

Servicios Enriquecidos mediante Adaptación Contextual

Angela Carrillo Ramos, María Paula Arias-Baez, Luis Guillermo Torres-Ribero,
Alexandra Pomares, Enrique González
Departamento de Ingeniería de Sistemas,
Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia
{angela.carrillo, arias.m, luis-torres, pomares, jpgarzon, egonzal}@javeriana.edu.co

Resumen. Actualmente, el acceso y el manejo de los Sistemas de Información (SI) tienen nuevos retos. Un usuario puede recibir una gran cantidad de información que no siempre es relevante para sus necesidades y características. Este problema puede ser aún mayor en ambientes móviles donde las características de los dispositivos de acceso deben ser consideradas debido a sus restricciones inherentes tales como memoria, batería y tamaño de pantalla. Además, si se toma en cuenta el contexto (todas las características que pueden afectar la interacción del usuario con el sistema) entra a jugar otra variable que puede ser altamente dinámica y que puede modificar las necesidades y preferencias de información del usuario. También vale la pena mencionar que un usuario no siempre sabe cómo consultar un SI y a la hora de formular una consulta, muchas veces ésta es incompleta. Una posible solución a la problemática planteada consiste en enriquecer los servicios invocados con el fin de obtener los resultados esperados. Este artículo presenta *AES* (acrónimo de *Agentes para Enriquecer Servicios*), un framework que adapta información que puede ser usada por cualquier aplicación que necesita enriquecer servicios con el propósito de recuperar información que mejor se ajuste a las necesidades, características y contexto del usuario. La aplicación de AES en el contexto educativo representa una gran oportunidad de fortalecimiento de los ambientes virtuales y presenciales de aprendizaje, como es ilustrado en este artículo a través de un caso de estudio.

Palabras Clave: Adaptación, Perfil de Usuario, Contexto, Dispositivo, Adaptación en procesos educativos.

1 Introducción

La adaptación es el proceso mediante el cual se enriquece un servicio adicionando un conjunto de características con el fin de proveer información acorde a las necesidades del usuario en un contexto específico [2][10][6]. Las características seleccionadas son aquellas que pueden influenciar la interacción del usuario con el sistema y el proceso de enriquecimiento consiste en adicionarlas al servicio. La obtención de las características se lleva a cabo a través de procesos de alta abstracción como inferencias, deducciones y procesamiento de información, que son usados por la aplicación que provee el servicio de adaptación.

A través del uso de servicios de adaptación es posible resolver problemas relacionados con la sobrecarga cognitiva que sufre el usuario cuando recibe gran cantidad de información proveniente de distintas fuentes existentes. En muchas ocasiones, los Sistemas de Información (*SI*) que manejan estas fuentes no consideran las preferencias del usuario, sus gustos o simplemente presentan la misma información a todos los usuarios. Adicionalmente, estos *SI* no consideran la movilidad del usuario al momento de definir cuál información proveer al usuario.

Las herramientas de adaptación disponibles están muy ligadas a escenarios o aplicaciones específicas, dificultando su uso en otros ambientes [2][6]. Adicionalmente, estas herramientas no consideran características de entornos móviles (por ejemplo, el despliegue de la información en dispositivos móviles y los cambios de localización del usuario) [9]. En la literatura analizada, no se encontró una herramienta computacional genérica que adapte la información en cualquier escenario, considerando además características de movilidad en entornos nómadas. Por esta razón, este artículo presenta *AES*, (acrónimo de *Agentes para Enriquecer Servicios*) un framework genérico para adaptar información en contextos multidimensionales que considera la movilidad del usuario. *AES* puede ser usado por una aplicación que necesita enriquecer servicios con el fin de proveer al usuario información ajustada a sus necesidades y contexto, como es el caso de las aplicaciones que apoyan el aprendizaje virtual. Este enriquecimiento se puede ver como un proceso de adaptación. La idea principal consiste en que una aplicación externa que quiere adaptar un servicio lo envía como una consulta inicial a *AES*. De allí, *AES* obtiene información relevante para enriquecer la consulta, tal como las características del usuario, su dispositivo y su contexto, que son considerados el perfil del usuario, e invoca un conjunto de filtros que a través de reglas e inferencias afinan la información usada para enriquecer la consulta. Posteriormente, la consulta enriquecida es enviada a la aplicación externa que solicitó el servicio de adaptación. Finalmente, *AES* recibe retroalimentación de la aplicación externa con el fin de conocer si el enriquecimiento fue satisfactorio y así actualizar la información de los perfiles que contribuyeron a enriquecer la consulta.

