

# Un curso de HCI en el contexto de la carrera de Ingeniería en Sistemas de Computación

Sergio Martig, Silvia Castro, Martín Larrea  
Laboratorio de Investigación en Visualización y Computación Gráfica  
Dpto. de Ciencias e Ingeniería de la Computación  
Instituto de Investigación en Ciencia y Tecnología Informática (IICyTI)  
Universidad Nacional del Sur  
Bahía Blanca – Argentina  
e-mail: {mll, srm, smc}@cs.uns.edu.ar

## Resumen

*El estudio de la Interacción Humano-Computadora (IHC), dentro de las ciencias de la Computación, estudia las capacidades y limitaciones de interacción del hombre, las computadoras y la relación entre ambos. Es decir que la IHC estudia de qué manera se puede aplicar la tecnología informática para hacerla más usable por el ser humano. De esto se desprende el rol preponderante que la IHC juega en el diseño de estos sistemas y la necesidad de incluirla en las currículas de Computación. Este trabajo presenta cómo incorporamos esta asignatura en la currícula de las carreras de computación en general y en la de la Ingeniería en Sistemas de Computación en particular.*

*Por otro lado, los estudiantes deben abordar diferentes problemas de diseño para afianzar distintas estrategias, detectando las debilidades y fortalezas de cada metodología. Dado que las interfaces para el monitoreo y control de procesos industriales poseen características distintivas, muchas de ellas críticas, que impactan fuertemente en la comunicación que se debe propiciar constituyen un caso de estudio adecuado en el marco de una asignatura con las características planteadas.*

**Palabras Claves:** *Diseño de Interfaces Gráficas – Interacción Humano Computadora- Materias curriculares avanzadas.*

## 1. Introducción

La rápida evolución de las distintas áreas de Ciencias de la Computación tiene un efecto muy profundo sobre la educación en la disciplina y afecta tanto el contenido como la pedagogía: ha habido cambios evolutivos y otros revolucionarios; ambos, sin duda, afectan el cuerpo de conocimiento requerido para una currícula de pregrado. A medida que se producen estos cambios acelerados tanto en el contexto académico y cultural en que se desenvuelve la enseñanza como en la actividad profesional que se desarrolla en distintos temas relacionados con Ciencias de la Computación, es evidente que determinados tópicos se vuelven más relevantes. Los avances tecnológicos de la década pasada han hecho que algunos tópicos curriculares tales como la

WWW y sus aplicaciones, gráfica y multimedia e interacción humano-computadora, entre otros sean esenciales. Surge entonces la pregunta de cómo deben incluirse como requerimientos de pregrado.

En los últimos años, las currículas relacionadas con Ciencias de la Computación han evolucionado aceleradamente y además están siendo revisadas constantemente para reflejar la naturaleza de los cambios que se producen, entre otros, en el campo tecnológico que la afectan directamente. En nuestro país, las currículas en Ciencias de la Computación están constantemente bajo revisión; en el 2003, la mayoría de las Universidades Nacionales con Carreras de Informática, acordaron un Núcleo Curricular Básico (NCB) y un Núcleo Curricular Específico.

No cabe duda que la Interacción Humano-Computadora (IHC), es un tópico esencial en todas las áreas de Computación. Las interfaces son la cara visible de los sistemas, constituyendo el medio de comunicación entre los actores de un proceso interactivo. Es indudable que los alumnos de todas las ramas de Computación necesitan conocer cómo diseñar, desarrollar y mantener interfaces, cada uno para los tipos de sistemas inherentes a su especialidad. La creación de interfaces es un tópico esencial con su propio ciclo de vida, sus propias técnicas y sus propias metodologías. Cualquier interacción con los sistemas se realizará a través de las interfaces y es por eso que el diseño de las mismas debe ajustarse de acuerdo a las distintas áreas involucradas, siempre teniendo en cuenta las características del humano, tanto en lo referente a capacidades como a limitaciones.

El objetivo de este trabajo es mostrar la propuesta para un curso de pregrado en IHC para las distintas carreras que se dictan en el Dpto. de Ciencias e Ingeniería de la Computación de la UNS y su instanciación para la carrera de Ingeniería en Sistemas de Computación. En la próxima sección se describen los antecedentes tenidos en cuenta para el diseño de un curso en IHC de acuerdo a las características de nuestras carreras. En la sección 3 se describe cómo se incorporan estos conceptos en áreas propias de distintas aplicaciones manejadas en Ingeniería; en este caso en particular se ve cómo el diseño de interfaces de control industrial se ve beneficiado con la incorporación de resultados emergentes de IHC y cómo los desafíos emergentes de estas interfaces enriquecen la formación de los alumnos. Finalmente se detallan las conclusiones y el trabajo futuro.

