

Interacción abstracta en una clase ubicua

José Bravo, Manuel Ortega, Miguel A. Redondo, Crescencio Bravo.

Grupo CHICO - Escuela Superior de Informática - Universidad de Castilla La Mancha
Paseo de la Universidad, 4 - 13071 – Ciudad Real (Spain)
{Jose.Bravo, Manuel.Ortega, Miguel.Redondo, Crescencio.Bravo}@uclm.es

Resumen

Los entornos educativos asistidos por computadora se muestran como un complemento eficiente a los sistemas tradicionales de enseñanza-aprendizaje. Sin embargo, si el caso de estudio es complejo surgen problemas durante el modelado debido a la excesiva libertad de acción que proponen estos entornos.

En este trabajo presentamos un entorno educativo para el aprendizaje de la automatización de viviendas y edificios (Domótica), y, para abordar el problema mencionado, hemos construido una herramienta de ayuda a la edición del modelo denominada Editor de Planes. Con ella el alumno elabora una solución abstracta que le permitirá afrontar su problema de diseño de una manera más adecuada.

Nuestra aproximación, además, utiliza los beneficios de la Computación Ubicua, permitiendo al alumno la resolución y el seguimiento de los problemas planteados en el aula en cualquier momento y lugar.

Palabras clave: Computación ubicua, Interacción asistida, Manipulación Directa, Aula ubicua, Aprendizaje Colaborativo.

1. Introducción

Es conocido el enorme impulso que han producido las interfaces gráficas de usuario (IGU) en los entornos de computación y, en particular, en aquellos dedicados a la enseñanza asistida por computadora. Mediante las IGU se proponen mecanismos de interacción más cercanos al usuario que los tradicionales lenguajes de instrucciones. La Manipulación Directa surgía como estilo de interacción que permite manipular los objetos, representados mediante iconos, con la ayuda de un dispositivo apuntador [15]. Las ventajas son evidentes: el usuario maneja los objetos mediante acciones rápidas, reversibles, incrementables y no necesita memorización sintáctica [16].

A pesar de ello, algunos autores sostienen que las interfaces de fácil manejo no son efectivas en los entornos educativos. Svedensen [18] argumenta que para la educación son más efectivas las interfaces basadas en instrucciones comparando éstas con los mecanismos de manipulación directa. Holst [5] sostiene que la forma en la que el alumno manipula los objetos en la pantalla distrae la atención de los conceptos que debe aprender. El esfuerzo de la manipulación es beneficioso debido a que induce los mecanismos para adquirir el conocimiento y modela el comportamiento del alumno reforzando las estrategias que se necesitan para resolver problemas. Golightly [3] propone la manipulación indirecta como más adecuada para los entornos educativos debido a

que involucra al alumno en conceptos del propio dominio.

Otros investigadores aportan nuevas ideas para utilizar adecuadamente la Manipulación Directa en entornos educativos. Sedighian [12][13][14], propone la Manipulación Directa de Conceptos (Direct Concept Manipulation, DCM) en la que el alumno manipula conceptos del dominio mediante mecanismos de interacción adecuados. Algunos autores proponen mecanismos para resolver problemas complejos como son la colaboración, el uso de bibliotecas de casos y la creación de modelos ("Complex Problem Solving + Reflection = Learning") [4].

En este artículo presentamos un entorno de enseñanza (DOMOSIM-TP) que consta de una herramienta de planificación (modelado abstracto), y otra de diseño (modelado detallado). Ambas están interrelacionadas y la primera dispone de un sistema experto que sirve de guía al alumno en la planificación de acciones.

Para avanzar en la efectividad de esta herramienta, hemos puesto en práctica el paradigma de interacción que supone la Computación Ubicua utilizando esta aproximación en la resolución de problemas de Domótica mediante el uso de PDA's (asistentes personales digitales). Así pues pretendemos conseguir dos objetivos: por un lado ofrecer al alumno una solución abstracta a sus problemas de diseño y, por el otro, reforzar el uso de la herramienta de planificación en el aula.

