

## Aproximación al modelado del componente conceptual básico del Dispositivo Hipermedial Dinámico

Guillermo Rodríguez<sup>1</sup>, Patricia San Martín<sup>1</sup>,  
and Alejandro Sartorio<sup>1</sup>,

<sup>1</sup> Centro Internacional Franco Argentino de Ciencias de la Información y de Sistemas,  
CIFASIS (CONICET-UNR-UPCAM), Bv. 27 de febrero 210 bis,  
2000 Rosario, Argentina  
guille@fceia.unr.edu.ar, {sanmartin, [sartorio](mailto:sartorio@cifasis-conicet.gov.ar)}@cifasis-conicet.gov.ar

**Resumen.** El presente trabajo interdisciplinario, propone una primera aproximación conceptual y de uso al modelado descriptivo y de simulación para el análisis del Dispositivo Hipermedial Dinámico con la finalidad de avanzar hacia la generación de configuraciones más efectivas que posibiliten desarrollos e implementaciones tanto de tecnologías sociales como digitales para la construcción de variadas alternativas de integración responsable de las TIC. Se plantea la utilización del formalismo DEVS (Discrete EVents dynamic Systems) que propone una teoría de modelado de sistemas a tiempo continuo usando modelado de eventos discretos. En ese sentido, se presenta el modelado y simulación del denominado “Paquete Hipermedial”, como componente conceptual básico del DHD. Lo expuesto aporta un posible camino hacia el análisis evaluativo sobre cómo se desarrollan o se podrían implementar procesos de participación responsable a través de redes sociotécnicas que tengan por objeto investigar, educar y producir en actual contexto físico-virtual.

**Palabras Clave:** Dispositivo Hipermedial Dinámico – Sistemas complejos – Paquete Hipermedial – Eventos Discretos – TIC.

### 1 Introducción

Existe un amplio consenso en el marco del Consejo Interuniversitario Nacional de Argentina (CIN) sobre la necesidad insoslayable de conformar grupos interdisciplinarios e interinstitucionales de investigación, desarrollo y transferencia en función de una integración efectiva de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), aplicada a procesos de educación, investigación y producción de alta significación para la ciudadanía en su conjunto [1].

El actual contexto físico-virtual posibilita a los ciudadanos ser partícipes de redes sociotécnicas conformadas por una multiplicidad de componentes y relaciones, que se configuran y reconfiguran por las diversas interacciones en función de una gran diversidad de requerimientos. En este sentido, el Programa interdisciplinario de I+D+T “Dispositivos Hipermediales Dinámicos” (DHD) [2], radicado en CIFASIS (CONICET-UNR-UPCAM), estudia la complejidad evidente de las mencionadas

redes, considerando especialmente las problemáticas del contexto nacional, tanto en sus aspectos sociales como tecnológicos, integrando aportes de diversas disciplinas como la informática, educación, psicología, arquitectura, ingeniería, arte y antropología, entre otras.

En el conjunto de los siete proyectos que constituyen al mencionado programa, se conceptualiza el Dispositivo Hipermedial Dinámico -DHD- como una red heterogénea [3] conformada por la conjunción de tecnologías y aspectos sociales que posibilitan a los sujetos realizar acciones en interacción responsable con el otro para investigar, aprender, dialogar, confrontar, componer, evaluar, bajo la modalidad de taller físico-virtual, utilizando la potencialidad comunicacional, transformadora y abierta de lo hipermedial, regulados según el caso, por una “coordinación de contratos” [4].

El objetivo del presente trabajo interdisciplinario, es proponer una primera aproximación conceptual y de uso al modelado descriptivo y de simulación para el análisis del DHD, con la finalidad última de avanzar hacia la generación de configuraciones más efectivas que posibiliten nuevos desarrollos e implementaciones tanto de tecnologías sociales como digitales para la construcción de variadas alternativas de integración responsable de las TIC, promoviendo en la ciudadanía la realización de procesos educativos, investigativos y de producción en consonancia con las necesidades prioritarias de nuestro país.

