

Evaluando y Monitoreando Actividades Colaborativas en Dispositivos Móviles

Evaluating and Monitoring Activities in Mobile Devices

PhD. César A. Collazos O.¹, Jaime A. Alvira M.¹, Dustin F. Martínez R.¹, PhD. Jovani Jiménez², PhD. Ruth Cobos³, Jaime Moreno³

¹{ccollazo, jalvira, dmartinezromo}@unicauca.edu.co

²jajimen1@unal.edu.co

³{Ruth.Cobos, jaime.moreno}@uam.es

Recibido para revisión 28 de Noviembre de 2007, aceptado 14 de Febrero de 2008, versión final 28 de Febrero de 2008

Resumen—La tendencia actual al momento de evaluar una actividad grupal es observar solamente los resultados finales. Un subconjunto de estas actividades son las colaborativas. En ellas, además de evaluarse los resultados finales, debe tenerse en cuenta el proceso utilizado por el grupo para cumplir los objetivos propuestos. Por esto, la ejecución de un monitoreo constante sobre la actividad durante su ejecución permite obtener información de aquellos datos que en una actividad no colaborativa serían despreciados. Además de esto es necesario tener en cuenta el contexto en el que se desarrolla la actividad puesto que en todos los casos la forma de interactuar es distinta, ya sea que se haga cara a cara, a través de computadoras o de dispositivos móviles celulares. En el presente trabajo se expone un modelo que permite obtener la información necesaria para evaluar correctamente el desarrollo de una actividad colaborativa trabajando con dispositivos móviles. Además, se presenta una aplicación que permite ser monitoreada por una plataforma basada en el modelo expuesto.

Palabras Clave— E-learning y Ambientes Colaborativos de Aprendizaje, Evaluación, Dispositivos Móviles, Indicadores de Colaboración

Abstract— The current trend when evaluating a group activity is to observe just the final results. A subset of these group activities are the collaborative activities. In collaborative activities it is not only important evaluating the final results but the process developed by the group to complete their objectives. In order to do this a constant monitoring must be executed on the activity during its development, allowing to obtain information from otherwise ignored raw data. Besides, it is necessary to bear in mind the context in which the activity takes place, because in every case the interaction model is different, even if the activity is developed face-to-face, through computers or through cellular phones. This work proposes to define a model that allows obtaining the necessary raw data in order to evaluate correctly the development of a collaborative activity taking place in cellular phones. Furthermore, a mobile phone application that will be

supervised by a platform based in the proposed model will be presented.

Keywords—E-Learning and Collaborative Learning Environments, evaluation, mobile devices, collaboration indicators

I. INTRODUCCIÓN

Las actividades colaborativas se definen como aquellas en las cuales el trabajo se desarrolla conjuntamente entre varias personas iguales o con roles distintos. En ellas se logra un balance perfecto entre las metas individuales y las grupales. Para lograr un adecuado conjunto de resultados de un trabajo colaborativo se debe lograr esta última condición. De todas maneras, el trabajo o aprendizaje, según sea el caso, siempre será desarrollado en grupos [14].

Cuando decimos "colaborativo" nos referimos a que la actividad (o el aprendizaje) se conduce en grupos de personas a quienes individualmente se les asignan roles y metas que deben ser cumplidas para el correcto desarrollo de la actividad [1]. La actividad debe ser vista de cerca por una persona que es la responsable de vigilar el desarrollo de la misma y de proveer toda clase de apoyo al grupo. Esta persona, a quien se denomina *Facilitador* es el encargado de evaluar el desempeño del grupo al desarrollar la actividad, y para esto no debe orientarla ni conducirla; lo que puede hacer es intervenir cuando los participantes lo soliciten, o cuando él lo crea conveniente.

El criterio en el cual se basa el facilitador para determinar en qué momento intervenir sólo puede obtenerse mediante el constante monitoreo de la actividad, obteniendo de éste un conjunto de métricas e indicadores que se capturan analizando las características de los mensajes y acciones realizadas por los participantes durante el desarrollo de la actividad [2]. Cuando la

actividad es realizada persona a persona, y no a través de herramientas, la naturaleza del monitoreo es meramente manual, y se hace necesaria la presencia permanente del facilitador de la actividad en el lugar de desarrollo de la misma. En este caso, el facilitador debe estar consciente de todas las interacciones y mensajes que se presenten durante el desarrollo de la actividad. Esta tarea de monitoreo es dispendiosa para el facilitador. El trabajo cooperativo soportado por computadora (del inglés Computer Supported Cooperative Work CSCW) y el aprendizaje colaborativo soportado en computadora (del inglés Computer Supported Collaborative Learning CSCL) tienen la ventaja de que toda la actividad puede ser registrada y analizada posteriormente o en tiempo real por el facilitador. Una interfaz que registre y recopile los mensajes que ocurren entre los participantes, y que asista al facilitador en su clasificación será de gran ayuda para determinar si la actividad se está desarrollando adecuadamente.

En este trabajo se plantea un modelo para la construcción de una plataforma que apoye el monitoreo y la evaluación de actividades colaborativas desarrolladas utilizando dispositivos móviles celulares. En la siguiente sección se exponen las características que hacen colaborativa a una actividad y la importancia de la realizar una evaluación basada en el monitoreo de dichas actividades colaborativas. La sección III describe las características del trabajo colaborativo implantado en dispositivos móviles celulares. En la sección IV se trata el tema de las métricas, los indicadores de cooperación y cómo ésta información recolectada a través del monitoreo pueden ayudar a obtener una evaluación de una actividad colaborativa. En la sección V se expone un modelo para evaluar actividades colaborativas soportadas en dispositivos móviles. La sección VI trata de la aplicación del modelo propuesto. En la sección VII se describe las características de una aplicación desarrollada para modelar una actividad que pueda ser monitoreada. La sección VIII contiene los resultados de la experimentación hecha sobre la actividad descrita en la sección VII, y finalmente se mencionan algunos trabajos futuros y otros que se están desarrollando en la sección IX.

