DEFINICIÓN DE MÉTRICAS PARA EL MONITOREO DE APLICACIONES COLABORATIVAS EN DISPOSITIVOS MÓVILES

Trabajo de grado

Jaime Andrés Alvira Manios
Dustin Fabián Martínez Romo

Director: PhD. César Alberto Collazos Ordóñez
Asesor. Mag. Óscar Mauricio Caicedo

Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
Departamentos de Sistemas y Telemática
Líneas de investigación: Trabajo Colaborativo y Aplicaciones Móviles
Popayán, Marzo de 2008

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE TABLAS 5
LISTA DE FIGURAS 6
RESUMEN 7
1. INTRODUCCIÓN 1
2. ESTADO DEL ARTE 4
2.1 Aprendizaje colaborativo 4
2.1.1 Aprendizaje colaborativo apoyado por computadora (CSCL - Computer Supported Collaborative Learning) 5
2.1.2 Herramientas y entornos colaborativos de aprendizaje 9
2.1.3 Preguntas sobre el aprendizaje colaborativo 10
2.2 Aprendizaje colaborativo, aprendizaje cooperativo y aprendizaje en grupo. 13
2.3 El estado actual de la colaboración 15
2.4 Interdependencia Positiva 17
2.4.1 Interdependencia Positiva de Meta 17
2.4.2 Interdependencia Positiva de Recompensa 17
2.4.3 Interdependencia Positiva de Rol 17
2.4.4 Interdependencia Positiva de Recursos 18
2.4.5 Interdependencia Positiva de Identidad 18
2.4.6 Interdependencia de Entorno 18
2.4.7 Interdependencia Positiva de Fantasía 18
2.4.8 Interdependencia Positiva de Tarea 19
2.4.9 Interdependencia Positiva de Amenaza Externa 19
2.5 Trabajos Relacionados 19
2.5.1 Protocolos e interfaces para una interacción eficiente con aplicaciones en teléfono celular 19
2.5.2 Una metodología para el apoyo computacional de la evaluación y monitoreo en ambientes de aprendizaje colaborativo 20
2.5.3 Sistemas de colaboración WAP para usuarios móviles 22
2.5.4 MOCET: Una herramienta de examinación móvil colaborativa 22
2.5.5 Mapas conceptuales móviles colaborativos: combinando la actividad del salón de clases con exploración simultánea de campo 23
3 INDICADORES Y MÉTRICAS DE COLABORACIÓN 25

3.1 Actividades colaborativas en dispositivos móviles 27
3.1.1 Inconvenientes relacionados con la ubicuidad 27
3.1.2 Inconvenientes relacionados con la interfaz de comunicaciones 28
3.1.3 Inconvenientes relacionados con el tamaño de la Pantalla 28
3.2. Métricas 29
3.3 Indicadores de cooperación en dispositivos móviles 32
3.3.1 Aplicación de estrategia 33
3.3.2. Cooperación intra-grupal 34
3.3.3. Revisión de criterio de éxito 34
3.3.4 Coordinación 35
3.3.5 Desempeño 36
3.3.6 Eficiencia y aprovechamiento de recursos 36
4 PLATAFORMA DE MONITOREO 38
4.1 Características generales de la plataforma de comunicaciones 39
4.1.1 Consciencia del contexto del usuario (context awareness) 39
4.1.2 Soporte de distintos medios de comunicación 41
4.1.3 Gestión de la información generada 41
4.2 Modelo en bloques de la plataforma 42
4.2.1 Bloque de comunicaciones 43
4.2.2 Bloque de context awareness 43
4.2.3 Bloque de procesamiento 43
4.2.3.1 Organizador: 44
4.2.3.2 Eventos: 44
4.2.3.3 Mensajes: 44
4.2.3.4 Acciones: 44
4.2.3.5 Administración: 45
4.2.4 Bloque de vista 45
4.2.5 Bloques de entidad y de modelo 45
4.3 Diagrama general de clases persistentes: 45
4.4 Diagrama de casos de uso 46
4.5 Diagrama de paquetes 47
5 CASO DE ESTUDIO: COLLABPET 49
5.1 Descripción de la actividad 49
5.2 Características no funcionales de la aplicación 55

5.2.1 Distribución de los participantes 55
5.2.2 Asincronismo de la actividad 56
5.2.3 Compatibilidad con distintos tamaños de pantalla 56
5.2.4 Soporte para otros medios de comunicación 57
5.3 Justificación 58
5.3.1 La actividad debe ser asincrónica y distribuida 58
5.3.2 La actividad debe ser sencilla 58
5.3.3 La aplicación debe ser implementable en dispositivos móviles 58
5.3.4 La actividad debe desarrollarse en grupos pequeños 59
5.3.5 La aplicación debe poder monitorearse 59
5.3.6 La actividad debe apoyar la interdependencia positiva 59
5.4 Características técnicas de la aplicación 59
5.5 Modelo específico de la plataforma 60
5.6 Plataforma específica: diagrama de casos de uso 62
5.7 Collabpet: diagrama de casos de uso 63
5.8 Administración de la plataforma 64
5.8.1 Ingreso de facilitador 64
5.8.2 Selección de grupos 66
5.8.3 Ingreso de facilitador 68
5.8.3.1 Enviar mensaje: 69
5.8.3.2 Enviar un mensaje a todos: 69
5.8.3.3 Editar grupo: 69
5.8.3.4 Clasificación de mensajes 69
5.8.3.5 Evaluar actividad: 71
5.8.3.6 Visualizar estadísticas de los participantes 73
6. EXPERIMENTACION Y RESULTADOS 75
6.1 Objetivos 75
6.2 Fases de la actividad 75
6.3 Características técnicas 76
6.4 Formación de los grupos 76
6.5 Resultados 78
7. PARÁMETROS DE REFERENCIA 84
8. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO 86
9. REFERENCIAS 88

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. MÉTRICAS DE COLABORACIÓN PARA DISPOSITIVOS MÓVILES 32
TABLA 2. MATRIZ DE PARTICIPANTES 77
TABLA 3. RESULTADOS GRUPO ONIX 79
TABLA 4. RESULTADOS GRUPO SALOMÓN 80

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: MODELO GENERAL PARA EL MONITOREO DE APLICACIONES COLABORATIVAS EN DISPOSITIVOS MÓVILES 38
FIGURA 2: MODELO EN BLOQUES DE LA PLATAFORMA 42
FIGURA 3: DIAGRAMA DE CLASES PERSISTENTES DE LA PLATAFORMA GENERAL 46
FIGURA 4: DIAGRAMA DE CASOS DE USO PARA LA PLATAFORMA GENERAL 47
FIGURA 5: DIAGRAMA DE PAQUETES PARA LA PLATAFORMA GENERAL 48
FIGURA 6: INTERFACES GRÁFICAS DEL CUIDADOR 50
FIGURA 7: INTERFACES GRÁFICAS DEL RECREACIONISTA 50
FIGURA 8: INTERFACES GRÁFICAS DEL ENTRENADOR 51
FIGURA 9: INTERFAZ DE VISUALIZACIÓN DE MEDIDORES 52
FIGURA 10: INTERFAZ DE ENVÍO DE MENSAJES 53
FIGURA 11: AVISO DE ALERTA 54
FIGURA 12: INTERFAZ DE FINALIZACIÓN DE ACTIVIDAD 55
FIGURA 13: PRUEBAS DE USABILIDAD 57
FIGURA 14: MODELO ESPECÍFICO DE LA PLATAFORMA 60
FIGURA 15: DIAGRAMA DE CASOS DE USO DE LA PLATAFORMA ESPECÍFICA 62
FIGURA 16: DIAGRAMA DE CASOS DE USO DE COLLABPET 63
FIGURA 17: INGRESO DE FACILITADOR 65
FIGURA 18: SELECCIÓN DE GRUPOS Y OPCIONES 66
FIGURA 19: GESTIÓN DE GRUPO 68
FIGURA 20: CLASIFICACIÓN DE MENSAJES 70
FIGURA 21: CUESTIONARIO APLICACIÓN DE ESTRATEGIA 71
FIGURA 22: CUESTIONARIO DESEMPEÑO 73
FIGURA 23: REPORTE DE ESTADÍSTICAS DE USUARIO 74
FIGURA 24: GRUPO ONIX 77
FIGURA 25: GRUPO SALOMÓN 77

RESUMEN

En la actualidad están tomando cada vez mayor fuerza las técnicas colaborativas para el desarrollo de actividades humanas grupales. Esto se debe, en gran parte, a que su uso ha demostrado que ofrece un mejor conjunto de resultados al momento de evaluar dichas actividades. Sin embargo, cuando estas actividades trascienden a planos tecnológicamente superiores la forma de monitoreo cambia totalmente. Por ejemplo, en las actividades grupales colaborativas que se realizan sin ayudas tecnológicas, el tutor debe estar presente durante el desarrollo de la misma para vigilarla e intervenir cuando sea necesario. En el caso particular que es el tema del presente trabajo de grado, cuando para el desarrollo de la actividad se utilizan dispositivos móviles, puede ser difícil para el tutor monitorear toda la actividad sin una ayuda tecnológica y metodológica que le permita obtener mayor información, en la cual se apoyará para dictaminar una mejor evaluación.

En el presente trabajo se definió un conjunto indicadores y métricas a tener en cuenta para desarrollar una plataforma que permita evaluar y monitorear el desarrollo de una actividad colaborativa trabajando con dispositivos móviles mientras se realiza un monitoreo sobre ella, basado en un conjunto de indicadores propuesto y probado para el CSCL tradicional. Esto se hizo con el propósito de que tanto el tutor de dicha actividad como sus participantes obtengan de ella el máximo provecho y puedan detectar las falencias y vicios que ocurren durante su realización.

1. INTRODUCCIÓN

El avance de las tecnologías de las comunicaciones ha hecho que nazca una gran expectativa por su uso en el desarrollo de las actividades humanas (tanto en las cotidianas como en las menos comunes), con la aspiración de que dichas actividades sean más sencillas de realizar o se vean mejoradas con su implantación. Estas actividades varían desde la más simple desarrollada con un mínimo grado de interacción de sus participantes, hasta las actividades más complejas, que requieren gran contribución de los participantes para poder llevarse a cabo. Las actividades colaborativas se definen como aquellas en las cuales el trabajo se desarrolla conjuntamente entre varias personas con responsabilidades similares o con roles distintos en las cuales 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, en el trabajo o aprendizaje colaborativo, según sea el caso, siempre será desarrollado en grupos [COLL2003].

En términos de educación, el paradigma que predomina hoy en día y que ha predominado siempre es el modelo profesor/alumno, donde el aprendizaje se desarrolla cara a cara. Parece muy conveniente que este paradigma sea mejorado para dar paso a un aprendizaje en donde el conocimiento sea generado por la interacción entre los aprendices, es decir, al aprendizaje colaborativo. 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. Estas personas se denominan *participantes* de la actividad colaborativa. La actividad es vista de cerca por un *facilitador*, que se encarga de vigilar su desarrollo. Este facilitador no debe orientar ni conducir la actividad, 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 eventos que ocurren durante el desarrollo de la actividad. El trabajo cooperativo apoyado por computadora (del inglés Computer Supported Cooperative Work

CSCW) y el aprendizaje colaborativo apoyado 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 plataforma que registre y recopile los mensajes que ocurren entre los participantes, y una interfaz que utilice todos esos datos recopilados para asistir al facilitador en su clasificación serán de gran ayuda para determinar si la actividad se está desarrollando adecuadamente.

La implantación de técnicas computacionales para el desarrollo de actividades colaborativas se ve muy favorecida por el alto impacto que tienen las tecnologías de la información en las actividades humanas. Gracias a esto, y a la tendencia de la convergencia múltiple de servicios hacia los teléfonos móviles, se ha logrado que se conviertan en un ambiente favorable para la creación de aplicaciones software colaborativas. En la actualidad en Colombia, un alto porcentaje de la población tiene acceso a un teléfono móvil celular, en el cual pueden ejecutarse aplicaciones desarrolladas en plataformas operativas como JAVA o .NET [TELE2007]. Estas aplicaciones tienen la ventaja de que aprovechan la infraestructura de telecomunicaciones que tienen disponible los teléfonos móviles para comunicarse con los demás participantes de la actividad, que es limitada únicamente por el protocolo de comunicaciones que se escoja. Por estas razones se ha planteado que la actividad que servirá para modelar la plataforma de monitoreo se desarrolle con compatibilidad para dispositivos móviles.

Para facilitar el proceso de evaluación y monitoreo de las actividades colaborativas desarrolladas en dispositivos móviles el presente trabajo propone una solución integral, tanto *metodológica* (con la adaptación de un conjunto de indicadores de colaboración al contexto de los dispositivos móviles) como *tecnológica* (con el desarrollo de una plataforma de monitoreo que haga uso de los indicadores definidos). Además se desarrolló una actividad colaborativa para dispositivos móviles con el propósito de validar la solución propuesta a través de la experimentación.