La estructura de este artículo es la siguiente: la Sección 2 presenta el análisis de los trabajos relacionados en el área de sistemas de adaptación genérica y una comparación entre ellos. Posteriormente, la Sección 3 presenta *AES* y describe brevemente su arquitectura. Tres escenarios de aplicación de *AES* para fortalecer los procesos educativos son ilustrados en la Sección 4. La Sección 5 presenta la implementación de *AES* y las pruebas de uno de los escenarios se describen en Sección 6. Finalmente, las conclusiones y trabajos futuros son descritos en la Sección 7.

2 Trabajos Relacionados

La literatura en el área de adaptación presenta diversos trabajos que realizan el proceso de adaptación de forma genérica. Es el caso de Cremene *et al.* [6] cuyo sistema de adaptación se enfoca en el contexto: genera un perfil contextual a partir de Observadores que se encargan de decidir cuáles son los componentes del entorno, la

manera en la que serán observados y extraen información de ellos para adecuar la información a dicho contexto. Bouyakoub *et al.* [2] presentan *AdaMS*, una plataforma de adaptación para la presentación de documentos multimedia para presentaciones (en formato *SMIL*, estándar del *W3C* [14]). Para esto, define un perfil de usuario a partir de características como preferencias, el dispositivo de acceso y la ubicación del usuario con el fin de adaptar el contenido multimedia a la medida de cada usuario sobre dispositivos heterogéneos, basándose en *CC/PP* [4].

Jiang *et al.* [10] presentan *Xadaptor*, el cual es un sistema de adaptación basado en contenido. Este sistema maneja el perfil de cliente con información como las características del software y hardware de su dispositivo de acceso, sus preferencias, para recoger sistemáticamente su información y extenderlo a cualquier tipo de escenario utilizando reglas para facilitar la resolución de conflictos en el momento de adaptar la información.

Otro framework genérico es *CASHE*, propuesto por Chebbine *et al.* [5], que adapta el contenido en ambientes heterogéneos y móviles. *CASHE* provee contenido de Internet adaptado al usuario que lo requiere, de acuerdo al dispositivo de acceso que utiliza y para esto considera cuatro perfiles denominados Restricciones de Adaptación: *i) Restricciones de dispositivo*: capacidad, tipos de formato que maneja, *ii) Restricciones de usuario*: preferencias de contenido y de presentación, *iii) Restricciones de contenido*: tamaño del contenido, tipos de archivos y *iv) Restricciones de red*: tipo de red, ancho de banda.

Dentro de la literatura sobre ambientes de aprendizaje se encuentra *MASCARET*, framework que modela ambientes colaborativos y adaptativos a través de simulación para capacitar estudiantes [3]. El contexto en el que se ejecuta *MASCARET* tiene en cuenta tanto el ambiente físico como el social. Este modelo se divide en dos: *i)* el modelo de dominio o experto que representa la experticia del profesor y *ii)* el modelo de aprendizaje que representa el conocimiento del estudiante. Otro ejemplo es *CANDLE (Collaborative and network-based Distributed Learning Environment)* [11], el cual permite el desarrollo de cursos virtuales centrados en el material de aprendizaje. La aplicación de la adaptación se presenta en este modelo a través del estudio de las preferencias de navegación y presentación del material pedagógico según el rol, basándose en el perfil de cada integrante del grupo.

Wan *et al.* [13] presenta un proceso de aprendizaje adaptado al perfil del estudiante basado en *i)* el comportamiento del usuario y su historial relacionado y *ii)* las similitudes de preferencias o intereses extraídas de los usuarios. El sistema agrupa por temas a los usuarios y lleva un seguimiento y jerarquía de las tareas generando continuidad en el aprendizaje y la distribución de conocimiento entre los miembros del grupo.

En la Tabla 1 se presenta una comparación de los trabajos mencionados que adaptan la información de manera genérica y los específicos de ambientes de aprendizaje. Se utilizaron como notaciones: ‘+’ si el trabajo consideraba este aspecto, ‘-’ si el trabajo no consideraba este aspecto. Observándolos, surgió la necesidad de crear un framework de adaptación que pueda ser aplicado en diversos escenarios correspondientes a diferentes dominios. Tal framework se denomina *AES* cuyo modelo se describirá brevemente a continuación.