II. ACTIVIDADES COLABORATIVAS

Es importante declarar explícitamente las diferencias que existen entre el trabajo colaborativo y el trabajo grupal. Johnson *et al.* [3] definen el aprendizaje colaborativo como "el uso institucional de grupos pequeños en el que los estudiantes trabajan juntos con el propósito de maximizar su aprendizaje y el de sus compañeros", identificando cinco componentes esenciales:

- Interdependencia positiva clara entre los estudiantes
- Interacción cara a cara
- Responsabilidades individuales
- Énfasis en las habilidades interpersonales y de pequeños grupos

- Los procesos deben estar disponibles para la revisión del grupo para mejorar la efectividad

La interdependencia positiva es el corazón de las actividades colaborativas. Para alcanzar la interdependencia positiva no es suficiente con poner al grupo a trabajar cohesivamente. La interdependencia positiva es la razón que tiene el grupo para colaborar, y de esta forma convertir el trabajo grupal en trabajo colaborativo [16]. El trabajo grupal puede evaluarse con la simple medición de sus resultados, pero en el trabajo colaborativo debe observarse todo el proceso llevado a cabo y las interacciones entre los participantes del grupo a fin de obtener una calificación adecuada.

Para poder apoyar el monitoreo y la evaluación de los procesos colaborativos, primero es necesario entenderlos, y posteriormente será posible obtener métodos para evaluarlo. Este proceso de evaluación es necesario porque nos ayuda a identificar las debilidades que tiene el grupo para trabajar colaborativamente, para con esto saber qué puntos son necesarios reforzar para que el grado de colaboración sea mayor, y de esta manera obtener un mejor resultado; ya que un mejor proceso colaborativo debe concluir en un mejor resultado final. [2]. El monitoreo de dicha actividad colaborativa apoyará tanto el proceso de evaluación como el proceso de intervención en la actividad..

Para mejorar el proceso de colaboración es completamente necesario ejecutar una evaluación precisa. Uno de los aspectos más importantes en la evaluación de los procesos colaborativos es la definición de una serie de criterios que sirvan para calificar la colaboración desarrollada en ese proceso. Ese aspecto puede ayudarnos a decidir, bajo ciertas circunstancias, qué grupo tiene el mejor desempeño en una actividad colaborativa o qué personas tienen la facilidad de colaborar con los demás participantes del grupo. Además, sirven de apoyo para determinar en qué momento la persona encargada de la actividad debe intervenir en el desarrollo de la misma. Estos criterios son los *indicadores de colaboración*, y serán definidos posteriormente.

En general, en las actividades colaborativas se definen dos roles primordiales: *Facilitador y Participante*. El facilitador es la persona que está encargada directamente del resultado de la actividad. En el aprendizaje colaborativo, el rol del facilitador puede ser ejecutado por el profesor o el tutor de las personas que desarrollan la actividad. Los Participantes son precisamente quienes realizan la actividad colaborativa, basándose en las reglas y normas definidas implícita o explícitamente al inicio de la misma [1].

III. ACTIVIDADES COLABORATIVAS EN DISPOSITIVOS MÓVILES

La estructura presentada en la sección anterior fue definida para cualquier actividad colaborativa que se lleve a cabo utilizando grupos pequeños de participantes en escenarios de

aprendizaje sincrónico, es decir; cara a cara, al mismo tiempo y en el mismo lugar.

A Desventajas

Es importante resaltar que para el trabajo de un proceso colaborativo basado en dispositivos móviles celulares, como es el objetivo de este trabajo, es necesario definir una actividad que se preste para solventar los problemas de colaboración que implica el uso de estos dispositivos. Se identificaron tres problemas mayores:

1) Ubicuidad

El inconveniente más grande causado por el uso de dispositivos móviles como herramientas para ejecutar la colaboración radica en que la interacción entre los participantes de la actividad no necesariamente se hace frente a frente, como es sugerido por múltiples autores en sus definiciones de colaboración y aprendizaje colaborativo [4] [5] [6]. La amplia cobertura de las redes celulares en la actualidad y las grandes facilidades que hay para la comunicación entre personas hacen que, teóricamente sea posible acceder a una aplicación desde cualquier lugar.

Para esto, es necesario que la actividad a desarrollar permita altos niveles de cooperación (interdependencia positiva, responsabilidades individuales, interacción cara-a-cara, uso apropiado de habilidades colaborativas y auto evaluación regular del grupo) sin necesidad de estar frente a frente (actividad distribuida); esto es, haciendo una comunicación exclusiva por el dispositivo móvil.

2) Interfaz de comunicaciones

Para que una actividad sea completamente colaborativa, se requiere que los participantes de la misma puedan comunicarse con sus compañeros de grupo. Para esto es importante que la comunicación sea voz a voz, o a través de una interfaz de comunicación muy eficiente.

Para realizar el monitoreo y posteriormente la evaluación de la actividad colaborativa es necesario que todo el flujo de comunicación entre los participantes quede registrado para su clasificación. Hacer el monitoreo y registro de las comunicaciones de voz se hace muy complejo con las herramientas con las que se cuenta en la actualidad. Esto obliga a que la comunicación se haga enteramente mediante texto.

Una de las limitaciones más grandes al utilizar dispositivos móviles celulares es que el ingreso de texto se hace a través del teclado alfanumérico (a veces utilizando las ayudas que traen algunos celulares, como el ingreso de texto predictivo) o de teclados de pantalla táctil. De cualquier forma, y a pesar de estas opciones, el teléfono móvil celular no se logra convertir en una herramienta que permita enviar texto rápidamente. Las actividades sincrónicas, debido a los bajos tiempos de respuesta que necesitan no pueden basar su comunicación únicamente

en el texto.

Las opciones que tenemos son las siguientes: utilizar ayudas tecnológicas que faciliten la comunicación en tiempo real de los participantes (actividad sincrónica) o seleccionar una actividad en la cual los participantes no necesiten comunicarse de forma inmediata ni desarrollar la actividad al mismo tiempo (actividad asincrónica).

3) Tamaño de la pantalla

Una tercera desventaja identificada es relacionada con el tamaño de la pantalla de los celulares. Por lo general los despliegues de cristal líquido (LCD) son muy pequeños, lo cual no permite se muestre mucha información simultánea en ellos, por lo que la actividad a desarrollar debe tener en cuenta esta limitación.