Su fundamento más inmediato, se encuentra en el marco de dos requerimientos presentes en proyectos de I+D+T en curso, que conforman el programa DHD: el primero está referido al análisis evaluativo de los desarrollos e implementaciones que en el nivel de la Educación Superior Universitaria (grado y posgrado) se están llevando a cabo desde principios del 2008 en el Campus Virtual de la UNR [5] y en el propio entorno colaborativo del mencionado programa. Dicho análisis atiende a la necesidad de optimizar el modelo propuesto de interacción responsable y las estrategias de capacitación efectuadas en el marco de lo público y abierto, a los docentes investigadores de la UNR que incluyen guías físico-virtuales para la integración de las TIC, introduciendo las nuevas posibilidades que brinda el reciente desarrollo implementado por el Campus de Repositorio Hipermedial UNR, tanto para la modalidad netamente virtual (a distancia) como en el espacio de “Comunidades” (modalidad presencial pública y abierta). El segundo requerimiento está en relación a la implementación experimental de un original desarrollo de pieza de software denominada “contratos” que debe ser ubicada estratégicamente por los participantes autorizados para potenciar el aspecto dinámico del DHD [6].

En esta primera aproximación, planteamos la utilización del formalismo DEVS (Discrete EVents dynamic Systems) [7] que propone una teoría de modelado de sistemas a tiempo continuo usando modelado de eventos discretos. A su vez, permite una descripción modular de los fenómenos a modelar y aborda la complejidad usando una aproximación jerárquica. Partiendo de esta aproximación, modelaremos en el presente trabajo el denominado “Paquete Hipermedial”, componente conceptual básico del DHD.

De esta manera, en la siguiente sección explicitaremos brevemente aspectos generales del DHD, en la tercera definiremos el modelo descriptivo del “Paquete Hipermedial”, su caracterización y configuración, utilizando UML. Por último, aportaremos en la cuarta sección el modelo de simulación DEVS, finalizando con una

breve conclusión que sintetiza las perspectivas de continuidad de trabajo hacia la modelización completa del DHD.

## 2 El Dispositivo Hipermedial Dinámico

La noción de *dispositivo*, tiene un campo de aplicación extenso y su empleo puede encontrarse tanto en la ciencia como en la tecnología y el arte, presentando perspectivas analíticas diversas. Sus alcances abarcan desde mecanismos y componentes tangibles a configuraciones de un alto grado de abstracción. Entonces, el DHD es una entidad compleja compuesta por la integración de dos dimensiones indisociables: una técnica (o conjunto de técnicas constructivas que comportan una materialidad y una configuración particular) y una social dada por las relaciones intersubjetivas y la situación en la que se inscriben. Este concepto nos habla de la *presencia dinámica* de tecnologías, vínculos interactivos/intersubjetivos y representaciones como lugar en que operan los intercambios discursivos.

Los actuales recursos TIC construyen un nuevo contexto físico-virtual, generando múltiples y originales formas de producción e intercambio a través de redes sociales donde la presencia simbólica participativa, sería deseable que opere como condición.

Otorgar valor simbólico a lo “presencial” tanto en los espacios físicos como en los virtuales, es reconocer la condición subjetiva que opera como sinónimo de responsabilidad hacia uno mismo y hacia la ciudadanía en su conjunto para la producción y diseminación abierta de los bienes creativos intelectuales [8]. Es en este sentido, que el concepto de DHD es propuesto como una red sociotécnica donde se construyen vínculos intersubjetivos que comprometen a sus participantes a reflexionar y revisar en profundidad sus prácticas de formación, investigación y/o producción para lograr transformaciones con sustento ético tanto en las interacciones singulares del contexto físico como en todas aquellas del contexto virtual o de sus combinaciones a nivel individual y colectivo.

Sobre la modalidad de interacción participativa planteada a través del taller físico-virtual, hemos adoptado y resignificado la perspectiva constructivista dialéctica de Vygotsky [9] tomando como eje la construcción social colaborativa del conocimiento, sus condicionantes culturales [10] y la noción de responsabilidad subjetiva [11].

Funcionalmente, visto el DHD como sistema complejo [12] los Participantes (P) a través del intercambio analítico y de producción de textos mediatizados en diversos tipos de formatos digitales, construyen las posibilidades y limitaciones de la mediación interdisciplinaria responsable en su área de incumbencia, siendo deseable que se pueda observar un paulatino cambio en su situación contextual. Entonces, el componente conceptual básico del DHD para educar, investigar o producir requiere de al menos dos sujetos que interactúen entre sí a través de alguna herramienta TIC, donde se pueda verificar algún cambio de contexto [13] en al menos uno de los participantes y la participación inicial de un tercero como determinante constitutiva y dinámica de la red.