Tabla 1. Estado del arte relacionado con sistemas de adaptación genéricos

ADAPTACIÓN	[2]	[6]	[10]	[5]	[2]	[3]	[11]	[13]
Al contexto	-	+	-	-	-	+	+	+
Al dispositivo	+	-	+	+	+	-	-	-
Al contenido	+	-	+	+	+	+	+	+
Extensible	+	+	+	+	+	-	-	-

3 Agentes para Enriquecer Servicios (*AES*)

ASMA (*Arquitectura para Sistemas MultiAgentes*), es una plataforma para el desarrollo de aplicaciones basadas en sistemas multiagentes, la cual es soportada sobre *BESA* [8], que incluye: *i*) la arquitectura interna de un agente, *ii*) comunicación entre agentes basada en eventos asincrónicos y *iii*) cooperación y estructura social entre los agentes. Tanto *ASMA* como *BESA* facilitan el desarrollo de aplicaciones complejas porque dividen el problema en módulos independientes autónomos cuyas interacciones son estructuradas y claramente especificadas; además, permite el despliegue distribuido del sistema.

En el marco de *ASMA* surge la necesidad de brindarle al usuario información ajustada a sus características y necesidades, así como a su contexto. En este trabajo, contexto se refiere al conjunto de características que pueden influir en la interacción del usuario con el sistema [1]. De allí nació la idea de crear un framework que considere diversas características pertenecientes al usuario, su dispositivo de acceso y en general de su contexto, con el fin de brindarle información relevante en el momento, lugar que la necesite, a través de su dispositivo de acceso (móvil o no), considerando siempre quién es Él, y qué es lo que verdaderamente necesita de un sistema o fuente de información. Tal framework fue creado en la Pontificia Universidad Javeriana y se denomina AES. Este framework de adaptación genérico es basado en agentes y puede ser utilizado como instancia para otros proyectos que necesiten enriquecer servicios con el fin de proveer al usuario con información adaptada. Para su utilización deben definirse los mecanismos de adaptación y los filtros a considerar con el fin de generar una nueva consulta enriquecida. A continuación se presenta el modelo de *AES* con sus entradas, salidas, componentes y relaciones (ver Fig. 1).

Los componentes que se representan con círculos son componentes dinámicos, mientras que los que se representan con rectángulos son componentes estáticos. Una descripción más detallada de esta arquitectura se puede encontrar en [12].

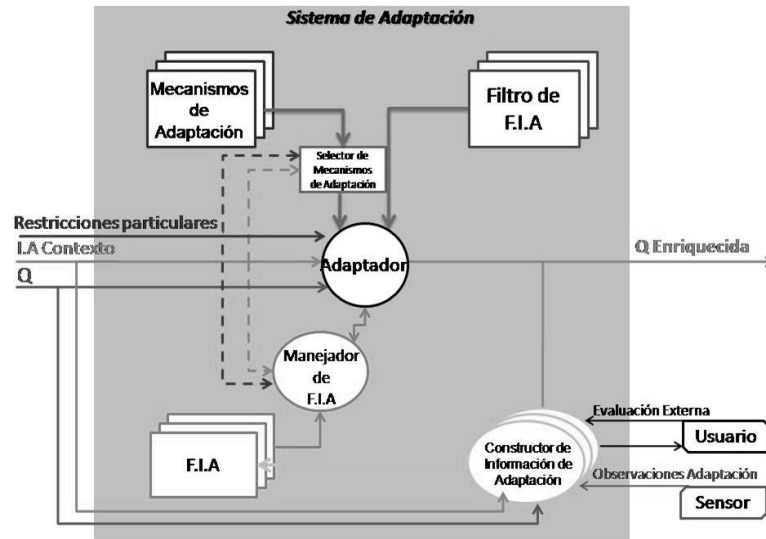


Fig. 1 Modelo de AES.

Las entradas del sistema son: la consulta que realiza el usuario al módulo de adaptación (**Q**). Adicionalmente, ingresa información externa (**I.A Contexto**) como el tipo de dispositivo con que accede el usuario, las características del entorno en el que se desenvuelve la interacción del usuario con el sistema (tales como localización, dispositivo). Debido a que la interacción del usuario con el sistema es diferente por cada tipo de usuario, las variables que se consideran del contexto pueden verse afectadas por ciertas limitaciones o restricciones. Por tal razón, el sistema recibe dichas excepciones particulares (denominadas **Restricciones particulares**) que afectan la manera de ejecutar los filtros (**Filtro de F.I.A.**).

