



La computación ubicua: omnipresencia en los sistemas de información

Pervasive computing:
omnipresence in information systems

Carlos Augusto Sánchez Martelo¹

Fecha de recepción: 21 de noviembre de 2013

Fecha de aceptación: 18 de agosto de 2015

Cómo citar: Sánchez Martelo, C. A. (2015). La computación ubicua: omnipresencia en los sistemas de información. *Revista Tecnura*, 19, 121-128. doi: 10.14483/udistrital.jour.tecnura.2015.SE1.a10

Resumen

La computación ubicua se puede definir en términos referidos a la Omnipresencia. La *Omnipresencia* es la capacidad que tiene una entidad de estar presente en varias partes de manera simultánea. En este trabajo se realiza un análisis de la Computación Ubicua y la Omnipresencia aplicadas a los sistemas de información. Se parte de una revisión de material bibliográfico referente al tema hasta llegar a la construcción de un modelo en el cual se aplica la teoría a sistemas de información reales. El esquema general nos presenta la interacción de componentes ubicuos inteligentes dentro de un ambiente de Omnipresencialidad, que permiten la adquisición de la información a través de múltiples formas, el uso, procesamiento y generación de respuestas autónomas en la realización de tareas de alto nivel.

Palabras Clave: Computación Ubicua, Omnipresencia, Sistemas de Información.

Abstract

Ubiquitous computing can be defined in terms referring to the Omnipresence. *Omnipresence* is the ability of an entity to be present in several places simultaneously. In this paper an analysis of Ubiquitous Computing and Omnipresence applied to information systems is performed. It starts with a review of bibliographic material concerning the subject up to the construction of a model in which the theory applies to real information systems. The general scheme presents the interaction of intelligent ubiquitous components within an environment of Omnipresentiality, allowing the acquisition of information through multiple forms, use, processing and generating autonomic responses in conducting high-level tasks.

Keywords: Information Systems, Omnipresence, Ubiquitous Computing.

¹ Ingeniero de Sistemas, magister en diseño, gestión y dirección de proyectos, candidato a doctor en pensamiento complejo. Docente de la Universidad Manuela Beltrán. Bogotá, Colombia. Contacto: carlos.sanchez@umb.edu.co

INTRODUCCIÓN

En la actualidad se evidencia que la tecnología está siempre conectada, permitiendo generar entornos cada vez más inteligentes, capaces de interactuar con el ser humano de manera natural, simulando la percepción de la realidad humana representada por un sistema de información, lo cual implica la generación de un aprendizaje para adaptarse a las características del contexto y a los agentes del entorno.

Encontramos algunos entornos inteligentes, como: GAIA y Oxigen.

La computación ubicua, conocida por sus siglas en inglés *Pervasive computing* o computación pervasiva, es una tendencia de todas las cosas hacia la conexión en red, usando como base los sistemas de información. También podemos definirla como la integración de los sistemas de información en el mundo real. De esta forma los computadores dejan de ser objetos diferenciados y se logra el acceso a la información en cualquier momento y a través de diversos dispositivos, dando paso a la generación de la tecnología ubicua, en donde se encuentra inmersa la tecnología y el ser humano (Weiser, 1991), permitiendo que la tecnología se adapte al ser humano y no de manera contraria. En la informática se presentan tres fases:

- 1ª. fase: La era de los Mainframe, en donde un solo recurso computacional era compartido por muchas personas.
- 2ª. fase: La era de los PC o de la computación personal, en donde encontramos un computador por cada persona como objetos diferenciados.
- 3ª. fase: La computación ubicua, la tecnología y el ser humano dejan de ser objetos diferenciados para estar compenetrados e integrados como un sistema.

PRINCIPIOS QUE DESCRIBEN LA COMPUTACIÓN UBICUA SEGÚN WEISER

Entre los principios mencionados por Weiser encontramos:

- El propósito de un computador es ayudar a hacer otra cosa.
- El mejor equipo es un servidor silencioso e invisible.
- Cuanto más intuitivo es el uso de la tecnología, esta se considera más inteligente.
- La tecnología debe brindar calma (tranquilidad, confiabilidad y usabilidad) a los usuarios.
- *"The most profound technologies are those that disappear. Such a disappearance is a fundamental consequence not of technology, but of human psychology"*. (Weiser, 1991).

El Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) ha sido protagonista de significativos aportes a esta disciplina, entre los que destacan los del consorcio de Hiroshi Ishii Things That Think, del Media Lab y la iniciativa *Computer Science and Artificial Intelligence Laboratory* (CSAIL) materializada en el proyecto Oxygen. (Jimdo, 2002).

El escritor estadounidense *Adam Greenfield*, en un artículo publicado en 2004, acuñó el ingenioso término **everyware** para las tecnologías que incorporan: computación ubicua, inteligencia ambiental o medios tangibles. A continuación vuelve a utilizar el término en su libro *Everyware: The Dawning Age of Ubiquitous Computing* (Greenfield, 2006), en el que el autor describe el paradigma de interacción entre la computación ubicua como: "Una mezcla de procesamiento de información en el comportamiento", poniendo como ejemplo del mundo real el sistema de tarjeta pulpo utilizado en Hong Kong Octopuscard. (Jimdo, 2002).

El desafío de la computación ubicua se refleja en un impacto social, científico, tecnológico y económico.

OBJETIVOS DE LA COMPUTACIÓN UBICUA

El objetivo fundamental de la computación ubicua consiste en la integración de dispositivos tecnológicos anulando la diferenciación entre el dispositivo y el ser humano, permitiendo una

integración absoluta. De esta manera el ser humano se centra en las tareas que debe realizar y no en las herramientas por utilizar, revolucionando el modo de vivir.

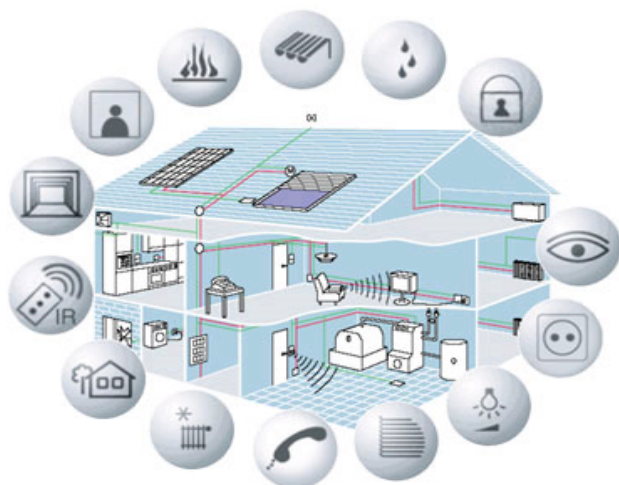


Figura 1. Integración de dispositivos inteligentes en el ambiente.

Fuente: (Smartmatic, 2014).

En la figura 1 se presenta una integración de dispositivos inteligentes en el ambiente de un hogar tradicional. Los diversos dispositivos se encuentran sincronizados. Actualmente las capacidades de estos sistemas crecen exponencialmente, convirtiéndose en un gran problema el consumo de energía; por ende, se debe tener en cuenta en el futuro las formas de generar sistemas completamente autosostenibles.

El objetivo final es la integración de cualquier dispositivo inteligente, de manera que este último esté integrado al sistema general; entre estos encontramos:

- Pantallas flexibles: basadas en polímeros emisores de luz.
- Ventanas inteligentes: que permitan la interacción con el sistema desde donde estemos.
- Tinta electrónica: usada sobre el papel inteligente, permite trabajarlos como dispositivos móviles.

- Papel electrónico o *e-paper*, es una tecnología que permite crear pantallas planas, tan delgadas como un papel, y con una flexibilidad gracias a la cual se puedan enrollar. Este debe interactuar con el sistema en general.
- Fibras inteligentes: usadas para tejidos informatizados a través de sensores y circuitos electrónicos.
- Sistemas móviles: integrados con los sistemas ubicuos, permiten la integración, administración y manipulación de los sistemas en general.

Los dispositivos móviles en el futuro se convertirán en una extensión del ser humano y de esta manera dejarán de ser sistemas diferenciados; se puede proyectar inventos de última tecnología, y la aplicación de estos sistemas en el cuerpo humano incorporados a través de sensores lumínicos; se podrá también hacer llamadas sin necesitar un dispositivo independiente.

MODELO UBICUO

La computación ubicua es un paradigma que contiene los modelos relacionados a la computación móvil, combinados con el modelo de computación distribuida. En la figura 2 se aprecia esta integración; se inicia desde los sistemas móviles, estos funcionan de forma distribuida y tienen la capacidad de integrarse en entornos autónomos debido al uso de dispositivos ubicuos.

