992. Reimpresión: E.T.S.I. Telecomunicación UPM/DIT, ISBN 84-7402-242-8, 1994.
- Sáez Vacas F. (1996): *La era de la usabilidad*, revista PCWEEK, número 310, mayo de 1996.
- Sáez Vacas F. (1999): *Educación y tecnología*, Editorial América Ibérica, Madrid.

- Sáez Vacas F. (2000): *Meditación de la Infotecnología*, Editorial América Ibérica, Madrid.
- Sáez Vacas F. (2004a) *Futuros ingenieros híbridos*, Revista BIT, número 144, mayo de 2004.
- Sáez Vacas F. (2004b): *Más allá de Internet: la Red Universal Digital*, Editorial Centro de Estudios Ramón Areces, Madrid.
- Sun Microsystems (2001): *The connected home white paper*, Sun Microsystems.
- Telefónica (2003): *Libro Blanco del Hogar Digital y las Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones*, División de Servicios de Documentación de Telefónica I+D, Madrid.
- Telefónica (2004): *Trabajar y vivir la red*, Jornadas sobre el Teletrabajo, Telefónica I+D, Madrid.
- The Economist (2004a): *Home is where the future is*, The Economist, 16 septiembre de 2004.
- The Economist (2004b): *Make it simple*, en *Information Technology: a Survey*, The Economist, 30 de octubre 2004, Londres.
- The Economist (2004c): *Move over, Big Brother*, Technology Quarterly, The Economist, 4 de diciembre 2004, Londres.
- The Economist (2005a): *After the fall*, The Economist, 18 de junio de 2005, Londres.
- The Economist (2005b): *The global housing boom*, The Economist, 18 de junio de 2005, Londres.
- Verdú V. (2005): *Yo y tú, objetos de lujo*, Editorial Debate, Barcelona.
- Warren S. Brandies L. (1890): *The Right to Privacy*, Harvard Law Review, Vol. IV, 15 de diciembre 1890, Boston.
- Weiser M. (1991): *The Computer for the 21st Century*, Scientific American, septiembre de 1991, págs. 66-75.
- Weiser M. (1993): *Ubiquitous Computing*, IEEE Computer, octubre de 1993, págs. 71-72.