

“Computación Ubicua, una opción de igualdad”

Autor: Lic.Sergio Daniel Caballero

Resumen— Este trabajo investiga la tecnología ubicua, poniendo el foco en la educación Especial, para lo cual se investigó la computación ubicua, tecnologías disponibles para su utilización como la inteligencia ambiental, la comunicación ubicua que trata sobre la interconexión de los dispositivos en el marco de la inteligencia ambiental intercomunicando los distintos dispositivos en los hogares y escuelas, la posibilidad de comunicación hombre máquina sin depender de los dispositivos estándares mediante la interacción corporizada. Dentro del marco educativo el modelo u-learning como base de las tecnologías en la educación, y la aplicación de tecnología ubicua en la enseñanza de la educación especial.

Índice de Términos – Computación Ubicua, Inteligencia Ambiental, Tecnología ubicua, Educación Especial.

I. INTRODUCCIÓN

Este trabajo de investigación, se realizó en el marco de la materia “Sistemas Distribuidos” dictada en el año 2016 por el Profesor Dr. David De La Red Martínez, de la Maestría en tecnología de la Información UNaM - UNNE, y el marco de estudio es la Computación Ubicua, poniendo el foco de la investigación en la educación especial.

Las tecnologías ubicuas otorgan un enfoque nuevo de la sociedad, vista a través de las mejoras que se producen en la calidad de vida de los ciudadanos y cómo es planteado en este trabajo en la educación especial específicamente.

Se entiende por ubicuidad cómo la tecnología que está dada por la disponibilidad de servicios, procesos e información enlazada a ellas en cualquier lugar y en todo momento, es decir *Any time, anywhere*, según expresa Mauro D. Ríos[67], en su informe sobre las tecnologías Ubicuas (Administración de la tecnología. – Tecnologías Ubicuas, la u-Sociedad) Las tecnologías ubicuas, es el conjunto transformador de servicios, procesos, e información integrados al contexto socio-económico de la sociedad, por medio de las tecnologías de información y las comunicaciones ubicuas, que brindan un escenario sustentable para el desarrollo.

Este tipo de tecnología tiene como finalidad hacer la vida de las personas más simples, al utilizar herramientas que posibilitan manejar información de manera sencilla. Estas novedosas herramientas son dispositivos inteligentes y portátiles, a través de los cuales el usuario logra interactuar en todo momento desde cualquier ubicación.

Todo refiere, que la etapa siguiente de las comunicaciones “ininterrumpidas” será el emerger de tecnologías innovadoras y redes ubicuas, conjuntamente con el perfeccionamiento de las tecnologías ya existentes [1], tales como:

- Tecnología de identificación por radio frecuencias RFID (Radio Frequency IDentification, Identificación por Radiofrecuencia), una tecnología que mantiene un crecimiento importante, a nivel Nacional e Internacional.
- Microsensores, apropiados para detectar innumerables parámetros del entorno (presión, temperatura, movimiento, etc.).
- Mejoras en las comunicaciones inalámbricas de corto alcance.
- Mejoras en la metodología para establecer posiciones de objetos Sistema de Posicionamiento Global GPS (Global Positioning System).
- Redes de área corporal (BodyArea Network), donde el cuerpo humano es utilizado como medio de transmisión de señales eléctricas de muy baja intensidad.
- Computación Vestible (wearable computing), Se emplean determinadas propiedades de la ropa (fibras que pueden modificar su resistencia eléctrica) al estirarlas o doblarlas, brindando el manejo de interfaces Hombre-Máquina.

La computación ubicua podría motivar la aparición de una serie de aplicaciones absolutamente nuevas, por ejemplo, los objetos actuando de forma cooperativa implantarían innovación en las utilidades emergentes. Lo cual tendría connotación comercial y repercusiones económico-sociales.

Sabemos que el número de computadoras conectadas a Internet, ha ido en aumento en los últimos años, y es una realidad que la tendencia continua en aumento. Las redes tradicionales, seguirán creciendo y desarrollándose, y las que surjan, estarán enfocadas en contribuir en los hogares, oficinas y no necesariamente requirieran la presencia de usuarios. Casas y edificios inteligentes, es la nueva premisa.

Los tipos de dispositivos que emplearán para conectarse no estarán ligados sólo a computadoras personales, de escritorio o

servidores, incluye incorporar tecnología móvil (hoy existente) como por ejemplo: PDA (personal digital assistant, asistente digital personal) y cualquier otro componente que consiga comunicarse de manera inalámbrica para interactuar con los restantes dispositivos.

Los nuevos dispositivos tendrán las siguientes características, que los diferenciará de las computadoras tradicionales y de las redes existentes [66]:

- Más pequeños, con grandes capacidades de procesamiento y memoria, con almacenamiento, o almacenamiento no persistente.
- La conexión con otros dispositivos o elementos será sin intervención del usuario
- Conectividad inalámbrica
- Versátiles y se optimizarán con rapidez, permitiendo accesibilidad en su reemplazo por otros mejores,
- Las redes ubicuas en general explotan el ámbito digital que se caracteriza por:
 - No requerir usuarios
 - Incorporan sensibilidad, adaptabilidad otorgando respuesta a cada necesidad.
 - Acceso Ubicuo, mediante interacciones naturales

De esta forma, la Computación Ubicua, introduce cuatro noveles conceptos [68]:

- Uso eficiente de espacios "perspicaces": basándonos, en la detección del estado de un individuo y sus necesidades, resultante de dicho estado, sea en la sala de reuniones, oficina, salón de clase, domicilio, automóvil, etc. El espacio perspicaz emerge cuando varios dispositivos inteligentes concuerdan en un mismo espacio físico e interactúan cooperativamente para brindar soporte a los individuos que se encuentren en él. La domótica, computación ubicua en la vivienda, es la aplicación más difundida.
- Invisibilidad: En la actualidad, se está lejos de la propiedad exhibida por Weiser para los sistemas ubicuos, la total extinción de la tecnología de la consciencia del usuario. Una proximidad es considerar, al diseñar estos sistemas, la idea de mínima de esparcimiento del usuario. La invisibilidad demandará un cambio rotundo en el tipo de interfaces que nos comunican con las computadoras. Reconocimiento de voz, de gestos, comprensión del lenguaje natural y del texto manuscrito, en la dirección hombre-máquina y a

la inversa, síntesis de lenguaje hablado, escrito y de representaciones gráficas.

- Escalabilidad local. El concepto de localidad de servicios en computación ubicua es esencial frente a la generalidad de servicios de Internet. Los usuarios disponen de capacidades vinculadas al ámbito en el que se sitúan, adoleciendo de sentido, una situación que ejemplifica, es que las aplicaciones domóticas ubicadas en el domicilio particular, estén escrutando las necesidades del usuario, que en ese momento se encuentra trabajando en la oficina. Las interacciones suministradas por estos sistemas, decrece con la distancia al usuario.
- Ocultación de los desniveles de acondicionamiento: Supeditado a la infraestructura y al desarrollo tecnológico que se dispone, la distribución de los servicios prestados puede ser poco uniforme, en estas condiciones el principio de invisibilidad puede no cumplirse, dado que el usuario detectaría desagradables transiciones. Este requerimiento es hoy el más apartado con respecto a la situación ideal. Los sistemas que añaden computación ubicua están aislados, sin continuidad entre unos y otros.

En la figura 1 se puede identificar una arquitectura genérica de un dispositivo de computación ubicua, que admite interactuar con el usuario a través de su interfaz (tanto de entrada como de salida), adquirir el contexto e información apreciable del mundo real brindando el soporte adecuado a sus necesidades y transformar el medio en función a la información capturada por los sensores y las acciones realizadas por los actuadores, y mediante su interfaz de red puede coordinarse con otros dispositivos del sistema.



Figura 1- Modelo de Dispositivos de Computación úbica [68]

Se puede ver cómo el usuario adquiere un rol principal en el sistema, otorgándole sentido al adoptar una configuración de diseño centralizada en el usuario, en la etapa de idear e implementar los posibles servicios y sus aplicaciones.

Más adelante se mostrará el significado que posee esta filosofía y cómo se desarrolla.

Inteligencia Ambiental AmI (Ambient Intelligence) es un concepto planteado por el grupo ISTAG (Information Society Technologies Advisory Group; Grupo Asesor sobre las Tecnologías de la Sociedad de la Información) en un informe [2] presentado a la DG INFSO

(Information Society Directorate -General; Dirección General de Sociedad de la Información) de la Comisión Europea en 2001. En el mencionado informe se precisa la AmI como una nueva área de investigación que reside en la creación de espacios habitables (denominados “entornos inteligentes”) en el cual los usuarios interactúen de manera espontánea e intuitiva con servicios computacionales que les posibilitan la ejecución de sus tareas diarias, ya sean de ocio o de trabajo.

La AmI es un modelo de interacción en el que la persona está envuelta en un entorno digital consciente de su presencia, sensible al contexto, que responde de manera adaptativa a sus necesidades y hábitos, para simplificar la vida cotidiana en el hogar, lugares de recreo y trabajo. Existe inteligencia en el ambiente, y es invisible, se hace notoria en los ingresos a comercios al ver abrirse las puerta ante la presencia de movimiento, al encenderse las luces automáticas de los vehículos, o al emerger un aviso del inicio de los programas seleccionados por el usuario en el televisor.

Los ambientes de AmI hacen uso del concepto de comunicación ubicua, que es la incorporación de la informática en el contexto de las personas, de forma que las computadoras no se observen como objetos diferentes. Este concepto lo creó Mark Weiser [3]. Trata sobre la integración de tecnología a los diferentes dispositivos- periféricos computacionales, entre las que se encuentran las redes inalámbricas, aperturas de accesos como puertas automáticas, lavatorios, sistema de formación geográfica, radiofrecuencia y otros.

Una tecnologías que continúa su avance dentro de la comunicación ubicua es la interacción corporizada, que se concibe como “la creación, manipulación y distribución de significado mediante una interacción activa con los artefactos” [4] resulta un encuadre conceptual inevitable a la hora de enfrentar el desarrollo de sistemas con interacción asentada en gestos, sin reducir el enfoque a trasladar la representación de, punteros, ventanas y ratones “fuera de la pantalla”.

El modelo de interacción entre las personas y las computadoras desarrollado a partir de los trabajos seminales de Douglas Engelbart, Alan Kay, Larry Tesler [70]y otros en los 60 y 70 ha cambiado en las últimas décadas. La figura del escritorio y las interfaces sustentadas en ventanas, iconos y punteros interfaces conocidas como ventanas, iconos, menús y puntero WIMP (Windows, Icons, Menus and Pointer) fue evolucionando a través de tiempo, dando lugar en la actualidad a un conjunto de distintos elementos de interacción. En ese proceso las interacciones que se fundamentan en gestos están alcanzando un predominio importante, dentro de lo que se ha

denominado Interfaz natural de usuario NUI (Natural User Interface).

Trasladando la ubicuidad al contexto educativo se crea un nuevo modelo denominado u-learning (Educación ubicua), es decir, la educación disponible a través de diferentes canales al mismo tiempo. Es la incorporación de actividades formativas, apoyadas en la tecnología, que permite recibir y cotejar información, disponible desde cualquier lugar, que será luego incorporada al saber personal;

Las principales características del aprendizaje ubicuo son [69] :

- Permanencia: los usuarios de ningún modo pierden su información a menos que resuelvan eliminarlas.
- Accesibilidad: la información está disponible para cuando los estudiantes lo requieran.
- Inmediatez: los estudiantes pueden recuperar la información de manera inmediata.
- Interactividad: los estudiantes logran interactuar con sus compañeros, profesores y expertos, con eficiencia y rapidez, mediante las diferentes alternativas de los medios de comunicación.
- Adaptabilidad: el entorno es sensitivo al contexto y se adecua a las prioridades reales de los estudiantes al brindarles la información adecuada.