A este campo situacional lo denominamos “Paquete Hipermedial” (PH) ya que se

constituye en el núcleo básico de sentido para el funcionamiento sistémico del DHD, considerando que las mediaciones múltiples hipertextuales/hipermediales donde convergen integradamente diversos lenguajes (imagen, sonido, verbalizaciones) dan lugar a acciones de interpretación y producción por parte de los P, generándose procesos dinámicos interactivos-intersubjetivos que dan por resultado progresivos cambios de contexto tanto a nivel de los sujetos como del sistema en su conjunto.

### **3 Modelo descriptivo del Paquete Hipermedial**

La configuración y las funcionalidades de las herramientas disponibles establecen en los PH características (ej.: utilización de los servicios) y propiedades (ej.: tipo de interacción). Por ejemplo, el servicio de edición de una Wiki implica una construcción conjunta de una página, mientras que el servicio de edición en un Foro ordena adecuadamente las intervenciones de los participantes, los procesos de interpretación y producción en ambas herramientas se manifiestan netamente diferenciados si se atiende en profundidad a lo que cada actividad propone como dinámica de participación y modos de producción en relación con el otro.

En la siguiente figura 1, a través de un diagrama UML [14], se describen los principales elementos y relaciones que componen un PH. Los P provocan ciertos tipos de interacciones a través del uso de las herramientas. Dichas interacciones son implementadas a partir de los servicios que integran las herramientas; e.i.: crear, editar, consultar, eliminar, etc. Los servicios que se han representado son básicos para los diferentes tipos de herramientas. Cada herramienta se expresa con una página compuesta con contenidos de hipervínculos y material multimedia, según sus características. Los hipervínculos pueden llevar a otras páginas pertenecientes al mismo Paquete Hipermedial o se pueden dirigir hacia otros.

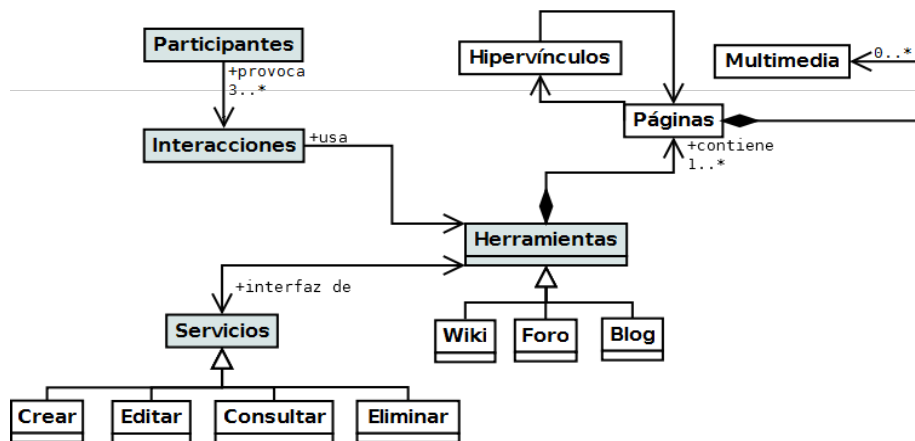


Fig. 1. Paquete Hipermedial.

#### 4 Modelo DEVS del PH

Los modelos de simulación pueden ser de gran ayuda como prototipos virtuales para obtener un diseño óptimo de un sistema particular. Se busca adaptar la utilidad de estos métodos habilitando su uso como herramienta de diseño para el DHD, de forma tal que las simulaciones puedan ser usadas, no sólo para simples predicciones, sino también para el mejoramiento de la configuración de los espacios de interacción físico-virtuales.

Cuando proponemos el DHD como sistema complejo podemos explicitar más aún su clasificación dentro de la teoría general de sistemas [7]. En cuanto al formalismo de especificación (es decir diferentes formas de modelado que conducen a especificaciones continuas o discretas, ya sean en el tiempo o en las variables descriptivas), el DHD es un sistema cuyas variables evolucionan de manera discreta en una base de tiempo continua. A su vez, sobre el nivel de especificación (que surge al considerar los diferentes niveles en los cuales es posible describir el comportamiento del sistema y los mecanismos que producen ese comportamiento), en el DHD conocemos la estructura del sistema, la cual nos permitirá deducir su comportamiento, por tanto, dicha especificación estructural brindará mayor información. Sobre una descripción más completa referenciamos la especificación jerárquica de sistemas, la cual se basa en consideraciones de dinámica y de modularidad donde el DHD se encuentran en el 4º nivel denominado “Componentes acoplados” pudiendo conocer qué componentes tiene el sistema y cómo se acoplan entre sí.