B Ventajas

1) Movilidad

La principal ventaja que se obtiene al utilizar los dispositivos móviles celulares es su misma esencia: la movilidad. Esto se manifiesta en el hecho de poder realizar la actividad colaborativa mientras se desplaza de un lugar a otro y no estar sujeto a una ubicación geográfica mientras esto ocurre.

Esto representa una gran desventaja de las aplicaciones para computadoras de escritorio, ya que estos equipos disponen de conectividad limitada cuando necesitan comunicarse con otros (ya sea utilizando Ethernet, Bluetooth, Wi-Fi, WiMAX, o un módem PSTN), mientras que los dispositivos móviles celulares pueden comunicar toda clase de datos a otros equipos haciendo uso de la red celular proporcionada por la gran cobertura de los operadores telefónicos.

2) Conveniencia

Además de la movilidad, por su gran utilidad, los teléfonos móviles celulares se han convertido en una herramienta indispensable para las personas. Quienes hacen uso de los teléfonos móviles lo llevan consigo todo el tiempo. Esto hace que una aplicación implantada en un dispositivo móvil pueda realizarse en el momento en que se requiera.

IV. INDICADORES DE COOPERACIÓN EN DISPOSITIVOS MÓVILES

La opción que se tiene para evaluar el proceso colaborativo que un grupo realiza es utilizando información obtenida a través del monitoreo de la actividad durante su desarrollo. Esa información debe ser cuantificable y de fácil interpretación. Por esta razón se hará uso de métricas para dictaminar la evaluación del grupo. Una métrica es un valor numérico o nominal asignado a características o atributos de un objeto tangible o intangible a partir de un conjunto de datos observables, consistentes con la intuición y válido en todo momento [19].

Las métricas ayudan a determinar el desempeño del sistema, del participante y del grupo, y pueden ser observadas individual o colectivamente mientras que se ejecutan las actividades grupales. Métricas tales como tiempo, cantidad de mensajes o longitud de los mensajes y otros eventos contables son directamente medibles, y a menudo pueden ser recolectados automáticamente [7].

Para evaluar una actividad que corresponda a las características expuestas en la sección II de este artículo, es necesario definir un conjunto de indicadores obtenidos directamente de las métricas recolectadas durante el desarrollo de la actividad. Guerrero *et al.* definen cinco indicadores para determinar el desempeño de un grupo en una actividad colaborativa [8][9][10]. Un sexto indicador es propuesto para aplicarse a actividades colaborativas desarrolladas en dispositivos móviles, teniendo en cuenta las ventajas y desventajas que éstos ofrecen.

A Aplicación de estrategia

Johnson y Johnson [11] afirman que una estrategia es "producir un único producto o poner en su lugar un sistema de evaluación donde las recompensas sean basadas en puntajes individuales y en el promedio para el grupo como un todo".

Teniendo en cuenta que la actividad es asincrónica, sería necesario que el grupo defina una serie de horarios, turnos, actividades condicionales y responsabilidades específicas para crear una estrategia consistente. Este indicador será determinado por la calidad de la estrategia definida antes del inicio de la actividad y de qué tan consistente ha sido el grupo al momento de aplicar dicha estrategia.

B Cooperación intra-grupal

Este indicador corresponde a la aplicación de estrategias colaborativas definidas previamente durante el proceso de trabajo grupal. Este indicador revela qué tanta comunicación hubo entre los participantes, y se determina directamente observando el número de mensajes que solicitan y proveen ayuda [15].

C Revisión de criterio de éxito

Este indicador refleja el interés que tiene cada participante en el desempeño individual y colectivo de la actividad. Se mide en una escala porcentual, y se obtiene observando el número de veces que se revisa el grado de cumplimiento de los objetivos y el número de mensajes relacionados con la solicitud de dicha información.

D Coordinación

El objetivo de este indicador es el de supervisar si los miembros del grupo mantienen las estrategias escogidas para solucionar el problema manteniéndose enfocados en las metas y en el criterio de éxito, o si necesitaron de mensajes que los ayudaran a confirmar o encausar mejor la estrategia (mensajes

de coordinación). Si un miembro del grupo no mantiene el comportamiento esperado, el grupo entero no alcanzará la meta común. Este indicador se obtiene comparativamente: este indicador será más alto entre menos mensajes de coordinación haya necesitado un grupo.

E Desempeño

Este indicador muestra el desempeño general del grupo basándose en el resultado final de la actividad. Este resultado final es medido utilizando tres factores: calidad, trabajo y tiempo. La calidad se obtiene según el grado de cumplimiento del objetivo global por parte del grupo, el trabajo se determina observando qué tanta comunicación hubo entre los miembros del grupo y el tiempo es relativo a la rapidez con la que se desarrolló la actividad.

F Eficiencia y aprovechamiento de recursos

Este indicador se ha planteado para actividades colaborativas en dispositivos móviles. Muestra el nivel de uso de recursos en términos de eficiencia y aprovechamiento de los mismos. Se obtiene teniendo en cuenta tres factores principales:

- 1) *Eficiencia en la comunicación*: debido a que en dispositivos móviles la comunicación no se hace frente a frente, es importante que la forma en que los participantes se comunican sea lo más eficiente posible. Este factor se determina dependiendo de si los mensajes contienen abreviaciones, emoticons o protocolos de comunicación, o si esto se definió como estrategia antes de iniciar la actividad.
- 2) *Eficiencia en la toma de decisiones*: en una actividad sincrónica que se desarrolle cara-a-cara, no se tienen en cuenta los tiempos de reacción porque estos suelen ser inmediatos. Cuando se trata de una actividad asincrónica y distribuida, estos tiempos de reacción son trascendentales. Es decir, este factor será mayor mientras más corto sea el tiempo transcurrido entre la aparición de una eventualidad y su solución.
- 3) *Movilidad*: con el propósito de aprovechar todo el potencial de los dispositivos móviles, la actividad debe soportar movilidad total de sus participantes, es decir, se debe apoyar el hecho de que las interacciones se hagan desde distintos lugares. Será medido comparativamente dependiendo de los lugares desde donde se acceda a la aplicación.