Para conseguir nuestra aproximación al aula ubicua nos iniciamos con la visión de Weiser [19] y sus trabajos en el centro de investigación de Palo Alto. Para conseguir una aproximación a un aula ubicua hemos seguido los trabajos originales de Mark Weiser [20][21], que persiguen la omnipresencia de la computadora en los entornos de trabajo del usuario [6], adaptando las marcas, las tabletas o cuadernos y las pizarras electrónicas a los actuales PDA's y a los sistemas de proyección y de adquisición de contenidos en pizarras [7][8]. Soloway [17] argumenta en esta misma línea que emprendemos, que la utilización de PDA's para la recogida de datos y en la comunicación entre los estudiantes, facilita la adquisición del conocimiento y, es por ello, el objetivo de este trabajo.

En los siguientes puntos hablaremos de la complejidad del problema de diseño y de la solución que proponemos mediante la herramienta denominada Editor de Planes. A continuación presentaremos nuestra idea de aula ubicua para el aprendizaje de la Domótica, su arquitectura y modelos y, finalmente, concluiremos con las expectativas de futuro de nuestra clase ubicua.

2. La situación de aprendizaje

La automatización integral de viviendas y edificios (Domótica), tiene como objetivo la puesta en marcha de servicios en el hogar, de manera totalmente automatizada, que liberan al hombre de labores tales como el control sobre el confort térmico, la luminosidad, la seguridad y el control energético.

En Domótica podemos hablar de tres tipos de objetos:

- Receptores o Sensores.- Reciben información del exterior o del usuario que interactúa con él.
- Actuadores.- Reciben órdenes para su activación o desactivación.
- Áreas de Gestión (o Sistemas).- Son los intermediarios entre Receptores y Actuadores. Reciben la información de los Receptores y activan o inhiben a los Actuadores según rangos de valores establecidos.

El problema que se plantea al alumno es el diseño domótico, que en el caso de una vivienda convencional puede ser complejo. Para ello deberá tener conocimiento de todos los elementos que componen cada área de gestión y de su adecuación a cada zona de la vivienda, la compatibilidad en el enlace entre objetos y de su parametrización (valor de sus variables internas y su relación con las externas).

Para cada problema existen varias soluciones posibles y es importante considerar la manipulación de objetos que se propone en el entorno de diseño que concede al alumno una gran libertad de acción. Esta libertad puede hacer que se pierda en la complejidad de su problema de diseño, debido a las innumerables acciones a realizar en una vivienda convencional (inicialización, edición, enlazado, parametrización), para cada área de gestión y zona de la vivienda.

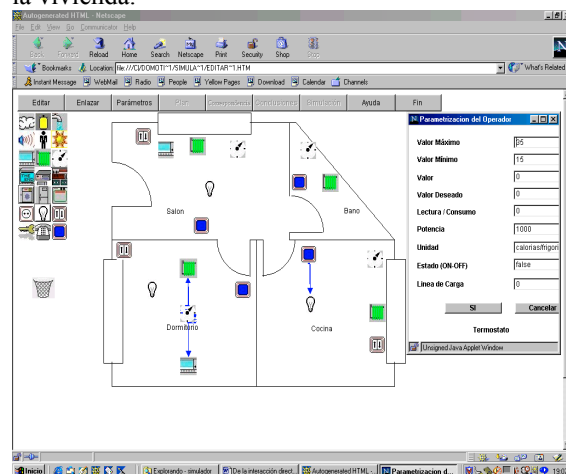


Fig. 1.- Apartamento con dos áreas de gestión (confort térmico y luminosidad)

En la figura 1 podemos observar el entorno de enseñanza DOMOSIM-TP y, concretamente la interfaz de usuario para el diseño. En ella el alumno ha situado los sistemas de confort térmico y luminosidad en un apartamento. En este caso existen

múltiples objetos que se sitúan sobre el plano de la vivienda. Las acciones posteriores serán las de enlazarlos y parametrizarlos de manera conveniente en cada una de las dependencias del mismo. Como puede verse el caso de una vivienda simple (apartamento), ya es un problema complejo de diseño en el que el alumno puede cometer errores como olvidar elementos, enlaces o parametrizaciones, situar elementos que no corresponden al problema propuesto, enlaces incompatibles entre operadores, etc.