El ámbito de la educación especial los alumnos discapacitados y usuarios ancianos en el momento de interactuar con los entornos inteligentes, hallan barreras que están relacionadas especialmente con la interfaz de usuario, además de las dificultades físicas para operar los dispositivos, las barreras cognitivas para comprender los procedimientos y la navegación.

Estudios realizados con usuarios demuestran la necesidad de interfaces adaptables, que permitan el control de manera homogénea de dispositivos y servicios, por medio de sistemas interoperables integrados en un entorno inteligente [50].

El presente trabajo se ha estructurado de la siguiente manera: en la sección II (Aplicaciones), se realiza el marco teórico de la investigación y en la sección III (Conclusión) se realiza una conclusión personal sobre el material estudiado, sección IV (Futuras líneas de investigación) temas pertenecientes a este trabajo, en el cual no fueron profundizados, pero poseen un alto grado de impacto en el mismo, y culminando con la sección IV (Referencia Bibliografía) donde muestra la fuentes de información obtenida para la investigación.

II. APLICACIONES

Países como Italia, Japón, la República de Corea y Singapur, adoptaron en una fase temprana, las tecnologías móviles y

ubicuas, fueron los países seleccionados para llevar a cabo estudios de casos[5].

En Europa y los Estados Unidos, parte de la actividad se ha concentrado en las tecnologías RFID en el contexto de la gestión de productos o como reemplazo para los códigos de productos universales (códigos de barras), la noción de “ubicuo” en la Región Asia-Pacífico es mucho más amplia.

Singapur opera como líder en el ámbito del gobierno, desde hace algún tiempo y ha sido un precursor en la utilización de tecnologías ubicuas, en determinados espacios, como la gestión del tráfico y la automatización de bibliotecas [5].

Las micro plaquetas RFID están siendo utilizadas desde 1998 para la fijación de precios en las rutas y ese país cuenta con un grado de penetración de vehículos del 100%. Actualmente la estrategia de Singapur gira en función del objetivo de transformarse en Concentrador de la próxima generación. con propósito de crear una red segura de velocidad ultrarrápida para impulsar la conectividad de las próximas generaciones.

Como se puede observar, el ámbito de aplicación de las tecnologías ubicuas es muy amplio. Una tecnología importante que viene teniendo mucho crecimiento en Argentina es la implementación de tecnología RFID en diversos ámbitos [5].

Tecnología de Identificación por radio frecuencia RFID

Si bien no se trata de un nuevo concepto, esta tecnología es la que se advierte con más frecuencia y es la que se propaga velozmente no sólo en Argentina, sino en el mundo [71].

La tecnología RFID admite la compilación automatizada de información sobre productos, horas, lugares y transacciones.

Un sistema RFID consta de dos componentes principales:

- Transpondedor: transporta datos (por ejemplo, un rótulo), ubicados en el objeto a identificar.
- Interrogador: (o lector) lee los datos transmitidos (por ejemplo, en un dispositivo portátil o empotrado en una pared).

Existen lectores equipados de una interfaz adicional (es decir, un soporte intermedio) a través del cual transmite los datos recibidos a otro sistema, como es el caso, de una computadora personal o un sistema de control robot.

La generalidad de los rótulos tienen el tamaño de un grano de arena aproximadamente y habitualmente están encapsulados dentro de un vidrio o un módulo de plástico.

Existen muestras de tecnologías ubicuas y sus aplicaciones insertas desde hace algún tiempo, como por ejemplo el teléfono

móvil, el concepto de acceso en todo momento, en cualquier lugar, por todas las personas y todas las cosas, su utilidad es aún limitada, por la incapacidad de reunir datos brutos sobre, el lugar donde se encuentran las cosas y los cambios en su estado.

La RFID propone introducir un cambio en ese paradigma informático, de este modo, en el futuro, no sólo las personas y sus dispositivos de comunicación estarán conectados a redes mundiales, sino también lo estarán innumerables objetos inanimados, desde neumáticos hasta navajas de afeitar. Las aplicaciones de la RFID permitirán la compilación automática y autónoma de datos sobre todas las cosas que vemos y utilizamos cotidianamente, creando así, espacios de red ciertamente inteligentes y ambientales[6].

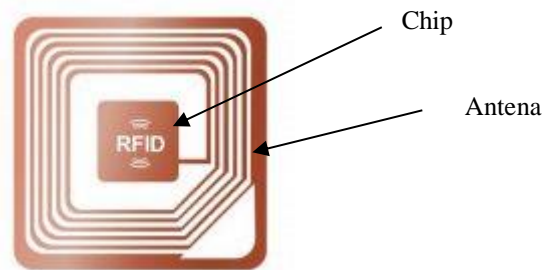


Figure 1Rótulo RFID – Fuente Propia

Los beneficios potenciales de las aplicaciones RFID varían desde una atención médica más eficaz, hasta un aumento del beneficio en los puntos de venta, una mayor prevención de fraudes y procesos comerciales reducidos (en particular, en las aplicaciones de gestión de la cadena de suministro).

El progreso a breve plazo en la utilización de la RFID seguirá siendo impulsado por aplicaciones comerciales, mientras que las aplicaciones de consumo aumentarán a mediano y largo plazo. Según las revisiones de la empresa Frost and Sullivan[7], en 2007 se registró un incremento de ingresos de 11.700 Millones USD; en 2003, según las mismas estimaciones, el valor de este mercado ascendía a 1700 millones USD.

Estudio de Casos aplicando tecnología RFID

En la práctica han estado expuestos a la RFID [72], [73]:

- Peajes.
- Oficinas.
- Zonas de aparcamiento.
- Bibliotecas.

Los pequeños rótulos RFID son cada vez más utilizados, desde acontecimientos deportivos hasta compras al por menor, se utilizan además, en las aplicaciones biomédicas que contienen

información sobre la identidad y que pueden implantarse o inyectarse en el cuerpo.

Las empresas farmacéuticas emprenden la utilización de rótulos RFID en envases para batallar contra la falsificación y el robo de sus medicamentos.

Sector Transporte

En el ámbito del transporte público se apela cada vez más a algunas aplicaciones de la RFID tales como la percepción de peajes y las tarjetas de pago sin contacto. Al principio la RFID fueron utilizadas para percibir las tasas de peaje en autopistas. Los sistemas electrónicos de gestión de tarifas que utilizan RFID han tenido resultados muy satisfactorios para facilitar el desplazamiento a los viajeros abonados [6].

Por lo general, estos sistemas manejan tarjetas inteligentes sin contacto que duran unos 10 años aproximadamente y difícilmente pueden ser dañadas por líquidos, polvo o fluctuaciones de la temperatura.

En Europa, la dirección de tránsito público de París, RATP (Régie Autonome des Transports Parisiens, Red Autónoma de los Transportes Parisinos) una de las redes de vanguardia del mundo, utiliza tecnologías basadas en la RFID para la percepción automatizada de tarifas. En Seattle (Estados Unidos), para el sistema de tránsito público hacen uso de la tarjeta inteligente sin contacto RFID para el cobro de tasas.

Sector Medicinal

A partir del uso de rótulos RFID en los envases de medicinas destinados a farmacias y droguerías, la industria farmacéutica detecta más eficientemente los medicamentos falsificados. En julio de 2004 un grupo de fabricantes de productos farmacéuticos en los Estados Unidos divulgó que trabajaba con distribuidores y vendedores minoristas en el marco de un experimento llamado "Proyecto Jumpstart", con la finalidad adosar rótulos RFID a los envases de medicamentos [5].

Los frascos rotulados tendrá diversas utilidades además de detectar drogas falsas, puede evitar robos, permite administrar los medicamentos caducados y su retiro de circulación.

Según estadísticas, en la larga cadena de suministros de productos farmacéuticos se pierden o roban cada año unos 40.000 millones USD. Los envases se rotularán para indicar su punto de origen, dado que las farmacias reciben sus medicamentos mediante centros de distribución específicos, de esta forma, cuando un rótulo esté marcado con una serie incompleta o inexacta de emplazamientos, se podrá informar..

Sector Comunicaciones

Los teléfonos móviles pueden servir como una significativa plataforma para que los usuarios se comuniquen con objetos

inteligentes y dejando abierta las posibilidades para la prestación de servicios basados en la localización [75].

En marzo de 2004 Nokia instauró el juego de implementos Nokia RFID, un teléfono móvil GSM (Global System for Mobile Communications, Sistema global para las comunicaciones móviles) con capacidades de lectura RFID para aplicaciones referidas con la cadena de suministros.

Los fabricantes ofrecen a los consumidores la capacidad de utilizar sus teléfonos móviles para acceder a información sobre los productos de consumo que se comercializan mediante la utilización de la RFID.

Inteligencia Ambiental

La Inteligencia Ambiental establece una perspectiva del futuro de la Sociedad de la Información. En esta mirada las personas estarán rodeadas de interfaces inteligentes empotradas en objetos cotidianos, concibiendo un entorno capacitado de reconocer y responder a la presencia de humanos. De este modo, la persona pasa a ser el centro en el desarrollo tecnológico, ya deben adaptarse a las nuevas tecnologías, son estas tecnologías las que se adecuan a las personas [74].

La AmI ha alcanzado gran relevancia en los últimos años gracias a su adopción por la Unión Europea como objetivo prioritario de investigación dentro del 6º Programa Marco (6th Framework Programme; FP6) [8]. Este programa crea las pautas a seguir en el campo de la investigación europea durante el período 2003-2006 y sigue las directrices indicadas por el ISTAG (Information Society and Technology Advisory Group – Grupo asesor de información de sociedad y tecnología) en cuanto al desarrollo de la AmI se refiere.

Requerimientos de un Sistema AMI

Las tecnologías capaces de desarrollar la visión de la AmI deben cumplir los siguientes exigencias [9]:

- Dispositivos invisibles: Los dispositivos deben de integrarse de manera natural y prudente al medio del usuario. Para lograrlo, es necesario el desarrollo de nuevas técnicas de miniaturización y nuevos materiales que permitan crear hardware cada vez más pequeño.
- Infraestructura de comunicaciones fija y móvil: Los dispositivos heterogéneos de un entorno inteligente requieren una infraestructura de comunicaciones que admita una total integración, logrando así interconectar todo tipo de dispositivos: sensores, ordenadores, electrodomésticos.
- Redes dinámicas de dispositivos distribuidos: La red que permita la comunicación entre dispositivos debe ser dinámica con el objetivo de reconfigurar automáticamente al añadir o eliminar dispositivos.
- Interfaz natural e intuitiva: Tal lo expresado con anterioridad, la tecnología debe adaptarse a las

personas, y no al contrario. Para ello, se deberá desarrollar interfaces lo más intuitivas posible que permitan una comunicación natural entre el usuario y el sistema y middleware que forme el nexo entre el usuario y los dispositivos.

- **Fiabilidad y seguridad:** El entorno inteligente adquiere información personal del usuario al comunicarse por lo cual, es importante que ésta información, sea segura y que no logre ser accedida por terceros.

Los requisitos enunciados no sólo establecen las principales características que deben cumplir las tecnologías presentes en la AmI sino que también, indican las líneas substanciales de investigación que se deben llevar a cabo para desarrollar los entornos inteligentes[9].

Además de la computación ubicua que es la base de este trabajo existen dos tecnologías que actúan de soporte para el desarrollo de AMI. La comunicación ubicua y las interfaces inteligentes.

C omunicación Ubicua

Los dispositivos que conforman un entorno inteligente propio de la computación ubicua, deberán todos interactuar entre sí y con el usuario. Para lograrlo es necesario el desarrollo de una comunicación ubicua que permita al usuario acceder a los servicios computarizados disponibles desde cualquier lugar.