V. MODELO DE MONITOREO Y EVALUACIÓN

Para poder medir los indicadores es necesario plantear una plataforma con una arquitectura sólida que permita obtener la mayor cantidad de información de los mensajes que se envían entre los dispositivos móviles. En la Fig. 1 se presenta un modelo para el monitoreo de actividades colaborativas en dispositivos móviles.

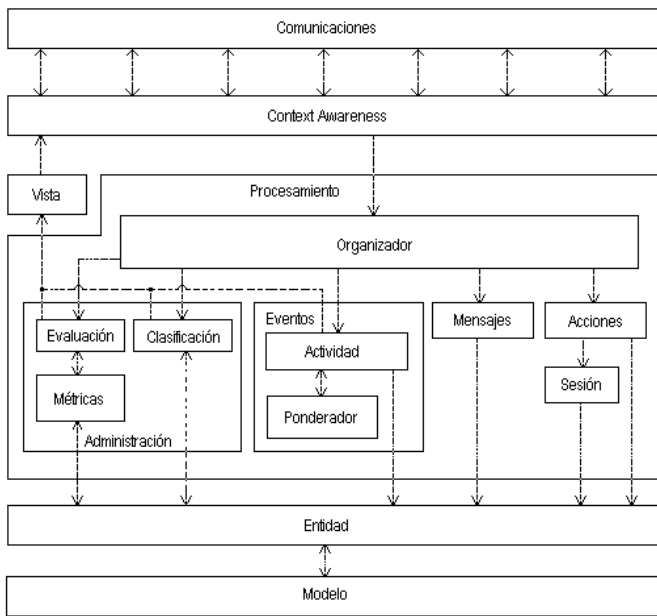


Fig. 1 Modelo de bloques para el monitoreo de aplicaciones colaborativas en dispositivos móviles.

Respecto al monitoreo, Johnson & Johnson [17], plantean un modelo de 3 pasos:

- Observar si los estudiantes están trabajando juntos.
- Observar si los estudiantes están haciendo el trabajo bien.
- Dar retroalimentación.

El modelo de monitoreo propuesto por Johnson & Johnson es fácilmente aplicable si la actividad es de interacción directa entre los participantes, es decir, si ninguna tecnología media en la colaboración. En el caso de la colaboración basada en dispositivos móviles, se hace necesaria la inserción de un ente de monitoreo que facilite la obtención de estos datos en forma de métricas e indicadores que puedan ser observados y analizados en cualquier momento, tanto al finalizar como durante el desarrollo de la actividad colaborativa.

Una plataforma de monitoreo basada en este modelo estará en capacidad de almacenar toda la comunicación que se haga entre los participantes de una actividad colaborativa soportada en dispositivos móviles, con el propósito de que un facilitador de la actividad pueda revisar todo el flujo de la comunicación entre los participantes para vigilar el desarrollo de la misma, saber en qué momento es necesaria una intervención suya y para poder determinar con mayor precisión un índice de colaboración.

A Bloque de comunicaciones

Este bloque es el encargado de las comunicaciones entre los dispositivos móviles y el resto de la plataforma. La arquitectura planea que este bloque esté compuesto de varios sub-módulos que permitan la comunicación utilizando distintos medios (SMS,

HTTP, Bluetooth, WiFi) dependiendo de las capacidades y las necesidades del Participante o del Facilitador.

B Bloque de context awareness

En términos de aprendizaje colaborativo, *contexto* es "cualquier información que pueda ser utilizada para caracterizar la situación de cualquier entidad de aprendizaje que sea considerada relevante para las interacciones"[21].

Con la inserción de un bloque de Context Awareness, el modelo propuesto está en la capacidad de detectar esta información contextual brindada por el usuario. De esta forma permite, que los usuarios ejecuten sus labores de colaboración desde distintos dispositivos móviles que cumplan con ciertas características. Contenido discriminado puede brindársele a los usuarios solamente si el modelo es consciente de las capacidades que estos tienen [12],[13]. Es decir, dependiendo de las capacidades específicas de hardware, software y de conexión que posea el cliente, será necesario brindar y recibir distintas calidades de contenido, utilizar distinta codificación de la información y aprovechar un distinto canal de comunicación.

C Bloque de procesamiento

Este bloque es el encargado de determinar la naturaleza de las comunicaciones que se llevan a cabo entre los participantes de la actividad, a través de sus sub-módulos.

- 1) *Organizador*. Este bloque se encarga de discernir el tipo de comunicaciones que son recibidas por la plataforma. Los divide en cuatro clases: Eventos (interacciones propuestas por la actividad), Mensajes (comunicaciones entre los participantes o entre el facilitador y los participantes), Acciones (interacciones no propias a la actividad, como inicio de sesión, chequeo de estatus, etc.) y Comunicaciones de Administración (relevantes al facilitador de la actividad)
- 2) *Eventos*: este es el bloque específico de la actividad que se está realizando. Contiene las características propias de cada actividad colaborativa que será monitoreada. Es necesario que cada uno de los eventos tenga un valor, que será dado por el bloque Ponderador.
- 3) *Mensajes*: este bloque obtiene todos los detalles de un mensaje (remitente, destino, asunto, fecha y hora) con el propósito de almacenarlo, para que posteriormente el facilitador de la actividad lo tenga en cuenta al momento de obtener una calificación
- 4) *Acciones*: las acciones hechas por los participantes de la actividad serán interpretadas por el modelo y almacenadas para tenerse en cuenta al momento de obtener una calificación. Estas acciones son generales para todas las actividades, como por ejemplo Inicio de sesión, Finalización de sesión, Fin de la actividad, Revisión de criterio de éxito, Lectura de mensajes, etc.
- 5) *Administración*: corresponde a toda la comunicación hecha por y dirigida al facilitador de las actividades. Contiene

un módulo de clasificación de mensajes que ayudará al facilitador a determinar la naturaleza de los mensajes (estrategia, trabajo estratégico, coordinación de estrategia, trabajo, coordinación, revisión de criterio de éxito y laterales) [2]. Además, contiene un módulo de evaluación que permitirá obtener una calificación del trabajo grupal (indicadores de cooperación, ver sección V) basándose en las métricas obtenidas a través de los eventos, acciones y de la clasificación de los mensajes de los participantes.