En el siguiente capítulo de este trabajo se expone la base teórica en la cual se apoya este estudio, específicamente en las áreas de CSCL – CSCW, estudio de métricas y aplicaciones colaborativas en dispositivos móviles. En el capítulo 3 definen los indicadores y las métricas para la evaluación de procesos colaborativos apoyados en

dispositivos móviles. El capítulo 4 describe las características de la aplicación colaborativa desarrollada para probar el estudio de las métricas y los indicadores propuestos. Se hará además una justificación de la elección de la misma y se determinarán los lineamientos para lograr su evaluación. El capítulo 5 contiene una descripción de la plataforma de monitoreo mencionada anteriormente, en donde se explicarán de forma clara cada uno de sus los componentes. Se sustentarán los beneficios de la arquitectura del sistema seleccionada. Se mostrará también cómo se pueden obtener los indicadores de colaboración objetivamente mediante el uso de esta plataforma. En el capítulo 6 se muestran los resultados de la experimentación de la aplicación de los indicadores de colaboración sobre la actividad desarrollada para dispositivos móviles utilizando la plataforma de monitoreo. En el capítulo 7 se enumeran los parámetros obtenidos en el proyecto para el desarrollo futuro de aplicaciones colaborativas en dispositivos móviles que puedan ser monitoreadas con la plataforma propuesta. El capítulo 8 contiene las conclusiones respectivas, producto de la realización del proyecto, tanto a nivel del desarrollo como a nivel teórico y de utilización de herramientas. De igual manera, contiene las recomendaciones producto de la experiencia adquirida, que puedan ser aplicadas en el desarrollo de trabajos posteriores

2. ESTADO DEL ARTE

2.1 Aprendizaje colaborativo

El término "aprendizaje colaborativo" engloba una variedad de acercamientos en la educación que implican el esfuerzo intelectual unido de un grupo de estudiantes. Estos grupos trabajan juntos en su búsqueda de entendimiento, significados, soluciones o en la generación de nuevo conocimiento. El aprendizaje colaborativo abarca actividades como escritura colaborativa, proyectos de grupo, lluvias de ideas, etc [JOHN1991].

El aprendizaje colaborativo fue propuesto como una alternativa a la educación guiada por currículos. En él, los estudiantes interactúan en grupos heterogéneos estructurados a propósito para apoyar el aprendizaje del individuo y del grupo. Una de sus derivaciones, la educación en línea, se enfoca en las oportunidades que ofrece para alentar al aprendizaje individual con la afinidad del aprendizaje en comunidad [PAUL2003].

En su sentido básico, aprendizaje colaborativo se refiere a la actividad de pequeños grupos desarrollada en el salón de clase. Aunque el aprendizaje colaborativo es más que el simple trabajo en equipo por parte de los estudiantes, la idea que lo sustenta es sencilla: los alumnos forman "pequeños equipos" después de haber recibido instrucciones del profesor. Dentro de cada equipo los estudiantes intercambian información y trabajan en una tarea hasta que todos sus miembros la han entendido y terminado, aprendiendo a través de la colaboración. Comparando los resultados de esta forma de trabajo, con modelos de aprendizaje tradicionales, se ha encontrado que los estudiantes aprenden más cuando utilizan técnicas de aprendizaje colaborativo, recuerdan por más tiempo el contenido, desarrollan habilidades de razonamiento superior y de pensamiento crítico y se sienten más confiados y aceptados por ellos mismos y por los demás [MILL1996].

2.1.1 Aprendizaje colaborativo apoyado por computadora (CSCL - Computer Supported Collaborative Learning)

En el ámbito escolar, a diferencia del empresarial, a menudo la tecnología se ha considerado una herramienta de apoyo para actividades individuales y se ha dejado de lado su potencial como soporte del trabajo colaborativo. Sin embargo, las investigaciones y el discurso pedagógico desarrollado sobre el tema, así como las experiencias, cada vez menos aisladas, realizadas en las aulas, insisten en que los computadores pueden facilitar la colaboración, apoyándola en los siguientes elementos [GARC2007]:

- Realización de una tarea
- Favorecimiento de los procesos de discusión y de toma de decisiones
- Disponer de herramientas para la planificación de estrategias
- Gestión de información generada por el grupo durante el trabajo de equipo

Según Crook [CROO1998], las TIC (Tecnologías de la Información y las Comunicaciones) no son en sí mismas cualitativamente mejores que otros recursos, ni tampoco el único medio que se puede utilizar con el aprendizaje colaborativo. Por otra parte, rechaza la consideración de que sus ventajas se limiten al estímulo o motivación de los alumnos o estudiantes cuando las utilizan. No obstante, el autor argumenta que las TIC reúnen unas características poderosas para explotar en combinación con el trabajo colaborativo. Por ejemplo, gracias a su potencial de representación gráfica, dependiendo de las características que posean los equipos destinados para ello, pueden hacer manipulables los contenidos educativos abstractos y permitir a profesores y alumnos hablar y actuar sobre ellos. De esta forma, las TIC pueden proporcionar un punto de anclaje para las referencias compartidas que se van construyendo a través de las actividades colaborativas.

Pero colaboración implica, ante todo, comunicación. En los procesos comunicativos, el uso de las TIC puede facilitar la estructuración de las contribuciones de los participantes, lo que permite a los alumnos profundizar sobre los contenidos y, al mismo tiempo, optimizar la coordinación con sus compañeros para el desarrollo de la tarea. Por otra parte, el profesor tiene la oportunidad de compartir el espacio colaborativo de trabajo con los alumnos, intervenir en él y orientar las interacciones o proporcionar pautas específicas relacionadas con la actividad. Por esto, el uso de las TIC ayuda a completar y visibilizar el entorno de colaboración, favoreciendo el desarrollo de procesos metacognitivos entre los

alumnos que mejoren la calidad de sus aprendizajes.

Por otra parte, las TIC amplían el repertorio de modalidades colaborativas de enseñanza-aprendizaje. Se puede colaborar compartiendo los mismos espacios físicos (aprendizaje colaborativo cara-a-cara) y temporales (aprendizaje colaborativo sincrónico), o bien desde distintas localizaciones (aprendizaje colaborativo distribuido) y en momentos diferentes (aprendizaje colaborativo asincrónico). Estas nuevas coordenadas dan lugar a entornos de aprendizaje más flexibles y abiertos, donde la colaboración se puede localizar tanto en el marco de intercambios personales entre alumnos, como en el desarrollo de actividades en red o la realización de proyectos comunes dentro de comunidades virtuales de aprendizaje. Por todo ello, se puede decir que el cambio hacia el aprendizaje colaborativo con soporte tecnológico representa la superación del paradigma de aprendizaje transmisivo-asimilativo y la adopción de un nuevo paradigma participativo, comunicativo y constructivo. Colaborar mediante las TIC implica organizar los espacios de interacción social de tal forma que la construcción de significados compartidos y de conocimientos esté garantizada [GARC2007].

Existe una gran variedad de procedimientos, mecanismos y aplicaciones de tipo instruccional y técnico que pueden utilizarse para dar apoyo a los procesos colaborativos de aprendizaje. Las TIC son uno de esos medios, pero, en función del tipo de aplicación de que estemos hablando, los procesos colaborativos resultantes pueden ser de una gran variedad.

Crook [CROO1998] propone cuatro formas de interacción relacionadas con las computadoras:

1. *Interacciones con las computadoras*: en este tipo de situaciones las computadoras, con un *software* educativo específico, simulan un proceso social de tipo tutorial. Se da, por lo tanto, una especie de simulacro de diálogo instructivo en el que la computadora asume el rol de experto o profesor.
2. *Interacciones en relación con los computadores*: se trata de situaciones donde los alumnos desarrollan una actividad con soporte tecnológico y el profesor va interviniendo de forma intermitente con la intención de regular y apoyar su proceso de aprendizaje. En estos casos, se mantienen dos tipos de interacción paralelas: la del alumno con la computadora y la interacción profesor-alumno. El elemento

fundamental de la acción educativa continúa siendo este segundo tipo de intercambio, con la diferencia de que en este caso la interacción pasa a ser mediada por las computadoras. Según Crook, este diálogo mediado entre profesor y alumno puede resultar difícil de conseguir en la práctica, ya que el trabajo más autónomo de los alumnos con las computadoras hace que a menudo se descuide este espacio interactivo compartido con el profesor.

3. Interacciones colaborativas *delante* o *ante* las computadoras. En este caso, ya no hablamos simplemente de procesos interactivos, sino propiamente de aprendizaje colaborativo. Los participantes trabajan en parejas o en pequeños grupos de forma simultánea sobre una misma tarea, por ejemplo: desarrollando un diseño o explorando una simulación, en cuya realización interviene el uso de herramientas tecnológicas. La computadora deja de ser un objeto central de la interacción, para convertirse en el contexto de los procesos de interacción social que se dan tanto entre alumnos como entre éstos y el profesor. En la medida en que la colaboración se basa en la actividad conjunta mediada por las computadoras, la función de la tecnología es servir de apoyo a dicha colaboración y, por lo tanto, al aprendizaje mediado por ésta.
4. Interacciones colaborativas *alrededor* de las computadoras y *a través de* ellas. Las tres primeras situaciones descritas implicaban procesos de interacción presencial donde los significados eran mediados por el lenguaje oral y no verbal. En este caso, por el contrario, los participantes pueden colaborar separados en el tiempo y el espacio. Las tareas de las que se ocupa cada uno pueden ser más independientes, de manera que los objetos de conocimiento compartido que se construyen pueden ser de naturaleza más general. Nos referimos, por ejemplo, a la colaboración en red donde un conjunto de alumnos trabaja desde distintas computadoras geográficamente dispersos sin que la simultaneidad temporal sea necesaria. La colaboración puede darse también dentro de entornos virtuales que simulen otros mundos, donde los alumnos tengan que adoptar unos roles y desarrollar unas funciones determinadas. Crook señala como fundamentales dos procesos que se dan en este tipo de configuraciones del trabajo en red: el intercambio de archivos entre usuarios y el acceso controlado a archivos centralizados. De acuerdo con este autor, el interés de estas dos funcionalidades se debe a que hacen tangibles los materiales de aprendizaje, de manera que toda una comunidad de aprendizaje puede verlos, compartirlos y transformarlos de

forma coordinada y estructurada. Otra de las ventajas de las redes es que pueden facilitar los procesos de diálogo que intervienen en la creación de objetos de referencia compartida y en la construcción conjunta de conocimiento. Crook continúa argumentando que las TIC generan una mayor consciencia de estar compartiendo las finalidades de aprendizaje con los compañeros y de participar en una comunidad.

Este último tipo de situaciones de aprendizaje será el objeto central del presente trabajo, puesto que son las que más nos interesan por llevar implícito el cambio de modelo pedagógico al que nos referíamos antes. En este modelo el alumno se reconoce como agente activo de su propio proceso de aprendizaje, pero, en cierta medida, también del de los compañeros con los que colabora, puesto que contribuye a la construcción colectiva de conocimiento. El profesor, por su parte, pasa a ser el facilitador y, en cualquier caso, un participante más de este proceso de construcción de conocimiento.

Todavía en los 80, muchas experiencias de aprendizaje con soporte informático estaban basadas en el aprendizaje individual, que parecía crucial en el futuro de los computadores. Esta omisión de la interacción social fue la que llevó al fracaso a muchos tutores en esta década. [ISEM1992], [KREU1989].

Durante los diez años siguientes la situación cambia radicalmente. La mayoría de los autores coinciden en señalar que el uso de las TIC en educación es una posibilidad tecnológica para facilitar la interacción social entre el profesor y los alumnos, y entre los alumnos. Colaboración y comunicación son una importante idea en los entornos de aprendizaje de trabajo en red, y la interacción social ha ido siendo tenida en cuenta cada vez más en el diseño de sistemas locales (que no funcionen en red) [VOSN1996].

En términos generales, el CSCL se dedica al estudio de la forma en que la tecnología informática puede mejorar la interacción entre iguales y el trabajo en equipo y cómo la colaboración mediada tecnológicamente puede facilitar los procesos de compartir y distribuir el conocimiento lego y experto, entre los miembros de una comunidad de aprendizaje [LIPP2002]. Podríamos decir que el tipo de experiencias objeto de estudio por el CSCL se corresponde con el último tipo de situaciones interactivas descritas por Crook:

las experiencias de interacción colaborativa *entorno a* los computadores y *a través de* ellos.

2.1.2 Herramientas y entornos colaborativos de aprendizaje

A menudo, da la sensación de que hablar de aprendizaje colaborativo mediado por las TIC supone necesariamente hablar de un tipo de aprendizaje y de unas herramientas tecnológicas con determinadas características. Por otra parte, prácticamente cualquier aplicación basada en un soporte web se caracteriza automáticamente como colaborativa. Esta aplicación "ligera" del adjetivo *colaborativo* ha tenido y tiene lugar tanto para referirse a metodologías y prácticas de aprendizaje que se dan en el aula, como para describir las características de programas o plataformas de aprendizaje *on-line*. Sin embargo, es necesario distinguir entre lo que significa hacer un uso colaborativo de la tecnología y utilizar una tecnología colaborativa o para el aprendizaje colaborativo. En efecto, prácticamente cualquier aplicación tecnológica que permita el intercambio de datos entre usuarios puede usarse como apoyo de la colaboración. Esto es así porque, más allá de las propiedades técnicas y del correcto manejo de una herramienta, es importante pensar en el tipo de empleo que permite, con qué finalidad va a utilizarse y qué usos van a facilitar el desarrollo de las tareas asignadas [GARC2007].

La mayor parte de entornos virtuales de aprendizaje incorporan combinaciones diversas de herramientas que conforman sistemas complejos para mediar la comunicación y el intercambio de datos como actividades básicas. La comunicación puede diferir, por ejemplo, en la dimensión temporal en que tiene lugar (asíncrona o sincrónica). También pueden presentarse distintas opciones de organización, clasificación y soporte de la información. Por lo tanto, es importante conocer los condicionantes de cada herramienta y de sus posibles efectos en los procesos que nos interesa generar. Se trata, en definitiva, de poner las herramientas al servicio del tipo de contextos y actividades con los que vamos a trabajar, atendiendo tanto a su dimensión pedagógica como social.