Finalmente, es necesario que ingrese al sistema una retroalimentación brindada por iniciativa del usuario sobre la calidad y cumplimiento de expectativas de la respuesta obtenida (**Evaluación Externa**, por ejemplo, experiencia del usuario con respecto a la consulta enriquecida entregada) y las observaciones que realiza el sistema de los procesos de adaptación que ha realizado o preguntas que se resuelven sin la iniciativa del usuario (**Observaciones de adaptación**, por ejemplo, deducciones del sistema).

Como salida, el sistema genera una nueva consulta enriquecida con los elementos que contiene el sistema, teniendo en cuenta las entradas del sistema (creando una **Q enriquecida**). En el caso en el que la consulta ingresada no pueda ser enriquecida, la **Q enriquecida** será igual a la consulta inicial **Q**.

Los componentes estáticos son aquellos que son invocados al estilo de funciones y no son autónomos. Estos son: a) *Mecanismos de Adaptación*: librerías de adaptación destinadas a enriquecer la consulta **Q**; se componen de una función de enriquecimiento y una lista de filtros que pueden ser manejados por dicha función. b) *Selector de Mecanismos de Adaptación*: componente encargado de seleccionar una función de enriquecimiento. c) *Filtro*: es una función cuyos parámetros corresponden a una lista de perfiles de una misma categoría y cuyo resultado es información de alto nivel que enriquecerá la consulta. d) *Fuentes de Información de Adaptación (F.I.A)*:

cada **F.I.A** corresponde a un perfil (conjunto de características relacionadas con el fin de representar un concepto). Tal perfil tiene además una categoría (por ejemplo, usuario, localización, dispositivo, grupo) y un identificador. Los siguientes son algunos ejemplos de **F.I.A**: *Perfil de Usuario*: perfil compuesto de las características relevantes del usuario tales como sus datos básicos, preferencias (información sobre el cómo quiere algo el usuario o entre varias opciones, cuál(es) escoge el usuario; por ejemplo, preferencias de resultado, de colaboración, de presentación, de localización y de actividad), gustos (sensaciones percibidas por los sentidos) e intereses (actividades que despiertan en el usuario algún tipo de inquietud como: motivaciones, pasatiempos y temáticas). *Localización*: perfil compuesto de características del entorno en el que se desenvuelve la interacción del usuario con el sistema: ubicación, estructura (descripción física del lugar), recursos disponibles (insumos existentes que pueden ser de tipo personal, de cómputo y/o de comunicación), sociales (creencias o costumbres presentes en el entorno en el cual se encuentra el usuario) y políticas (condiciones, restricciones y sanciones implantadas). *Dispositivo*: perfil compuesto de características relevantes que posee el dispositivo como el tipo de conexión que utiliza el dispositivo, hardware (resolución de pantalla, memoria, procesador, autonomía), software (browser, aplicaciones, sistema operativo).

La definición de los perfiles depende del sistema que vaya a utilizar el framework *AES*. Internamente, cada una de las características de los perfiles se representa a través de una tupla (atributo, valor, número), en donde el *atributo* es el aspecto a ser evaluado (ejemplo: color), el *valor* es uno o varios de los posibles valores que puede tomar el atributo con el fin de darle significado en el contexto en el que se desenvuelva la interacción del usuario con el sistema (ejemplo: rojo) y el *número* corresponde a la cuantificación de la prioridad de ese valor que tiene ese atributo con respecto a lo que el usuario opina o se le deduce a partir de las interacciones del usuario con el sistema (ejemplo: el usuario señala que le gusta el rojo en un 75% de las ocasiones o, el sistema puede deducir que como el usuario ha elegido cambiar el fondo de la pantalla por rojo en un 40% de las veces, su color favorito es el rojo en un 40% de probabilidad). Las **F.I.A** pueden tener múltiples valores por atributo.