D. Bloque de vista

Este bloque define la forma como serán visualizados los datos que arroja el bloque de procesamiento.

E. Bloques de entidad y de modelo

Estos bloques definen las clases persistentes de la actividad y las conexiones a la base de datos donde se almacenará dicha información.

VI. APLICACIÓN DEL MODELO

La intención principal de la aplicación de un modelo como el que se propone en este trabajo es la de facilitar la evaluación de los procesos colaborativos que son monitoreados por él. Con la información recolectada en las bases de datos, discriminada según los grupos de trabajo, y apoyada en una interfaz de calificación, se facilita en gran cuantía la tarea de un facilitador. Esta información puede ser analizada cuantitativamente por un experto o directamente por un agente de software que es invocado por el sistema, con el propósito de discernir qué grupo trabajó mejor, cómo se deben formar los grupos de trabajo y otras tendencias de comportamiento de los participantes.

Una evaluación eficaz y pertinente permitirá al interesado en la actividad colaborativa obtener mejores resultados de la misma, ya que un buen proceso colaborativo implica un buen resultado, pero un buen resultado no necesariamente implica que se llevó a cabo un buen proceso colaborativo. De aquí nace la necesidad de evaluar todo el proceso colaborativo para determinar correctamente una evaluación de la actividad desarrollada [23].

Este modelo está actualmente siendo validado con su implantación en una plataforma de monitoreo de actividades colaborativas soportadas en dispositivos móviles.

Esta plataforma de monitoreo cumple con las características expuestas en la sección V. Los participantes de la actividad colaborativa acceden a ella mediante sus dispositivos móviles. La información de mensajes, eventos y acciones que ellos

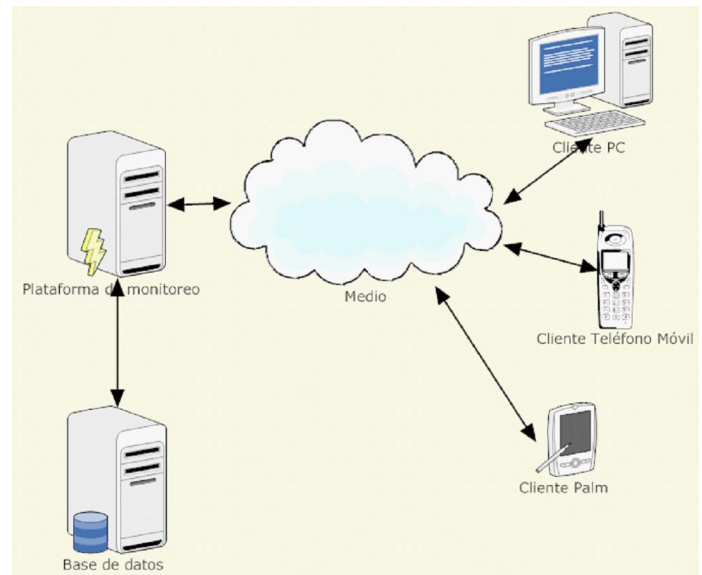


Fig. 2 Plataforma de monitoreo basada en el modelo de evaluación de actividades colaborativas

realicen es enviada a través del medio de comunicaciones escogido y almacenada por la plataforma de monitoreo en la base de datos. El medio de comunicaciones varía dependiendo de las capacidades del dispositivo móvil, y la responsabilidad de saber cómo comunicar a cada participante recae sobre los módulos de Comunicaciones y Context Awareness (ver sección V, modelo de monitoreo y evaluación).

A esta información almacenada puede acceder el facilitador utilizando la interfaz dispuesta para ello. Desde allí puede ejecutar todas las tareas que tenga pendientes: clasificación de mensajes, cuantificación de indicadores y calificación de la actividad. La clasificación de los mensajes debe realizarse durante el transcurso de la actividad con el fin de llevar un seguimiento del desarrollo de la misma para poder cumplir con la responsabilidad que tiene de intervenir cuando los grupos tienen dificultades para colaborar [11].

Las acciones del facilitador de la actividad colaborativa pueden ser realizadas desde un PC de escritorio, un equipo portátil, una PDA o un dispositivo móvil celular según lo requiera, ya que no se ven restringidas a un solo modo de acceso. Esto se debe a que las tareas del facilitador son externas a la actividad colaborativa realizada por los participantes. Al no limitar la forma de acceso del facilitador a la interfaz de evaluación se garantiza que su tarea será menos dispendiosa. Por el contrario, por su naturaleza, las actividades de los participantes son desarrolladas utilizando únicamente dispositivos móviles.

VII. CASO DE ESTUDIO: COLLAPPET

Con el propósito de validar el modelo de monitoreo y evaluación propuesto en el presente artículo, se desarrolló una aplicación colaborativa soportada en dispositivos móviles

basada en el modelo de una actividad. Esta actividad cumple con las características necesarias para poder ser monitoreada por la plataforma; además tiene en cuenta las limitaciones expuestas en la sección III, consistiendo en una actividad simple, asincrónica y distribuida.

El objetivo principal de la actividad es el de cuidar a una mascota virtual, salvándola de los peligros e imprevistos que le puedan ocurrir. La actividad se desarrolla en grupos de tres participantes con roles distintos: Cuidador, Recreacionista y Entrenador. El Cuidador es el encargado del bienestar de la mascota, el Recreacionista es el encargado de su diversión y el Entrenador es el encargado de su educación.

Las acciones que puede ejecutar cada uno de los roles han sido previamente definidas:

- 1) *Cuidador*: es el encargado de dar la alimentación a la mascota y llevarla al veterinario (fig. 3). Las opciones que tiene para alimentarla son las siguientes: pizza, frutas, concentrado, carne, hueso y agua.



Fig. 3 Interfaz del participante Cuidador

- 2) *Recreacionista*: es el encargado de jugar con la mascota y de sacarla de paseo (fig. 4). Las opciones que tiene para jugar con la mascota son las siguientes: balón, frisbee, vara, peluche y zapato.