Por otra parte, debemos tener en cuenta que, aunque, como decíamos, con un adecuado planteamiento metodológico, prácticamente cualquier herramienta tecnológica puede servir de apoyo al aprendizaje colaborativo, la mayor parte de las aplicaciones tecnológicas de uso ordinario no están diseñadas para mediar procesos de aprendizaje, ni

mucho menos para favorecer la construcción colaborativa de conocimiento. Esto hace que determinados procesos, tanto cognitivos como sociales, resulten más difíciles de desarrollar y por ello menos factible que lleguen a generarse, como por ejemplo: la creación de representaciones y objetos conceptuales compartidos, o la negociación de significados y el establecimiento de bases de comprensión comunes. De la misma forma, una herramienta que no se haya diseñado genuinamente para apoyar la construcción de una comunidad de aprendizaje difícilmente servirá a dicho propósito.

Algunos ejemplos de aplicaciones de CSCL diseñadas expresamente para usos educativos y, en concreto, para la construcción colaborativa de conocimiento son los entornos de aprendizaje en red KF (*Knowledge Forum*) [http://www.knowledgeforum.com], Fle3 (*Future Learning Environment 3*) [http://fle3.uiah.fi] o Synergeia [http://bscl.fit.fraunhofer.de]. Cada uno de ellos ofrece un repertorio distinto de prestaciones, basado en un modelo teórico subyacente que implica una determinada interpretación de cómo tienen lugar los procesos de aprendizaje y de construcción colaborativa de conocimiento.

2.1.3 Preguntas sobre el aprendizaje colaborativo [CLP2006]

- ¿Por qué las actividades de aprendizaje colaborativo son buenas para los estudiantes con dificultades en su comportamiento?

Los estudiantes que encuentran dificultades en su aprendizaje y su concentración necesitan un entorno de aprendizaje seguro, en donde estén apoyados mientras están en capacidad de tomar riesgos. Las actividades colaborativas proveen estructuras familiares en diferentes contextos en donde los estudiantes pueden jugar un rol activo y sentirse valorados por lo que ellos pueden contribuir. [MCNA2001]

- ¿Cómo el aprendizaje colaborativo apoya el aprendizaje acelerado?

El aprendizaje acelerado requiere que los profesores reconozcan y exploren diferentes estilos de aprendizaje: por ejemplo quinestético, visual, aural y oral. De esta misma forma también se requiere que algunos conceptos se reformulen para que se incrusten

adecuadamente.

- ¿El aprendizaje colaborativo evitará que los estudiantes con necesidades especiales reciban lo que necesitan de sus educadores?

Muchos planes de educación individualizada (IEPs) son basados en las habilidades y restringen el rango de textos ofrecidos a los estudiantes. Las actividades colaborativas pueden proveer un contexto motivador, recordando a todos los participantes que hay un propósito detrás del desarrollo de las habilidades. Las actividades también proveen el ímpetu de los estudiantes para consolidar los IEPs, y mudarse a un aprendizaje más independiente. También aseguran que los miembros de un grupo de trabajo perciban que los estudiantes con necesidades especiales son miembros totalmente participantes de las actividades del grupo [CLP2006].

- ¿Qué ocurre si los estudiantes prefieren estudiar individualmente?

En algún punto del aprendizaje estos estudiantes tendrán que aprender a enfrentarse con los demás para defender sus puntos de vista. Al trabajar con grupos colaborativos se provee a los estudiantes con una manera menos amenazadora de lograr esto, en vez de tener que hablar en frente de toda la clase.

- ¿De qué manera el trabajo colaborativo hace la enseñanza más fácil y placentera?

Los salones de clase en donde el trabajo colaborativo es parte del normal repertorio tienden a ser más calmados y más auto-regulados. Los estudiantes tienen más confianza y, consecuentemente, son menos propensos a desestabilizar el aprendizaje de los demás. Las responsabilidades del salón de clases son compartidas, Es más fácil para el equipo de apoyo trabajar junto a este tipo de estudiantes. El elemento de diversión también es importante para motivar a los estudiantes y a los profesores. Todos se sienten más exitosos en lo que están haciendo.

- ¿Qué se puede hacer si ya se probó sin éxito el trabajo colaborativo?

El aprendizaje colaborativo es un estilo de enseñanza/aprendizaje que exige mucho de cada estudiante. Requiere y desarrolla las habilidades sociales. A algunos estudiantes les toma más tiempo acostumbrarse que a otros, pero todos los estudiantes necesitan

tiempo. Consecuentemente, las actividades colaborativas necesitan ser utilizadas por una cantidad de tiempo razonable antes de que sean totalmente exitosas. La mayoría de profesores que han trabajado de esta forma hallarán que al trabajar más tiempo se hace la diferencia. Es, por supuesto, mucho más fácil si más profesores trabajan juntos introduciendo actividades, y cuando la administración del centro educativo apoya el desarrollo de la actividad colaborativa.

- ¿El trabajo colaborativo retrasará el aprendizaje de los estudiantes talentosos o dotados?

La habilidad de entender los principios detrás del entendimiento, y adaptarlo a nuevos contextos extiende y motiva a algunos estudiantes. Las actividades colaborativas también proveen acceso rápido al currículo para los estudiantes bilingües, con lo que van a alcanzar mucho más. Además de esto, las actividades colaborativas potencian las habilidades sociales, y esto es necesario para todo tipo de estudiantes, incluso para los más talentosos.

- ¿Las actividades colaborativas toman mucho tiempo en desarrollarse?

El propósito de cada profesor es que cada estudiante abandone el salón de clases con mucha excitación por su lección, que continuará en el camino a casa quedándose en la memoria. Las actividades colaborativas pueden ser muy cortas, pero mantienen las ideas rondando en las cabezas de los estudiantes. Esto anima a muchos estudiantes a desarrollar sus propias actividades en su tiempo libre o durante su tiempo de trabajo en casa. Esto a menudo puede ser utilizado en el salón de clases. Las actividades requieren de tiempo para ser preparadas, tanto en la planeación como en la prueba de los recursos. Puede ser incluso placentero planear cooperativamente las actividades, y una vez desarrolladas pueden almacenarse y utilizarse en clases posteriores. La mayoría del material que se genera para estas actividades consiste en material fácilmente reutilizable: fotocopias, tarjetas laminadas, software interactivo para computadora o para dispositivos móviles, etc. Los estudiantes a menudo se interesan en la preparación de las actividades. Además de esto, las actividades pueden ser vompartidas a través de una red de profesores al interior del plantel educativo, reduciendo la carga laboral de todos, y consecuentemente reduciendo el tiempo de preparación de clases.

- ¿Cómo ayuda a la evaluación el trabajo colaborativo?

Las actividades colaborativas, por naturaleza, tienen un potencial para la autoevaluación. Ya que los estudiantes están trabajando conscientemente juntos, también están en una mejor posición de reflejar su aprendizaje y los profesores pueden obtener un registro continuo de estas charlas. El trabajo en grupo estructurado provee excelentes oportunidades a los profesores de: monitorear desde una distancia discreta y registrar el desarrollo de la actividad y el desarrollo de conceptos; observar los estilos individuales de aprendizaje y generalmente mejorar sus calificaciones. El monitoreo activo (vital para estudiantes con necesidades especiales de aprendizaje) puede ser llevado a cabo también. Tales registros evaluativos demostrarán su valor al mejorar el aprendizaje y la enseñanza en individuos y grupos pequeños.

2.2 Aprendizaje colaborativo, aprendizaje cooperativo y aprendizaje en grupo.

El aprendizaje cooperativo construye explícitamente las habilidades de cooperación al asignar roles a los miembros y al establecer normas de resolución de conflictos por consenso. También debe proveer los medios para la reflexión grupal y para la autoevaluación, según lo define Johnson & Johnson [JOHN1996]:
"El aprendizaje cooperativo es un paradigma institucional en el cual equipos de estudiantes trabajan en tareas estructuradas bajo condiciones que cumplan cinco criterios: interdependencia positiva, responsabilidades individuales, interacción cara-a-cara, uso apropiado de habilidades colaborativas y autoevaluación regular del grupo. Muchos estudios han probado que, cuando es implementado correctamente, el aprendizaje cooperativo mejora la adquisición de información y la retención, las habillidades de pensamiento de alto nivel, las habilidades de comunicación interpersonales y la autoconfianza".

Respecto a esto, no existe una clara distinción entre los términos Aprendizaje Colaborativo y Aprendizaje Cooperativo, ambiguamente utilizados por varios autores. Las diferencias más claras que se pudieron encontrar al respecto radican en que en el Aprendizaje Colaborativo las decisiones deben ser consensuadas con todo el grupo, contrario al aprendizaje cooperativo.

A pesar de los beneficios que tiene aprendizaje colaborativo, su implantación ha dado lugar a muchas críticas respecto a sus falencias. La más importante radica en el hecho de que la aplicación de las técnicas de enseñanza es muy difícil de implantar debido a los distintos niveles intelectuales que se presentan en un mismo grupo y a las distintas habilidades para interactuar efectivamente con otros miembros del grupo. Estas dificultades pueden aplastar los posibles beneficios que pueda tener la implantación de las técnicas de aprendizaje colaborativo. De esta forma, un estudiante talentoso podría no aprender mucho de sus compañeros poco hábiles. El resultado puede ser el cumplimiento de la frase popular: "La velocidad de la educación pública es la velocidad con la que aprenden sus estudiantes más lentos".

Algunos autores como Vera y Crossan hacen una analogía entre el trabajo grupal y la colaboración [VERA2004], comparando el trabajo grupal como un simple trabajo orquestado (por ejemplo una banda musical o un libreto estricto de una obra teatral), mientras que el trabajo colaborativo debe ser algo más ingenioso, que ponga a prueba las verdaderas capacidades de reaccionar de los miembros del grupo (por ejemplo la improvisación en una banda de jazz o en una obra de teatro). Según esta visión el trabajo grupal es un simple conjunto de objetivos que debe ser cumplido, mientras que el trabajo colaborativo es algo que ofrece resultados innovadores, extraordinarios y de los cuales los miembros del grupo estarán orgullosos en su cumplimiento.
Para otros autores como Gómez [GOME2005] resulta bastante clara la comparación entre la colaboración y la cooperación, vista desde la distinción de las tres dimensiones o escenarios de las interacciones educativas entre iguales. A partir de las características de los miembros, los objetivos y el tipo de interacción se hace distinción entre:

Tutoría: relación entre dos alumnos que, ante un problema específico, presentan un nivel de habilidad diferente.

1. Cooperación: relación, centrada en la adquisición y/ o aplicación de un conocimiento, establecida entre un grupo de alumnos con habilidades heterogéneas dentro de márgenes de proximidad.
2. Colaboración: relación, centrada en la adquisición y/ o aplicación de un conocimiento, entre dos o más alumnos con habilidades similares.

Cuando hablamos de interacción nos referimos a dos elementos:

1. La igualdad de los miembros de la interacción, en la que se trata de ver si las relaciones son simétricas (en igualdad) o asimétricas (diferentes papeles).

2. La interdependencia de los participantes, en la que se trata de la conexión, la profundidad y bidireccionalidad de las transacciones comunicativas.

	Tutoría	**Cooperación**	**Colaboración**
Igualdad (simetría)	Baja (asimétrica)	Elevada (simétrica)	Elevada (simétrica)
Interdependencia	Baja	Media	Elevada

Tabla 1. Comparación entre tutoría, cooperación y colaboración.

En la tutoría entre iguales la igualdad es baja, ya que cada alumno desempeña un papel diferente en función de su condición de tutor o tutorado. Aunque la interdependencia puede ser variable – depende de la competencia y de las habilidades instruccionales del tutor, así como de la receptividad del tutorado –, por lo común será baja, ya que es una interacción dominada por el alumno tutor.

En la cooperación, los roles desempeñados por los alumnos son relativamente similares o tienen un nivel de responsabilidad equivalente. Por lo tanto, se produce una relación general de simetría, aunque en determinados momentos haya asimetrías (relaciones tutoriales) que se van compensando. La interdependencia es media y depende de la competencia entre equipos, la distribución de responsabilidades o roles entre los miembros y la recompensa extrínseca o intrínseca que reciban.

En la colaboración la igualdad entre los miembros es elevada, pues éstos comparten un nivel similar de habilidad respecto al problema que hay que resolver. Y la interdependencia también es elevada, ya que los sujetos contribuyen en la interacción en un plano de igualdad.

2.3 El estado actual de la colaboración

Aunque la palabra colaboración se utiliza en múltiples contextos como educación, ciencia, arte y negocios, se ha hecho muy poca investigación para determinar las características

completas de este proceso. La llegada de técnicas computacionales que ayudan al proceso de la colaboración ha hecho que su naturaleza se someta a un escrutinio más intensivo.

La colaboración ha sido tratada a menudo como un objeto, en el desarrollo de teorías y definiciones que la describen como un fenómeno, pero es importante recordar que la colaboración es un proceso [POLL2007]. El estudio de un proceso implica una mayor complejidad que el estudio de un objeto, ya que su existencia es momentánea, condicional y se presenta bajo un contexto determinado. Al enfocar la colaboración como un proceso, aspectos como el entendimiento compartido empiezan a tener una mayor importancia.