## 2. Estructura de un curso de Interacción Humano Computadora

Hay muchas disciplinas que, en mayor o menor medida están involucradas en la IHC. Debido a esta naturaleza multidisciplinaria de la IHC, sería válido enfocar un curso de IHC desde distintos puntos de vista; desde cada perspectiva que lo enfocásemos nos llevaría a un conjunto muy rico de posibles tópicos a incluir. Una de las definiciones de IHC con mayor consenso considera que la ésta es una disciplina a la que le concierne tanto el diseño, la evaluación y la implementación de sistemas de cómputo interactivo para uso humano como el estudio de los fenómenos que rodean esta interacción.

Desde la perspectiva de Ciencias de la Computación, el foco está en la interacción entre uno o más humanos y una o más computadoras. Es claro que partiendo de lo que significa interacción, humano y computadora, se llega a un espacio rico en tópicos posibles, algunos de los cuales, en tanto no queremos excluirlos como parte de la IHC debemos, sin duda, identificarlos como secundarios. Otros queremos identificarlos como centrales.

Al diseñar una currícula en un área tan cambiante debe ponerse especial cuidado en mantener el equilibrio entre los fundamentos y los cambios acelerados que se producen en el contexto académico y cultural en el que se desenvuelve la enseñanza como así también en la actividad profesional que se desarrolla en el tema de modo tal que los conceptos no se desactualicen rápidamente. Este curso introduce a los alumnos en conceptos fundamentales en el área de IHC, abarcando la teoría básica y los métodos que existen en la especialidad. Así los estudiantes toman contacto con el proceso de desarrollo de software centrado en el usuario y se discuten las técnicas del comportamiento que se aplican en las distintas etapas del proceso. Además, se discuten distintas aplicaciones de estas técnicas.

En este contexto se diseñó el programa que se consideraba adecuado para alcanzar los objetivos propuestos, es decir, estudiar cómo la gente diseña, implementa, evalúa y usa los sistemas de cómputo interactivo y cómo las computadoras afectan los individuos, las organizaciones y la sociedad.

Diferenciaremos los tópicos que incluimos como centrales y aquellos que identificamos como secundarios; en este contexto, debemos distinguir las disciplinas que nos sirven como soporte y ver qué aporta actualmente cada una de ellas.

*Los tópicos que se consideran centrales incluyen:*

- ▶ **El humano**
- ▶ **La computadora**
- ▶ **La interacción**
- ▶ **El contexto en el que ocurre la interacción**

Estos se agruparon en unidades, que ponen énfasis en comprender el comportamiento humano con objetos interactivos.

La caracterización del humano se hace en base al Modelo de Estados de Procesamiento de Información Humano (Fig. 1), presentado por Card, Moran y Newell en 1983. Este modelo, si bien no es exacto, constituye un marco de referencia útil para estudiar y entender el procesamiento cognitivo.