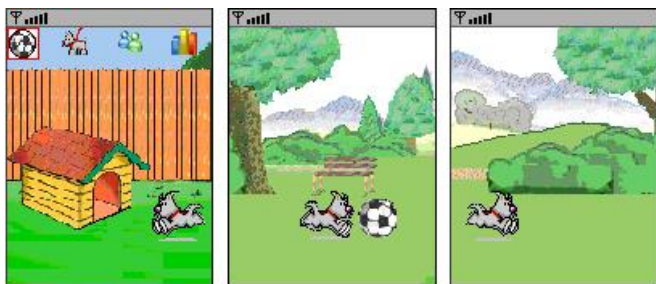


Fig. 4 Interfaz del participante Recreacionista

- 3) *Entrenador*: es el encargado del aseo y el adiestramiento de la mascota (fig. 5). Las opciones que tiene para asearla son las siguientes: champú, jabón, dentífrico, toalla y peine.

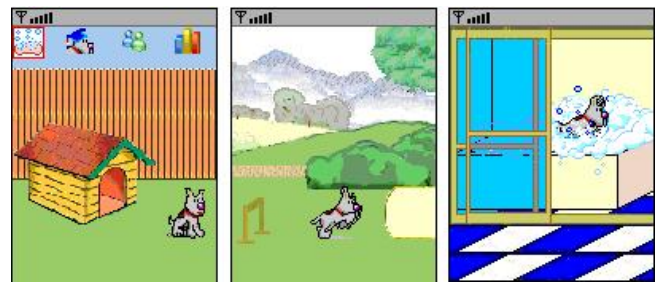


Fig. 5 Interfaz del participante Entrenador

La actividad tiene un tiempo de duración definido, desde su iniciación hasta su finalización. Durante este tiempo los participantes deben ejecutar acciones sobre la mascota para cumplir con el objetivo. La actividad es asincrónica, ya que no se pueden ejecutar dos acciones sobre la mascota al mismo tiempo (e.g. bañarla y pasearla). Esto hace necesario que los participantes definan una estrategia basada en horarios para que esto no ocurra. El estado de la mascota depende de tres medidores (bienestar, diversión y educación); donde cada rol es responsable de uno de estos medidores, y las acciones que ellos ejecutan afectan el estado general de la mascota, es decir modifican en cierta medida cada uno de los medidores, ya sea aumentándolo o disminuyéndolo (fig. 6).



Fig. 6 Interfaz de visualización de medidores

El facilitador de la actividad hará ingreso a una interfaz Web desde la cual podrá observar el desarrollo de la misma, ver la lista de mensajes, crear nuevos grupos, modificar las ponderaciones de cada acción y evaluar una actividad una vez esta haya terminado.

En esta actividad, la interdependencia positiva es apoyada dándole a cada rol información parcial sobre el estado de la mascota. Por ejemplo, el Cuidador que es el encargado del bienestar no puede ver el medidor de bienestar sino el medidor de educación. De esta forma se hace necesario que los participantes se comuniquen con los demás miembros del grupo para conocer esta información faltante. Además de esto, ninguno de los participantes puede hacer las tareas que realizan los otros dos participantes, sólo puede realizar las tareas que le son asignadas a su rol. Esto se conoce como interdependencia positiva de recursos [16].

La comunicación entre los participantes de la actividad debe hacerse únicamente a través de la aplicación, utilizando una interfaz dispuesta explícitamente para ese propósito en la cual escriben los mensajes a ser enviados a uno o a todos los integrantes del grupo y leer los mensajes que le han sido enviados (fig. 7). Esto se hace con el fin de que todas las comunicaciones puedan ser registradas por la plataforma de monitoreo.

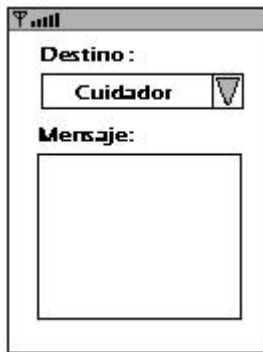


Fig. 7 Interfaz de envío de mensajes

La actividad se desarrolla durante el transcurso de un tiempo que se define por el facilitador al iniciar la actividad, en el cual se llevan a cabo todas las interacciones. Al inicio de la actividad se les informa a los participantes de este plazo, y que al finalizar el mismo se hará un "concurso de mascotas". En este concurso se obtendrá una calificación para la mascota, y esta corresponderá al promedio (puntaje unificado) de los indicadores obtenidos por el monitoreo de la actividad (fig. 8) por parte del facilitador utilizando la plataforma [2].



Fig. 8 Interfaz de finalización de actividad

VIII. EXPERIMENTACIÓN Y RESULTADOS

Se elaboró una fase de experimentación en la cual dos grupos hicieron uso de la herramienta. Los grupos fueron los siguientes:

- Grupo A: En este grupo las tres personas de 9, 13, y 24 años se conocen entre si y son conscientes de quiénes son sus compañeros de grupo.
- Grupo B: En este grupo los participantes son personas desconocidas entre ellos. Los miembros no supieron

quienes eran sus compañeros hasta el final de la actividad. Sus edades son: 24, 25 y 30 años.

La experimentación se dividió en tres fases. La primera fase consistió en una charla individual con cada uno de los participantes acerca de los objetivos y la mecánica de la actividad (pre-proceso). La segunda fase tuvo una duración de seis días y durante ese transcurso se llevó a cabo la actividad de cuidado de la mascota (proceso). La tercera fase consistió en la evaluación de los resultados y la elaboración de dos encuestas: una de aspectos generales de la actividad y otra sobre evaluación heurística de usabilidad de la aplicación.