Autores como Wood y Gray [WOOD1991] aseguran que las definiciones usuales de colaboración tienen un importante elemento faltante. Una definición debe estar en capacidad de responder lo siguiente: ¿Quién está haciendo qué? ¿Con qué medios? ¿Para qué propósitos? Con esto en mente, llegaron a una definición consensuada:

> “La colaboración ocurre cuando un grupo de participantes autónomos entablan una interacción limitándose al dominio de un problema, compartiendo normas, reglas y estructuras con el propósito de actuar o decidir en cuestiones relacionadas a ese dominio.”

Los participantes pueden tener intereses compartidos o diferentes pero enmarcados exclusivamente en el dominio del problema, y esos intereses pueden cambiar con el tiempo. De todas formas es necesario que ellos tengan cierto grado de autonomía, de lo contrario los participantes solo "trabajan juntos" en vez de "colaborar". Las reglas que guían las interacciones deben ser consensuadas implícita o explícitamente. Los actos y las decisiones de los participantes son necesarios para alcanzar un objetivo común. Cuando se habla de dominio se hace referencia directa al tema o conjunto de temas en los cuales están interesados los participantes.

Wood y Gray aseguran que esta definición es lo suficientemente general para incluir un amplio rango de formas colaborativas. De esta forma, esta definición excluye ciertas formas grupales que no son colaborativas, tales como organizaciones altruistas o clubes sin un objetivo específico.

2.4 Interdependencia Positiva

El propósito principal de la interdependencia positiva en un grupo que colabora para trabajar, jugar o aprender es hacer sentir a los participantes que lo que hacen ayuda al propósito general que se tiene, y que lo que afecta o favorece al un miembro del grupo también afecta o favorece a todo el grupo. En otras palabras, la interdependencia positiva trata de que los participantes sientan que nadan o se ahogan juntos.

Para alcanzar una verdadera interdependencia positiva no basta con formar a los participantes en grupos y decirles que trabajen juntos. Hay muchas maneras de apoyar la interdependencia positiva [COLL2003A]:

2.4.1 Interdependencia Positiva de Meta

Este tipo de interdependencia existe cuando en el grupo se comparte una meta o metas comunes. Por ejemplo, la meta puede tratarse de escribir una composición literaria, de que todos los miembros del grupo entiendan la forma de resolver un problema matemático o de que todo el grupo aprenda cómo se colabora en un grupo.

2.4.2 Interdependencia Positiva de Recompensa

Este tipo existe cuando la recompensa que puede obtener cada uno de los miembros del grupo es afectada por la recompensa que pueden obtener los demás miembros del grupo. Por ejemplo, en una actividad cada participante puede obtener puntos extra en una calificación final si todos los miembros del grupo sacan un puntaje superior a un 80%. La recompensa utilizada depende de las motivaciones particulares del grupo, y de los objetivos del facilitador y de la actividad.

2.4.3 Interdependencia Positiva de Rol

Cuando existe interdependencia positiva de rol, a los miembros del grupo se les asignan roles complementarios e interconectados que especifican responsabilidades que el grupo debe cumplir para terminar la tarea. Estos roles deberían estar en capacidad de rotar, ya sea durante el desarrollo de la actividad o en una actividad posterior. Para este propósito, los roles deben ser diseñados de acuerdo con el propósito de la actividad. En el caso de una actividad en la que los participantes deban leer y entender una composición literaria,

una persona puede ser quien elabora los resúmenes; otro puede ser el revisor, que se encarga de verificar la veracidad de los resúmenes elaborados; y otro puede ser el elaborador, que brinda ejemplos que conecten el material desarrollado por el grupo con el conocimiento que se ha obtenido anteriormente.

2.4.4 Interdependencia Positiva de Recursos

En este tipo de interdependencia, cada miembro tiene solamente una porción de la información, materiales, o herramientas necesarias para completar la tarea. En este caso, para poder cumplir los objetivos de la actividad, los miembros deben combinar los recursos que cada uno tiene.

2.4.5 Interdependencia Positiva de Identidad

En la interdependencia positiva de identidad, los grupos comparten una identidad común. Esta puede ser apoyada al darles la posibilidad a los miembros de cada grupo escoger un nombre de grupo, una bandera, un lema, un himno, un saludo, etc. Los países, clubes, equipos deportivos y los colegios utilizan este tipo de interdependencia positiva para intentar crear una identidad compartida entre sus ciudadanos, miembros y estudiantes.

2.4.6 Interdependencia de Entorno

En esta interdependencia los miembros de cada equipo están atados al entorno físico en el que se desarrolla la colaboración. En el caso de que la actividad sea apoyada por herramientas computacionales, y que la actividad sea distribuida, el entorno al cual están atados los participantes es meramente virtual. Es en este espacio virtual en el cual los participantes deben desarrollar la actividad.

2.4.7 Interdependencia Positiva de Fantasía

A los miembros del grupo se les brinda una tarea imaginaria, pero significativa para la actividad. Los miembros del grupo deben acordar una forma de solucionarla. Estas tareas imaginarias pueden tratarse de hazañas extremas, como por ejemplo acabar con una amenaza para la vida en la Tierra, o manejar tecnología futura avanzada. Los ejemplos más típicos de este tipo de interdependencia son los juegos colaborativos, en los que cada miembro de los grupos se le asigna un rol imaginario.

2.4.8 Interdependencia Positiva de Tarea

El trabajo a realizar por cada miembro del grupo debe ser realizado secuencialmente. En este caso los estudiantes deben dividirse el trabajo y enlazarse unos con otros. Tan pronto como una parte del grupo cumpla con su parte de la tarea, el siguiente grupo puede proceder con su responsabilidad, y a sí sucesivamente.

2.4.9 Interdependencia Positiva de Amenaza Externa

Aquí los miembros del grupo son confrontados con una amenaza externa al grupo (por ejemplo, otros grupos que estén realizando la misma actividad). De esta forma los miembros del grupo se sienten interdependientes, y que deben hacer lo mejor posible para ganar la competencia y estar por encima de sus oponentes.

2.5 Trabajos Relacionados

El Aprendizaje Colaborativo Apoyado en Computadoras ha tomado mucha fuerza en la actualidad por los beneficios que ofrece tanto a los educadores como a los estudiantes. Esto ha causado que sea objeto de múltiples investigaciones. Como fruto de estas investigaciones se han realizado algunos trabajos interesantes que, por estar de alguna forma relacionadas con el tema del presente trabajo de grado, mencionamos a continuación. Se incluyen también trabajos que, a pesar de no ser colaborativos, desarrollan parte de esta temática.

2.5.1 Protocolos e interfaces para una interacción eficiente con aplicaciones en teléfono celular [PLIE2007]

El objetivo principal de este proyecto es hacer eficiente la comunicación y la interacción de los estudiantes a distancia de SERUDLA (Centro de Servicios Educativos Remotos de la Universidad de las Américas Puebla) a través de teléfonos celulares. Se plantea el desarrollar los protocolos e interfaces para una interacción con dispositivos móviles que permitan proporcionar al estudiante a distancia y al maestro una comunicación eficiente.

Para lograr este objetivo, el autor plantea lo siguiente:

- Desarrollar protocolos de transmisión de datos específicos para hacer eficiente la conectividad entre el servidor y el cliente.
- Proporcionarle a la aplicación una interfaz que permita el manejo eficiente de la información proporcionada al estudiante.

Este problema requiere un análisis y desarrollo de los protocolos de comunicación necesarios en tres niveles:

a. Script colaborativo: Una colaboración eficiente entre estudiantes participando en la construcción colaborativa de objetos de aprendizaje con dispositivos móviles.
b. Comunicación Midlet-Servlet: Un intercambio eficiente de mensajes entre la aplicación en el cliente móvil y el servidor, orientada a reducir el número de llamadas y el tiempo de conexión.
c. Adaptabilidad a las características del dispositivo móvil: Asegurar que el envío de información y contenidos al dispositivo móvil corresponda a las dimensiones y características de la pantalla del dispositivo móvil.

Finalmente, se propone la implementación de una interfaz que proporcione una fácil interacción del usuario con la información y los contenidos educativos. Esta interfaz debe ser amigable, y debe permitir un eficiente manejo de la información recibida de acuerdo a las características del dispositivo que utiliza el estudiante. El trabajo “Protocolos e interfaces para una interacción eficiente con aplicaciones en teléfono celular” está relacionado con el presente trabajo de grado en que se pretende mejorar el proceso de comunicación entre el profesor y los estudiantes en las actividades desarrolladas a distancia. Sin embargo, se diferencian en que el primero se orienta más que todo a actividades grupales no colaborativas, mientras que el segundo está orientado totalmente hacia las actividades grupales colaborativas.

2.5.2 Una metodología para el apoyo computacional de la evaluación y monitoreo en ambientes de aprendizaje colaborativo [COLL2003]

Este trabajo propone el desarrollo de un framework que permite monitorear y evaluar el

proceso de aprendizaje colaborativo a través del entendimiento total del proceso de colaboración y de interacción entre los miembros de un grupo. Esto se logra mediante la captura de información medible y su respectiva evaluación utilizando medios computarizados.

El autor propone esto basándose en la hipótesis de que un proceso de colaboración mejorado debe resultar en el desarrollo de productos finales de mayor calidad. Para mejorar el proceso de colaboración es necesario, inicialmente, estar en la capacidad de evaluar este proceso con cierto grado de precisión con las intenciones de ser capaz de revisar otros procesos de aprendizaje diferentes llevados a cabo por diversos grupos de estudiantes.

El modelo propuesto intenta mejorar el proceso de colaboración a través de su evaluación y monitoreo, con actividades grupales. Los métodos descritos por el autor no pueden ser finalizados sin la ayuda de herramientas computacionales.

Los objetivos que se persiguen con el desarrollo de este trabajo de investigación son los siguientes:

- Desarrollar una infraestructura que pueda ser utilizada en una diversidad de entornos y situaciones que permitan a los profesores, de una manera flexible evaluar y monitorear el proceso colaborativo llevado a cabo dentro de una actividad grupal.
- Desarrollar y probar algunas herramientas computacionales que puedan ser utilizadas para evaluar el proceso colaborativo dentro del salón de clases.
- Desarrollar y probar algunas herramientas computacionales que puedan ser utilizadas para monitorear el proceso colaboratico dentro del salón de clases.
- Definir linealidades para evaluar el proceso grupal del aprendizaje colaborativo.

El trabajo “Una metodología para el apoyo computacional de la evaluación y monitoreo en ambientes de aprendizaje colaborativo” propone un conjunto de indicadores de colaboración que son tomados como base por el presente trabajo con el propósito de extenderlo y adaptar su utilidad al contexto de la colaboración en dispositivos móviles.

2.5.3 Sistemas de colaboración WAP para usuarios móviles [DJEN2000]

Djenanne et al, proponen en su trabajo un sistema-servicio de colaboración multiusuario basado en el protocolo IRC (Internet Relay Chat), transmitido vía WAP que ofrece una interfaz WML. Una convergencia entre WAP y los servicios de colaboración anuncian un rango de nuevos y excitantes acercamientos para apoyar los grupos móviles que puedan ser potencialmente distribuidos alrededor del mundo. El WAP-Chat promueve un novedoso acercamiento al intercambio de mensajes entre usuarios móviles, lo cual ofrece un gran potencial para colaboración y la mensajería instantánea.

Se presenta entonces una arquitectura que permite que dos o más usuarios móviles colaboren e intercambien mensajes utilizando dispositivos móviles. El sistema descrito provee colaboración multiusuario en línea basado en la comunicación de los clientes móbiles con una Plataforma de Colaboración WAP.

El trabajo “Sistemas de colaboración WAP para usuarios móviles” asegura que se puede basar una actividad colaborativa en el envío de mensajes desde un dispositivo móvil. Similarmente, en el presente trabajo se definió una actividad colaborativa para dispositivos móviles basada en el envío de mensajes como medio de comunicación entre los participantes.

2.5.4 MOCET: Una herramienta de examinación móvil colaborativa [OCHO2007]

Los autores de este trabajo presentan una aplicación móvil colaborativa para apoyar la Técnica de Examinación Colaborativa (CET - Collaborative Examination Technique). Esta herramienta de software, llamada MOCET, 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: (a) 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 (b) el alto costo en tiempo consumido por los instructores para llevar a cabo el proceso de examinación.

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. Esta herramienta reemplaza el cuaderno del estudiante durante los exámenes y apoya a los estudiantes y a los instructores en cada fase del proceso de examinación. MOCET ha sido probado en los estudiantes de dos cursos de ciencias de la computación, obteniendo resultados interesantes.

MOCET plantea el desarrollo de una actividad de naturaleza colaborativa en dispositivos portátiles. 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.

2.5.5 Mapas conceptuales móviles colaborativos: combinando la actividad del salón de clases con exploración simultánea de campo [SILA2004]

En la investigación realizada por los autores de este trabajo se halló que la colaboración entre dos grupos puede ser mejorada utilizando una técnica llamada "mapas conceptuales colaborativos", basándose en la tecnología de mensajes SMS (Short Message System). Esto pone a la tecnología móvil no solo como un mediador de la actividad colaborativa, sino como una plataforma que incluye potencialmente una guía y apoyo para los métodos y procesos de aprendizaje.

Una evaluación formativa indica que es posible construir mapas conceptuales colaborativos utilizando SMSs, y combinar la actividad del salón de clases con el aprendizaje móvil (trabajo de campo). En el caso de estudio conducido, los estudiantes que se encontraban haciendo trabajo de campo (recolección de datos en un bosque) enviaron sus observaciones, representadas como mapas conceptuales, estructurados en forma de SMSs a los estudiantes en el salón de clases. Esto demuestra que estas técnicas ligeras pueden hacer una diferencia en una configuración de aprendizaje, si están cuidadosamente diseñadas para encajar con el contexto real de los usuarios.