Table 1 Comparativa de tecnologías inalámbricas para entornos inteligentes [76]

Tecnología	Estándar	Alcance	Velocidad	Ventajas	Inconvenientes
WLAN (Wireless Local Area Network)- Wifi	IEEE 802.11	2-200 m	11 Mbps (b) 54 Mbps (g)	-Estándar consolidado. -Amplio alcance.	-Tecnología cara para dispositivos pequeños.
WPAN (Wireless Personal Area Network)- Bluetooth	IEEE 802.15.1	10 m	720 Kps (v1) 2,1 Mpbs (v2)	-Estándar consolidado. -Bajo coste.	-Velocidad baja. -Máximo de 8 dispositivos en red.
High Rate WPAN	IEEE 802.15.3	55 m	55 Mbps	- Amplio alcance. - Bajo coste	- Estándar no consolidado. - Mayor consumo que Bluetooth.
Low Rate WPAN- ZigBee	IEEE 802.15.4	75 m	250 Kbps	- Consumo mínimo. - Amplio alcance.	- Tecnología muy novedosa. - Velocidad baja.

Interfaces Inteligentes

Las interfaces inteligentes permiten al usuario comunicarse con los dispositivos del entorno inteligente de una manera cómoda y natural. El propósito principal de estas interfaces es ocultar al usuario la complejidad del sistema y sólo mostrarle sus funcionalidades. De este modo el usuario puede lograr el servicio que necesita sin inquietarse por el funcionamiento interno.

Esta comunicación se fundará esencialmente en la implementación de redes inalámbricas. Al seleccionar una tecnología inalámbrica hay que considerar varios factores: tamaño físico de los dispositivos, alcance de operación, velocidad de transferencia de datos y precio [76].

En la Tabla 1 encontramos una comparativa de diversas tecnologías inalámbricas que se suelen utilizar en los entornos inteligentes.

En la mayoría de casos, será necesario utilizar una combinación de varios tipos de red interconectados entre sí, dependiendo de su cuantía y su alcance. Por ejemplo, se podrían interconectar varias redes WPAN (Wireless Personal Area Network) mediante una WLAN (Wireless Local Area Network).

Las interfaces que se utilicen en entornos inteligentes deben tener las siguientes propiedades:

Comunicación multimodal: deben ser competentes al comunicarse con el usuario en diversas formas: mensajes escritos, imágenes, habla, gestos.

La comunicación multimodal admite una interacción más amigable y rica que la actual en los PCs (basada en el uso de teclados, ratones y pantallas).

Sensibilidad al contexto: Las interfaces además de transmitir datos internos del sistema, deben también “contemplar” su entorno. El sistema no es pasivo, permanentemente recopila información del usuario con la finalidad de ofrecerle los servicios que puedan serle más idóneos.

La forma de exhibir los servicios al usuario es muy significativa. Por ello, el desarrollo de interfaces inteligentes es un aspecto esencial para el éxito de la visión planteada por la AmI. Tal como comenta Weiser en [10]: “Las tecnologías más arraigadas son aquellas que desaparecen. Estas tecnologías se entrelazan con la vida cotidiana hasta ser indistinguibles de ella”.

Aplicaciones de la AMI

La Inteligencia Ambiental es un concepto muy amplio que se puede ser aplicada en los campos más diversos. La mayoría de investigaciones actualmente centralizan sus esfuerzos en cuatro grandes áreas de aplicación de la AmI [78]:

Hogar Digital: es una vivienda que otorga servicios a sus inquilinos mediante la interconexión de una red domótica (sensores, actuadores), una red multimedia (TV, audio...) y una red de datos (WLAN¹, Internet).

La red domótica suministra servicios de automatización (iluminación, suministro de agua, alarmas, climatización, riego...). La red multimedia ofrece contenidos de información y ocio basados en imágenes y sonidos (video porteros, videoconsolas, TV...). La red de datos permite distribuir la información (ficheros) entre los ordenadores, compartir recursos (impresoras, escáneres) y acceder a Internet. HomeLab de Philips [11] y Oxygen del MIT [12] son dos ejemplos de proyectos de investigación cuyo objetivo es conseguir crear un hogar digital.

Industria: La mayoría de investigaciones sobre AmI se centran en el ámbito del hogar digital. Sin embargo, también se están desarrollando sistemas que permiten crear entornos inteligentes en la industria. Estos sistemas se suelen aplicar en el proceso de producción o en el proceso de distribución de los productos. En ambos casos, estos sistemas pretenden ayudar a los trabajadores en sus tareas diarias, facilitando su trabajo al darles información precisa sobre él. Por ejemplo, en [13] se presenta el sistema AMICO de Tekniker [14]. Este sistema puede localizar al usuario e informarle de los dispositivos que puede utilizar dependiendo de su ubicación. Además, es capaz de aprender las preferencias de cada usuario y adaptarse a ellas.

Lugares públicos: Además de ofrecer servicios en el hogar y en la industria, la AmI también puede ser útil en lugares a los que accedan una gran cantidad de personas cada día. Por ejemplo, el sistema PRISMATICA presentado en [15] ha sido utilizado para realizar tareas de vigilancia en los metros de varias ciudades.

Este sistema es capaz de detectar las siguientes situaciones: aglomeraciones de gente, personas que van en una dirección no permitida, elementos estáticos abandonados (equipajes, paquetes, basura...) y personas que están demasiado cerca de las vías. Otro ejemplo es el proyecto PEACH [16]; diseñado para guiar de manera individualizada a los turistas en los museos. Su principal objetivo es mostrarle al turista sólo la información que le interesa, comunicándose con él de natural y sencilla posible.

Computación vestible: En la computación vestible el ordenador es un dispositivo pequeño que lleva el usuario consigo (normalmente integrado en la ropa) y que siempre está operativo y accesible. Ya que el dispositivo vestible siempre está operativo, se produce una sinergia entre el usuario y el dispositivo, caracterizada por un aprendizaje y una adaptación a largo plazo gracias a la interacción constante con el usuario.

Los sistemas vestibles son la manera de que el usuario siempre pueda acceder a los servicios ofrecidos por la AmI, independientemente de su localización. Algunos ejemplos de sistemas vestibles desarrollados son los siguientes: asistente de traducción entre personas que hablan distintas lenguas [17], monitorización médica del usuario [18], [19].

Los escenarios viables para la aplicación de entornos inteligentes son muy variadas, tal como acabamos de mostrar. Sin embargo, todas estas aplicaciones de la AmI tienen una característica común: la localización de los usuarios del sistema dentro del entorno inteligente, este aspecto es importante, ya que permite al sistema determinar cuáles son los servicios más adecuados para el usuario, según su ubicación. En el apartado siguiente vamos a describir las principales técnicas de localización que se manejan en los entornos inteligentes.

Sistema de localización en Interiores

La localización de los usuarios es una de las características ineludibles para que un entorno inteligente sea sensible al contexto (*context-aware*). Un sistema sensible al contexto es capaz de captar el contexto en el que se produce, asignarle un significado y modificar su comportamiento. De este modo, el sistema podrá ofrecer distintos servicios al usuario dependiendo de su localización dentro del entorno inteligente [69].

En los sistemas de localización en exteriores se utiliza considerablemente el sistema GPS. A diferencia de estos, en los sistemas de localización en interiores no hay tecnología que se haya impuesto definitivamente, ya que todas muestran algún inconveniente, por ejemplo en la facultad de Ciencias Exactas Químicas y Naturales de la UNaM, los alumnos, han realizado presentaciones de tesis con respecto a este tema, incorporando la tecnología WiFi de los módems internos, midiendo la intensidad de la señal, y mediante fórmulas matemáticas de

¹ Wirelss Local Area Network, Red de area local inalambrica

ubicación en áreas, poder medir la distancia del dispositivo al modem WiFi. A continuación, se muestra las principales tecnologías utilizadas para la localización en interiores y enumeraremos algunos sistemas concretos desarrollados a partir de ellas:

Sistemas de localización basados en ultrasonidos: Estos sistemas se basan en la utilización de nodos emisores y receptores de ultrasonidos. Algunos nodos serán fijos y se instalarán en el entorno, mientras que otros serán transportados por los usuarios que queremos localizar. El sistema medirá los tiempos de vuelo de las ondas ultrasónicas entre los nodos emisores y los nodos receptores y mediante un algoritmo de trilateración se calculará la localización del usuario. Active Bat [20] y Cricket [21], [22] (mostrado en la Figura 2) son dos ejemplos de este tipo de sistemas. Estos sistemas presentan una alta precisión (del orden del centímetro) pero requieren de una instalación de un número elevado de nodos fijos en el entorno.

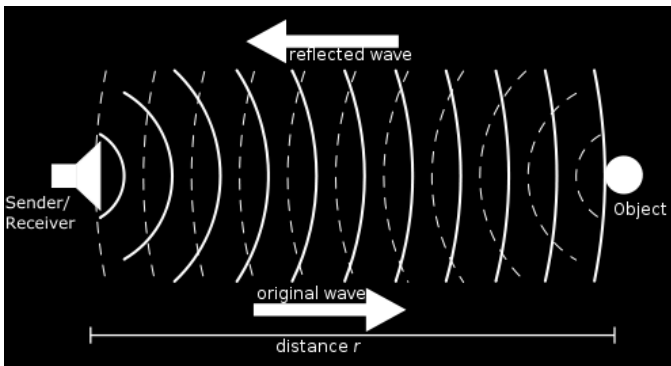


Figure 2 Medición de distancia entre emisor y receptor [80]

Sistemas de localización basados en radiofrecuencia: Estos sistemas se basan en la medida de la intensidad de las ondas electromagnéticas generadas por nodos emisores para calcular la localización del nodo receptor. Es suficiente con un número reducido de nodos fijos para cubrir el entorno. Sin embargo, tienen una menor precisión (desde decenas de centímetros hasta varios metros) que los sistemas ultrasónicos. Dos ejemplos de estos sistemas son: Ubisense [23] (sistema comercial que utiliza señales UWB, Ultra-Wide Band) y Radar [24] (sistema de Microsoft basado en redes WLAN). En la Figura 3 mostramos los nodos del sistema Ubisense.

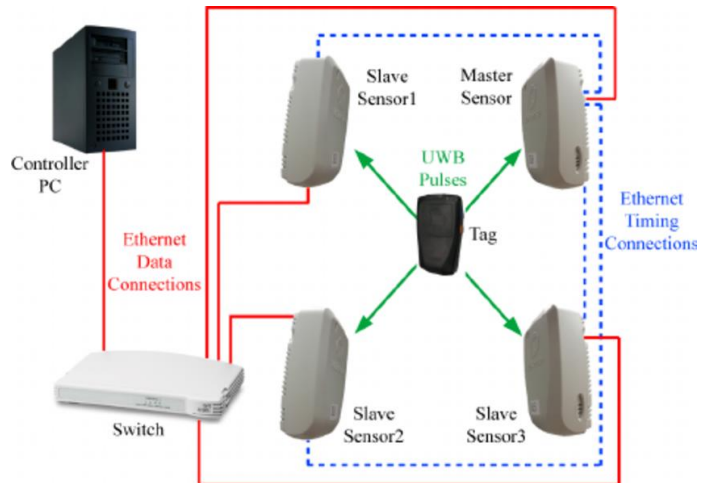


Figura 3 Arquitectura UBINSE [79]

Sistemas de localización ópticos: Estos sistemas utilizan señales ópticas (luz natural o infrarrojos) para localizar al usuario. Los sistemas infrarrojos utilizan nodos emisores y receptores para realizar el cálculo de la localización Figura 4. Los sistemas basados en luz natural suelen usar complejos algoritmos para detectar y localizar a los usuarios en las imágenes capturadas por las cámaras. Su principal ventaja es que el usuario no tiene que llevar ningún dispositivo. Ambos tipos de sistemas presentan como inconveniente su reducida precisión.