Desde el punto de vista del modelado, las especificaciones estructurales constituyen una simplificación significativa ya que es extremadamente difícil poder hacer una descripción del comportamiento completo de un sistema complejo como el

DHD. Más abordable puede resultar describir el comportamiento de un componente conceptual básico tal como el PH y luego especificar cómo interactúa con otros PH, conformando la red con todos sus elementos asociados.

Al constatar también que una característica primordial del PH, es que las interacciones se deben a la ocurrencia asincrónica de eventos, algunos efectuados por los participantes y otros no, hemos optado por el modelado con DEVS, Discrete Event System specification [15], considerándose además la gran adaptación del formalismo para modelizar sistemas complejos, y su simplicidad y eficiencia en la implementación de simulaciones.

#### 4.1 Estructura de la simulación

Atendiendo a las fundamentaciones expuestas, seguidamente simularemos un PH donde se concretizan las interacciones de los P integrándose tanto las herramientas como los servicios que pueden configurar al DHD. Queda pendiente en los límites del presente trabajo como primera aproximación su simulación completa incluyendo la condición de cambio contextual en al menos uno de los participantes. En función de su aplicación en casos de uso del campus virtual de la UNR, lo que hasta el momento exponemos como propuesta de simulación resulta aplicable para efectuar un primer análisis de los procesos de interacción.

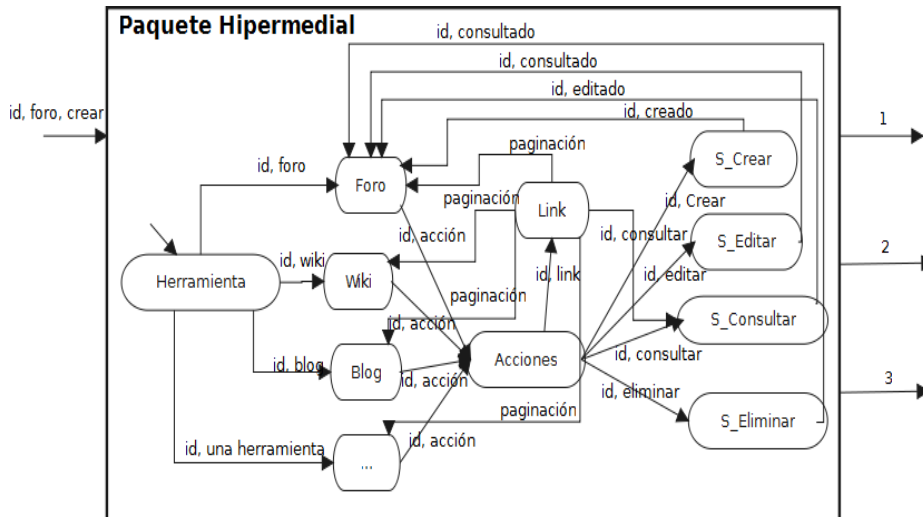


Fig. 2. Modelo DEVS del Paquete Hipermedial.

De manera general un modelo DEVS atómico queda definido por la siguiente estructura:

$$M = (X, Y, S, \delta_{int}, \delta_{ext}, \lambda, ta)$$

Donde, en nuestro caso:

X es el conjunto de valores de eventos de entrada: en general, un evento es la representación de un cambio en alguna parte de un sistema. El mismo puede caracterizarse por un valor y un instante en el que ocurre. En nuestro caso, este conjunto estaría constituido por las interacciones de los participantes (Fig. 1) en función de la construcción del PH y depende de: Número de identificación del participante, Herramientas sobre la cual se interacciona y la Acción con el cual se interacciona.

$X = (id., h, a / id. \in \text{Participantes}, h \in \text{Herramientas: Wiki - Foro - Blog - etc. y a} \in \text{Acciones: Link U Servicios (S\_Crear - S\_Editar - S\_Consultar - S\_Eliminar)})$

Y es el conjunto de valores de eventos de salida: estará en función de una métrica que se vinculará a lo interactivo del PH. Si actúa un solo participante el valor de salida será uno, si actúan dos participantes será dos y si se genera la intervención de un tercer participante el valor adjudicado corresponderá a tres. Esto se constituye en un aspecto central para la posibilidad constructiva del DHD como sistema complejo. Retomando lo expuesto en la sección 2, el núcleo de sentido completo se podrá analizar al evaluar el grado de interacción general del PH, considerando que lo deseable es también la verificación de un cambio de contexto en al menos uno de los participantes, cuestión que aún está en desarrollo en el marco de nuestro trabajo de investigación.