Definen entonces una actividad enteramente colaborativa basándose en el envío de mensajes cortos como medio de comunicación entre los dos grupos de participantes. Desafortunadamente el flujo de la información es en un solo sentido. Además, contrario a lo que se expone en este trabajo, no se define una aplicación construida específicamente

para apoyar el proceso de comunicación, ni un modelo claro de monitoreo de la actividad durante su desarrollo.

3 INDICADORES Y MÉTRICAS DE COLABORACIÓN

Para poder apoyar el monitoreo de los procesos colaborativos, primero es necesario entenderlos. Este entendimiento implica algunos mecanismos para poder evaluarlos. 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 [COLL2003].

Uno de los aspectos más importantes en la evaluación de los procesos colaborativos es la definición de una serie de criterios que nos sirvan para calificar ese proceso. Un mejor proceso colaborativo debe concluir en un mejor resultado final. Para mejorar el proceso de colaboración es completamente necesario ejecutar una evaluación precisa. Ese aspecto puede ayudarnos a determinar, por ejemplo y bajo ciertas circunstancias, qué grupo tiene el mejor desempeño en una actividad colaborativa.

Para definir el proceso, primero debemos definir los actores. En el caso de la actividad planteada para este proyecto tenemos definidos dos roles primordiales: *Facilitador y Participante*. El facilitador es la persona que está encargada de diseñar y coordinar el proceso 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 [WOOD1991].

Para poder evaluarla completamente, la actividad colaborativa se divide en tres partes, dependiendo de su ejecución cronológica: *pre-proceso, proceso y post-proceso*. En el pre-proceso se definen principalmente las tareas de coordinación y de definición de estrategias. En el post-proceso se llevan a cabo las tareas de evaluación. Ambas fases, pre-proceso y post-proceso son realizadas principalmente por el facilitador. Los participantes de la actividad hacen toda su interacción y colaboración en la fase de proceso.

La estructura de una actividad de aprendizaje colaborativo que justifica la división en estas tres fases es la siguiente [1] [ADAM1996]:

1Cuando se trata de una actividad de trabajo colaborativo y no de una actividad de aprendizaje colaborativo las

1. Diseñar el contenido y las tareas principales a ser ejecutadas por los grupos colaborativos (pre-proceso).
2. Especificar el tamaño de los grupos. Se sugiere que sea de máximo 6 participantes, dependiendo de las características de la actividad (pre-proceso).
3. Ordenar los grupos. Designar a cada participante en un grupo específico o dejarlos que se formen a voluntad (pre-proceso).
4. Disponer el espacio físico en el que se desarrollará la actividad. En caso de que sea una actividad que se realiza remotamente, imponer las reglas para el acceso y la comunicación intra-grupal (pre-proceso).
5. Distribuir el material instructivo (pre-proceso)
6. Designar los roles, o dejar a los participantes que asignen su rol a voluntad (pre-proceso)
7. Especificar las directivas de la tarea: definición de las reglas de juego (pre-proceso)
8. Aplicar estrategias, como interdependencia positiva del objetivo general, motivación de los miembros del grupo y apoyo al aprendizaje. Crear un producto relacionado a un sistema de metas donde las recompensas son basadas en los resultados individuales y grupales (esto se define en el pre-proceso pero se evalúa en el proceso).
9. Organizar la cooperación intra-grupal, que consiste en definir las estrategias de colaboración que van a ser utilizadas por los miembros del grupo (pre-proceso; la definición de las estrategias de cooperación ocurre en el proceso)
10. Probar los criterios de éxito explicando las linealidades, límites y roles (esto ocurre en las tres fases). El criterio de éxito debe ser definido al principio de la actividad y debe ser revisado durante la actividad para chequear si la meta global está siendo alcanzada, y, después de la actividad, para chequear si la meta global fue alcanzada.
11. Determinar el comportamiento deseado (pre-proceso, la definición del proceso deseado ocurre en la fase del proceso).
12. Monitorear a los estudiantes, por ejemplo; verificando que el punto anterior sea cumplido (proceso)

---

descripciones de las etapas de la estructura pueden cambiar, aunque mantienen la misma esencia.

13. Proveer asistencia cuando alguien la pide (proceso): se provee a todo el grupo por el facilitador o por los participantes.
14. Intervenir cuando los grupos tienen problemas para colaborar (proceso)
15. Terminar una actividad (post-proceso)
16. Evaluar la calidad del aprendizaje hecho por los estudiantes (post-proceso)
17. Animar a los estudiantes a realizar una evaluación de qué tan bien el grupo trabajó junto (al final de la etapa de proceso)
18. Proveer y apoyar una retroalimentación. Esto es, discutir cómo las actividades podrían ser mejoradas (al final de la etapa de proceso)

3.1 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.

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 pueda ser usada para solventar los problemas de colaboración que implica el uso de estos dispositivos. Se identificaron tres focos generadores de problemas:

3.1.1 Inconvenientes relacionados con la ubicuidad

El inconveniente más grande causado por el uso de dispositivos móviles como herramienta 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 [DAVI1990] [KAGA1994] [SLAV1990]. 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. Esto nos obliga a redefinir los límites que se han planteado respecto a la implementación de actividades colaborativas con grupos pequeños.

Para esto, es necesario que la actividad a desarrollar permita altos niveles de cooperación

sin necesidad de estar frente a frente; esto es, haciendo una comunicación exclusiva y eficiente a través del dispositivo móvil que pueda llegar a reemplazar en gran medida las ventajas que se tiene con la interacción frente a frente.

3.1.2 Inconvenientes relacionados con la 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 cuenta con interfaces que proporcionen un nivel de usabilidad necesario para la construcción de mensajes rápidamente [PLIE2007]. Las actividades sincrónicas, debido a los bajos tiempos de respuesta que necesitan no pueden basar su comunicación únicamente en el texto. Esto reduce las opciones que se tienen a 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).

3.1.3 Inconvenientes relacionados con el 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.

Además de esto, las resoluciones (tamaño de los pixeles) que ofrecen muchos de los dispositivos móviles en la actualidad podrían no ser apropiadas para la iconografía escogida en la aplicación. Por tanto, se debe ser muy cuidadoso al momento de escoger la iconografía, que debe ser lo suficientemente diciente e intuitiva para que la aplicación tenga buena usabilidad.

3.2. Métricas

La opción que se tiene para evaluar el proceso colaborativo que un grupo realiza, es utilizar la 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 y poder ejecutar un correcto monitoreo del desarrollo de la actividad colaborativa. 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.

Existen dos tipos de métricas en general: las métricas directas y las indirectas. Una métrica directa es la resultante de una correspondencia o mapeo directo entre un atributo de un ente (del dominio empírico) y el valor o magnitud (del dominio formal, numérico), y que sirve como referencia para describir y explicar aspectos o situaciones del mundo empírico. Los atributos se miden generalmente por medio de métricas directas (aunque no siempre) y las características y subccaracterísticas se miden por medio de métricas indirectas (también denominadas métricas derivadas) [OLSI1999]. Las variables indirectas ocurren además cuando el valor de una medida se obtiene por medio de modelos matemáticos que involucran variables que se deben medir previamente.

Por ejemplo, una métrica directa puede ser “Solución del problema” (ver tabla 1), ya que su valor de verdad puede determinarse con una simple observación de los resultados de la actividad. En cambio “Mantenimiento de estrategia” es una métrica indirecta, ya que su valor puede determinarse sólo a través de otros resultados compuestos derivados de observaciones más profundas de los resultados.

Kitchenham et al. [KITC1996] asumen que para que una medida sea válida se debe mantener las siguientes condiciones:

1. La medida no puede violar cualquier propiedad necesaria de sus elementos
2. Cada modelo usado en el proceso de medición debe ser válido.

Además, de acuerdo al marco conceptual para validación de métricas propuesto por los autores para decidir si una métrica es válida, los mismos afirman que es necesario al menos confirmar:

a) *La validez del atributo*: esto es, si el atributo en cuestión es realmente exhibido por el ente que se desea evaluar
b) *La validez de la unidad*: esto es, si la unidad de medición a ser usada es apropiada para medir al atributo.
c) *La validez del instrumento*: esto es, si el modelo que subyace al instrumento de medición es válido y el mismo está propiamente calibrado.
d) *La validez del protocolo*: esto es, si se ha adoptado un protocolo aceptable para la medición de modo que sea repetible y replicable.

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 [DRUR1999].

Se seleccionó un conjunto de métricas que apoyará la obtención de los indicadores de colaboración para una actividad soportada en dispositivos móviles. Se analizó un conjunto de métricas definido para actividades colaborativas en general [COLL2003], y se amplió este conjunto añadiéndole métricas para utilizarse en actividades colaborativas para dispositivos móviles. Estas métricas son:

Métrica	**Definición**
Número de errores	Número total de fallas cometidas por un miembro del grupo
Solución del problema	El grupo es capaz de resolver una situación problemática.

Uso de estrategia	Delineación de una estrategia para la solución de una situación problemática
Mantenimiento de estrategia	Uso de la estrategia definida durante toda la actividad.
Negociación	Alcance de un concepto y diseminación de información acerca de la estrategia.
Mensajes de estrategia	Mensajes que proponen linealidades para alcanzar la meta grupal.
Mensajes de estrategia de trabajo	Mensajes que ayudan a lograr las decisiones más acertadas. Estos constan de oraciones en presente simple, y su meta es informar al grupo del estado actual de la tarea grupal.
Mensajes de coordinación de estrategia	Mensajes que corresponden a actividades cuyo propósito principal es regular las dinámicas del proceso, y que son caracterizadas por prescribir acciones futuras.
Mensajes de trabajo	Mensajes recibidos por la persona que coordina la actividad
Mensajes de coordinación	Mensajes enviados por la persona que coordina la actividad.
Mensajes de revisión de criterio de éxito	Mensajes que revisan los límites, linealidades y roles de la actividad grupal.
Mensajes laterales	Mensajes particulares (por ejemplo mensajes sociales, comentarios) y conversaciones que no se enfocan en la solución del problema
Total de mensajes	Número de mensajes totales enviados por los participantes del

	grupo durante la actividad.
Mensajes de solicitud de ayuda	Son mensajes en los que se pide ayuda sobre un tema específico relacionado con el tema de la actividad que se está desarrollando.
Mensajes de ayuda	Son mensajes en los que se provee el auxilio solicitado en un mensaje de solicitud de ayuda.
Protocolo	Valor cuantificable correspondiente a la cantidad de emoticonos y abreviaciones enviados por mensaje.
Tiempo de actividad	Esto depende de si la actividad es sincrónica o asincrónica. Si es una actividad sincrónica corresponde al tiempo de resolución de la situación problemática. Si se trata de una actividad asincrónica hace referencia a los momentos en los que hubo colaboración durante su transcurso con relación al tiempo disponible para el desarrollo de la actividad.
Movilidad	Esta métrica sólo aplica cuando se trata de una actividad distribuida, y hace referencia a si se hizo un buen aprovechamiento de las capacidades móviles que posee cada participante.

Tabla 1. Métricas de colaboración para dispositivos móviles

Es de suma importancia declarar que varias de las métricas y algunos indicadores de cooperación son basados en la cantidad y calidad de los mensajes enviados por los participantes. Es necesario que antes de dictaminar una evaluación para una actividad desarrollada por un grupo el facilitador haya clasificado los mensajes enviados por ellos.

3.3 Indicadores de cooperación en dispositivos móviles

Para evaluar una actividad que corresponda a las características expuestas en el capítulo 2, 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 [GUER1999][GUER2000][GUER2000A].

La investigación realizada se basó en estos indicadores para dictaminar un conjunto propio de indicadores de colaboración que se adapten a las actividades colaborativas desarrolladas en dispositivos móviles.

Un sexto indicador es propuesto para aplicarse a actividades colaborativas dependiendo del contexto en el cual estas se desarrollen, teniendo en cuenta las ventajas y desventajas que ofrecen estos distintos contextos. Para cumplir con el objetivo del presente trabajo de grado, se hará un enfoque del contexto a las actividades desarrolladas en dispositivos móviles.

3.3.1 Aplicación de estrategia

Como definición formal, una estrategia es la dirección y alcance de una persona a largo plazo, con las cuales logra un beneficio para sí mismo a través de la configuración de sus propios recursos dentro de un entorno potencialmente cambiante. En oposición, las tácticas suelen ser a corto plazo, y tienden a ser acciones puntuales que se ejecutan con el propósito de consolidar una estrategia. [JOHN2002]

No existen estrategias buenas y malas en sí mismas, pero sí estrategias adecuadas o inadecuadas para un contexto determinado. Los resultados que obtenemos, lo bien o rápido que aprendemos dependen en gran medida de saber elegir la estrategia adecuada para cada tarea.

Johnson y Johnson [ADAM1996] 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.

3.3.2. Cooperación intra-grupal

Como se mencionó anteriormente, las tácticas definen las acciones particulares que cada parte realiza en la ejecución de la estrategia grupal. Mientras que la estrategia marca la línea general de actuación, las tácticas son las acciones en las que se concreta dicha estrategia.

Cuando se trabaja grupalmente, es muy probable que no exista una única línea táctica en todos los participantes de la actividad. Esto hace que la comunicación sea primordial para coordinar cómo la consolidación de esas tácticas formará la estrategia del grupo.