Después de la encuesta realizada se obtuvieron algunas conclusiones:

- *Es preferible que los integrantes del grupo no sean conscientes de la identidad de sus compañeros para facilitar el monitoreo:* en el grupo A hubo comunicación por fuera de la plataforma por el hecho de que sus integrantes conocían la identidad de sus compañeros. Todos estos mensajes no fueron monitoreados por la plataforma, con lo cual se hace difícil la obtención de indicadores totalmente verídicos.
- *El nivel de escolaridad influye en el comportamiento de un grupo:* El grupo B desarrolló una pseudo-estrategia de comunicación, en la cual las acciones se reportaban a sus compañeros, ya sea al iniciar o al finalizar la actividad. En el grupo A no existió una estrategia definida, ya que se podría pensar que los participantes más jóvenes se enfocaron mucho en la parte lúdica de la actividad, y poco en la parte colaborativa.
- *Cuando se desconoce la identidad del destinatario de un mensaje, los remitentes prefieren claridad en lugar aprovechamiento del recurso:* En el grupo B los mensajes fueron más claros y menos abreviados. Esto pudo deberse a que, como no conocían la identidad de las personas con quienes estaban interactuando, no sabrían si podrían interpretar erróneamente los mensajes. Por el contrario, en el grupo A los mensajes generalmente tuvieron mayor protocolo de abreviación que en el grupo B.

IX. TRABAJOS RELACIONADOS

En la actualidad existe un modelo de evaluación de actividades de aprendizaje colaborativo soportado por computadora (CSCL) propuesto por Crook [18], enfocado principalmente en el análisis de los conjuntos de acciones realizadas por un grupo de estudiantes. A estas acciones se les llaman "interacciones", y a través de su análisis se pretende obtener toda la información posible sobre el comportamiento individual y colectivo en la toma de decisiones, y sobre las motivaciones que llevan a ellas. Este modelo se enfatiza únicamente en el aprendizaje colaborativo a través de computadora basándose en la activación de alguna de las tres técnicas colaborativas

propuestas por el autor: Articulación (a través de la cual el desarrollo de un planteamiento en un espacio al que puede acceder una comunidad de personas puede ayudar a interiorizar o estructurar conocimientos a compañeros que no los tenía bien asentados), conflicto (que afirma que únicamente una persona activará sus mecanismos de "replanteamiento" si hay otra que esté contradiciendo sus palabras o acciones) y cooperación (mecanismo de colaboración en el lenguaje que es considerado como una actividad social a través de la cual es posible la construcción social del conocimiento).

Ya que el estudio hecho por Crook en este modelo de evaluación analiza sólo actividades colaborativas para aplicaciones con computadoras de escritorio, sus características no pueden ser aplicadas completamente en un entorno de trabajo colaborativo basado en dispositivos móviles como el que se propone en el presente artículo,

Como este, existe otro método para modelar entornos colaborativos llamado Modelo APRI [20] por sus siglas en inglés (Action, Perception, Reflection, Intention; Acción, Percepción, Reflexión, Intención). Este modelo se basa en el hecho de que no sólo deben analizarse las acciones de los participantes de una actividad colaborativa, como se propone en el presente artículo, sino que el análisis debe realizarse en tres focos adicionales de colaboración: las *inter-percepciones* (intercambio de información de los participantes en relación al conocimiento previo al inicio de la actividad de cada uno de ellos), las *inter-reflexiones* (actividades mentales que ayudan al participante a ubicarse de forma lógica en el contexto de la actividad, tales como debates, discusiones y controversias) y las *inter-intenciones* (relaciones de voluntad enfocadas a la solución del problema global).

Por otro lado, MOCET [22] es una aplicación móvil colaborativa para apoyar la Técnica de Examinación Colaborativa (CET - Collaborative Examination Technique). Esta herramienta de software, mantiene la metáfora del "cuaderno de notas del estudiante" utilizada para apoyar el proceso CET. En adición, provee soluciones para vencer las dos principales limitaciones identificadas por el CET: la ineficiencia de apoyar el proceso de construcción y repartición del conocimiento llevados a cabo por los estudiantes durante las actividades anteriores y posteriores a la prueba, y el alto costo en tiempo consumido por los instructores para llevar a cabo el proceso de evaluación.

Aunque MOCET es capaz de funcionar en varios dispositivos de cómputo, ha sido especialmente diseñado para utilizarse en Tablet PCs y PDAs y para interactuar con los usuarios utilizando un dispositivo táctil. De manera similar, el presente estudio define una actividad pero en dispositivos móviles. Sin embargo, MOCET no define claramente que exista una centralización de la información generada en una plataforma, que permita monitorear dicho proceso colaborativo.

X. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Los indicadores de colaboración consisten en una poderosa herramienta para evaluar actividades colaborativas basándose no en los resultados, sino en el desarrollo del proceso. Estos indicadores fueron definidos para múltiples contextos, pero sin ahondar en el campo de los dispositivos móviles. Por esta razón en el presente trabajo se define un nuevo indicador relacionado con la movilidad y la eficiencia de recursos, que no puede ser aplicado a otros contextos. De esta forma se amplía el campo de acción de las actividades colaborativas, pudiendo ser aplicadas a múltiples ámbitos.

Se considera que, a través de la experimentación hecha, el modelo cumplió las expectativas que se tenían en el momento de su desarrollo, ya que los resultados que arrojaron estas fueron bastante satisfactorios. De cualquier modo, para obtener resultados más verídicos será necesario elaborar una fase de experimentación más profunda, teniendo en cuenta muchos más grupos y actividades.

En un futuro se desarrollarán más actividades colaborativas para dispositivos móviles que sean soportadas por la plataforma, para confirmar los resultados de la validación obtenida con la actividad de la que se dispone actualmente. El desarrollo de estas nuevas actividades colaborativas en dispositivos móviles depende directamente de los resultados obtenidos por la aplicación de la plataforma basada en el modelo propuesto sobre la actividad mencionada en la sección VII de este artículo.

En un futuro, el modelo propuesto puede ser redefinido para estar en capacidad de soportar actividades colaborativas sincrónicas.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido apoyado por el proyecto Entorno basado en tecnologías de la información y las comunicaciones (TICs) para monitorizar y analizar los procesos colaborativos en actividades con contenidos educativos, financiado por AECI A/7954/07.