$Y = (1, 2, 3)$

S es el conjunto de valores de estado: los valores de estados de los PH serán a partir de la fig. 2 los siguientes.

$S = (\text{Foro, Wiki, Blog, etc., Link, S\_Crear, S\_Editar, S\_Consultar, S\_Eliminar})$

$\delta_{ext}$ , función de transición externa: la función de transición externa dependerá del estado actual del sistema, del tiempo  $\sigma$ , del tiempo  $e$  y del nuevo evento de entrada.

$\delta_{ext}(s, \sigma, e, x)$

Evidentemente la cantidad de posibles combinaciones es numerosa, por lo tanto a modo de ejemplo proponemos la siguiente:

("Herramienta", $\sigma, e, (id., \text{Foro}, \emptyset)$ )	"Foro"
("Foro", $\sigma, e, (id., \text{Foro}, \text{Acción})$ )	"Acciones"
("Acciones", $\sigma, e, (id., \text{Foro}, \text{Crear})$ )	"S_Crear"

$\delta_{int}$ , función de transición interna: la función de transición externa dependerá del estado actual del sistema, del tiempo  $\sigma$  y del evento de entrada anterior.

$\delta_{int}(s, \sigma, x(\text{anterior}))$

De manera análoga solo presentamos a modo de ejemplo el siguiente:

("S_crear", $\sigma, (id., \text{Foro}, \text{Crear})$ )	"Foro"
--	--------

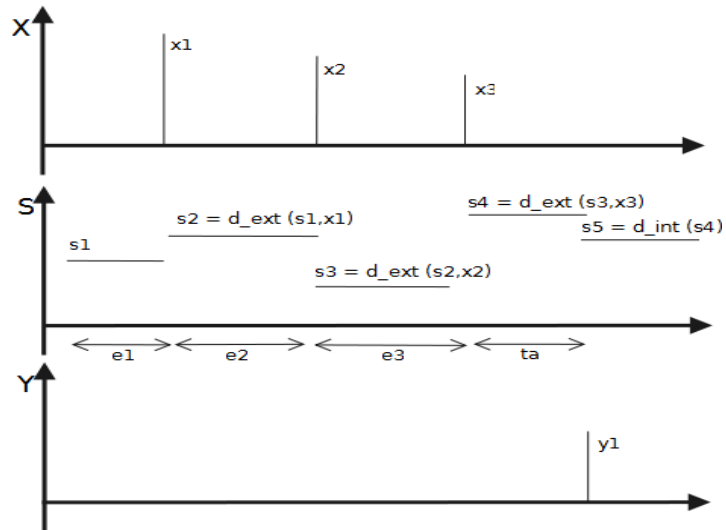
$\lambda$ , función de salida: dependerá del número de identificación del Participante, de un conjunto de números de identificación de los participantes que hayan interactuado en una herramienta determinada, del estado del sistema, de la herramienta y de la acción. Dicho resultado se tendrá en cuenta al reevaluar el contexto del Participante que realizó la interacción.

$\lambda (id., IDH, s, h, a)$   
 Si  $id. \in IDH$  y  $\# IDH = 1$ , entonces  $Y = 1$   
 Si  $id. \in IDH$  y  $\# IDH = 2$ , entonces  $Y = 2$   
 Si  $id. \in IDH$  y  $\# IDH > 2$ , entonces  $Y = 3$   
 Si  $id. (not \in) IDH$  y  $\# IDH = 2$ , entonces  $Y = 3$

$T_a$ , avance de tiempo, cuánto tiempo el PH permanecerá en un estado determinado en ausencia de interacciones de los participantes.

$$T_a = \sigma$$

La Figura 3 ilustra trayectorias del modelo DEVS del PH. En la misma puede observarse que el sistema está originalmente en un estado  $s1 = \text{"Herramientas"}$ .



**Fig. 3.** Gráfico de trayectorias del Modelo DEVS del Paquete Hipermedial.

Luego de un tiempo  $e1$ , el sistema recibe un evento de entrada con valor  $x1 = (id., \text{Foro}, \emptyset)$ . Entonces, se produce una transición externa  $d_{ext}(s, \sigma, e, x)$  y el estado adopta el nuevo valor  $s2 = \text{"Foro"}$ . Nuevamente después de un tiempo  $e2$ , recibe un evento de entrada  $x2 = (id., \text{Foro}, \text{Acción})$ , pasando a un estado  $s3 = \text{"Acciones"}$ . Por tercera vez, después de un tiempo  $e3$ , recibe otro evento de entrada  $x3 = (id., \text{Foro}, \text{Crear})$ , evolucionando al estado  $s4 = \text{"S_Crear"}$ .