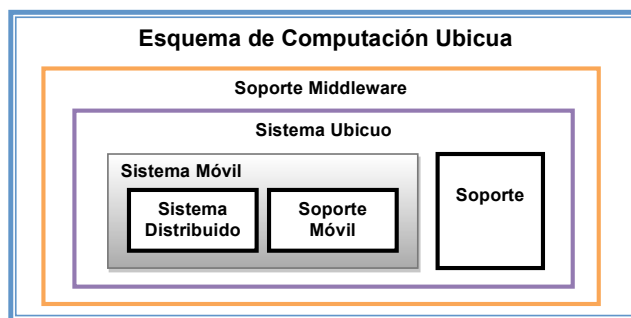


Figura 2. Arquitectura del modelo ubicuo.

Fuente: elaboración propia

Los diferentes sistemas ubicuos pueden integrarse debido a la existencia de los elementos *middleware*, administrando los distintos sistemas y permitiendo la debida comunicación e interacción entre los componentes.

Estructuralmente los componentes del entorno físico incluyen:

La red ubicua: que permite la integración y comunicación de dispositivos.

- El middleware: que permite la ejecución de las aplicaciones contenidas en los dispositivos ubicuos mediante el uso de la red.

ENTORNOS ACTIVOS

Estos constan de una infraestructura física, con la capacidad de adaptarse al ser humano a través de la interacción. Los entornos activos se consideran “*aplicaciones sensibles al contexto*”. Esta infraestructura es compartida gracias al conjunto de aplicaciones, dispositivos y personas dentro del entorno ubicuo.

“Los entornos inteligentes se muestran como un área clave de investigación dentro de la computación ubicua”, según Mahadev Satyanarayanan.

El objetivo de estos entornos es la integración y adaptabilidad de los dispositivos que forman parte de la vida cotidiana del ser humano.

Los entornos activos tienen la capacidad de interactuar de manera natural con el ser humano, ayudando a las labores y tareas cotidianas (Haya, 2006).

Al hablar de entornos inteligentes es necesario hacer mención a la evolución producida (Haya, 2006). Una aproximación, en un intento de clasificación de estos entornos, sería:

Primeros entornos

Los primeros entornos inteligentes se encuentran relacionados con proyectos de trabajo colaborativo, como: resultados de reuniones de trabajo, tareas de videoconferencia, entre otros. Por ejemplo, el caso del proyecto denominado TELEPRESENCE

(Cooperstock, Tanikoshi, Beirne, Narine, & Buxton, 1994) de la Universidad de Ontario, el proyecto MEDIA SPICES (Harrison, 2009), el proyecto IIF (Integrado Interactivo Intermedia Fondo de Europarc) de Xerox Parc (Buxton & Moran, 1990).

Oficina

Hace referencia al desarrollo de entornos inteligentes para oficina; por ejemplo, los aplicados en edificios inteligentes, aunque aún se pueden mejorar a través de la creación de un *ente inteligente* con capacidad de responder a las necesidades del ser humano. Existe un caso de aplicabilidad de los entornos inteligentes en el proyecto *Resposive Environment* (R., G., S., & M., 1993), el cual aplicó los principios de la computación ubicua en dichos entornos.

Hogar

Existe actualmente un gran adelanto a través del uso de la domótica, la cual se define como la capacidad de automatizar el hogar; esta puede considerarse como el intento inicial para la aplicación de componentes ubicuos en el hogar; sin embargo, es necesario pensar en un **ente inteligente** al igual que en el caso de los edificios u oficinas, que tenga la capacidad de administrar eficientemente todos los sistemas ubicuos del hogar, desde los electrodomésticos hasta los sistemas energéticos y de consumo. En este caso se ha acuñado el término CASA REAL para los hogares con entornos inteligentes; por ejemplo, el proyecto *The Neural Network House* (Mozer, 1998) de la Universidad de Boulder, el cual, a través de las redes neuronales reconoce los patrones de actividad de los habitantes del hogar, permitiendo predecir tareas del usuario.

Objetos ubicuos

Los objetos del entorno deben contener un sistema inteligente y flexible, que aprenda lo necesario y pueda llegar a unas conclusiones de cómo se realizan las cosas. Por consiguiente, es necesario que

todos los componentes sean capaces de estar interconectados al sistema en general formando parte del mismo.