Los componentes dinámicos se comunican entre ellos y tienen la capacidad de invocar los componentes estáticos. Estos son: a) *Manejador de F.I.A*: considerando las necesidades de información de adaptación del *Adaptador*, busca los **F.I.A** que provean tal información, la extrae y se la devuelve. b) *Constructor de Información de Adaptación*: elemento cuyo fin es retroalimentar y actualizar las **F.I.A** a través del procesamiento de la **Evaluación Externa** y/o la **Observación de adaptación** (ver Entradas del Sistema). Tales actualizaciones pueden corresponder a un valor base o un conjunto de deducciones y son ejecutadas por el método “Actualizar” (*Update*). Dicho método tiene como parámetros la información proveniente de la **Evaluación Externa** y/o la **Observación de adaptación** (cuya fuente puede ser proveniente el usuario, de un sensor o recurso extra), la categoría de un perfil, el identificador de una de sus instancias y la(s) característica(s) del perfil a modificar. c) *Adaptador*: es el componente principal del sistema, encargado de utilizar todos los componentes para enriquecer la consulta realizada (es decir, generar la **Q enriquecida** a partir de **Q** y la información de adaptación). Éste suministra los parámetros (**F.I.A**) al **Filtro**. Dicho adaptador obtiene los **F.I.A** mediante una solicitud al **Manejador de F.I.A**.

4 Casos de Estudio

AES permite la adaptación de información en diferentes dominios de aplicación. A continuación se describen dos escenarios que permiten ver su utilidad en procesos educativos como complemento a los sistemas de apoyo en ambientes de aprendizaje virtuales o presenciales.

Primer escenario: Conformación de grupos estudiantiles: el profesor desea conformar un grupo de trabajo con ciertos roles (cada uno con ciertas habilidades) y un número determinado de estudiantes (**Q**), con los estudiantes de cierta clase (**I.A Contexto**). En esta ocasión, el grupo a conformar será excluyente, es decir, sólo se deben escoger los estudiantes cuyas características se ajusten más a las exigencias del grupo a conformar (**Restricción particular**). Los perfiles (**F.I.A**) que el sistema posee almacenados son el perfil de estudiante (gustos, preferencias, habilidades, estilo de aprendizaje, etc), el del profesor (gustos, preferencias, estrategias de aprendizaje, etc), el del grupo a conformar (miembros del grupo, roles, habilidades, responsables, etc) y el de clase (asignatura, temática, etc). De estos perfiles, el sistema selecciona los que se van a utilizar para enriquecer la consulta (**Manejador de F.I.A**), que serían específicamente los perfiles de los estudiantes de la clase, el del grupo a conformar y el perfil de la clase específica. A partir del conocimiento necesario de cierta clase, el profesor establece los roles necesarios para conformar el grupo, las habilidades requeridas para cada rol y el número de personas por rol. El primer filtro recibe la instancia del perfil de clase y arroja como información de alto nivel la temática de clase, los roles, sus habilidades y el número de personas a desempeñar cada rol. El segundo filtro recibe las instancias del perfil de estudiante correspondientes a los perfiles de los alumnos de la clase, arrojando como información de alto nivel, los estudiantes que cuentan con las habilidades para asumir cada uno de los roles y así conformar el grupo (**Filtros**). El sistema sigue la función Φ que establece el orden de los filtros que se deben aplicar: Clase y Estudiante: A partir de la temática de clase, los roles, sus habilidades y el número de personas a desempeñar cada rol, se seleccionan los estudiantes que se adecúen al grupo (el estudiante que pueda desempeñar un rol es aquel que se ajuste más a las habilidades requeridas). Lo anterior es la labor del **Adaptador**. Por tal razón, el Adaptador produce como consulta enriquecida: seleccionar dentro de la clase, un grupo exclusivo de estudiantes con mayor nivel en ciertas habilidades para asignarles el rol que se relacione con ellas (**Q enriquecida**). El **Constructor de información de adaptación** crea el perfil del grupo basado en las entradas dadas (roles, habilidades, número de integrantes). Adicionalmente, después de la conformación del grupo, se podría evaluar si se presentaron problemas dentro del mismo, si fueron resueltos (respondidas por los participantes del grupo) y si se logró la meta planeada (respondida por el profesor). Esto corresponde a la **Evaluación externa**. Finalmente, el sistema revisa si el grupo conformado fue exitoso (se lograron la meta planeada y se resolvieron sus problemas internos), además se podría deducir que para ese tipo de proyectos, se debe armar de nuevo el mismo grupo conformado en esta ocasión. Esta deducción se hace a partir de las **Observaciones de adaptación**.