El indicador de cooperación intra-grupal corresponde a la aplicación de tácticas colaborativas que corresponden a una estrategia general que pudo ser definida durante el pre-proceso o el proceso y desarrollada en el proceso mismo. Este indicador revela qué tanta comunicación hubo entre los participantes, y se determina directamente observando el número de mensajes que solicitan y proveen ayuda [COLL2002].

3.3.3. Revisión de criterio de éxito

Toda actividad colaborativa tiene dos tipos de objetivos: individuales y colectivos. Cada participante debe ser consciente que responsabilidades como individuo afectan la meta grupal. Para cumplir con la meta grupal, es necesario cumplir con los objetivos individuales. Sin embargo, en el trabajo colaborativo, cumplir con esas responsabilidades individuales no es suficiente para alcanzar dicha meta grupal. Cada participante debe contar con la colaboración de los demás para lograr sus objetivos.

Para que este grado de colaboración se de, es importante que los participantes tengan claro el estado actual de la actividad, es decir, deben tener un conocimiento global de lo que ocurre en la actividad. Por ejemplo, cuando la actividad presenta interdependencia positiva de recursos, es imperioso que cada uno de los participantes conozca con certeza el fragmento de información que debe conocer, con el propósito de cuando el grupo necesite determinar el estado global de la actividad, cada uno de los participantes aporte lo necesario para lograrlo. Si los participantes no son conscientes del estado actual del grupo, tanto el nivel de colaboración como el enfoque hacia el objetivo grupal pueden verse afectados.

El indicador de revisión de criterio de éxito 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.

3.3.4 Coordinación

El indicador de Coordinación se basa en el indicador llamado Monitoreo definido por otros autores [COLL2003][GUER1999][GUER2000][GUER2000A]. En el presente trabajo de grado se optó por cambiar su nombre por el de Coordinación por las siguientes razones:

a) El indicador se obtiene dependiendo del número de mensajes de coordinación de estrategia del grupo.

b) Se ayudará a desvincular los dos conceptos: cuando existe monitoreo (los participantes del grupo están pendientes de las actividades y responsabilidades de los demás) no necesariamente existe coordinación (reorganizar la actividad para volver a centrarse en los objetivos cuando alguno o algunos de los participantes ha perdido su enfoque).

En una actividad colaborativa, es de esperarse que el nivel de comunicación entre los participantes sea el adecuado para que haya un buen entendimiento entre ellos. Es de pensar que un grupo que tenga altos niveles de colaboración no necesitará que se replanteen las responsabilidades individuales, ni será necesario que estas responsabilidades les sean recordadas a los participantes. Cuando un grupo necesita comunicarse muchas veces para replantear o recordar las responsabilidades a sus participantes significa que hay fallas en la colaboración, puesto que si desde un principio se definió una estrategia, las tácticas individuales debieron basarse en las habilidades y competencias individuales de cada participante. Los replanteamientos de la estrategia ocurrirán, en la mayoría de los casos, si alguno de los participantes no estuvo en capacidad de cumplir con sus metas individuales.

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 de estrategia y 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.

3.3.5 Desempeño

El desempeño es una forma cuantificable del rendimiento de un grupo. Un buen desempeño quiere decir que se desarrolló un trabajo de buena calidad en un corto lapso de tiempo. Si un grupo obtuvo un buen desempeño, significa que hubo buena colaboración para lograrlo puesto que un mejor proceso colaborativo llevará a un mejor resultado final [COLL2003].

Este indicador muestra el desempeño general del grupo basándose en el resultado obtenido al finalizar 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.

3.3.6 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) Protocolos de Comunicación Eficientes

Debido a que en dispositivos móviles la comunicación no se hace frente a frente, además de no contar con interfaces que proporcionen un nivel de usabilidad necesario para la construcción de mensajes rápidamente [PLIE2007], 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 enviados entre los participantes contienen abreviaciones, emoticonos, protocolos de comunicación, o si al iniciar la actividad se definió un protocolo

de comunicaciones y este fue utilizado durante el transcurso.

El objetivo de este criterio es el de medir qué tanta cantidad de información se envió en cada mensaje, dándole más valor a aquellos mensajes que transmitieron mayor cantidad de información sin ambigüedad. Esto se logra teniendo en cuenta cuáles mensajes tuvieron menor cantidad de redundancia (utilizaron abreviaciones) o contienen información del estado de ánimo del remitente (emoticonos).

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

La esencia del concepto de movilidad reside en hacer accesibles los servicios de telecomunicación a los usuarios independientemente de su localización sin que la movilidad signifique el fin del derecho a la intimidad. El usuario tiene la posibilidad de salirse del sistema voluntariamente y al regresar, la memoria del dispositivo contendrá los mensajes recibidos en ese intervalo [SEJI1992].

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 y permitir a los participantes realizar la actividad fuera del sistema y al regresar sincronizar las acciones hechas con los demás participantes. Este factor será medido comparativamente dependiendo de los lugares desde donde se acceda a la aplicación y las acciones realizadas por fuera del sistema.

4 PLATAFORMA DE MONITOREO

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.

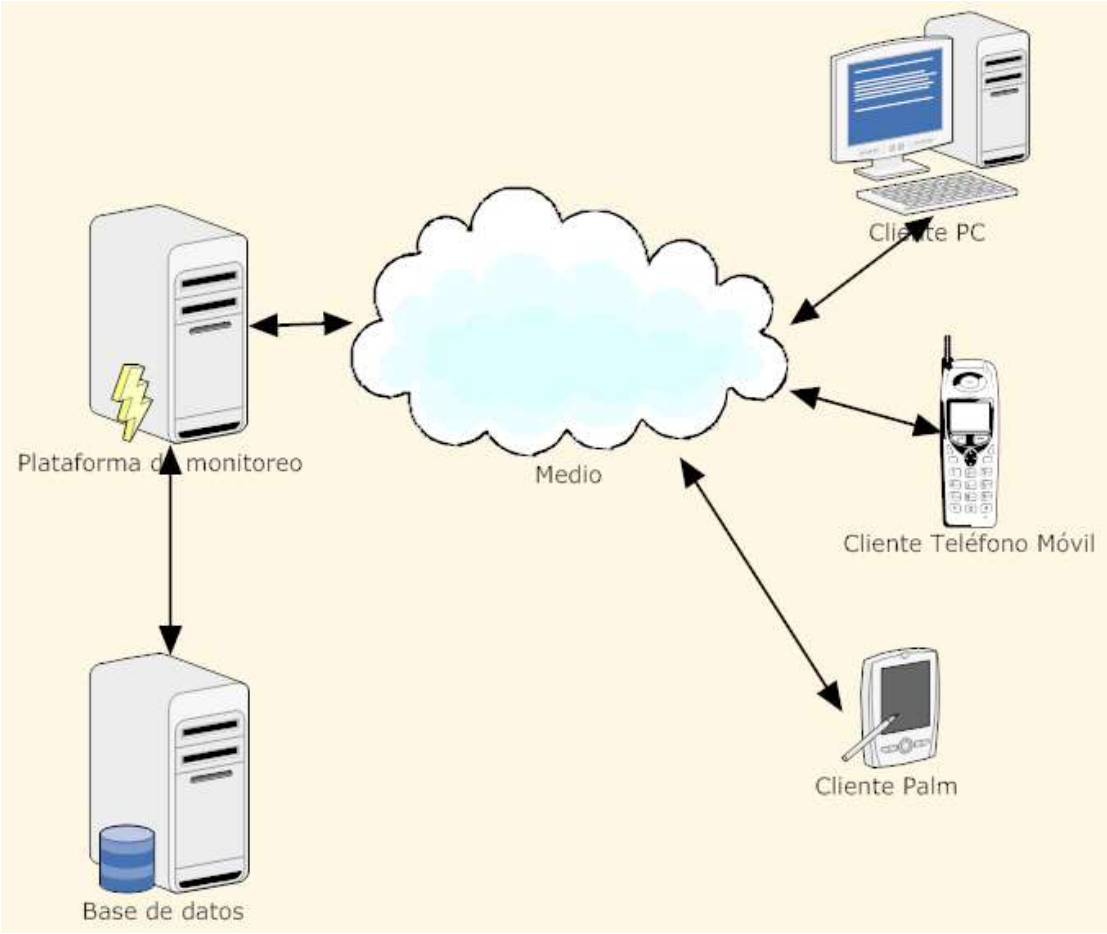


Figura 1: Modelo general para el monitoreo de aplicaciones colaborativas en dispositivos móviles.

Respecto al monitoreo, Johnson & Johnson [JOHN1998], 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.

Un modelo como estos puede, opcionalmente, permitir que los usuarios se registren en la plataforma y hagan uso de la aplicación colaborativa desde cualquier dispositivo que lo permita: PCs, computadoras portátiles, PDAs, dispositivos móviles, etc. Esto puede lograrse si la plataforma es consciente de las capacidades que tiene el cliente [W3C2004] [DAVI2001]. Es decir, dependiendo de las capacidades específicas de hardware, software y de conexión que posea el cliente será necesario brindar distintas calidades de contenido, distinta codificación de la información y distinto canal de comunicación.

4.1 Características generales de la plataforma de comunicaciones

Una plataforma de monitoreo basada en el modelo descrito la figura 1 debe poseer las siguientes características:

4.1.1 Consciencia del contexto del usuario (context awareness)

El sistema debe estar en la capacidad de proveer distintas clases de contenido adaptándolo a las distintas capacidades del cliente. Esto es: el contenido que se le presenta a un cliente que está utilizando un dispositivo móvil no puede ser el mismo que se le presente a un cliente que utiliza una computadora de escritorio.

Una de las definiciones más comunes de awareness en el CSCW es la siguiente: “es un entendimiento de las actividades de los demás, lo que provee un contexto para la actividad propia” [FERS2005]. Esta definición aplica a las herramientas de awareness grupal o de equipo. Su meta es transportar alguna información sobre el estado y las actividades de las personas dentro de un equipo.

Se han hecho muchos intentos para definir la noción de contexto. La mayoría de las definiciones de contexto se hacen a través de la numeración de ejemplos o de la selección de sinónimos para la palabra. Algunos autores se refieren al contexto como “la localización, identidades de las personas y objetos cercanos y los cambios a esos objetos”. Esta definición fue refinada posteriormente, añadiendo elementos tales como hora del día, temperatura, etc. Una definición más ampliamente utilizada y concreta es la siguiente:

> Contexto es cualquier información que pueda ser utilizada para caracterizar una entidad, entendiéndose como entidad una persona o un objeto que es considerado relevante para la interacción entre un usuario y una aplicación, incluyendo al usuario y a la aplicación mismos. Un sistema es consciente del contexto (un sistema context aware) utiliza el contexto del usuario para proveerle información relevante y/o servicios, o si dicho sistema se adapta al contexto del usuario. Estos sistemas están en capacidad de detectar y sentir, interpretar y responder ante aspectos del entorno local del usuario y de los dispositivos de computación que esté utilizando [FERS2005].

Cuando se trata de disposiciones de aprendizaje móvil, la noción de contexto puede ser redefinida ligeramente. El contexto en entornos de aprendizaje es

> Cualquier información que pueda ser utilizada para caracterizar la situación de cualquier entidad de aprendizaje que sea considerada relevante para las interacciones [WANG2004].

Define entonces, seis dimensiones contextuales que son relevantes en el Aprendizaje Móvil Asistido por Computadora: identidad, espacio-temporales, facilidad, actividad, aprendiz, comunidad. La localización (espacio-temporal) es considerada como uno de los más importantes y efectivos contextos a identificar en muchas aplicaciones. Aparte de identificar la posición Geográfica del usuario, hace sentido introducir alguna especie de meta-información que permita al sistema distinguir entre locaciones utilizadas para diferentes propósitos. En entornos de aprendizaje, por ejemplo, esta información podría tratarse de localizaciones predefinidas como ‘Salón de clases’, ‘Casa’ o ‘Exteriores’, y una vez el sistema identifique esto, podrá adaptarse a la situación de aprendizaje actual [FERS2005].

4.1.2 Soporte de distintos medios de comunicación

Como se expuso anteriormente, el sistema debe adaptar la información al contexto en el que se encuentra el cliente. De cualquier forma, ya que los dispositivos que van a utilizar los clientes no son homogéneos tanto en sus capacidades como en su sistema de comunicaciones, es necesario que la plataforma no sólo adapte la información al usuario, sino que debe proveerla adaptada al sistema de comunicaciones que estos utilizan. El modelo general del sistema debe estar en capacidad de soportar las distintas formas de comunicaciones del sistema del cliente, ya sea un dispositivo móvil (HTTP, WAP, Bluetooth, SMS) o un PC de escritorio o portátil (Ethernet, WiFi, Bluetooth).

4.1.3 Gestión de la información generada

La plataforma debe poseer un medio para que toda la información generada por los aprendices/participantes de la actividad y capturada por ella pueda ser gestionada. Esta interfaz debe:

- Permitir gestionar los grupos y toda la información relacionada a ellos, tales como los participantes de cada grupo y toda aquella relacionada a la interdependencia positiva de identidad, si esta existe (Ver interdependencia positiva, sección 2.4).
- Permitir gestionar la información personal de los participantes.
- Permitir observar y clasificar los mensajes y la información generada por los grupos durante el desarrollo de la actividad colaborativa.
- Permitir evaluar y dar una calificación a la actividad desarrollada por cada uno de los grupos una vez esta haya finalizado.
- Brindar un medio de comunicación para que el facilitador de la actividad, como participante pasivo, envíe mensajes a los demás participantes de cada grupo.
- Permitir al facilitador intervenir en la actividad cuando él crea que sea necesario. De esta forma el facilitador debe estar en capacidad de modificar el estado actual de la actividad, el grado de cumplimiento de los objetivos o los

objetivos mismos.