El Editor de Planes de DOMOSIM-TP, permite al alumno de manera asistida lograr una solución intermedia (abstracta) a su problema de diseño. Esta solución es el Plan para cada problema a estudio.

El asistente, mediante la comparación con los planes del experto, conduce al alumno en todo momento para conseguir una primera aproximación a la solución que le permitirá afrontar la propuesta final con más garantías de éxito [1][2].

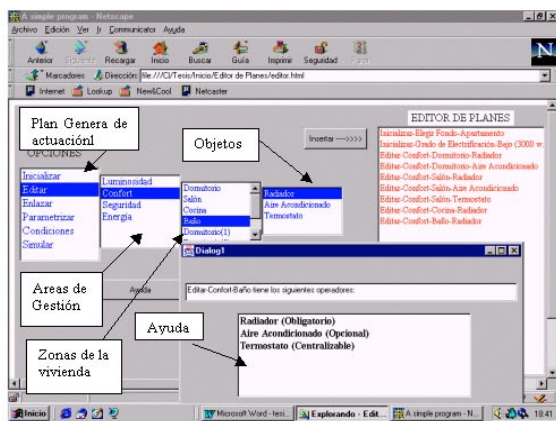


Figura 2.- Editor de Planes

Las acciones básicas de diseño (Fig. 2), se disponen en el primer menú (Plan General de Actuación) de tal manera que la monitorización del alumno pasa porque este cumplimente todas las acciones de este plan general, en el orden correcto, según el problema a estudio. Estas acciones del plan general tienen como argumentos las áreas de gestión (Confort Térmico, Luminosidad, Seguridad o Control Energético) que se disponen en el submenú siguiente. Acto seguido, en el siguiente submenú, se disponen las diferentes zonas de la vivienda. Y para concluir, en el último, se disponen los objetos domóticos que se instalarán.

Una vez que el alumno concluye el Plan, el sistema le ofrece a modo de traza, un resumen de aquellas acciones erróneas que ha realizado para que puede incidir sobre ellas y reforzar su conocimiento (Fig. 3a). De igual manera, a modo de esquema, el sistema le presenta su plan que le será útil en la fase de diseño (Fig. 3b).

Una vez concluido el plan, el alumno posee ya un esquema para resolver el problema de diseño de

manera más adecuada. Ambas herramientas, de planificación y de diseño, están enlazadas y el plan en su modo de esquema puede ser consultado en la fase de diseño.

Por último, una vez concluido el diseño, el sistema ofrece al alumno unas conclusiones argumentando las incoherencias de su plan (abstracto) y de su diseño (detallado).