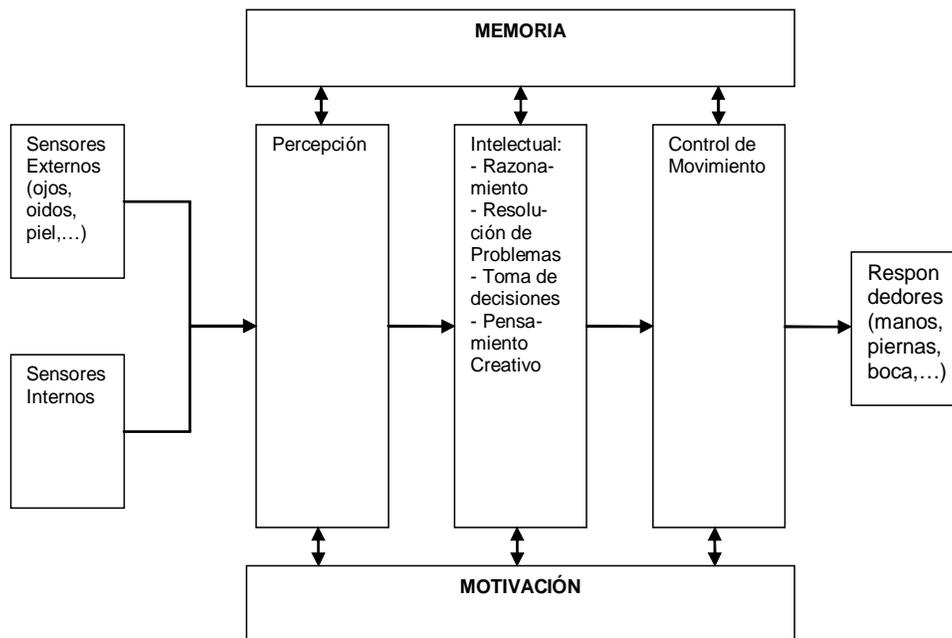


Fig. 1: Modelo de Estados de Procesamiento de Información

Como puede apreciarse en la figura, el modelo consiste en tres subsistemas interactuando entre sí. Los estímulos sentidos en el entorno son procesados por el sistema perceptual, el sistema motor es el que controla los movimientos, y el cognitivo provee el procesamiento adecuado para conectar a los otros dos. En cada etapa se tiene acceso a la información almacenada en memoria y todo el proceso está influenciado por la motivación del usuario.

Una vez caracterizado el humano, se caracteriza a la computadora. Se analizan los aspectos relevantes en la comunicación con el usuario, presentando distintos dispositivos de entrada y salida. Caracterizados los actores, se analiza la interacción entre ambos presentándose los distintos Modelos de Interacción. Finalmente se encuadra la interacción en un contexto social y organizacional.

Luego de ver los elementos esenciales involucrados en la IHC y habiendo adquirido un conocimiento general de los elementos de diseño de la IHC se procede a analizar cómo desarrollar y evaluar software interactivo usando un enfoque centrado en el usuario. Esto se pretende lograr estudiando los tópicos correspondientes a procesos, técnicas y herramientas que pueden ayudar a asegurar sistemas usables y de alta calidad, de acuerdo a los estándares señalados por la comunidad de IHC.

Durante el desarrollo del curso se pone especial énfasis en aplicar los conocimientos adquiridos para analizar distintas aplicaciones. Las clases de los dominios de aplicación y las áreas particulares elegidas corresponden a las que implican distintas características de los sistemas interactivos. La presentación de distintos casos de estudio permite ejemplificar los métodos presentados para dar contexto a la problemática discutida. Al final del curso, los alumnos

desarrollan un proyecto para discutir así un conjunto de interfaces innovadoras y nuevos desarrollos en IHC.

### 3. IHC para la Ingeniería en Sistemas de Computación

Habiendo analizado los tópicos que consideramos esenciales para el programa de un curso en IHC, veremos a continuación cómo diseñamos el curso para la Ingeniería en Sistemas de Computación.

En este punto es importante detenernos en el perfil de la Ingeniería y en el rol que juega la IHC en la formación de los ingenieros. Tanto en el Núcleo Curricular Básico, presentado por la Red UNCI, como en las recomendaciones para la currícula de la Ingeniería en Computación de la ACM – IEEE se incluye a la IHC en los contenidos básicos. Desde el punto de vista de la ingeniería, los conceptos de diseño deben estar presentes implícita o explícitamente en toda la currícula. Los estudiantes deben encontrarse con diferentes abordajes al problema de diseño para afianzar distintas estrategias, detectando las debilidades y fortalezas de cada metodología. Un diseño en particular se produce en un determinado contexto influenciando las decisiones que el diseñador debe tomar en el marco de una metodología, precisamente se debe promover el desarrollo de las habilidades necesarias para esa toma de decisiones. Por otro lado un área de interés particular para el ingeniero en computación es la interfaz entre el software y el hardware. De esta área surgen toda una serie de decisiones de compromiso que constituyen uno de los desafíos de la profesión.

En el curso de IHC dictado actualmente, se introduce a los alumnos en la naturaleza multidisciplinaria de la IHC y se les dan los elementos para que comprendan el comportamiento humano con sistemas interactivos. A mediados de cuatrimestre, los alumnos conocen los elementos básicos involucrados en la IHC y toman contacto con la problemática de un sistema interactivo. El desarrollo de la primera parte del curso les permite un entendimiento profundo de conceptos básicos en la disciplina y estos conocimientos básicos se integran en principios, guías y reglas que serán usados durante el proceso de generación del software. A esta altura del curso las clases se desarrollan incorporando tanto los conocimientos teóricos como prácticos. Esto se logra mediante ejemplos que se siguen a lo largo de todo este desarrollo y que permiten instanciar la teoría.