Segundo escenario: Consulta de un estudiante acerca de un tema específico: el estudiante Juan desea realizar una consulta sobre Macro economía (**Q**). Juan se encuentra en el edificio 1, accediendo al sistema a través de su celular (**I.A**

Contexto). En esta ocasión, sólo requiere libros/artículos sobre el tema, cuyo formato electrónico tenga extensión *pdf* (**Restricción Particular**). Los perfiles (**F.I.A**) que el sistema posee almacenados son los de estudiante, localización (características ambientales y estructurales en auditorios, salones, laboratorios, *etc.*) y el de dispositivo (celular, computadores de escritorios, laptops, *etc.*). De estos perfiles, el sistema selecciona los que se van a utilizar para enriquecer la consulta (**Manejador de F.I.A**), que serían específicamente el perfil del usuario Juan, el perfil de localización acerca del edificio 1 y perfil de dispositivo correspondiente al celular a través del cual tiene acceso al sistema. El primer filtro recibe la instancia del perfil de usuario correspondiente al de Juan y arroja como información de alto nivel que Juan es un experto en el tema (Macro economía) y que aprende de una mejor manera cuando se le presenta la información en formato visual. El segundo filtro recibe la instancia del perfil de localización correspondiente al Edificio 1 y retorna como información de alto nivel que tal edificio provee baja conectividad a los usuarios que intentan conectarse desde allí. El tercer filtro recibe la instancia del perfil de dispositivo correspondiente al celular y retorna como información de alto nivel que dicho dispositivo posee una baja resolución de tipo *CGA* (**Filtros**). Considerando que el estudiante es experto, visual, que hay baja conexión y que el dispositivo de acceso tiene baja resolución, el sistema considera que se deben traer libros de Macro economía especializados y sólo se podrá enviar información almacenada en archivos pequeños (Función Φ). Como respuesta de la función de enriquecimiento (Φ) y teniendo en cuenta los filtros (experticia del usuario, conectividad del celular), el sistema sigue la función Φ que establece el orden de los filtros que se deben aplicar: primero Localización, luego Dispositivo y finalmente Usuario: ya que se encuentra en el edificio 1 (baja señal de internet) y el dispositivo posee una resolución de 320 X 200 (*CGA*), además que el usuario prefiere en esta ocasión documentos en pdf (**Restricción particular**). Debido a que Juan aprende de una mejor manera cuando se le presenta la información en formato visual, el sistema deduce que se le deben ofrecer libros digitales de Macro economía con gráficas y en formato pdf. Además, debido a que se encuentra en el edificio 1 y que su dispositivo de acceso no permite el despliegue de imágenes de más de cierto tamaño por su resolución, el sistema considera que se le deben ofrecer libros/artículos digitales con pocas imágenes o de baja resolución con el fin de que puedan ser descargados y visualizados en formato pdf únicamente (**Adaptador**). Por tal razón, el **Adaptador** produce como consulta enriquecida: Libros sobre Macro economía con gráficas, de pocos Kb y baja resolución, a ser descargados sólo en formato pdf (**Q enriquecida**). Para finalizar y retroalimentar el sistema, es necesario evaluar/validar el nivel de experticia del usuario en el tema (**Constructor de información de adaptación**); para tal fin, el sistema revisa si: ¿Juan escogió alguno de los libros/artículos sugeridos? (**Observaciones de adaptación**); además, se podría evaluar a través de un *test*, teniendo en cuenta su experticia, qué tanto le sirvieron los libros/artículos digitales sugeridos por el sistema al estudiante (**Evaluación externa**).

5 Implementación

Este framework fue desarrollado utilizando la plataforma *BESA* [8], la cual fue desarrollada en el Departamento de Ingeniería de Sistemas de la Pontificia Universidad Javeriana (Bogotá) con el fin de diseñar soluciones basadas en multiagentes.

Al implementar *AES* se estableció que los componentes dinámicos fueran representados por agentes debido a que son entidades que tienen inteligencia y proactividad con el fin de llevar a cabo su trabajo; los componentes estáticos son recursos que no son autónomos, a los cuales acceden los agentes (los componentes estáticos se convierten en recursos de tales agentes).