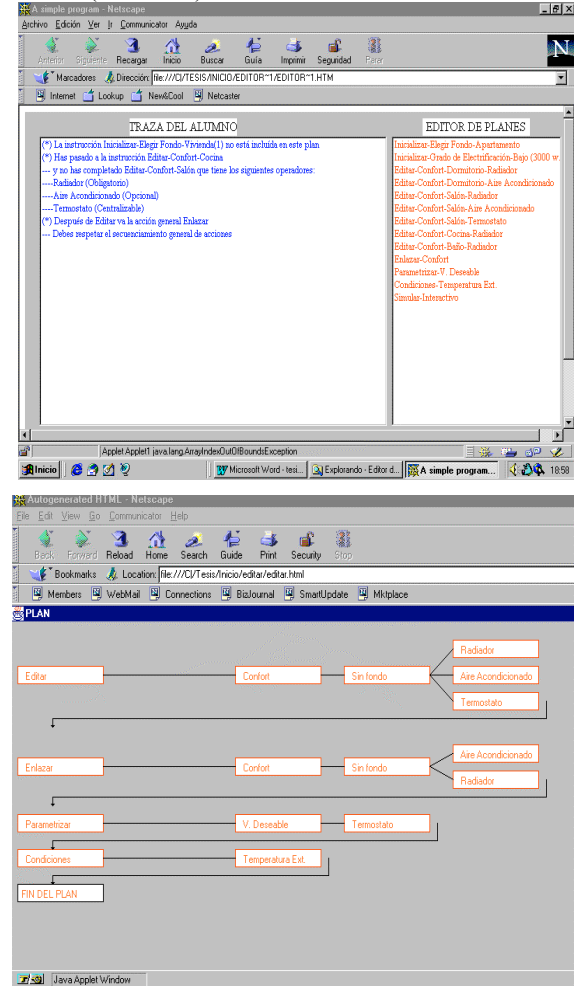


Fig. 3.- (a) Traza del plan, (b) Esquema

4. Una aproximación a la clase ubicua.

Pretendemos reforzar el uso de la herramienta de planificación con la discusión en clase de los planes realizados por los alumnos. Para ello contamos con una clase ubicua cuya arquitectura se apoya en la utilización de diversas tecnologías de red inalámbrica, en algunos casos recurriendo a dispositivos comerciales. Esta arquitectura incluye los siguientes elementos (Fig. 4.), que describimos en los siguientes apartados:

Red inalámbrica

Como red inalámbrica usamos el WLAN (Wireless Local Area Network) que incorporan la misma funcionalidad que una LAN, estándar IEEE 802.11b

que es una modificación del IEEE 802.3 para Ethernet. Este estándar utiliza un rango de frecuencias de tipo ISM (Industrial, Scientific, Medical), con un ancho de banda de 11 Mbps. Presentan un alcance de hasta 300 metros en campo abierto y alrededor de 30 metros en edificios, con una velocidad media de transferencia de 5,5 Mbps, que proporciona una solución excelente para el entorno de un aula.

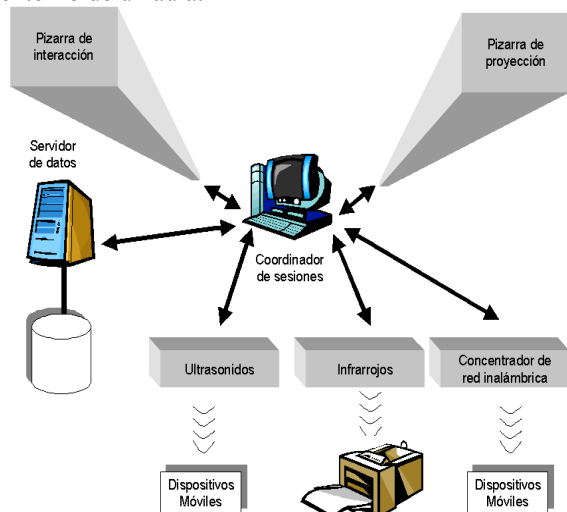


Fig. 4.- Arquitectura del aula ubicua

Emisión y recepción de infrarrojos

La transferencia de información por infrarrojos se realiza haciendo uso de dispositivos que incorporan el estándar IrDA (Infrared Data Association), que se diseñó especialmente para comunicación entre dispositivos de tipo palmtops, ordenadores portátiles y terminales de telefonía móvil.

Dispositivos de ultrasonidos (opcional)

En nuestro modelo la tecnología de ultrasonidos se emplea para determinar la posición de los dispositivos móviles que incorporan un dispositivo emisor para estar localizados, del mismo modo que Weiser empleaba las marcas activas. Existen dispositivos comerciales de este tipo, incluso a muy bajo coste que se emplean para tareas tan simples como puede ser la toma de medidas de longitud. No obstante, nosotros recurrimos a trabajos anteriores que se desarrollaron en nuestra universidad para robótica móvil que proporcionan medidas con un margen de error de un par de centímetros.

Pizarra de proyección

Como pizarra de proyección empleamos un retroproyector conectado a una tarjeta VGA de la computadora que utilizamos como coordinador de sesiones. De este modo, cuando se considera oportuno se puede proyectar información sobre una pantalla.

Pizarra para edición

Además de la pizarra de proyección empleamos un dispositivo capaz de captar lo que se dibuja o escribe con rotulador (o tiza electrónica) sobre una pizarra.