Luego el sistema sin recibir ningún evento de entrada en el tiempo  $T_a$ , realiza una transición interna  $d_{int}(s, \sigma, x(\text{anterior}))$ . Tras esta transición el estado toma el valor  $s5 = \text{"Foro"}$ . En el mismo instante, se produce un evento de salida  $y = 1$ .

El ejemplo descriptivo expuesto, responde a la ejemplificación antes mencionada.



## 6 Conclusiones

Fundamentados en el marco conceptual del DHD, propusimos una primera aproximación a un modelo descriptivo y de simulación del “Paquete Hipermedial”, formulado como el componente conceptual básico del mismo.

Dicho enfoque aporta un posible camino hacia el análisis evaluativo sobre cómo se desarrollan y se podrían optimizar procesos de participación responsable a través de redes sociotécnicas en el actual contexto físico-virtual. A la vez, el nivel de abstracción y de apertura que implica todo lo expuesto, permite su adecuación a las dispares realidades de accesibilidad a las TIC que presenta nuestro país según sus regiones.

Los aspectos más complejos en los que estamos trabajando se refieren a la construcción de una métrica adecuada y consensuada interdisciplinariamente. La evaluación de los cambios contextuales en función de un desenvolvimiento de calidad de los procesos de educación, investigación y producción son problemáticas que trascienden lo meramente técnico ya que los indicadores solicitan de especificaciones que aún se están discutiendo a nivel internacional.

En aspectos más funcionales, hemos previsto en el mediano plazo, utilizar un software de modelado DEVS.

Finalmente, todos nuestros esfuerzos interdisciplinarios se enfocan a crear e implementar espacios físicos-virtuales para la producción responsable y disseminación abierta de los bienes creativos intelectuales, desarrollando marcos conceptuales y propuestas tecnológicas que otorguen mayor flexibilidad y dinamismo a los componentes que pueden configurar al DHD para educar, investigar y producir.

## Referencias

1. En referencia a los resultados de los Talleres recientemente realizados en el marco del Plan Estratégico de Investigación y Desarrollo, <http://fich2.unl.edu.ar:8080/cin/>
2. Programa I+D+T “Dispositivos Hipermediales Dinámicos”, <http://www.mesadearena.edu.ar>
3. Foucault, M.: Saber y verdad. La Piqueta, Madrid (1991).
4. San Martín, P.; Sartorio, A.; Guarnieri, G.; Rodríguez, G.: Hacia la construcción de un dispositivo hipermedial dinámico. Educación e investigación para el campo audiovisual interactivo. Universidad Nacional de Quilmes Editorial, Buenos Aires (2008).
5. Campus Virtual UNR, <http://www.puntoedu.edu.ar>
6. Sartorio, A.; Cristiá, M.: Primera aproximación al diseño e implementación de los DHD. XXXIV Congreso Latinoamericano de Informática (2008).
7. Zeigler, B.; King, Tan Gon; Praehofer, H.: Theory of modeling and Simulation. Second edition, Academic Press, New York (2000).
8. Smiers, J; van Shijndel, M.: Imagine...No copyright. Gedisa, Buenos Aires (2008)
9. Vygotsky, L.: El desarrollo de los procesos psicológicos superiores. Grijalbo, Barcelona (1988).
10. Bruner, J.: Acción, pensamiento y lenguaje. Alianza, Madrid (1984).
11. Cruz, M.: Hacerse cargo. Sobre responsabilidad e identidad personal. Paidós, Barcelona (1999).
12. Gell-Mann, M.: El quark y el jaguar. Aventuras en lo simple y lo complejo. Tusquets, Barcelona (1995).

13. Dey, A.K., Salber, D., Abowd, G: A Conceptual Framework and a Toolkit for Supporting the Rapid Prototyping of Context-Aware Applications, anchor article of a special issue on Context-Aware Computing. *Human-Computer Interaction (HCI) Journal*, Vol. 16 (2-4), pp. 97-166. (2001).
14. Rumbaugh, J.; Jacobson, I.; Booch, G: *The Unified Modeling Language Reference Manual*. Addison Wesley Logman, Inc.; Massachusetts (1999).
15. Zeigler, B.: *Theory of modeling and Simulation*. John Wiley & Sons, New York (1976).