Para la implementación de *AES* se diseñaron dos agentes responsables de las siguientes tareas: *i)* el agente **Adaptador**, que se encarga de la generación de información de alta abstracción a partir de los perfiles utilizados en el proceso de filtrado y *ii)* el agente **Manejador de F.I.A.**, que se encarga del almacenamiento y la actualización de las *F.I.A.* Cabe anotar que los recursos del agente **Adaptador** son los **Filtros** y los **Mecanismos de Adaptación** (componentes estáticos) y los recursos del agente **Manejador de F.I.A.** son los *F.I.A.* Además, el agente **Manejador de F.I.A.** se encarga de desempeñar las funcionalidades del **Constructor de Información de Adaptación** tomando como entradas la **Evaluación Externa** y las **Observaciones de Adaptación**.

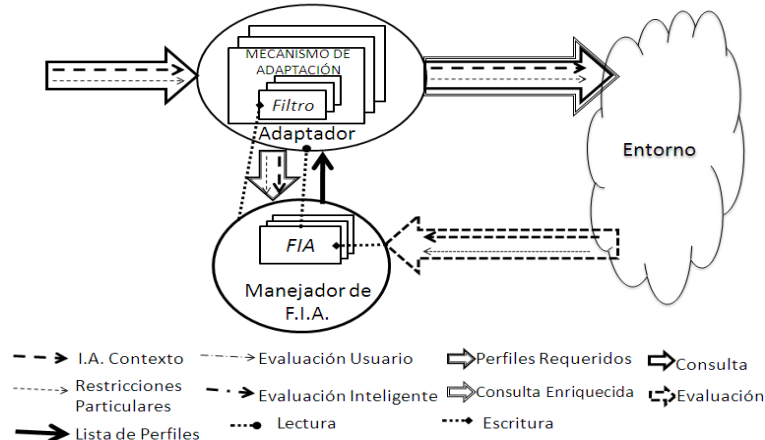


Fig. 2. Modelo de Agentes

En la Fig. 2 se puede apreciar cómo dentro de dichos agentes aparecen elementos rectangulares que representan los componentes estáticos; estos componentes corresponden a la información que manejan para su labor (*i.e.*, sus recursos). El entorno se refiere a la aplicación externa que utiliza los servicios proporcionados por *AES*. Una explicación extendida de la implementación se puede encontrar en [1].

6 Pruebas

Por limitaciones de espacio, sólo se van a mostrar algunos resultados obtenidos de las pruebas aplicadas al segundo escenario explicado en la sección 4. Se puede apreciar que cuando Juan hace la búsqueda en Google Académico puede recibir cerca de 70.500 resultados (ver Fig. 3). Estos resultados son generales y se presentan a cualquier usuario que realice la misma consulta. En Fig. 4 se puede apreciar la misma búsqueda en Google.



Fig. 3. Consulta de "Macroeconomics books" en Google Académico



Fig. 4. Consulta de "Macroeconomics books" en Google.

Usar el framework *AES* integrado con una aplicación (ver Fig. 5), en este caso Google y Google Académico, el número de resultados decrece notablemente (ver Fig. 6). Los resultados son más específicos debido a la consulta enriquecida ya que tiene más información acerca del formato del libro (.pdf), el nivel de experticia de Juan (avanzado) y restricciones del dispositivo de acceso (baja resolución).

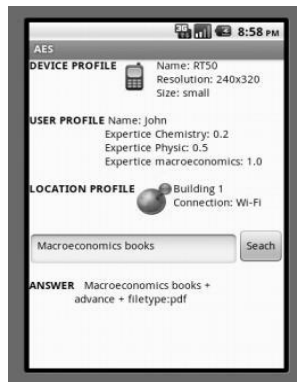


Fig. 5. Interfaz de *AES* en un Dispositivo Móvil



Fig. 6. Uso de *AES* en una aplicación ejecutada en un Dispositivo Móvil

7 Conclusiones y Trabajos futuros

AES puede ser utilizado para adaptar cualquier tipo de ambiente gracias a la utilización de filtros y mecanismos de adaptación. Lo anterior debe ser especificado por el programador según el contexto de la aplicación, integrando así de manera transparente el módulo con su propio sistema; tal integración busca enriquecer los servicios ofrecidos mediante un proceso de adaptación de información. Es por esto que el framework es considerado un módulo genérico de adaptación, porque se basa en la misma estructura lógica y de procesamiento pero se especifica según las características de cada escenario.

El uso de *AES* en el dominio educativo representa grandes ventajas al permitir dirigir los procesos educativos de acuerdo con las características particulares de cada individuo y teniendo en cuenta la evolución del proceso educativo en un grupo de participantes.