Esta interfaz que se propone debe ser accesible sólo para el facilitador de la actividad relacionada y, si es necesario, debe ser brindada a éste a través del medio de comunicación que él escoja, puesto que el sistema debe detectar el contexto en el cual se encuentra él con el propósito de enviarle la información ya adaptada.

4.2 Modelo en bloques de la plataforma

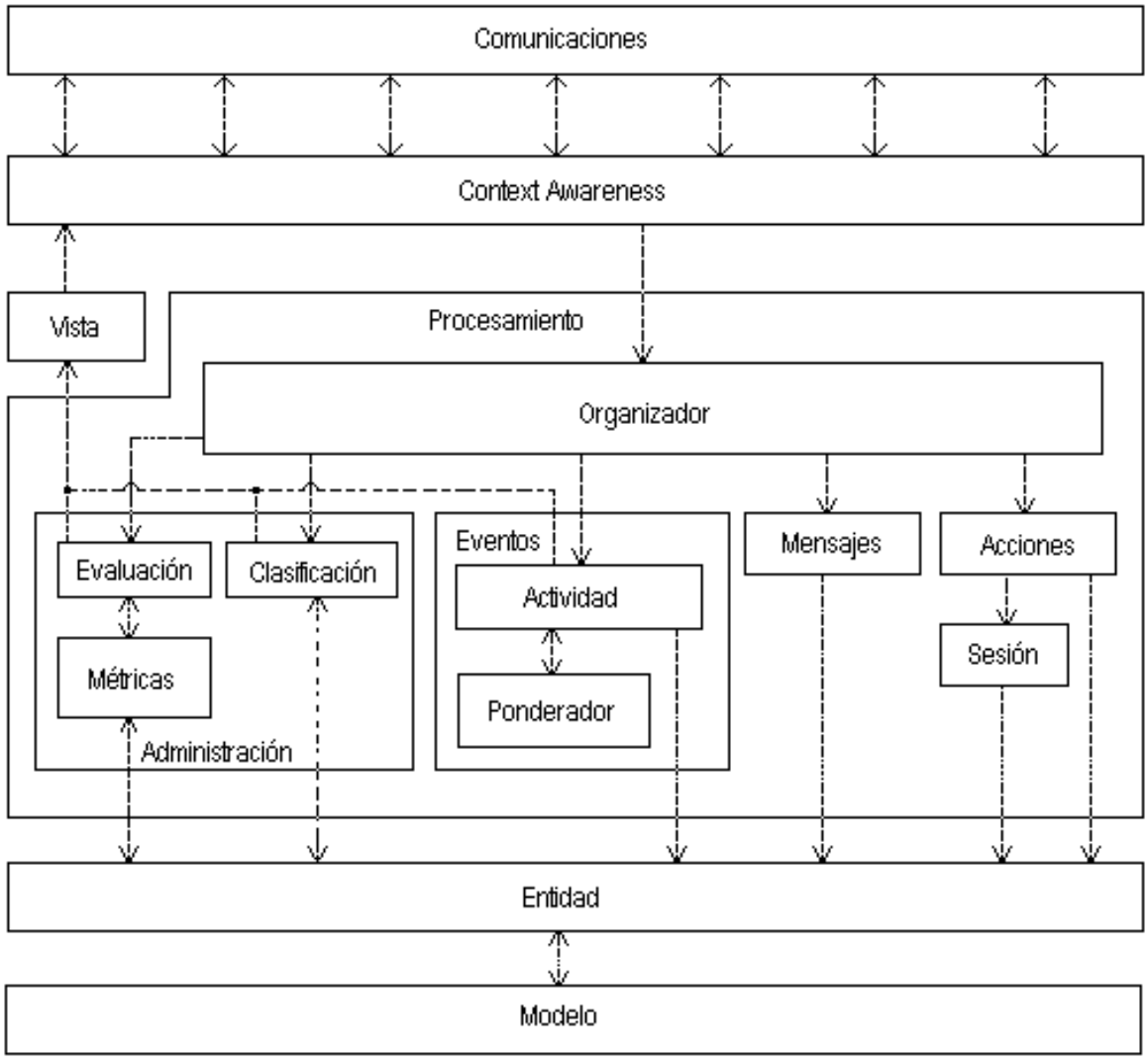


Figura 2: Modelo en bloques de la plataforma

Una plataforma de monitoreo basada en el modelo expuesto (ver figura 1) 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 poder evaluar, y de esta forma, dictaminar con mayor precisión una calificación para la actividad realizada por el grupo. El modelo expuesto (ver figura 1) se determinó teniendo en cuenta las características vistas en la sección 4.1, y los bloques propuestos están en capacidad de brindar todas las funcionalidades mencionadas.

4.2.1 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.

4.2.2 Bloque de context awareness

Este modelo permitirá, opcionalmente, 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 [DAVI2001][W3C2004]. 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.

4.2.3 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.

4.2.3.1 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)

4.2.3.2 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.

4.2.3.3 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

4.2.3.4 Acciones:

Las acciones hechas por los participantes de la actividad serán interpretadas por la plataforma 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.

4.2.3.5 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) [COLL2003]. Además, contiene un módulo de evaluación que permitirá obtener una calificación del trabajo grupal (indicadores de cooperación, ver sección 3) basándose en las métricas obtenidas a través de los eventos, acciones y de la clasificación de los mensajes de los participantes.

4.2.4 Bloque de vista

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

4.2.5 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.

4.3 Diagrama general de clases persistentes:

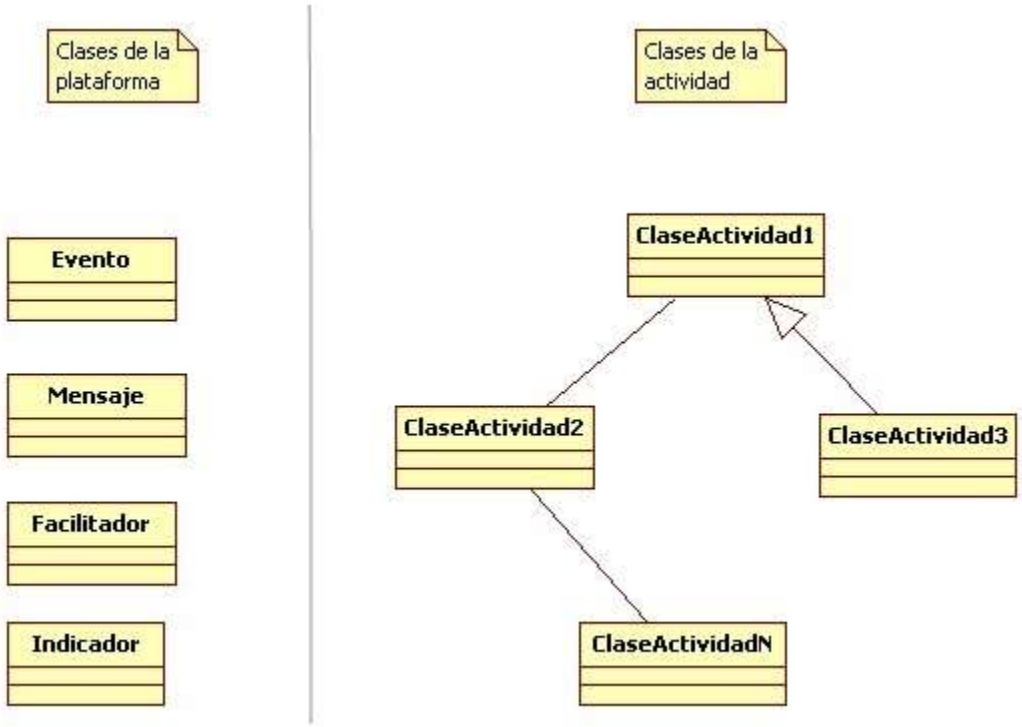


Figura 3: Diagrama de clases persistentes de la plataforma general

A la izquierda del diagrama se pueden observar las clases de la plataforma. Esas clases son exclusivas de la plataforma y su carácter es invariable independientemente de la actividad colaborativa que se escoja para la aplicación. A la derecha del diagrama se encuentran modeladas como ejemplo las clases para una actividad, que siempre variarán dependiendo de las condiciones que imponga la actividad colaborativa que se planee desarrollar. Estas clases pueden tener relaciones de agregación, herencia, etc, entre ellas.

Lo que se quiere resaltar con este diagrama es que, a pesar de tratarse como un todo y de almacenarse en una misma base de datos, las clases de la actividad y las clases de la plataforma deben tratarse de forma distinta. Esto se debe a que usualmente el manejo de las clases de la actividad se hará únicamente dentro del cliente, mientras que la plataforma debe manejar ambos subconjuntos.

4.4 Diagrama de casos de uso

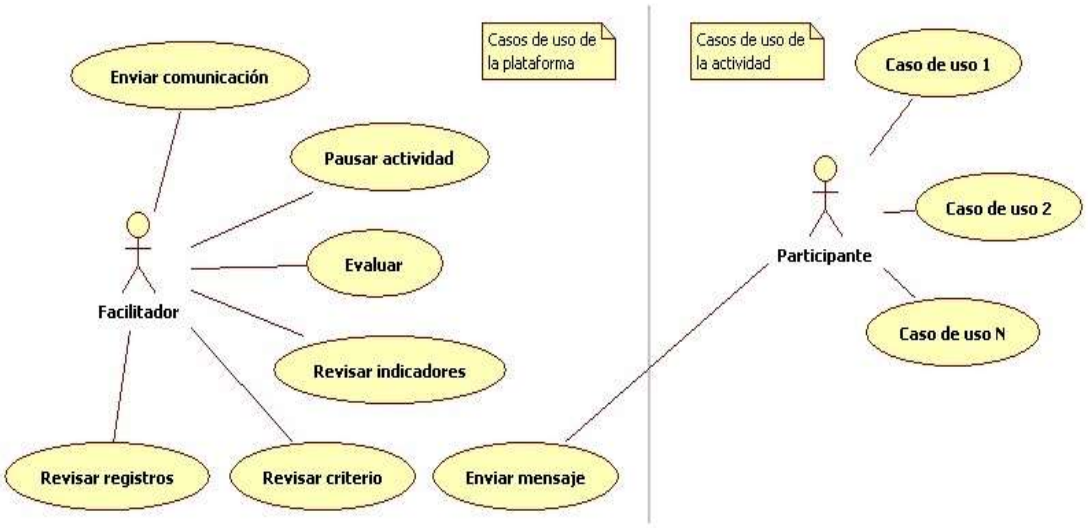


Figura 4: Diagrama de casos de uso para la plataforma general

De forma análoga a como ocurrió con el diagrama de clases persistentes de la aplicación se presenta el modelo de casos de uso, con los casos de uso separados en *Casos de uso de la plataforma* y *casos de uso de la actividad*. La separación se hace explícita por la misma razón: los casos de uso de la plataforma son invariables, independientemente de la actividad escogida como aplicación, mientras que los casos de uso de la actividad siempre van a variar.

4.5 Diagrama de paquetes

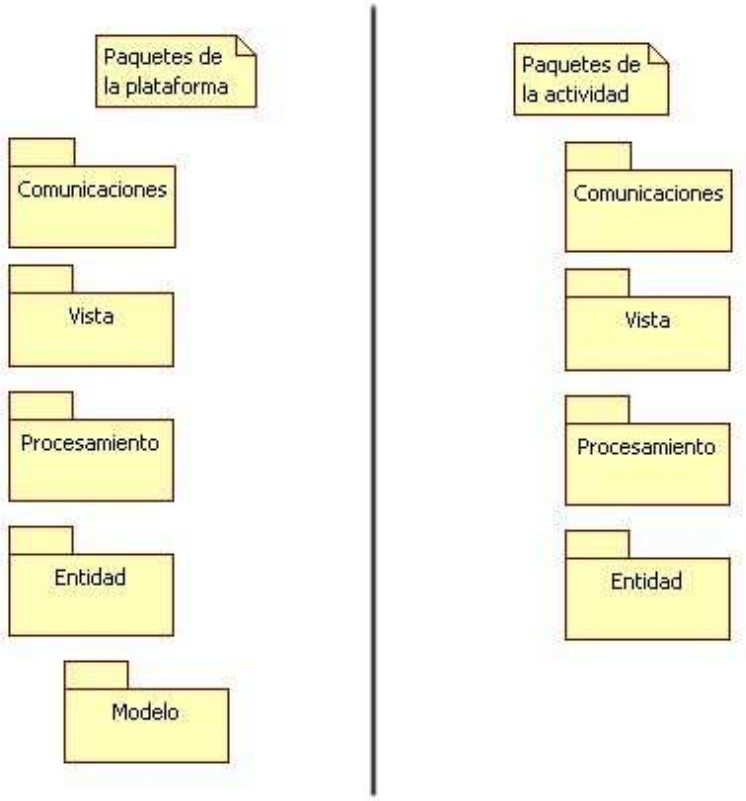


Figura 5: Diagrama de paquetes para la plataforma general

Estructurado de una manera similar a los dos modelos anteriores, este modelo de paquetes muestra cómo se separan las clases relevantes de la aplicación en un esquema Modelo-Vista-Controlador disgregando aquellos relevantes a la actividad y aquellos relevantes a la plataforma. En el paquete *Modelo* de la plataforma se encuentran las clases persistentes de el conjunto aplicación-plataforma, por tanto es imperioso que exista sólo una instancia de él, ya que de cualquier forma van a ser almacenados en la misma base de datos.