Paralelamente, los estudiantes desarrollan un proyecto que les requiere que trabajen en el diseño, la implementación y los métodos de evaluación. El proyecto es sin duda de una dificultad considerable y es una muy buena oportunidad para que los alumnos tomen contacto directo tanto con los usuarios como con material de investigación. Adicionalmente realizan un trabajo final que consiste en la preparación de una clase centrada en el desarrollo de una interfaz para una aplicación; esto se hace siguiendo los temas del curso y el contenido de la misma refleja la investigación actual en el tema

Para los trabajos finales del curso de IHC para los alumnos de la Ingeniería en Computación se buscaron casos de estudio que reunieran las características y plantearan los desafíos enunciados

previamente. Algunos de los temas propuestos son: Diseño de Interfaces para Sistemas Embebidos, Interfaces para los *Information Appliances* y las Interfaces Industriales o de Monitoreo y Control. En los dos últimos años, este trabajo se basó en Interfaces Industriales y las prácticas se desarrollaron sobre estaciones de trabajo Honeywell que relevan puntos de control sobre un proceso real.

#### 4. Las Interfaces Industriales en IHC

Las interfaces son la cara visible de los sistemas, constituyendo el medio de comunicación entre los actores de un proceso interactivo. Los actores, desde nuestro punto de vista, son los humanos y las computadoras. Ambos muy complejos y muy diferentes entre sí, tanto en la forma de comunicarse, como en la de realizar las tareas. La interfaz debe permitir a ambos comunicarse efectivamente para lograr, de esta manera, interacciones exitosas. Resulta claro que esa comunicación puede fallar en distintos puntos y por distintas razones.

En particular las interfaces para el monitoreo y control de procesos industriales poseen características distintivas, muchas de ellas críticas, que impactan fuertemente en la comunicación que se debe propiciar. La incorporación de nuevas tecnologías en los sistemas de control y los avances en las tecnologías de recolección y comunicación de datos han impactado en la forma en que los operadores interactúan con los sistemas de monitoreo y control.

El ingeniero de sistemas de control debe decidir cómo aprovechar mejor los nuevos recursos, provistos por la innovación tecnológica, y de qué manera impactan en la interfaz hombre-máquina. Las cuestiones relativas a la interfaz hombre-máquina involucran decisiones sobre la cantidad y tipo de responsabilidad de control que se debe delegar en el operador y cuánto puede éste manejar en forma segura. En este sentido, el ingeniero de control debe resolver aspectos, tales como la determinación de cuál es la cantidad de información que puede procesar y manejar un operador ante una situación problemática, y en consecuencia, cómo se debe diseñar el sistema de monitoreo y las alarmas para que esa carga cognitiva disminuya a niveles seguros o aceptables.

Para nuestro caso de estudio reformulamos el Modelo de Estados de Procesamiento de Información Humano, enfocándolo al monitoreo y control de procesos. El modelo de interacción entre el operador y el proceso es el mostrado en la Fig. 2. En el modelo puede apreciarse que la información sobre el proceso es capturada por los instrumentos. Los datos sensados por los instrumentos deben convertirse en información que es mostrada en los displays de la sala de control, esos datos también alimentan al sistema de alarmas constituyendo junto con los displays su *única visión* del estado del proceso. Una vez sensada, la información de los displays ingresa al subsistema del operador, donde es procesada y de considerarlo necesario se responderá a través del conjunto de controles disponibles.