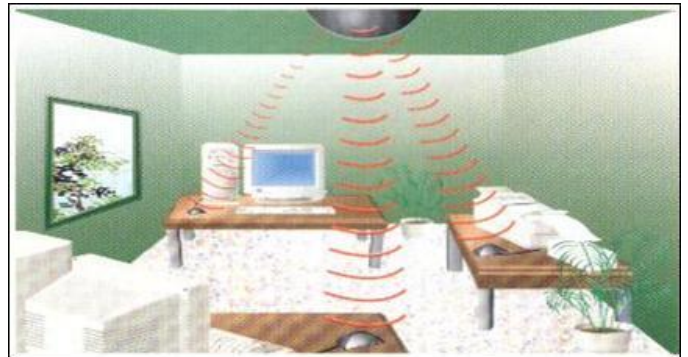


Figura 4 Sistema Infrarrojo- Fuente Propia

Sistemas de localización basados en sensores inerciales: Los sensores inerciales miden la segunda derivada de la posición. Existen dos tipos de estos sensores: giroscopios (miden la velocidad de rotación) y acelerómetros (miden la aceleración). Estos sensores tienen una alta precisión pero deben estar unidos al cuerpo del usuario para medir sus movimientos. Un ejemplo de un sistema de localización basado en sensores inerciales es el GypsyGyro- [25] de la empresa Animazoo [26] (mostrado en la Figura 4). Está formado por un traje de lycra al que se le ha incorporado 18 giroscopios para medir las velocidades de rotación de las articulaciones del usuario que lo lleva puesto.

El gesto como mecanismo de Interacción Corporizada

Interfaces de Usuarios Naturales (NIU – Natural Interfaces User)

Un primer acercamiento a este tipo de interfaces sería, aquellas que permiten a los usuarios de hardware y software, interactuar con ellos en la misma manera como interactúan con el mundo real. Wigdor y Wixon, en su libro ‘Brave NUI World’ [27], nos dicen que la meta de estas interfaces es construir una experiencia de uso, que le sea natural a nuestro usuario.

Para que una interfaz sea considerada natural, debe cumplir con las siguientes consideraciones:

- Crear una experiencia, que dé la sensación de ser una extensión del cuerpo.
- Crear una experiencia, que le sea natural tanto a usuarios expertos, como a los usuarios nuevos.
- Crear una experiencia, que sea auténtica al medio.
- Crear una interfaz de usuario, que considere el contexto, tomando en cuenta las correctas metáforas, indicaciones visuales, realimentación y métodos de entrada y salida.
- Evitar caer en la trampa, de copiar los paradigmas de interfaz de usuario existentes.

El potencial más interesante en este campo es lograr interfaces gestuales sin cables. Las primeras soluciones planteadas requerían guantes de alto costo u otro equipamiento intrusivo. En la medida que los sensores y microprocesadores se abaratan y se hacen más potentes, la posibilidad de construir interfaces capaces de recibir e interpretar los más variados gestos sin vinculación cableada se convierte en realidad.

Desde el trabajo inicial de Samuel Hurst con el primer dispositivo táctil en 1971 hasta las pantallas del iPod Touch y del iPhone en 2007 ha pasado un largo camino [28].

Los últimos trabajos de investigación en el campo han focalizado en interfaces de detección de movimiento libre y las expresiones faciales. Por ejemplo, el trabajo sobre la lectura de labios para celulares presentada recientemente por el Instituto de Tecnología de Karlsruhe [29].

La estructura y mecanismos de las interfaces gestuales está compuesta por tres partes: un sensor que detecta el movimiento, un comparador que computa los cambios detectados y un actuador que realiza las acciones como respuesta. Las interfaces gestuales son de aplicación cuando se requiere alguna libertad de movimiento o una sensación de inmersión.

² Cualidad de un objeto o ambiente que permite a un individuo realizar una acción. El término se utiliza en varios campos: cognitiva, HCI (Human-Computer Interaction), inteligencia artificial, diseño de interacción (la

La computación tangible puede caracterizarse con tres ideas básicas. Por un lado establece mapeos físicos entre los elementos concretos que sirven para la interacción y el modelo digital subyacente. Este mapeo explota las affordances² físicas [30] para sugerir y guiar las acciones posibles.

Finalmente, provee una interacción distribuida a través de un conjunto de objetos, del espacio y evita establecer una secuencia predeterminada y forzada de interacción. Algunos ejemplos iniciales del campo de la computación tangible pueden ser el Digital Desk [31], el Live Wire [32] y la Marble Answering Machine de Bishop [33].

Los desarrollos en hardware han permitido incorporar cada vez con mayor facilidad elementos para la interacción tangible en casi todos los objetos cotidianos, mientras que nuevos modelos y técnicas de desarrollo de software (junto con la creciente capacidad reprocesamiento del hardware) dan sustento a la capacidad de capturar, interpretar y responder a los gestos humanos.

Las propuestas de aplicaciones para juegos de interacción gestual y tangible como la Wii de Nintendo o el Proyecto Natal de Microsoft [34] con un sensor para la XBox que puede capturar gestos sin ningún otro artefacto de ingreso certifican estos logros en productos de alcance masivo.

La interacción corporizada

El concepto “interacción corporizada” (embodied interaction) ha sido presentado por Paul Dourish en Where the action is [35]. Para Dourish la interacción corporizada deviene de la utilización del marco de análisis fenomenológico para estudiar las interfaces tangibles y la computación social, y se define como la creación, manipulación y el intercambio de sentido y significado a través de experiencias activas con artefactos. Este enfoque apunta al hecho de que la acción y el significado surgen en escenarios físicos, sociales, culturales y específicos.

La interacción corporizada con interfaces gestuales

Presentaremos a continuación dos enfoques que enmarcan conceptualmente el desarrollo de sistemas con interacciones gestuales y presentaremos algunos desafíos que el concepto de interacción corporizada les plantea.

1 - Sistemas sensibles al contexto

Es una de las derivaciones de la computación ubicua. Los sistemas basados en contexto o conscientes del contexto reaccionan ante la interacción de los usuarios respondiendo al contexto en el que se ejecutan.

Existen actualmente numerosos casos de este enfoque en los teléfonos celulares, que adaptan la presentación en pantalla a la posición con la que son tomados por el usuario o que identifican a otros usuarios presentes en la misma sala y pueden intercambiar información.

disciplina que define el comportamiento de un producto, sistema o aplicación con los cuales un usuario interactúa).

Las aplicaciones de los sistemas sensibles al contexto con interacción gestual más difundidas en la actualidad son sin duda las del iPhone de Apple. Sin embargo, no son las únicas. Por ejemplo [36] presenta un sistema que utiliza gestos para la interacción con robots con un algoritmo que utiliza el reconocimiento del contexto, el proyecto Sexto sentido [37] consiste en un sistema manejado íntegramente con gestos que utiliza el contexto para interpretar el significado del gesto.

Cuando evaluamos el diseño de interacción corporizada, encontramos que es necesario priorizar la noción de “lugar” sobre la de “espacio”. El “espacio” está vinculada con las propiedades físicas de un sitio, mientras que el “lugar” es una forma de comprensión social que enmarca los comportamientos dentro de un entorno. Diseñar para el “lugar”, en vez de diseñar para el “espacio” pone énfasis en las actividades y no en la estructura del espacio (lo que permite que la tecnología se adapte a diferentes patrones de actividad).

Además la noción de “lugar” constituye un significado que emerge de la práctica, apoyando el principio de que son los usuarios quienes generan ese sentido, mientras el diseñador le provee recursos para operar sobre la tecnología en diferentes niveles, visibilidad en las herramientas lo que hacen los demás (para los sistemas colaborativos) y de los efectos de lo que hago yo (para todos los sistemas).

Para poder extraer significado en el uso, el sistema debe soportar conceptos tales como awareness [38], visibilidad y retroalimentación.

2 - Interfaces fluidas

El concepto propuesto por el grupo de Pattie Maes en el MIT [39]. Intenta reemplazar la tradicional interfaz de teclado, pantalla y mouse, ofrecer información “just in time”, que sea altamente relevante para el usuario y su foco de atención, en un modo no disruptivo, fácilmente accesible y protegiendo la privacidad.

Una de las estrategias que utiliza es aumentar objetos cotidianos con funcionalidades específicas (puertas y ventanas aumentadas, espejos que responden, tejidos aumentados, etc.)

Algunos de los ejemplos de este grupo son:

- Siftables [40]. Pequeñas pantallas con sensores embebidos que permiten experiencias tangibles de interacción.
- Medios invisibles [41] auriculares provistos de emisores/transmisores de IR que captan el foco de atención del usuario y le transmiten información auditiva.
- Interacción aumentada en movimiento [42] input gestual usando acelerómetros en la muñeca. El complemento con lectores RFID permite disparar opciones y servicios basados en la detección del objeto que está tocando el usuario.

Un análisis de este enfoque en el marco de la interacción corporizada nos señala tres desafíos importantes.

Por una parte, la interacción corporizada agrega a una práctica existente varias representaciones que son artefactos en sí mismas forman parte activa de la experiencia. Los diseñadores tienen que entender cómo se manipulan los diferentes niveles de representación.

Por otro lado, en una aproximación tradicional el diseñador gestiona la interacción entre el usuario y el artefacto a través del control de los parámetros de diseño [43].

En la interacción corporizada el diseñador debe enfocarse en la forma que el usuario podrá entender cómo aplicar la herramienta a cada situación. Tratándose de herramientas que plantean la fluidez en el acceso a la información por parte del usuario, es un gran desafío plantear el sistema para que se adapte a todos los posibles usos e interpretaciones del usuario.

Finalmente, estas interfaces fluidas tienden en algún momento a pretender ser invisibles, apuntando al principio de ubicuidad, y desaparecer para que el usuario pueda experimentar la sensación de que interactúa directamente con la información. Esa pretendida invisibilidad causa dos problemas: en términos de diseño de producto, ya que éste debería intentar producir experiencias interesantes para el usuario y eso no es posible con una interfaz invisible. Por otro lado, la corporización sólo no es posible si el objeto desaparece y el acoplamiento entre significado y acción deja de darse en varios niveles.

Tecnología Ubicua en la Educación

U-learning

El aprendizaje ubicuo o u-learning es un paradigma de aprendizaje.

Se dice que es una expansión de paradigmas de aprendizaje anteriores que surge a medida que se ha avanzado del aprendizaje convencional al aprendizaje electrónico (e-learning) y del e-learning al aprendizaje móvil (m-learning), y ahora a u-learning.

El aprendizaje ubicuo está basado en la tecnología ubicua, cuyo rol es facilitar la construcción de un ambiente de aprendizaje que le permita a una persona aprender en cualquier lugar y en cualquier momento [44].

El u-learning no se limita a la formación recibida a través del computador o de dispositivos móviles, sino que aprovecha cualquier medio tecnológico que permita recibir información y facilite el aprendizaje. De este modo se deja de visualizar al e-learning y m-learning como metodologías aisladas y conceptos separados, para pensar en un contexto u-learning, donde el aprendizaje abarca todo lo anterior y además, incluye todos los

medios tecnológicos existentes que puedan ser utilizados para la enseñanza-aprendizaje [45]

Las ventajas del aprendizaje ubicuo es que permite a los estudiantes seleccionar los objetivos de aprendizaje y aplicar su estilo de aprendizaje, a la vez que les permite utilizar cualquier plataforma a su alcance y situarse en casi cualquier parte del mundo incorporando el paradigma de aula invertida. Es decir se traslada el aprendizaje más allá del aula, hacia los ambientes de la vida diaria, apoyado en una tecnología flexible y omnipresente.

Las TIC pueden ayudarnos a integrar y potenciar diferentes instancias del proceso enseñanza-aprendizaje. En tiempos de la ubicuidad, de los dispositivos móviles y del aprendizaje en red, podemos complementar diferentes recursos y herramientas digitales para ampliar la comunicación y el intercambio de conocimiento.

El concepto de ubicuidad en las TIC, fue introducido por Mark Weiser en 1988 [46] y adquirió reconocimiento mundial en 1991 con el trabajo “The Computer for the Twenty- First Century” [47].