Interacción persona – entorno

Esta parte del sistema general se encarga de la forma como el entorno inteligente, constituido por objetos ubicuos, elimina la barrera existente entre persona y objeto, permitiendo finalmente que dejen de ser objetos diferenciados.

ARQUITECTURA PARA LA COMPUTACIÓN UBICUA

Ya presentada la aplicación de la computación ubicua, ahora se presenta la arquitectura de la misma que incluye los componentes de un entorno inteligente, analizando la capa física e intermedia (ESIDE, 2006).

Una definición de la IEEE 1471 para el término *arquitectura* sería:

“La organización fundamental de un sistema según sus componentes, las relaciones entre los mismos y el entorno, y los principios que guían su diseño y evolución” (IEEE, 1995).

A continuación se presenta una clasificación para la arquitectura del sistema ubicuo propuesto (Los Santos Aransay, 2009).

Capa física

Está relacionada con los componentes tangibles que permiten un acercamiento e interacción con el entorno, como son: los sensores, sistemas de chip, interfaces perspicaces, materiales inteligentes, procesadores reconfigurables, sistemas de reconocimiento del habla y señas, tanto para la obtención de información del usuario como para recibir respuesta del sistema; entre estos sensores encontramos los visuales, de audio, actuadores, entre otros.

Esta capa tiene la responsabilidad de administrar la información de entrada y salida que hace parte del entorno inteligente. Esto incluye redes de datos y dispositivos conectados a ella.

La capa física contiene las tecnologías relacionadas y necesarias para la implementación de una **aplicación sensible al contexto**. Estas tecnologías se pueden agrupar en los siguientes bloques:

Tecnologías de adquisición

Relacionadas con los sensores que capturan información del mundo físico.

En la adquisición de información o del contexto se pueden emplear sensores, etiquetas y videocámaras.

Los **sensores** tienen la capacidad de detectar eventos en el mundo físico; de acuerdo con la funcionalidad se tienen sensores de contacto, de gases, luminosos, de humedad, incendio, inundación, temperatura, tensión, velocidad, aceleración movimiento, presión, lluvia-nieve, ruptura de cristales, sonido, entre otros.

Las **etiquetas** son una especie de sensores que tienen capacidad de localizar un objeto que tenga una marca específica dispuesta previamente. Así, cuando el objeto se mueve, puede ser detectado.

Las **etiquetas** pueden clasificarse como activas y pasivas; la diferencia entre ellas radica en el uso de la fuente de alimentación; por ejemplo, las etiquetas activas emplean dispositivos activos como antenas, emisoras de señales de radiofrecuencia.

Las **videocámaras** son dispositivos que nos permiten la captura de información tanto estática como en movimiento, permitiendo ver la información como la ve el ojo humano.

Tecnologías de comunicación

Se relacionan con las tecnologías aplicadas a las redes de comunicación, a través de la distribución de la información adquirida en el mundo físico.

Tecnologías de actuación

Conformadas por los dispositivos que tienen acciones sobre el mundo físico, entre ellos están los denominados actuadores.

Las redes de datos son parte esencial del sistema ubicuo, estas permiten la comunicación a través de un medio físico cableado. Las redes se pueden clasificar de la siguiente manera:

- **Redes LAN:** conocidas como redes de área local (*Local Area Network*), muy utilizadas para interiores, por ejemplo, en hogares u oficinas. Las redes LAN permiten el envío y recepción de la información en los sistemas sensibles al contexto.
- **Redes MAN:** son redes de área metropolitana (*Metropolitan Area Network*), se consideran de alta velocidad, permiten una cobertura superior a las redes LAN y a su vez permiten la integración de múltiples servicios como datos, voz y video. Estas redes permiten la comunicación y acceso a la nube.
- **Red WAN:** Es la red de área amplia (*Wide Area Network*), cubre distancias de 100 Km a 1.000 Km aproximadamente; permite la interconexión con otros países.
- **Red PAN:** Es una red de área personal (*Personal Area Network*), usada para comunicación en el área de una persona.
- **Red SAN:** Conocida como *Storage Area Network*, se emplea para conectar servidores, arreglos de disco y librerías de soporte.
- **Red CAN:** Por sus siglas en inglés, de *Campus Area Network*; son redes LAN interconectadas

en un área geográfica limitada, como campus universitario, bases militares u hospitales.