Una vez captada, esta información puede ser procesada y enviada a todos los dispositivos móviles a través de la red inalámbrica, compartiendo esta información en tiempo real. Sin embargo, nosotros hemos optado por un dispositivo de tipo comercial y de bajo coste que se denomina mimio™ de Virtual Ink™ y constituye un hardware portable y fácil de utilizar que permite almacenar, reproducir e imprimir la información dibujada sobre una pizarra. La pizarra de proyección se puede superponer sobre la pizarra de edición para así dar la impresión de disponer de una única pizarra.

Coordinador de sesiones

El coordinador de sesiones es una computadora que dispone de interfaces de comunicación para todas las tecnologías descritas anteriormente, y por tanto, es el encargado de recibir, procesar, almacenar y distribuir la información generada. A tal efecto, se dispone de otra computadora encargada de la gestión de los datos, haciendo las funciones propias de un servidor de información, implementado sobre un sistema de gestión de bases de datos (en nuestras primeras experiencias usamos MySQL al que se accede mediante JDBC), aunque ambas funciones, coordinación y gestión de datos pueden ser soportadas por una sola computadora.

Dispositivos móviles

Los dispositivos móviles están formados por un PDA (Cassiopea de Casio o iPAQ de Compaq) que utilizando un módulo de ampliación para tarjetas PCMCIA o MMCARD pueden incorporar el hardware necesario para acceder a la red inalámbrica y de este modo intercambiar información. Además se le añade un dispositivo emisor/receptor de ultrasonidos para que de este modo se pueda localizar la situación del dispositivo en el entorno (en nuestro caso la identificación del alumno). Así, el coordinador de sesiones puede determinar si una persona con un dispositivo móvil se acerca a la pizarra y directamente proyectar la información contenida en su PDA sobre la pantalla de proyección, reproducir los mensajes que almacena, etc.

4.1 La enseñanza de la domótica con el modelo propuesto

Para poder aplicar la arquitectura propuesta a la enseñanza de la domótica en un entorno ubicuo hemos tenido que adaptar el trabajo del Editor de Planes al PDA con el objetivo de permitir la discusión de los planes propuestos por los alumnos. Para ello ha sido necesario una reestructuración de la interfaz de usuario amoldándolo a las dimensiones de su pantalla. Esta reestructuración ha mejorado la interacción del alumno ya que los clics del puntero se efectúan sobre iconos que indican las acciones, áreas

de gestión, ubicaciones de la vivienda y objetos domóticos tal y como se puede apreciar en la fig 5.

Los menús desplegables han sido sustituidos por iconos por la falta de espacio en la interfaz de usuario del PDA. Hemos incluido botones de inserción y borrado de órdenes en el plan. De igual forma existen otros dos botones que se encargan del envío del plan al PC y de la recepción de la información que éste le envíe sobre su plan o sobre los planes de sus compañeros.

La idea de la discusión y argumentación entre estudiantes se basará en el envío a cada PDA del problema propuesto (en su defecto el enunciado del problema se puede proyectar sobre la pantalla), la resolución por parte de cada alumno de su plan y el envío de la solución y de la traza de ejecución del alumno. El PC coordinador presenta una interfaz de usuario acoplada a la gestión de la clase y coordina funciones tales como:

- Visualización en su monitor de las diferentes propuestas de plan individual de cada alumno.
- Elección y proyección de selecciones individuales o conjuntas de estas propuestas.
- Control y proyección de las soluciones del sistema y errores del alumno (monitorización del plan en diferido).
- Control sobre correcciones manuales del profesor sobre la pantalla de interacción y envío al alumno en cuestión.
- Control de envíos y recepciones.
- Determinación del nivel de complejidad.