“...Se refiere, en general, a la presencia de una entidad en todas partes; pero en la computación adquiere la característica de ser, además, invisible. Este paradigma pretende brindar sistemas de cómputo inteligentes que se adapten al usuario, y cuyas interfaces permitan que éste realice un uso intuitivo del sistema. De allí que la meta, de la computación ubicua, de integrar varias computadoras (dispositivos) al entorno físico busca habilitar los beneficios de éstas y de la información digitalizada en todo momento y en todas partes. La influencia de la computación ubicua es en gran parte de carácter teórico, y dadas las condiciones de integración entre educación y sistemas de cómputo explicada antes, comparte créditos junto a otros conceptos como usabilidad, interactividad e hipertextualidad.

Una posible aplicación en educación a distancia, sería que el docente presentara el conocimiento en varias formas que se diferencien en sus características técnicas y didácticas. Así el alumno ejercerá su poder de decisión para optar por una vía conveniente de aprehensión del conocimiento, con el consecuente mejoramiento de la calidad en el aprendizaje.” [48]. Weiser [49] menciona que: *“vamos camino a ambientes ubicuos, ambientes poblados de numerosos sensores que gracias a la miniaturización de los dispositivos son invisibles al usuario y están en permanente rastreo de la actividad humana”*. No se está hablando de remplazar el rol crítico que cumple un docente ni al docente mismo, sino simplemente integrar y potenciar las tecnologías disponibles para crear un ambiente virtual de aprendizaje más adaptado a las preferencias de cada usuario, pero sin la necesidad de contar con un docente distinto para cada estudiante y al servicio de ese único estudiante.

Trascendiendo teóricamente de los sistemas computacionales a la concepción de aplicaciones didácticas en sitios educativos, el

diseño ubicuo nos brinda opciones para mejorar el desempeño de Internet y la Web como medios de comunicación y educación [50].

A partir de establecer una relación estrecha entre el diseño de interfaz y el diseño didáctico, bajo el enfoque de la computación ubicua, ambos ofrecerán al usuario o alumno el conocimiento que requiere sin realizar un gasto cognitivo importante en el medio que transmite [51]. Una integración recíproca entre la educación a distancia y el diseño ubicuo, además de potenciar el uso de Internet en procesos de enseñanza – aprendizaje, además contribuye a la difusión y aplicación de las tendencias tecnológicas que facilitan su uso. Estas perspectivas abren nuevos temas de debate, y al mismo tiempo nuevos puntos de vista en la búsqueda de soluciones a los problemas que enfrenta la educación en la sociedad. En éste contexto la escuela debe cambiar, utilizando las nuevas herramientas tecnológicas e instalarlas al servicio de los diferentes actores, generando así un espacio de acción profesional distinto al actual. El entorno educativo cambia [52,53], la educación se presenta como la formación de los educandos en competencias, destrezas, habilidades para desempeñarse en un nuevo espacio social, el digital [54].

Nuevos escenarios educativos, los mismos actores con un nuevo rol, y la implantación de las tecnologías actuales es nuestro desafío actual.

Realidad aumentada posibilidades para el ámbito educativo

La Realidad Aumentada (AR= *Augmented Reality*, término inglés) es una tecnología que poco a poco se va incorporando a los distintos ámbitos de la vida cotidiana incluyendo el mundo educativo. A continuación se explican algunos de sus detalles y se aporta información de interés sobre su uso educativo.

La realidad aumentada consiste en la visión de un entorno físico del mundo real a través de un dispositivo (smartphone, tablet, etc.) para que se muestre en tiempo real junto con una capa adicional de elementos virtuales. A diferencia de la realidad virtual, no se trata de sustituir a la realidad física, sino que se sitúan en la vista del mundo real distintos elementos informativos de tipo multimedia: textos, imágenes, modelos 3D, vídeos, audios, animaciones, etc. Estos elementos multimedia se encuentran almacenados y asociados en un servidor remoto. Por tanto es necesario disponer de conexión a Internet en el ordenador, tableta o smartphone para recuperarlos y añadirlos a la vista de esa realidad física [55].



Figure 5 - AR - Realidad Aumentada [77]

Elementos de la realidad aumentada

Para conseguir esa superposición de elementos virtuales en la vista de un entorno físico, un sistema de AR debe estar formado por los siguientes elementos [77]:

- Cámara. Es el dispositivo que capta la imagen del mundo real. Puede ser la webcam del ordenador o bien la cámara del smartphone o de la tableta.
- Procesador. Es el elemento de hardware que combina la imagen con la información que debe superponer.
- Software. Es el programa informático específico que gestiona el proceso.
- Pantalla. En ella se muestran combinados los elementos reales y virtuales.
- Conexión a Internet. Se utiliza para enviar la información del entorno real al servidor remoto y recuperar la información virtual asociada que se superpone.
- Activador. Es un elemento del mundo real que el software utiliza para reconocer el entorno físico y seleccionar la información virtual asociada que se debe añadir. Puede ser un código QR (Código de respuesta rápida)³, un marcador, una imagen u objeto, o bien la señal GPS (Sistema de posicionamiento global)⁴ enviada por el dispositivo.
- Marcador. Es un elemento más propio de los sistemas de realidad aumentada en 3D. Puede ser un recuadro impreso en papel o un objeto que movemos y situamos en el espacio real y que el sistema reconoce y utiliza como referencia donde añadir el modelo tridimensional virtual.

Tipos de tecnologías AR:

- Códigos QR. Representan el nivel más básico de tecnología AR. Permiten situar en el mundo real hipervínculos a sitios en Internet. Mediante un software genérico como BIDI instalado en el smartphone se pueden leer estos códigos. En sitios como Códigos QR se pueden generar estas imágenes fácilmente a partir de la URL que se introduce como dato.

- Marcador. Se trata de un código impreso en papel que permite ubicar el modelo tridimensional en la realidad aumentada. El sistema reconoce ese código y sitúa el objeto asociado en esa posición.
- Imágenes u objetos. El sistema reconoce la imagen u objeto de la vida real para añadir la capa correspondiente de información virtual.
- GPS. El móvil o tablet envía las coordenadas GPS de ese lugar e incluso su orientación procedente del giroscopio incorporado para añadir información relacionada con esa ubicación u orientación geográfica.
- Gafas. Constituyen el modelo más avanzado porque integra de una forma más transparente todos los elementos de AR: cámara, pantalla, procesador, software, conexión, etc.

Algunos usos educativos de AR

A continuación, se exponen algunos ejemplos del uso educativo de la realidad aumentada:

Libros con modelos 3D

En los libros digitales o bien en los libros impresos en papel mediante tecnología AR es posible incorporar modelos 3D. De esta forma el alumnado puede observar y manipular objetos con un nivel de detalle muy superior a las vistas 2D o imágenes sobre papel [81].

- En el espacio learnAR se proporcionan de forma gratuita algunos modelos 3D. Se imprime en papel el marker correspondiente y cuando se muestra a la cámara se visualiza el modelo 3D en pantalla.
- La aplicación Realitat3 es un aplicación educativa de AR elaborada por el equipo Aumentaty. Está destinada al alumnado de Educación Primaria en el aprendizaje de conceptos concretos donde la perspectiva 3D puede contribuir a mejorar la comprensión y motivación: cuerpo humano, poliedros, sistema solar, fotosíntesis, ciclo del agua, etc [Ilustración 3].
- Big Bang 2.0 es un interesante proyecto desarrollado por VirtualWareGroup y la Consejería de Educación del país Vasco España el cual contiene material educativo para el área de Conocimiento del Medio para alumnado de Educación Primaria. Incorpora formatos de realidad aumentada tanto en pantallas informativas como en ejercicios interactivos.

³ Código de respuesta rápida: módulo para almacenar información en una matriz de puntos o en un código de barras bidimensional.

⁴ Sistema de Posicionamiento Global, sistema que permite determinar en toda la Tierra la posición de un objeto con una precisión de hasta centímetros.



Ilustración IAR - ejemplo en Educación [77]

Itinerarios didácticos

La realidad aumentada también se puede utilizar para facilitar y enriquecer la acción de moverse por un entorno físico. De esta forma se dispone de información adicional sobre servicios próximos que podemos encontrarnos en ese sitio o bien los nombres y descripciones de los accidentes geográficos del paisaje, de las estrellas y cuerpos celestes en el cielo nocturno, de los cuadros o esculturas de un museo, etc. En este contexto el uso de la AR facilita e incrementa el aprovechamiento educativo de la realización de itinerarios en salidas escolares, museos, muestras, etc. La capa añadida puede contener textos, imágenes, animaciones, vídeos, audios, etc. ampliando de forma considerable la información disponible [56]. Si la información que se proporciona alude a un tiempo pasado se puede trabajar la perspectiva histórica de los sitios y lugares.

La elaboración de contenidos y puesta en producción de los mismos en un sistema de AR para un itinerario didáctico supone una considerable inversión de tiempo y esfuerzo docente. Se puede rentabilizar esa inversión tratando de utilizarlo en sucesivos cursos o bien compartiendo estos recursos con otros profesores en una plataforma común.

En esta línea de trabajo una de las iniciativas del gobierno Español más destacada es el proyecto Aumentaty. Está desarrollado por el grupo de investigación LabHuman de la Universidad Politécnica de Valencia. Su propósito es acercar la realidad aumentada a las aulas mediante la colaboración del profesorado. También en esa línea adicional o paralela se encuentra el proyecto Espira donde se proporciona una herramienta y documentación para la geolocalización y uso del AR en el aula [83].

El alumnado puede utilizar estos itinerarios ya elaborados como base para el desarrollo de proyectos de investigación. Si la herramienta de creación es asequible también puede elaborar de forma individual o colectiva esos contenidos de AR y ponerlos en funcionamiento para los demás. Esto incrementaría las posibilidades de la realidad aumentada en el aula favoreciendo tanto el consumo como la creación de contenidos usando esta tecnología.

Simulaciones

El uso de AR en simulaciones permite al menos en las fases iniciales del aprendizaje, prestaciones interesantes como la facilidad, disponibilidad, inmediatez, seguridad en la práctica, aprendizaje por ensayo y error, reducción de costes, etc. Así por ejemplo en psicología se utilizan sistemas de AR para el tratamiento de las fobias de pacientes. También se usan simuladores con tecnología AR en temas de seguridad como la extinción de incendios, la soldadura con electrodo revestido o bien en la forma de cómo cocinar una hamburguesa [77].

Traductores en tiempo real

La tecnología AR se puede aplicar también para traducir el texto existente en cualquier imagen del entorno real. Word Lens es una de las aplicaciones para móviles y tabletas que capta la imagen a través de la cámara, reconoce el texto, lo traduce al idioma elegido y en la pantalla muestra esa imagen sustituyendo el texto por su traducción [82].

Asistencia a la realización de tareas

En el campo de la formación profesional y la educación de adultos a distancia, puede resultar interesante disponer de sistemas de ayuda a la realización de tareas de cierta complejidad. Como continuidad a los videotutoriales tan populares y útiles en su momento, ahora surgen secuencias elaboradas con tecnología AR y modelos 3D que avanzan en ese propósito. Es el caso del proyecto de uso de las gafas de AR para reparar averías en un automóvil [77].

Accesibilidad

La realidad aumentada también puede contribuir a incrementar la accesibilidad a los recursos y espacios públicos. Esto es especialmente útil en alumnado con necesidades educativas porque aumenta las posibilidades de acceso a la información. Un ejemplo de AR para la accesibilidad es el proyecto Accentac en España, que es una aplicación de realidad aumentada con la que se ofrece información sobre la accesibilidad de espacios y servicios de edificios emblemáticos de acceso público. El objetivo de la aplicación, como explica Juan Luis Quincoces, director general de CENTAC⁵ de España, es que sirva de puente “entre la accesibilidad física y la accesibilidad digital”. En concreto, la aplicación Accentac describe y sitúa en los planos de estos espacios públicos los servicios necesarios para facilitar la accesibilidad y movilidad en los mismos: rampas, ascensores, salvaescaleras, baños adaptados a personas con discapacidad, accesos adaptados, salidas de emergencia, puntos de información, etc [84].