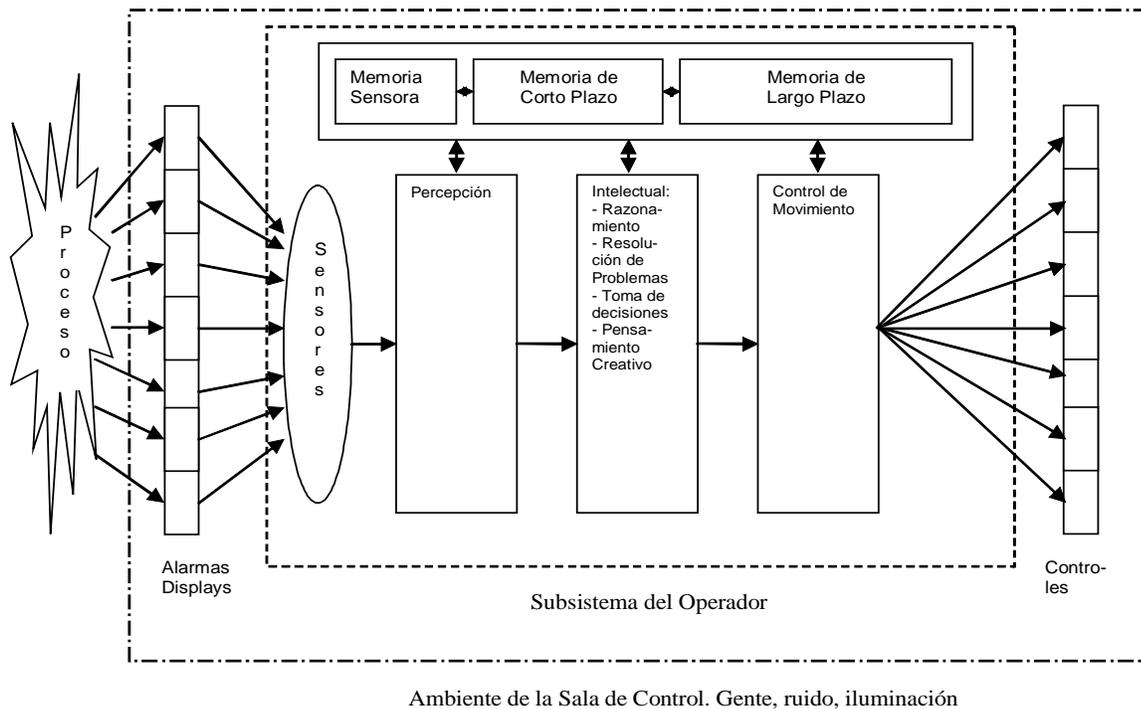


Fig. 2: Modelo de Interacción Operador-Proceso

Un aspecto que no podemos ignorar es que todo ese proceso se lleva a cabo en el ambiente de la sala de control. El ambiente influye en la manera de percibir la información presente en los displays, impactando fuertemente las condiciones de iluminación, ruido y otros aspectos un tanto más sutiles, como los socio-organizacionales de la empresa.

Más allá de las características de la tecnología subyacente desde el punto de vista del diseño de interfaces podemos dividir los problemas que presentan las interfaces de estos sistemas en dos grandes grupos: el mostrado del estado del proceso de manera efectiva y las interacciones que deben proveerse para que la tarea propuesta pueda llevarse a cabo con éxito.

Es indiscutible que uno de los factores en común lo constituye el humano: es el operador el que debe poder interpretar la información mostrada, interactuar para poder acceder a la información que necesita para determinar la acción a seguir y poder completar el ciclo realizando las acciones correctivas necesarias.

Muchos de los problemas de los que adolecen este tipo de sistemas se deben al gran volumen de información a mostrar, lo cual nos lleva al campo de la Visualización de Información. Es por esto que abordajes a su solución pueden provenir precisamente desde esta disciplina.

Algunos de los desafíos planteados son:

- Cantidad de elementos a mostrar. El tamaño de los templates puede ser considerablemente grande en relación al espacio disponible en los monitores para su mostrado.
- Cantidad de variables asociadas a cada elemento que necesitan ser visualizadas.

- Diversidad de instrumentos/elementos representados en las visualizaciones
- Falta de estándares homogéneos en la manera de mostrar la información. Convivencia de información de distinta naturaleza en una misma visualización. Lo que determina la visualización de elementos codificados según sus propios estándares, los cuales pueden llegar a ser confusos o directamente contradictorios.
- Restricciones en cuanto a la ubicación relativa de los elementos del template. Conveniencia de respetar la disposición física de los elementos.
- Falta de consistencia entre las distintas visualizaciones.

No se debe perder de vista que todo el esfuerzo que se invierta en estos sistemas tienen por fin último el de ser una herramienta efectiva y confiable. El usuario es el que debe ser capaz de capturar e interpretar la información presentada, es el que debe aceptar al sistema como una herramienta válida. Las metodologías de diseño centradas en el usuario conjuntamente con los resultados emergentes de la IHC son los abordajes apropiados.

## 5. Conclusiones

Todo lo expuesto habla claramente acerca de la importancia del diseño de la interfaz en el contexto del diseño de cualquier sistema. El objetivo de esta asignatura es introducir al alumno en temas básicos de diseño, evaluación e implementación de sistemas interactivos en general y de Interfaces en particular. La preparación de los estudiantes debe direccionar no sólo el estado presente de la tecnología, sino que además debe proveer las bases para la futura generación de sistemas de cómputo interactivos. Cabe señalar que, aún con la ayuda de las herramientas disponibles actualmente, el diseño de interfaces de alta calidad es una tarea compleja y desafiante que requiere múltiples iteraciones y estudios de usabilidad para evaluar y refinar las interfaces diseñadas.