A continuación, en la Tabla 1 se comparan las redes LAN, MAN y WAN de acuerdo con la restricción geográfica, velocidad de transmisión y privacidad.

Por otro lado, se puede usar la modalidad de redes *Wireless*; son las mismas redes, aunque con el componente inalámbrico. Entre ellas están las redes WPAN y WLAN.

Para efectos de captura de contexto se puede usar una red PAN para la adquisición de información, para luego conectarla a una red LAN y así pasar la información a la red WAN y lograr una comunicación a través de la nube.

El **Bluetooth** hace parte de los sistemas de redes inalámbricas; permite la conexión de dispositivos con esta tecnología y es buena opción para los dispositivos ubicuos en sistemas distribuidos.

Capa intermedia

Esta capa la constituyen los componentes de software del sistema. Concilia la información obtenida en la capa física y envía esta a la capa de aplicación; teniendo en cuenta que la capa física contiene o utiliza diversos componentes tecnológicos, es necesario que la capa intermedia realice

Tabla 1. Cuadro comparativo de redes LAN, MAN y WAN.

TIPO DE RED	RESTRICCIÓN GEOGRÁFICA	VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN	PRIVACIDAD	TASA DE ERROR
LAN	200 metros, con repetidores podría llegar a la distancia de 1 kilómetro.	1 Gbps	Privada	Baja
MAN	Alcanza un diámetro en torno a 10 km.	10 Gbps	Puede ser privada o pública	Media
WAN	Son redes que se extienden sobre un área geográfica extensa capaz de cubrir distancias desde 100 hasta 1.000 km.	1 Tbps	Pública	Alta

Fuente: (Perez, 2011).

una integración de la información obtenida. Incluye nuevas funcionalidades además de las ofrecidas por la capa física; por ejemplo, la abstracción de la información. Las capas intermedias se pueden clasificar en tres tipos: orientadas a la computación ubicua, para el contexto y para entornos inteligentes.

CAPAS INTERMEDIAS ORIENTADAS A LA COMPUTACIÓN UBICUA

Se procederá a describir las capas intermedias que han sido desarrolladas para facilitar la construcción de sistemas ubicuos. Algunas de estas tecnologías permiten la asociación de los dispositivos físicos con un localizador de recursos uniforme, *Uniform Resource Locator* (URL). Los dispositivos móviles cuentan con ciertos sensores que permiten la recolección de URL para lograr el acercamiento a los objetos.

Entre estas tecnologías se encuentran las siguientes:

Cooltown: Proyecto de HP sobre un modelo Web para un escenario de computación móvil.

Corba: Definida por sus siglas en inglés, de *Common Object Request Broker Architecture*: arquitectura común de intermediarios en peticiones a objetos. Es una capa intermedia genérica y estándar, la cual se basa en objetos distribuidos. Permite diversos componentes de software escritos en múltiples lenguajes de programación.

Hive: Proyecto del MIT Media Lab, es una plataforma de agentes móviles, compuesta de 3 elementos: celdas, sombras y agentes. Las celdas son una infraestructura que aporta recursos variables de celda en celda y soporta a los agentes (Kotz & Mattern, 2000).

IBM Websphere: Conjunto de soluciones bajo un esquema cliente-servidor de IBM, proporciona soporte a aplicaciones móviles e interface vocales (IBM, 2013).

Jini: Desarrollado por Sun Microsystems, bajo lenguaje Java; convierte la red en un sistema flexible (Prnewswire, 2013).

OneWorld: Desarrollado por la universidad de Washington, bajo el esquema de proyecto Portolano; es un modelo de programación que aborda requisitos como el cambio, la composición *ad hoc* y el intercambio generalizado. (ACM, 2004).

Capa de aplicación

En esta capa se incluyen los agentes inteligentes, así como los procesos y las tareas involucradas con cada uno de los procesos, con la finalidad de ofrecer los servicios necesarios.

CONCLUSIONES

El esquema ubicuo nos presenta la interacción de componentes inteligentes dentro de un ambiente de omnipresencialidad, que permiten la adquisición de la información a través de múltiples formas, en las que el sistema utiliza, procesa y emite respuestas autónomas en la realización de tareas de alto nivel ubicuo.