⁵ Centro Nacional de Tecnologías de accesibilidad

Algunas ideas sobre AR en educación

Tras un análisis sobre el uso de la realidad aumentada en el ámbito educativo se proponen las siguientes ideas [85]:

- Modelos 3D. Existen conceptos y procesos que resultan ideales para su aprendizaje con modelos tridimensionales porque aportan un valor añadido y singular como no lo hace el papel o las construcciones bidimensionales.
- Simulaciones. En ocasiones trasladar a la capa virtual de la realidad aumentada ciertas partes del proceso manteniendo el resto en la realidad física, consigue altas dosis de realismo en la simulación, facilita la transferencia a situaciones totalmente reales, permite la ejecución en condiciones más seguras, reduce los costes, etc.
- Aprendizaje significativo. El empleo de materiales de AR incrementa el significado de lo que se aprende al tener sentido disponer de información en el mismo lugar y momento en que puede resultar útil.
- Motivación. La toma de decisiones se amplía en función de la riqueza de información disponible lo cual incide en la motivación del aprendizaje.
- Integración. Los recursos de AR se deben incorporar de forma transparente junto con el resto de recursos en los distintos usos educativos de las TIC.
- Constructivismo. El alumno/a puede construir y conectar conocimientos mediante el consumo de recursos de AR. Sin embargo si el interfaz de creación de contenidos AR es asequible y lo permite también puede ser usado por el alumnado para construir objetos 3D y de AR.
- Hardware. Para utilizar esta tecnología no es necesaria una inversión en hardware adicional. Un miniportátil con cámara web y acceso a Internet es suficiente para acceder a la mayoría de desarrollos de AR. Otros usos en entornos físicos más abiertos demandan tabletas o smartphones con conexión 4G y esto no siempre está al alcance de nuestro alumnado en tiempos de crisis.
- Estándares. Existen distintas herramientas para crear recursos de AR. Sin embargo no siempre se adaptan a estándares en el diseño de la capa virtual lo que se traduce en dificultades para reutilizar el trabajo realizado en distintos sistemas de AR.
- Software libre. Las empresas privadas que desarrollan herramientas de AR diseñan la aplicación para forzar que los elementos virtuales se almacenen en sus servidores y de esta forma asegurar el negocio solicitando un desembolso mensual o anual por su utilización. Esto tiene sentido cuando los productos se utilizan en un ámbito profesional o empresarial pero en el entorno de proyectos educativos resulta un hándicap importante.
- Repositorios. El diseño de recursos educativos de AR suponen un cierto esfuerzo e inversión de tiempo. Por ello resultaría oportuno que esos recursos elaborados

por profesores/as y entidades se compartieran con el resto de la comunidad educativa a través de los repositorios educativos habituales (p.e. Agrega) a la vez que se desarrollaran espacios de encuentro para unificar aplicaciones, experiencias e ideas. [57]

Aplicación de tecnología ubicua en la Educación Especial

Accesibilidad Física

Las interfaces estándar se basan en el uso de los dispositivos de interacción más comunes: el teclado y ratón para la entrada de datos y la pantalla (y ocasionalmente los altavoces para señales audibles) para la salida. El uso de estos dispositivos requiere determinadas capacidades físicas [86].

La entrada demanda precisión y coordinación motora, además de coordinación visual-motora para el manejo del dispositivo.

La salida requiere capacidad visual y ocasionalmente auditiva. Los seres humanos presentan una gran diversidad en sus capacidades, de manera que una fracción importante de la población no alcanza los mínimos necesarios para manejar estos dispositivos de manera adecuada. Esto puede ocurrir por diversas causas tales como envejecimiento, discapacidad o por estar realizando simultáneamente otra tarea (como conducir o trabajar). Este último caso se ha incorporado recientemente al conjunto de necesidades especiales debido a la aparición de los sistemas ubicuos, que pueden ser utilizados mientras el usuario se desplaza o realiza actividades diversas. De hecho la disponibilidad de energía es uno de los principales condicionantes de los sistemas móviles. Accesibilidad a Interfaces Móviles para Computación Ubicua Relativa al Contexto.

Accesibilidad Cognitiva

Las interfaces regulan el diálogo usuario-aplicación mediante una serie de procedimientos que incluyen las órdenes disponibles, los procedimientos de navegación, etc. Estos elementos se encuadran en un modelo de la tarea a realizar que suele ser explicitado como una metáfora de la misma actividad realizada sin la ayuda del ordenador. Para conseguir un uso adecuado la persona debe comprender los procedimientos, las metáforas, la navegación, etc., lo que en definitiva depende del ajuste entre la "visión del mundo" que tiene el usuario y la que tiene la aplicación. También las capacidades cognitivas de los usuarios son muy diversas. Además del envejecimiento y las discapacidades cognitivas, aspectos tales como el uso de un idioma diferente de la lengua materna o la disminución de la atención al realizar otra tarea simultáneamente pueden influir en la capacidad cognitiva, por lo que también es necesario tener en cuenta esta diversidad a la hora de diseñar métodos de interacción[58].

Aplicaciones de la computación ubicua para personas con discapacidades, tal como se ha visto previamente, los avances recientemente experimentados por diversas tecnologías posibilitan el diseño de sistemas ubicuos particularmente adecuados para personas con necesidades especiales (principalmente personas con discapacidad y ancianas). Los diversos tipos de entornos inteligentes que dan servicio a las personas con discapacidad encajan muy bien dentro del concepto de inteligencia ambiental adoptado por la Comunidad Europea como objetivo de investigación. Hogares inteligentes Tal como hemos comentado, los primeros pasos en computación ubicua aparecen relacionados con la domótica [59].

El objetivo es el desarrollo sistemas de control centralizado de los recursos del hogar que tratan de facilitar la interacción del usuario con el entorno diario. Para ello, fundamentalmente se encargan de la gestión de los recursos (temperatura y luz ambiental...) de las alarmas (escapes de agua, gas, derivaciones eléctricas, detección de intrusos...). Actualmente, la combinación de redes inalámbricas de área personal con los diversos tipos de redes cableadas existentes en el hogar, interactuando con sistemas de localización y buses de sillas de ruedas de tracción eléctrica, permiten el desarrollo de hogares inteligentes (Smart Homes) que van más allá de los objetivos de la domótica clásica. Al control remoto y centralizado de los diversos elementos del hogar se añade la posibilidad de dotar al contexto de cierta autonomía para tomar decisiones "inteligentes" que permiten la adaptación a las necesidades y gustos de los usuarios. Además se añaden diferentes funciones complementarias de gran utilidad, tales como el acceso inalámbrico a diversos tipos de comunicaciones (mediante texto, voz, multimedia, etc.).

Los avances técnicos en el desarrollo de hogares inteligentes conducen a importantes avances sociales. Las personas con discapacidad y ancianas reivindican frecuentemente su derecho a llevar una vida autónoma fuera de una institución y los hogares inteligentes ofrecen una serie de servicios que hacen posible que este objetivo se cumpla. Por ejemplo, suministrar el control remoto de todos los dispositivos y electrodomésticos de la casa (lo que resulta vital para las personas con movilidad restringida), pueden colaborar a garantizar la seguridad del usuario mediante la gestión de las alarmas, la monitorización de constantes vitales, la supervisión de la localización del usuario, etc.

Interacción Hombre Ordenador

El área de Interacción Hombre Computador (o HCI: Human Computer Interaction), es la disciplina que se enfoca en el estudio de la interacción entre las personas y los sistemas computacionales. Su objetivo principal es mejorar esta interacción haciendo que los sistemas computacionales sean más usables, de manera que aumente la productividad de las personas al trabajar con ellos. La Asociación de Maquinaria Computarizada (ACM) [60] define HCI como: "La disciplina

encargada del diseño, evaluación e implementación de sistemas computacionales interactivos para uso humano y del estudio de lo que los rodea".

Poner énfasis así en HCI como una ciencia que analiza ambos aspectos: humano y computador, en conjunto. Esta es una de las razones primordiales por lo cual HCI es estudiada con un enfoque distinto dependiendo de la ciencia. Desde el contexto humano, HCI es integrada por otras disciplinas tales como: psicología, ciencias cognitivas, de la comunicación, de diseño gráfico e industrial, entre otras. En el contexto de computadores y maquinaria comprende: gráficos por computador, sistemas operativos, lenguajes de programación, y desarrollo de ambientes.

En el Centro para el Estudio de Bibliotecas Digitales [61] se plantea el modelo conceptual de HCI que contempla cuatro elementos: (a) las personas; usuarios del sistema, (b) la tarea; diferentes pasos a realizar para llevar a cabo una o más actividades, (c) el ambiente; aspectos físicos, organizacionales y sociales del ambiente y, (d) la tecnología: cualquier artefacto con el cual se interactúa.

A diferencia de los aspectos del ambiente, y de la tarea; la interacción entre personas y tecnología se realiza por medio de un componente un tanto implícito: la Interfaz.

Que se conforma de varios componentes, se puede mencionar algunos como: Interfaces de hardware: teclado, mouse, touchpads, lápices, etc. e interfaces de software como la Interfaz Gráfica de Usuario (GUI).

Paradigma del HCI

Los paradigmas de HCI se proponen responder a la necesidad de contar con interfaces lo más amigables posibles para el ser humano. La tecnología avanza con el tiempo y han aparecido cada vez más paradigmas de interacción. Por otra parte, ciertas formas de interacción que antes se consideraban modelos por separado se han unificado creando un nuevo paradigma. Se presenta aquí un breve resumen de algunos . [62], revisados en esta investigación.

Visión como medio de interacción (Visual-based HCI)

Teniendo en cuenta el alcance de las aplicaciones y la variedad de problemas abiertos y los enfoques, los investigadores trataron de hacer frente a diferentes aspectos de las respuestas humanas que pueden ser reconocidos como una señal visual. Algunas de las principales áreas de investigación en esta sección son los siguientes [60]:

- Análisis de Expresión Facial.
- Seguimiento del movimiento del cuerpo.
- Reconocimiento de gestos.
- Detección de la Mirada (Seguimiento del movimiento de los ojos).

Audio como medio de Interacción (audio-based).

Este prototipo toma como base el uso de sonidos como medio para emitir o recibir instrucciones hacia y desde los sistemas computacionales.

Las áreas de investigación en esta sección se pueden dividir en las siguientes partes:

- Reconocimiento de voz.
- Reconocimiento del hablante.
- Análisis auditivo de emociones.
- Detección de ruidos/señales emitidas por el hombre.
- Interacción con la música

Sensores como medio de Interacción (Sensor-based)

Es una combinación de diversas áreas con una amplia gama de aplicaciones. El carácter común de estas diferentes áreas es que al menos, se utiliza un sensor entre el usuario y la máquina para proporcionar la interacción [60].

- Interacción basada en lápiz (como es el caso de los dispositivos móviles).
- Ratón y Teclado.
- Joysticks.
- Sensores de movimiento de seguimiento y Digitalizadores.
- Sensores hápticos.
- Sensores de presión.
- Sensores de Sabor / Olor.

Interacción Multimodal

Se pueden dar, además de las mencionadas, interacciones multimodales también denominadas MMHCI (multimodal human-computer interaction – interacción multimodal humano computador). El término multimodal, se refiere a la combinación de múltiples modalidades [87].

Un aspecto interesante de la multimodalidad es la colaboración de las diferentes modalidades para ayudar a los reconocimientos. Por ejemplo, el seguimiento de movimiento de los labios (visual-based) puede ayudar a los métodos de reconocimiento de voz (audio-based), y los métodos de reconocimiento de voz (audio-based) pueden ayudar a la adquisición de comandos en el reconocimiento de gestos (visual-based).