El contenido del curso introductorio es ambicioso. Sin embargo, muchas áreas importantes de IHC quedan sin duda fuera del mismo. Por otro lado, si bien hay temas que se introducen, no se cubren con la profundidad adecuada. Esto y el acelerado desarrollo del campo de IHC nos llevó a diseñar un curso posterior para aquellos que desean completar su formación y cubrir, en cierta medida, los avances en este campo de aplicación.

El ingeniero de sistemas debe decidir cómo aprovechar mejor los nuevos recursos, provistos por la innovación tecnológica, y de qué manera impactan en la interfaz hombre-máquina. Las cuestiones relativas a la interfaz de los sistemas de monitoreo y control industrial involucran decisiones sobre la cantidad y tipo de responsabilidad que se debe delegar en el operador y cuánto puede éste manejar en forma segura. En este sentido, el ingeniero debe resolver aspectos, tales como la determinación de cuál es la cantidad de información que puede procesar y manejar un operador ante una situación problemática, y en consecuencia, cómo se debe diseñar el sistema de monitoreo y las alarmas para que esa carga cognitiva disminuya a niveles seguros o aceptables. De esto surge sin duda la importancia primordial que representa un curso de IHC para los Ingenieros en Sistemas de Computación y el valor de las interfaces industriales como caso de estudio.

## Reconocimientos

Este trabajo forma parte del proyecto "Visualización de Información. Visualización Multidimensional de datos multivaluados" que se desarrolla con un subsidio otorgado por la Universidad Nacional del Sur (Argentina). Aprobado en evaluación externa y por la Secretaría General de Ciencia y Tecnología.

## Referencias

- [1] Anderson, J., Fleek, F., Garrity, K. y Drake, F., (2001), "Integrating Usability Techniques into Software Development", pp. 46-53, IEEE Software, IEEE Computer Society.
- [2] Apple Computer, (1987), "Human Interface Guidelines: The Apple Desktop Interface", Addison-Wesley.
- [3] Baecker, R. M. and Buxton, W. A. S., (1995), "Readings in Human-Computer Interaction: Toward the Year 2000". San Mateo CA.: Morgan Kaufmann Publishers.
- [4] Bailey, R. "Human Performance Engineering". Prentice Hall. 1996
- [5] Bergman, E., Editor, (2000), "Information Appliances and Beyond", Academic Press.
- [6] Beyer, H. and Holtzblatt, K., (1998), "Contextual Design. Defining Customer-Centered Systems", Morgan Kaufmann Publishers, Academic Press.
- [7] Dix, A., Finlay, J., Abowd, G., Beale, R., (1998), "Human-Computer Interaction", Prentice Hall Europe, Second Edition.
- [8] Ferré, X., Juristo, N., Windl, H. y Constantine, L., (2001), "Usability Basics for Software Developers", pp. 22-29, IEEE Software, IEEE Computer Society.
- [9] Foley, J., Van Dam, A., (1992), "Fundamentals of Interactive Computers Graphics", Addison-Wesley, Reading, Massachusetts.
- [10] Joint Task Force on Computing Curricula, (2001), "IEEE-CS and ACM. Computing Curricula 2001. Computer Science. Final Report".
- [11] Joint Task Force on Computing Curricula, (2004), "IEEE-CS and ACM. Computing Curricula - Computer Engineering. Report".
- [12] Joint Task Force on Computing Curricula, (2004), "IEEE-CS and ACM. Computing Curricula - Software Engineering. Final Report".
- [13] Mayhew, D., (1999), "The Usability Engineering Lifecycle", Morgan Kaufmann Publishers.
- [14] Newman, W., Sproull, R., (1973), "Principles of Interactive Computer Graphics", McGraw-Hill, New York.
- [15] Preece, J., Rogers, Y. Sharp, H., Benyou, D., Holland, S., Carey, T., (1997), "Human-Computer Interaction", Addison Wesley.
- [16] Raskin, J., (2000), "The Human Interface", Addison Wesley, ACM Press.
- [17] Shneiderman, B., (1998), "Designing the User Interface", Addison-Wesley Publishing Company.
- [18] Tufte, E., (1983), "The Visual Display of Quantitative Information", Graphics Press.
- [19] Winograd, T., (1996), "Bringing Design to Software", Addison-Wesley.