REFERENCIAS

- [1] Wood, D. J., & Gray, B. (1991). Toward a comprehensive theory of collaboration. *Revista Journal of Applied Behavioral Science*, 27, 139-162. Pp. 139-149
- [2] Collazos, C., Una metodología para el apoyo computacional de la evaluación y monitoreo en ambientes de aprendizaje colaborativo. Tesis para optar al grado de Doctor en Ciencias. Escuela de Postgrado, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile. Santiago, Chile 2003.
- [3] Johnson, D.W., Johnson, R.T., Smith, K. (1991) *Active Learning: Cooperation in the College Classroom*, Edina, MN: Interaction Book Company
- [4] Davidson, N. *Cooperative learning in mathematics: a handbook for teachers*. Addison-Wesley, 1990. Pp. 8-9.
- [5] Kagan, S., Kagan, M. *The structural approach: six keys to cooperative learning. Handbook of cooperative learning methods*. Editado por Sharon, S. Greenwood Press, 1994. Pp. 115-133.
- [6] Slavin, R. E. *Cooperative learning: theory, research and practice*.

- Prentice Hall, 1990. P 3.
- [7] Drury, J., Hirschman, L., Kurtz, J., Fanderclai, T., Damianos, L., & Linton, F., Methodology for Evaluation of Collaboration Systems, 1999, <http://zing.ncsl.nist.gov/nist-icv/documents/methodv4.htm>
- [8] Guerrero, L.A., Alarcón, R., Franco, F., Ibérico, V. & Collazos, C., Una Propuesta para la Evaluación de Procesos de Colaboración en Ambientes de Aprendizaje Colaborativo. Actas del Taller Internacional de Software Educativo, TISE'99, Santiago, Chile, diciembre, 1999.
- [9] Guerrero, L., Alarcón, R., Collazos, C., Pino, J., & Fuller, D., Evaluating Cooperation in Group Work. Proceedings of the sixth International Workshop on Groupware, CRIWG'2000, IEEE CS Press, Madeira, Portugal, pp.28-35, October, 2000.
- [10] Guerrero, L.A., Alarcón, R., & Collazos, C., Indicadores de Cooperación en el Trabajo Grupal. Conferencia Latinoamericana de Informática, CLEI'2000, México DF, México, Septiembre, 2000.
- [11] Adams, D., & Hamm, M., Cooperative Learning: Critical Thinking and Collaboration Across the Curriculum, Springfield, IL: Charles C. Thomas Publisher, 1996.
- [12] Kline, G., Reynolds, F., Woodrow, C., Ohto, H., Hielm, J., Butler, M., Tran, L.: Composite Capability/Preference Profiles (CC/PP): Structure and Vocabularies 1.0. Recomendación W3C 15, (2004)
- [13] David, J., Borges, M.: Selectivity of Awareness Components in Asynchronous CSCW environments. CRIWG'01, Dramstadt, Alemania, (2001)
- [14] Montebello, A. R., & Buzzotta, V. R. Work teams that work. Training and development 47. 59-64, 1993.
- [15] Collazos, C., Guerrero, L., Pino, J., and Ochoa, S. "Evaluating Collaborative Learning Processes". Proceedings of the 8th International Workshop on Groupware (CRIWG'2002), Springer Verlag LNCS, 2440, Heidelberg, Germany, September, 2002.
- [16] Collazos, C., Guerrero, L, Pino, J.,and Ochoa, S., Collaborative Scenarios to Promote Positive Interdependence among Group Members. Proceedings of the 9th international workshop on Groupware (CRIWG 2003), Grenoble, France, September,2003, Springer Verlag LNCS, 2806, pp.247-260
- [17] Johnson D. Cooperation in the Classroom. Interaction Book Company. Seventh Edition, 1998.
- [18] C.Crook, "Interacciones Colaborativas en torno a los Ordenadores y a través de ellos," Ordenadores y Aprendizaje Colaborativo Madrid, Spain: Morata, 1998, pp. 232-271.
- [19] DeMarco, T. *Controlling Software Projects: Management, Measurement and Estimation*. ISBN 0-13-171711-1.
- [20] Osuna-Gómez, C., Rocha, L., Romero, M., Villa, L., Sheremetov, L., Niño, O. Uso del modelo APRI para la evaluación de la intención en entornos de aprendizaje colaborativo. Instituto Mexicano del Petróleo. Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial, ISSN 1137-3601, N°. 24, 2004, pags. 109-119
- [21] Ferscha, A., Holzmann, C., OLP, S. Team Awareness in Personalized Learning Environments. Institut fuer Pervasive Computing, Johannes Kepler University Linz. Austria. 2005.
- [22] Ochoa, S., Neyem, A., Bravo, G., Ormeño, E. MOCET: A MOBILE Collaborative Examination Tool. Revista Lecture Notes in Computer Science. Editor: Springer Berlin / Heidelberg. Volumen 4558/2007. ISSN 0302-9743. 2007.
- [23] Martínez, D., Alvira, A. Definición de métricas para el monitoreo de aplicaciones colaborativas en dispositivos móviles. Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones. FIET. Universidad del Cauca. 2008.

Jaime Andrés Alvira Manios, Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad del Cauca. Desarrolló su trabajo de grado sobre métricas e indicadores para aplicaciones colaborativas en dispositivos móviles. Áreas de interés: CSCL, CSCW, Aplicaciones en dispositivos móviles.

Dustin Fabián Martínez Romo, Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad del Cauca. Desarrolló su trabajo de grado sobre métricas e indicadores para aplicaciones colaborativas en dispositivos móviles. . Áreas de interés: CSCL, CSCW, Aplicaciones en dispositivos móviles.

Jovani Jiménez, Doctor en Ingeniería-Sistemas, Director Grupo Inteligencia Artificial en educación, Profesor Asistente Escuela de Ingeniería de Sistemas, Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Áreas de interés: Tutores inteligentes, Sistemas Multiagente, CSCL.

Ruth Cobos, Doctora en Ingeniería Informática, Profesor Departamento de Ingeniería Informática de la universidad Autónoma de Madrid (España). Áreas de interés: Gestión del conocimiento, CSCW, CSCL, Sistemas Multiagente.

Jaime Moreno. Profesor Universidad Autónoma de Madrid. Areas de interés: Sistemas interactivos e interfaces de usuario.

César Alberto Collazos Ordóñez, Doctor en Ciencias de la Computación, Profesor Titular Universidad del Cauca (Colombia). Areas de interés: CSCL, CSCW, HCI.