Optamos por dos formas de trabajo con los PDA's dependiendo del nivel de complejidad requerido:

- En este caso el alumno tiene asistencia para elaborar su plan. La memoria del PDA no va a permitir almacenar los contenidos de la Base de Datos necesarios para asistir al alumno. Así que optamos por el envío de lo estrictamente necesario, es decir, el enunciado y la asistencia al problema que se propone.
- En este otro caso no ofrecemos la asistencia al alumno por lo que el PC coordinador deberá realizar la asistencia a posteriori (ejecución de la asistencia en la elaboración del plan procesando el plan completo). Las correcciones pueden aparecer en la pizarra de proyección, pero antes disponemos de la posibilidad de que cada compañero reciba este plan y proponga sus modificaciones que, de igual forma que la anterior serán visualizadas en la pizarra de interacción.

Proponemos pues un modelo ubicuo pero mediante la metáfora tradicional del aula para la corrección en grupo de los problemas propuestos. En estos casos el alumno en la pizarra tradicional escribe su solución y ésta es discutida y corregida. Con nuestro sistema la reducción en tiempo es considerable, y supone la

corrección de todas las soluciones e incluso, la inclusión de correcciones ajenas que puede realizar cada alumno.



Fig. 5.- Interfaz de usuario en el PDA

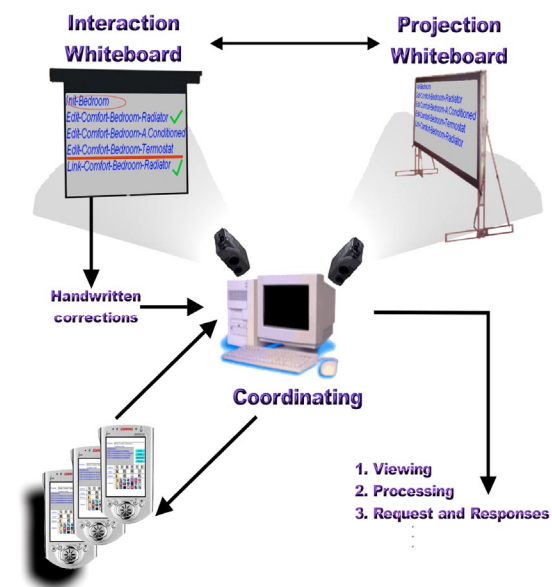


Fig. 6.- Modelo de interacción en el aula ubicua.

Nuestro objetivo no es reducir el tiempo de interacción entre los alumnos sino la tarea de corrección que es en sí la más tediosa. De esta manera el tiempo se emplea en mejorar la interacción profesor-alumno y alumno-alumno presentando los resultados de los planes propuestos en la pantalla común.

Nuestro sistema es novedoso pero no se diferencia excesivamente del aula tradicional por lo que puede ser más fácil su introducción gradual en los centros de enseñanza facilitando el proceso enseñanza-aprendizaje.

5. Conclusiones y futuros trabajos

Consideramos un avance la propuesta de solución intermedia a problemas complejos de diseño que resuelve de manera asistida el Editor de Planes. También consideramos un importante avance la discusión en grupo de las soluciones individuales mediante una aproximación al aula ubicua. El avance que supone este paradigma aplicado al aula tradicional, nos aporta múltiples ventajas que, sin apartarnos de los métodos de enseñanza/aprendizaje tradicionales, podrán reforzar el conocimiento mediante la resolución de problemas.

El futuro de nuestra proposición del aula ubicua pasa su evaluación en una serie de centros de Enseñanza Secundaria para mejorar el modelo propuesto. Ya se han realizado pruebas con un modelo similar al planteado pero con un campo de estudio diferente: la enseñanza de idiomas extranjeros [9][10]. Además el sistema se ha utilizado en entornos industriales como servidor de datos para PDA's que procesan información en procesos industriales de columnas de refino [11], en la refinería de Repsol en Puertollano (C. Real).

Sin lugar a dudas, el amplio rango de aplicaciones que permiten los sistemas de Computación Ubicua marcarán el desarrollo del futuro de la informática y las comunicaciones que hemos empezado a esbozar. Este trabajo ha sido financiado por el proyecto IFD97-159 del Ministerio de Educación y Cultura y por la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha.