En la actualidad los componentes ubicuos utilizados para manipular e interactuar con el sistema de información son los *SmartPhones* (sistemas móviles). Los otros componentes, como materiales inteligentes, sistemas móviles, *tablets*, portátiles, *Cup Coffe*, escritorios, pantallas flexibles, ventanas inteligentes (cristales), son utilizados por el sistema para analizar y comprender el contexto.

La tecnología en la actualidad tiene una tendencia hacia el manejo de la no diferenciación entre el ser humano y los componentes tecnológicos que lo rodean.

La tecnología permite la mejora en la calidad de vida del ser humano; los componentes ubicuos inteligentes (llamados en la actualidad objetos del Internet de las cosas, IoT) a través de la computación ubicua apoyan esta tendencia.

La computación ubicua permite proyectar los sistemas de información futuros y cómo se pueden integrar estos sistemas con componentes inteligentes, con el objetivo de facilitar las condiciones de vida del ser humano y generar

confort y transparencia en el manejo de las nuevas tecnologías.

Simular la inteligencia humana es un proyecto no concluido de la inteligencia artificial y las ciencias de la computación.

REFERENCIAS

- ACM (2004). System Support for Pervasive Applications. *ACM*, 421-486.
- Buxton, B., y Moran, T. (1990). Integrado Interactivo Intermedia Fondo de Europarc (III). *Elsevier Science Publishers BV*, 11-34.
- Cooperstock, J., Tanikoshi, K., Beirne, G., Narine, T., y Buxton, W. (1994). Conferencia sobre Factores Humanos en Sistemas de Informática. *ACM*, 170-177.
- deusto.es (2006). Recuperado en 10, 15, 2013, de deusto.es: http://paginaspersonales.deusto.es/dipina/doctorado/presentaciones/Aura_Gaia.pdf
- ESIDE (2006, 06). *Paginaspersonales*. Recuperado en 12 09, 2013, de: http://paginaspersonales.deusto.es/dipina/doctorado/presentaciones/Aura_Gaia.pdf
- Greenfield, A. (2006). *Everyware: The Dawning Age of Ubiquitous Computing*. United States: New Riders Publishing.
- Harrison, S. (2009). *Media Space 20+ Years of Mediated Life*. London: Springer-Verlag.
- Haya, P. (2006). *Tratamiento de Información Contextual en Entornos Inteligentes*. Madrid: Escuela Politécnica Superior.
- IBM (2013, 10 03). *IBM*. Recuperado en 11 13, 2013, de IBM: <http://www-01.ibm.com/software/co/websphere/>
- IEEE (1995). *IEEE Standard for a High Performance Serial Bus*. Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
- Jimdo (2002). *Compubicua*. Recuperado en 10 11, 2014, de Compubicua: <http://compubicua.jimdo.com/antecedentes-historicos/>
- Kotz, D., & Mattern, F. (2000). *Agent Systems, Mobile Agent and Applications*. Zurich: Volume Editors.
- Los Santos Aransay, A. (2009, 06). *Albertolsa*. Recuperado en 10 17, 2013, de Albertolsa: http://www.albertolsa.com/wp-content/uploads/2009/07/interraccion_albertolossantos.pdf
- Mozer, M. (1998). The Neural Network House: An environment that adapts to its inhabitants. *M. Coen*, 110-114.
- Perez, M. (2011, 09 20). *Livebits*. Recuperado en 12 11, 2013, de Livebits: <http://livebits.blogspot.com/2011/09/lan-man-y-wan-tabla-comparativa.html>
- Prnewswire (2013, 10 19). Recuperado en 2013, de Prnewswire: <http://www.prnewswire.com/news-releases/sun-microsystems-moves-jinitm-network-technology-forward-with-release-of-jini-technology-starter-kit-55446242.html>
- R., C., G., H., S., E., & M., D. (1993). Responsive office environments. *Communications of the ACM*, 84-85.
- Smartmatic (2014). *Ciudades Inteligentes*. Recuperado en 02 20, 2014, de CiudadesInteligentes: <http://ciudadesinteligentes.smartmatic.com/wp-content/uploads/2012/06/sistemas-domoticos.jpg>
- Stanford (1999, 04 29). *stanford.edu*. Recuperado en 10 16, 2013, de stanford.edu: <http://www-sul.stanford.edu/weiser/Bio.html>
- Weiser, M. (1991). The Computer for the 21st Century. *Scientific American*, 78-89.