Como trabajo futuro, se plantea realizar pruebas sobre otros escenarios y articular *AES* con diferentes tipos de proyectos en diversos dominios. En particular, se busca integrar *AES* a un sistema de gestión de aprendizaje.

Agradecimientos. Este artículo es desarrollado dentro del proyecto “*AYLLU: Plataforma de Cooperación mediada por Agentes aplicada en un Contexto de E-learning Colaborativo*”, con registro COLCIENCIAS No: 1203-489-25592 y contrato CT 599- 2009. Este proyecto es apoyado por la Pontificia Universidad Javeriana (Bogotá, Colombia).

Referencias

1. Arias-Baez, M.P.; Torres-Ribero, L.G.; Carrillo-Ramos, A.; Pomares, A.; Garzón, J. P.; Gonzalez, E.: “AES: A Generic Framework for Adapting Information in Multidimensional Contexts”. In: *XXXVII Conferencia Latinoamericana de Informática (CLEI 2011)*, (Octubre 10-14, Quito, Ecuador). A aparecer (2011).
2. Bouyakoub, F.M.; Belkhir, A.: “AdaMS: An Adaptation Multimedia System for Heterogeneous Environments”. In: *Proc. of New Technologies, Mobility and Security (NTMS '08)* (Nov. 5-7, Tangier, Marruecos), pp. 1-5, (2008).
3. Buche, C., Querrec, R., De Loo, P., Chevaillier, P. “MASCARET: pedagogical multi-agents system for virtual environment for training”. In: *2nd International Conference on Cyberworlds (CW 2003)*. (December 3rd to 5th, Singapore). Pages 423 – 430. IEEE
4. CC/PP: <http://www.w3.org/TR/CCPP-struct-vocab/>.
5. Chebbine, M.; Obaid, A.; Chebbine, S.; Johnston, R.: “Internet content adaptation system for mobile and heterogeneous environments”. In: *2nd IFIP Int. Conf. on Wireless and Optical Communications Networks (WOCN)* (March 6-9, Dubai, Emiratos Árabes), pp. 346 – 350 (2005).
6. Cremene, M.; Riveill, M.; Miron, C.: “Adaptation platform for autonomic context-aware services”. In: *IEEE Int. Conf. on Automation, Quality and Testing, Robotics (AQTR)* (May 22-25, Cluj-Napoca, Rumania), pp. 298 -303 (2008).
7. Dey, A.N.; Abowd, G.D.: “Towards a Better Understanding of Context and Context-Awareness”. In: *Proc. of the 1st Int. Symposium on Handheld and Ubiquitous Computing (HUC'99)* (Sept. 27-29, Karlsruhe, Germany), pp. 304-307 (1999).

8. Gonzalez, E.; Bustacara, C.; Avila, J.: "BESA: Arquitectura para Construcción de Sistemas MultiAgentes". In: *Conferencia Latinoamericana de Informática (CLEI 2003)* (Sept. 29-Oct. 2, La Paz, Bolivia) (2003).
9. Grudin J.: "Computer-supported cooperative work: history and focus". In: *Computer*. Vol. 27, No. 5. pp. 19-26 (1994).
10. Jiang, H.; Tong, G.; Wei, H.; I-Ling, Y.; Bastani, F.: "A Flexible Content Adaptation System Using a Rule-Based Approach". In: *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*. Vol 19, pp. 127 -140 (2007).
11. Sacks, L., Earle, A., Prnjat, O., Jarrett, W., Mendeo, M. "Supporting variable pedagogical models in network based learning environments". In: *Engineering Education 2002: Professional Engineering Scenarios*. Pages 22/1 - 22/6. IEEE
12. Torres-Ribero, L.G.; Garzón, J.P.; Gonzalez, E.; Carrillo-Ramos, A.; Arias-Báez M.P.: "Agents for Enriched Services (AES): A Generic Agent - Based Adaptation Framework". In: *Int. Workshop on Adaptive Collaboration (AC 2011)* (May 23-27, Philadelphia, USA) (2011).
13. Wan, X., Okamoto, T. "Building learner profile for group learning recommender system from learning process". In: *International Workshop on Intelligent Systems and Applications 2009*. Pages 1 -4. IEEE
14. World Wide Web Consortium (W3C), <http://www.w3.org/Consortium/>