6. Bibliografía

- [1] Bravo Rodríguez, J. (1999), "Planificación del diseño en entornos de simulación para el aprendizaje a distancia". Tesis Doctoral, Madrid.
- [2] Bravo, J., Ortega, M. & Verdejo, M.F.. (2000). Planning in problem solving: A case study in Domotics". In Proceeding of Frontiers in Education. Kansas City - USA
- [3] Golightly, D. "Harnessing the Interface Domain Learning". In CHI'96 Conference Companion.
- [4] Guzdial, M. et al. (1996). "Computer Support for Learning Through Complex Problem Solving". In Com. of the ACM. April-1996. Vol 39, Nº 4, 43-45.
- [5] Holst, S.J. "directing Learner Attention With Manipulation Styles" In CHI'96 Conf. Companion.
- [6] Norman, D.A., (1998), "The Invisible computer". The MIT Press, Cambridge Massachusetts, 1998

[7] Ortega, M., "Computer in Education: The near Future", in Computers and Education in the 21st Century, Ortega, M & Bravo, J (Eds.). Kluwer Academic Publishers, 2000, pp 3-16.

[8] Ortega, M., Redondo, M.A., Paredes, M., Sánchez-Villalón, P.P., Bravo C. & Bravo, J., " Ubiquitous Computing and Collaboration. New interaction paradigms in the classroom for the 21st Century". In Computers and Education. Towards an Interconnected Society, Ortega, M & Bravo, J (Eds.). Kluwer Academic Publishers, 2001, pp. 261-273.

[9] Ortega, M., Redondo, M.A., Paredes, M., Sánchez-Villalón, P.P., Bravo C. & Bravo, J., "AULA: Un Sistema Ubicuo de Enseñanza de Idiomas". Novática (Número especial de Computación Ubicua). Número 153, Septiembre- Octubre-2001, Pág. 16-21.

[10] Ortega, M., Redondo, M.A., Paredes, M., Sánchez-Villalón, P.P., Bravo C. & Bravo, J., "AULA: A ubiquitous Language teaching System". In UPGrade. The European Onlin Magazine for the IT Profesional. Vol.II, Issue no. 5, Oct 2001. Suiza

[11] Ortega, M., Bravo, J., Sánchez-Villalón, PP., Redondo, M.A, Bravo, C. "UC-PHP: A Ubiquitous Computing System to Predict Hydrocarbon Properties in a refinery plant". 15th International Congress of Chemical and Process Engineering. Praha, Czech Republic, CHISA 2002.

[12] Sedighian, K. & Klawe, M. (1997) "An Interface Strategy for Promoting Reflective Cognition in Children". In HCI'97, Bristol, UK.

[13] Sedighian, K. & Westrom, M. (1997) "Direct Object Manipulation vs. Direct Concept Manipulation: Effect of Interface Style on Reflection and Domanin Learning". In HCI'97, Bristol, UK.

[14] Sedighian, K., Klawe, M. & Westrom, M. "Role of Interface Manipulation Style in Cognition in Learnware". In Research Alerts of ACM-Interaction. September-October-2000.

[15] Shneiderman, B. (1997) "Designing the User Interface". Addison Wesley Publishing Company.

[16] Shneiderman, B. (1993) "Direct Manipulation". In B. Shneiderman (ED.), Sparks of Innovation in Human-Computer Interaction. Ablex Publ., NJ.

[17] Soloway, E., Grant, W., Tinker, R., Roschelle, J., Mills, M., Resnick, M., Berg, R., Eisenberg, M., (1999). "Science in the Palms of their Hands". Comm. ACM, August 1999, 42-8, 21-26

[18] Svedensen, G.B. (1991) "Influences of Interface Style on Problem Solving". International Journal of Man-Machine Studies. 35:379-397.

[19] Weiser, M., The computer for the twenty-first century. Scient. American, Sept. 1991, 94-104 (1991)

[20] Weiser, M., Ubiquitous computing. www.ubiq.com/hypertext/weiser/UbiHome.html

[21] Weiser, M., The future of Ubiquitous Computing on Campus, Comm. ACM, 41-1, Janu 1998, 41-42