Inteligencia ambiental como la computación ubicua como hemos mencionado anterior mente, está tratando de integrar la tecnología en el entorno de modo que sea más natural e invisible al mismo tiempo, por lo cual el diseño y localización de estos dispositivos deben ser ideados especialmente para la tarea objeto de interacción. La computación, por tanto, deja de estar localizada en un único punto para pasar a diluirse en el entorno.

Antecedentes de diferentes paradigmas de HCI enfocados al ámbito de la educación especial.

Como parte de este trabajo, se viene realizando una revisión de antecedentes en el área de aplicación de paradigmas de HCI y educación especial. A modo de ejemplo se mencionarán algunos.

El proyecto PictogramRoom [63] plantea que con la ayuda de la realidad aumentada, la posibilidad de emplear pictogramas superpuestos sobre objetos reales puede ayudar a personas autistas a ver la conexión entre imagen real y pictograma en tiempo real. En este caso, el paradigma de interacción que prevalece es visual-based.

Otro ejemplo, es el proyecto NAVI [64]. Consiste en una aplicación orientada a personas con dificultades en la visión. Recolecta datos visuales del entorno, tales como formas, colores, velocidad relativa de los objetos, etc. Los procesa y brinda indicaciones verbales al usuario que presenta dificultades en el sentido de la vista., utiliza además, un cinturón que vibra para indicar la inminencia de obstáculos.

El proyecto ABI (AdaptiveBrain Interface) es un ejemplo de sustitución sensorial de mucha utilidad, para personas con discapacidad [65]. Hace posible que una persona transfiera órdenes a la computadora por medio de impulsos eléctricos emitidos por su cerebro cuando piensa en ejecutar un determinado movimiento. Se proyecta que una persona logre escribir un texto mediante un simulador de teclado o manipular una silla robotizada, se capturan los impulsos eléctricos generados previos al movimiento para que se ejecute la acción.

Como parte de esta investigación, se ha planteado el desarrollo de un prototipo de adaptación de un software educativo utilizando el paradigma de HCI basado en audio, según la clasificación antes presentada. En la siguiente sección se describe los pasos realizados para alcanzar este objetivo.

III. CONCLUSIONES

Las tecnologías ubicuas nos dan una nueva visión de la sociedad, a través de las mejoras que se producen en la calidad de vida de los ciudadanos, se basa en la inclusión de muchos individuos en los cuales hoy día quedan fuera del acceso a la información, educación, capacitación y trabajos, debido a problemas físicos y/o de aprendizaje, se puede decir, entonces, que el concepto de ubicuidad incorporado a las tecnologías está dada por la disponibilidad de servicios, procesos e información vinculada a ellas en cualquier lugar y en todo momento. Estas tecnologías, son vistas como el conjunto innovador de servicios, procesos, e información integrados al entorno socio-económico de la comunidad, a través de las tecnologías de información y las comunicaciones ubicuas, que proveen un escenario sustentable, inclusivo y mucho más económico para su desarrollo e implementación.

Este tipo de tecnología apunta a hacer nuestras vidas más simples, con el uso de herramientas que permitan acceder, generar y manipular información más fácilmente. Estas tecnologías son una nueva clase de dispositivos inteligentes y portátiles, que permiten al usuario interactuar en todo momento desde cualquier ubicación.

Hoy día podemos observar que la computación ubicua propone una variada cantidad de tecnología hardware (equipamientos todo en uno como smartphone) y software (programas disponibles en los teléfonos inteligentes) donde los objetos funcionando de forma cooperativa crean nuevas utilidades emergentes. Esto tiene gran connotación comercial y enormes repercusiones educativas y económico-sociales.

Para lograr la interconexión de los dispositivos se desarrolla la computación ubicua la cual incorpora estándares como son los espacios perspíacos, la invisibilidad, la escalabilidad local y la ocultación de los desniveles de acondicionamiento.

Debido a que la ubicuidad pone la usuario en el centro de la problemática a resolver, este toma un rol principal en el sistema, por lo que tiene sentido adoptar una perspectiva de diseño centrada en el usuario, a la hora de idear e implementar los posibles servicios y aplicaciones.

El desarrollo de nueva tecnología no es suficiente si se quiere mejorar la interconexión humano-computador, para por lo cual, se desarrollan nuevas áreas de investigación el cual genera estándares que rigen las características y el desarrollo de estas tecnologías, una de ellas es la Inteligencia Ambiental que consistente en la creación de espacios habitables donde los usuarios interactúen de manera natural e intuitiva con servicios computacionales que les faciliten la realización de sus tareas diarias, ya sean de ocio o de trabajo. Los ambientes de AmI utilizan el concepto de comunicación ubicua que es la incorporación de la informática en el entorno de las personas, de forma que los computadores no se perciban como objetos diferentes, para lo cual se debe incorporar a los distintos dispositivos, tecnología de comunicación ubicua, como ser las redes inalámbricas, aperturas de accesos como puertas automáticas, lavatorios, sistema de formación geográfica, radio frecuencia y otros. Una de las tecnologías que más avanza dentro de la comunicación ubicua es la interacción corporizada, que se plantea como “la creación, manipulación y distribución de significado mediante una interacción activa con los artefactos”.

En los últimos 20 años el paradigma de la interacción entre las personas y las computadoras ha comenzado a cambiar, el mouse, pantalla etc., ha comenzado a cambiar, por pantallas táctiles, dando lugar a un conjunto diferente de mecanismos de interacción. Uno de los principales cambios en esta interacción es el poder comunicarse y dar instrucciones a un computador o dispositivos mediante los gestos corporales lo cual se denomina Interfaces de Usuario Naturales.

Los entornos educativos, son espacios en donde la ubicuidad, sienta mayor precedencia, debido a que dicho ámbito es el ideal para la implementación de las investigaciones realizadas, debido a que los niños y adolescentes ya incorporan en sus vidas diarias a la tecnología como algo natural. Los entornos educativos crean el u-learning, la educación disponible en distintos canales al mismo tiempo y se creó el aprendizaje

ubicuo cuyas características de permanencia, accesibilidad, inmediatez, interactividad y adaptabilidad da un nivel de acceso a la información de una manera inmediata, de muy bajo costo y esto conlleva a que el alumno, pueda aprender, investigar e interactuar desde cualquier punto del planeta donde se encuentre.

Las personas con capacidades diferentes, poseen limitaciones no sólo de capacidad cognitiva, también de movilidad física y por ellos esta tecnología es indispensable, para que puedan ser incluidos en los ámbitos educativos sin inconvenientes. Por lo cual podemos afirmar que la incorporación de la ubicuidad en la tecnología es sinónimo de inclusión social.

La tecnología ubicua ya es una realidad en nuestra vida cotidiana y sobre todo en la educación, por lo tanto las instituciones, como la educación en sí, deberá apresurarse en transformar y adaptar los conceptos y métodos de estudios a los nuevos paradigmas que se pueden generar gracias a la utilización de esta tecnología.

IV. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Este trabajo contribuye a despejar algunas incógnitas sobre el acceso tecnológico a la educación especial, pero de forma simultánea, genera nuevas preguntas, nuevas ideas y/o abre nuevas vías de trabajo. En esta sección se presentan algunas líneas de investigación que pueden ser de objeto de interés, atendiendo al trabajo expuesto en esta investigación.

En relación con la tecnología ubicua, es importante investigar la existencia de estándares de comunicación en domótica. Ya que los hogares inteligentes y los periféricos que se interconectan son cada vez en mayor cantidad.

Respecto a la educación especial es preponderante profundizar en el software relacionado a la enseñanza y su interrelación con la computación ubicua.

Por último, en el ámbito de la tecnología, actualizar los estándares de comunicación y tecnológicos, ya que día a día la computación ubicua avanza y están siendo actualizadas y mejoradas confesantemente.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Burbules, N. C. (2013). Los significados de ‘aprendizaje ubicuo’. *Revista de Política Educativa*, 4, 11-19.
- [2] Ducatel, K., Bogdanowics, M., Scapolo, F., Leijten, J., Burgelman, J. C., (2001) “ISTAG: Scenarios for Ambient Intelligence in 2010”, IPTS-Sevilla.
- [3] Weiser M. (1991), *The Computer for the Twenty-First Century*
- [4] Dourish, P. (2001). *Where the Action Is: The Foundations of Embodied Interaction*. Cambridge, MA: MIT Press.
- [5] Lance, G. P., & Addati, G. A. (2013). *Tecnologías Ubicuas* (No. 531). Universidad del CEMA.

- [6] Ramos, H., Berná, J., & Maciá, F. Computación Ubicua mediante Dispositivos RFID. Obtenida el, 29.
- [7] Sullivan, M. S., & Dubash, J. H. (2007). U.S. Patent No. 7,161,489. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- [8] Comisión Europea, Dirección General de Investigación, (2004) "La participación en la Investigación Europea. Guía para los participantes en el Sexto Programa Marco Comunitario de Investigación y Desarrollo Tecnológico (2002-2006)", 2ª Edición.
- [9] Riva, G., Vatalaro, F., Davide, F., Alcañiz, M., (2005) "Ambient Intelligence", IOS Press, Capítulo 1. <http://www.ambientintelligence.org>
- [10] Weiser, M., (1991) "The Computer for the 21st Century", Scientific American, pp. 94-104.
- [11] Philips HomeLab: <http://www.philips.com/homelab>
- [12] MIT Oxygen: <http://oxygen.lcs.mit.edu>
- [13] Susperregi, L., Maurtua, I., Tubío, C., Pérez, M. A., Segovia, I., Sierra, B., (2004) "Una arquitectura multiagente para un Laboratorio de Inteligencia Ambiental en Fabricación", Taller DESMA'04 (Desarrollo de Sistemas Multiagente), IX Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos..
- [14] Tekniker: <http://www.tekniker.es/>
- [15] Velastin, S. A., Boghossian B. A., Ping Lai Lo, B., Sun, J., Vicencio-Silva, M. A. (2005) "PRISMATICA: Toward Ambient Intelligence in Public Transport Environments", IEEE Transaction on Systems, Man and Cybernetics- Part A: Systems and Humans, Vol. 35, No. 1, pp. 164-182
- [16] Stock, O., Zancanaro, M. (2002) "Intelligent Interactive Information Presentation for Cultural Tourism", International Workshop on Natural, Intelligent and Effective Interaction in Multimodal Dialogue Systems.
- [17] Smailagic, A., Siewiorek, D., Reilly, D., (2001) "CMU wearable computers for real-time speech translation", IEEE Personal Communications, Vol. 8, No. 2, pp. 6-12.
- [18] Lukowicz P., Kirsten, T., Troster G., (2004) "Wearable systems for health care applications", Methods of Information in Medicine, Vol. 43, No. 3, pp. 232-238.
- [19] Anliker, U., Ward, J.A., Lukowicz, P., Troster, G., Dolveck, F., Baer, M., Keita, F., Schenker, E.B., Catarsi, F., Coluccini, L., Belardinelli, A., Shklarski, D., Alon, M., Hirt, E., Schmid, R., Vuskovic, M. (2004) "AMON: a wearable multiparameter medical monitoring and alert system", IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine, Vol. 8, N° 4, pp. 415-427.
- [20] Harter, A., Hopper, A., Steggle, P., Ward, A., Webster, P. (1999) "The Anatomy of a Context-Aware Application", Proceedings of the 5th Annual ACM/IEEE International Conference on Mobile Computing and Networking, pp. 59-68.
- [21] Priyantha, N. B., Chakraborty, A., Balakrishnan, H., (2000) "The Cricket Location-Support System", Proceedings of the 6th ACM International Conference on Mobile Computing and Networking (ACM MOBICOM).
- [22] Balakrishnan, H., Baliga, R., Curtis, D., Goraczko, M., Miu, A., Priyantha, B., Smith, A., Steele K., Seth, T., Wang, K., (2003) "Lessons from Developing and Deploying the Cricket Indoor Location System", MIT Computer Science and Artificial Intelligence Laboratory (CSAIL).
- [23] Ubisense: <http://www.ubisense.net>
- [24] Bahl, P., Padmanabhan V. N., (2000) "RADAR: An In-Building RF-based User Location and Tracking System", Microsoft Networking Workshop.
- [25] Susperregi, L., Maurtua, I., Tubío, C., Pérez, M. A., Segovia, I., Sierra, B., (2004) "Una arquitectura multiagente para un Laboratorio de Inteligencia Ambiental en Fabricación", Taller DESMA'04 (Desarrollo de Sistemas Multiagente), IX Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos.
- [26] GypsyGyro-18 de la empresa Animazoo: <http://www.animazoo.com/products/gypsyGyro.htm>
- [27] Goth, G. (2011). Brave NUI world. Communications of the ACM, 54(12), 14-16.
- [28] Hurst, G. S., Ritchie, R., Bouldin, D. W., & Warmack, R. (2003). U.S. Patent No. 6,650,319. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- [29] Cellular News, <http://investors.uscellular.com/news/2010/default.aspx>
- [30] Norman, D. A. (1990). Cognitive artifacts. Department of Cognitive Science, University of California, San Diego.
- [31] Elliott, A., & Hearst, M. A. (2002). A comparison of the affordances of a digital desk and tablet for architectural image tasks. International Journal of Human-Computer Studies, 56(2), 173-197.
- [32] Theimer, M. M., Spreitzer, M. J., Weiser, M. D., Goldstein, R. J., Elrod, S. A., Swinehart, D. C., ... & Want, R. (1996). U.S. Patent No. 5,555,376. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- [33] Crampton Smith, G. (1995). The hand that rocks the cradle. ID magazine, 60-65.
- [34] Vaughan-Nichols, S. J. (2009). Game-console makers battle over motion-sensitive controllers. Computer, 42(8), 13-15.
- [35] Dourish, P. (2001). Seeking a foundation for context-aware computing. Human-Computer Interaction, 16(2-4), 229-241.
- [36] Hong, Y., Chen, G., & Bushnell, L. (2008). Distributed observers design for leader-following control of multi-agent networks. Automatica, 44(3), 846-850.
- [37] Mistry, P., & Maes, P. (2009, December). SixthSense: a wearable gestural interface. In ACM SIGGRAPH ASIA 2009 Sketches (p. 11). ACM.
- [38] Endsley, M. R. (1995). Toward a theory of situation awareness in dynamic systems. Human Factors: The

- Journal of the Human Factors and Ergonomics Society, 37(1), 32-64.
- [39] Metral, Y. L. M., & Maes, P. (1998). Collaborative interface agents. *Readings in agents*, 111.
- [40] Merrill, D., Kalanithi, J., & Maes, P. (2007, February). Siftables: towards sensor network user interfaces. In *Proceedings of the 1st international conference on Tangible and embedded interaction* (pp. 75-78). ACM.
- [41] Merrill, M. D. (2007). First principles of instruction: A synthesis. *Trends and issues in instructional design and technology*, 2, 62-71.
- [42] Janeiro, J. M. J. (2005). Simuladores para movimiento de muñeca. *Asociación Mexicana de Cirugía Endoscópica*, 6, 115-120.
- [43] RODRÍGUEZ, A. (2010). EL GESTO COMO MECANISMO DE INTERACCIÓN CORPORIZADA CON COMPUTADORAS: POSIBILIDADES Y DESAFÍOS.
- [44] Yahya, S., Ahmad, E. A., & Jalil, K. A. (2010). The definition and characteristics of ubiquitous learning: A discussion. *International Journal of Education and Development using Information and Communication Technology (IJEDICT)*, 6(1), 117-127.
- [45] Collazos, C., et al. (2013). Propuesta metodológica de apoyo a los procesos de enseñanza-aprendizaje a través de entornos ubicuos y colaborativos: u-CSCL. Presentado en VIII Congreso Colombiano de Computación - 8CCC.
- [46] Weiser, M., Gold, R., & Brown, J. S. (1999). The origins of ubiquitous computing research at PARC in the late 1980s. *IBM systems journal*, 38(4), 693.
- [47] Weiser, M. (1991). The computer for the 21st century. *Scientific american*, 265(3), 94-104.
- [48] Filippi J.; Lafuente G.; Perez D.; Aguirre S. Ambientes Ubicuos como facilitador del Proceso Educativo. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de La Pampa. http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/19310/Documento_completo.pdf?sequence=1
- [49] Weiser M. Ubiquitous Computing, IEEE Computer "Hot Topics", October 1993, <http://www.ubiq.com/hypertext/weiser/UbiCompHotTopics.html>
- [50] Edward, B. El concepto de computación ubicua en el diseño de sitios web educativos.
- [51] Bertone, R. A., Filippi, J. L., Lafuente, G. J., Ballesteros, C., Lafuente, G., Pérez, D., & Aguirre, S. (2015, June). Tecnología Móvil aplicada en la educación. In XVII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (Salta, 2015).
- [52] Bravo C., Redondo M., Ortega M., Bravo J., Evolución de un Entorno Colaborativo de Enseñanza Basado en Escritorio hacia la Computación Ubicua, (2002) COLINE'02 Investigación en Entornos de Interacción Colectiva, Workshop de Investigación sobre nuevos paradigmas de interacción en entornos colaborativos aplicados a la gestión y difusión del Patrimonio cultural. Granada, 11 y 12 de Noviembre del 2002.
- [53] Carmona M., González S., Castro Ruiz, Innovación Tecnológica en Comunicaciones Móviles Desarrollada Con Software Libre: Campus Ubicuo Novática: Revista de la Asociación de Técnicos de Informática, ISSN 0211-2124, Nº. 190, 2007
- [54] Weiser, M. (1998) The future of Ubiquitous Computing on Campus. *Communications of ACM*, 41-1, January 1998, 41-42.
- [55] AZUMA, Ronald T. A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators and virtual environments*, 1997, vol. 6, no 4, p. 355-385.
- [56] Billingham, M., & Kato, H. (2002). Collaborative augmented reality. *Communications of the ACM*, 45(7), 64-70.
- [57] <http://canaltic.com/blog/?p=1859>
- [58] González, J. A. Accesibilidad a Interfaces Móviles para Computación Ubicua Relativa al Contexto. TENDENCIAS ACTUALES EN LA INTERACCIÓN PERSONA-ORDENADOR: ACCESIBILIDAD, ADAPTABILIDAD Y NUEVOS PARADIGMAS, 57.
- [59] García-Valcárcel Muñoz-Repiso, A. (2016). Educar en la sociedad de la información.
- [60] Moralejo, L., Sanz, C. V., & Pesado, P. (2012). El reconocimiento de voz como paradigma de interacción para personas con dificultades motoras. In XVIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación.
- [61] Centro para el Estudio de Librerías Digitales(CSDL) (2008) Curso de HCI (CPSC 436). <http://www.csdl.tamu.edu/leggett/courses/436/part1/sld015.htm>. Consultado en 2008.
- [62] Karray, Milad, Abou, Arab. *Human-Computer Interaction: Overview on State of the Art*. <http://www.s2is.org/Issues/v1/n1/papers/paper9.pdf>. 2008. Recuperado en 2012
- [63] Pictogramroom. http://fundacionorange.es/areas/22_proyectos/proy_230.asp. Consultado en 2012.
- [64] NAVI. www.webayunate.com/ojos-virtuales-para-personas-ciegas-gracias-akinect. Consultado en 2012.
- [65] Millar, Hausen, Renkens, 2002 - Adaptive Brain Interface - ABI: ABI: Simple Features, Simple Neural Network, Complex Brain. Disponible en www.cs.cmu.edu/~tanja/BCI/ABI2000.pdf. Recuperado en 2012.
- [66] Lance, G. P., & Addati, G. A. (2013). Tecnologías Ubicuas (No. 531). Universidad del CEMA.
- [67] Narváez, J. A. A., García, J. C., Patiño, J., Villamar, Y., & Valencia, L. D. L. C. *Sapientia* No. 9.
- [68] Aransay, A. L. S. (2009). *Computación Ubicua: Trabajo Individual*.
- [69] Corrales Ramón, J. A., Torres Medina, F., & Candelas Herías, F. A. (2006). *Tecnologías en la inteligencia ambiental*.
- [70] Barnes, S. B. (2007). Alan Kay: Transforming the computer into a communication medium. *IEEE Annals of the History of Computing*, 29(2), 18-30.
- [71] HERNANDEZ HERRERA, V. G., & MARQUEZ OLIVERA, M. V. (2008). *TECNOLOGIA DE*

IDENTIFICACION POR RADIO FRECUENCIA
RFID(Doctoral dissertation).

- [72] Cristina Fernández, R. (2009). Estudio de la tecnología RFID y desarrollo de una aplicación para la localización de personas.
- [73] Mancheno, M., & José, A. (2015). Estudio Comparativo de las Tecnologías RFID, HID y AWID para el diseño de un Sistema de Control de Inventarios y Préstamos de Libros, Caso Práctico Biblioteca Abierta Fepoch.
- [74] Solís, E. T. (2002). La educación ambiental comunitaria y la retrospectiva: una alianza de futuro. *Tópicos en educación ambiental*, 4(10), 7-21.
- [75] AGUILAR JIMÉNEZ, A. S. (2010). Análisis del proceso de adopción de tecnologías de información y comunicaciones en actividades de aprovisionamiento empresarial en pequeñas y medianas empresas manufactureras. Una aplicación al sector del mueble en España (Doctoral dissertation).
- [76] González, D. C. (2003). Computación ubicua.
- [77] <http://canaltic.com/blog/?p=1859>. Visitado 6/12/2016
- [78] Medina, M. D. L. Á. (2005). Historia del pensamiento administrativo. Pearson Educación.
- [79] <http://www.aurova.ua.es/previo/dpi2005/multimedia.php>. Visitado 6/12/2016
- [80] <http://docplayer.es/14345086-Sistemas-de-localizacion-y-medicion-de-distancias-basados-en-ultrasonidos-estudio-e-implementation.html>. Visitado 6/12/2016
- [81] Billinghamurst, M., Kato, H., & Poupyrev, I. (2001). The MagicBook: a transitional AR interface. *Computers & Graphics*, 25(5), 745-753.
- [82] Doval, J. J. A., Traducciones, H., & Lingüísticos, S. (2001). La localización: concepto, nuevas tecnologías y requisitos del nuevo traductor de informática. In *Traducción y nuevas tecnologías: herramientas auxiliares del traductor* (pp. 115-124). Servicio de Publicaciones.
- [83] Martín, M. J. A. (2015). Aplicaciones de la realidad aumentada en el ámbito de la enseñanza superior. Diseño de un proyecto piloto. *Cuadernos de Gestión de Información*, 5(1), 18-35.
- [84] Villa, J. M. (2013). La tecnología aplicada a mejorar la calidad de vida de todos los ciudadanos: IV Congreso Nacional del CENTAC, de Tecnologías de la Accesibilidad. *Sesenta y más*, (324), 32-34.
- [85] Espinosa, M. P. P. (2015). Realidad aumentada y educación: análisis de experiencias prácticas. *Pixel-Bit: Revista de medios y educación*, (46), 187-203.
- [86] Granollers i Saltiveri, T., Lorés Vidal, J., & Cañas Delgado, J. J. (2012). Diseño de sistemas interactivos centrados en el usuario.
- [87] Jin, J., & Li, W. (2010, April). A Survey of the Information Fusion in MMHCI. In *Machine Vision and Human-Machine Interface (MVHI)*, 2010 International Conference on (pp. 509-513). IEEE.