5 CASO DE ESTUDIO: COLLABPET

Con el propósito de validar la plataforma propuesta en el capítulo 4 de este trabajo, se seleccionó una actividad colaborativa de la vida real, para de llevarla a un entorno de dispositivos móviles. Esta actividad debe solventar los inconvenientes mencionados en la sección 3.1. La actividad seleccionada es de naturaleza asincrónica y distribuida, y fue bautizada como **Collabpet** (Del inglés *Collaborative Pet*, Mascota colaborativa).

5.1 Descripción de la actividad

En Collabpet 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:

Cuidador:

Es el encargado de dar la alimentación a la mascota y llevarla al veterinario (figura 6). Las opciones que tiene para alimentarla son las siguientes:

- *Pizza*
- *Frutas*
- *Concentrado*
- *Carne*
- *Hueso*
- *Agua.*

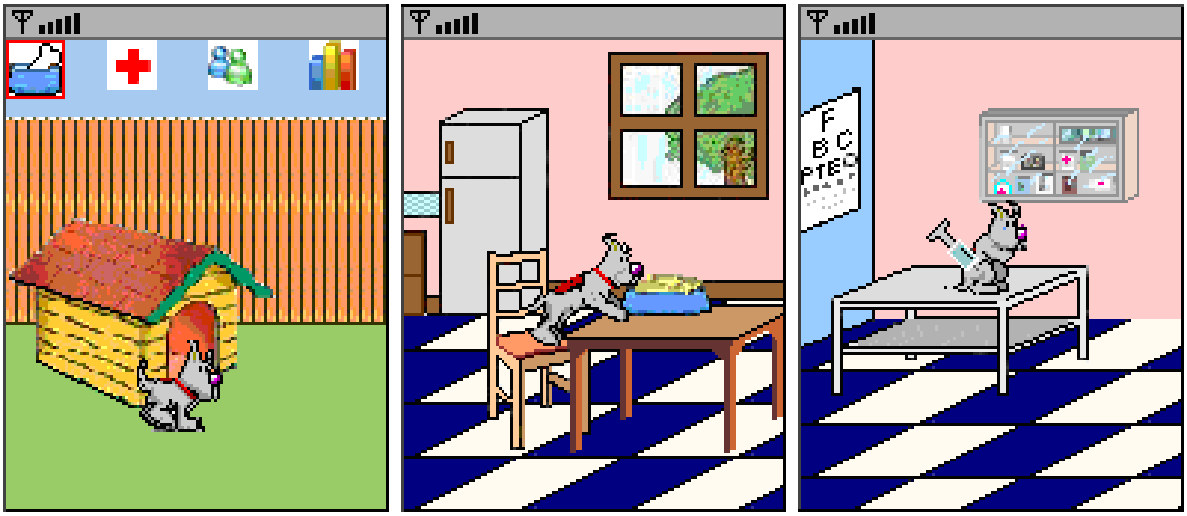


Figura 6: Interfaces gráficas del cuidador

Recreacionista:

Es el encargado de jugar con la mascota y de sacarla de paseo (figura 7). Las opciones que tiene para jugar con la mascota son las siguientes:

- *Balón*
- *Frisbee*
- *Vara*
- *Peluche*
- *Zapato.*

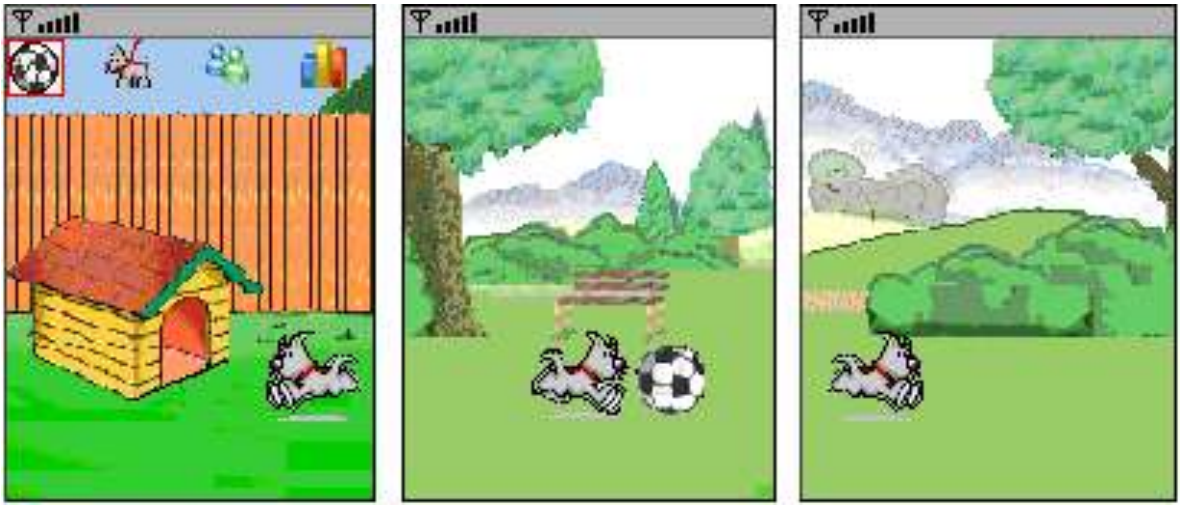


Figura 7: Interfaces gráficas del recreacionista

Entrenador

Es el encargado del aseo y el adiestramiento de la mascota (figura 8). Las opciones que tiene para asearla son las siguientes:

- *Champú*
- *Jabón*
- *Dentífrico*
- *Toalla*
- *Peine.*

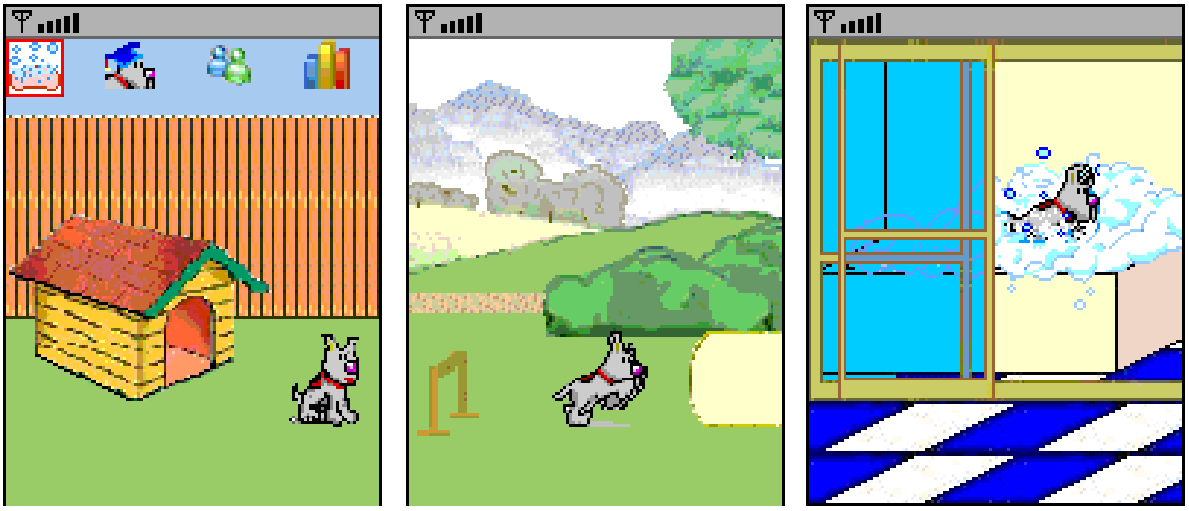


Figura 8: Interfaces gráficas del entrenador

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 (figura 9).

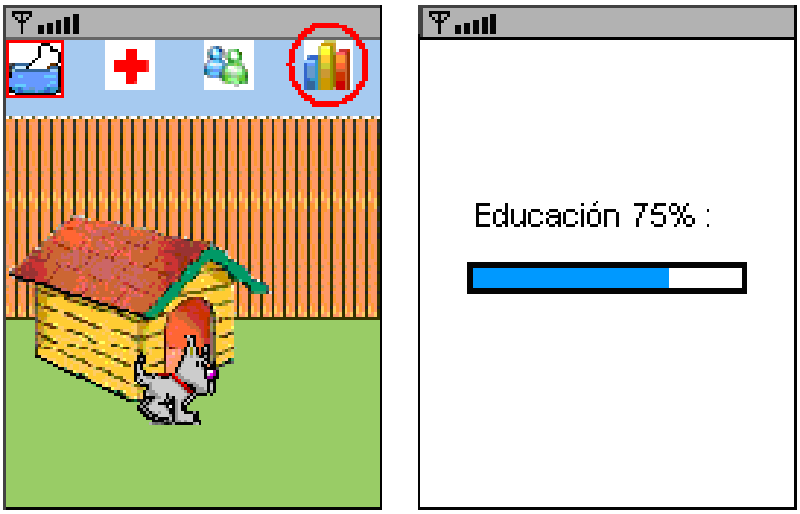


Figura 9: Interfaz de visualización de medidores

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 (Ver interdependencia positiva, sección 2.4).

Cuando uno de los participantes desea consultar los medidores, el sistema le desplegará la posibilidad de observar los tres indicadores al mismo tiempo. Esto, a pesar de parecer muy conveniente para cualquier participante, tiene unas connotaciones muy negativas, ya que se está obviando el proceso colaborativo que se pretendía apoyar. Cuando un participante escoge esta opción, el dispositivo móvil le informará que si hace eso el grupo será penalizado con una disminución en los tres medidores. La opción de observar los tres medidores se dejó abierta en caso de que alguno de los participantes necesite conocer con urgencia dicha información para tomar alguna decisión y no puede esperar a que sus compañeros le informen el estado de cada uno de los medidores.

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 en

la cual pueden leer los mensajes que le han sido enviados (figura 10). Esto se hace con el fin de que todas las comunicaciones puedan ser registradas por la plataforma de monitoreo.

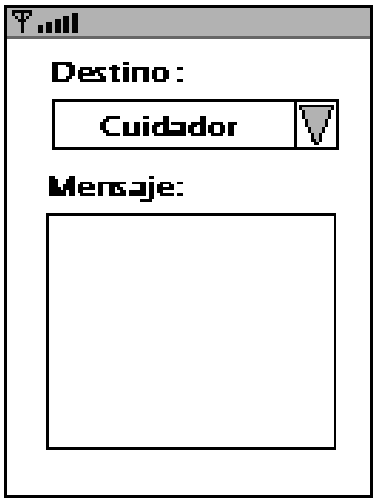


Figura 10: Interfaz de envío de mensajes

En cualquier momento, cuando uno de los medidores de la mascota se encuentre por debajo del 25% de su nivel máximo, la interfaz del participante mostrará un indicador de alerta, y se generará un registro de la alerta (ver figura 11). Esta alerta se mantendrá hasta que no se solucione el hecho que la ocasionó, es decir, hasta que el medidor asociado a la alerta suba por encima del 25%. Esto se hace con el fin de que los participantes indaguen sobre la causa de la situación problemática, mediante comunicación con sus compañeros de grupo, y la resuelvan.

Figura 11: Aviso de alerta

Con el ánimo de mantener el interés y la preocupación de los participantes en la actividad, el estado de la mascota es disminuido periódicamente, con lo cual se logra que los participantes estén en una continua interacción con la mascota. Esta disminución puede ser configurada por el facilitador en el momento de la creación de cada uno de los grupos. De esta forma se apoya la colaboración entre los participantes durante todo el tiempo que esta dura, ya que no solo deben hacer que la mascota esté bien, sino que se mantenga en buen estado.

La actividad se desarrolla durante el transcurso de tiempo que es definido 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 a la suma ponderada por el facilitador (puntaje unificado) de los indicadores obtenidos por el monitoreo de la actividad (figura 12) por parte del facilitador utilizando la plataforma [COLL2003].

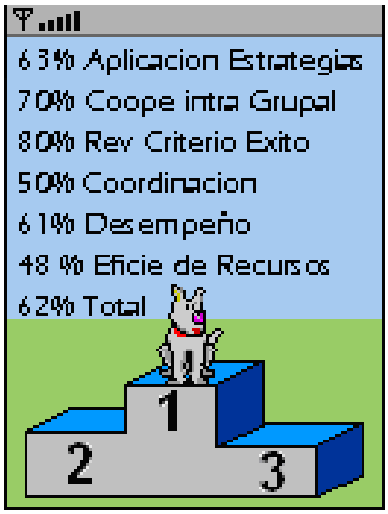


Figura 12: Interfaz de finalización de actividad

5.2 Características no funcionales de la aplicación

Collabpet fue desarrollada teniendo en cuenta las limitaciones que pueden surgir cuando se implementan aplicaciones en dispositivos móviles (ver sección 3.1, aplicaciones colaborativas en dispositivos móviles). Collabpet consta con las siguientes características no funcionales:

5.2.1 Distribución de los participantes

Una de las ventajas más pronunciadas de los dispositivos móviles es la posibilidad de utilizarlos virtualmente desde cualquier lugar. Incluso algunas aplicaciones hechas para dispositivos móviles aprovechan esta característica para soportar tareas que implican movilidad de sus participantes [SILA2004]. En cuanto a la ubicación de los participantes en actividades colaborativas algunos autores afirman que para que el aprendizaje y el trabajo sean realmente colaborativos, deben realizarse frente-a-frente, es decir, en presencia de todos los participantes del grupo [DAVI1990] [KAGA1994] [SLAV1990].

La actividad colaborativa vista en la sección 5.1 propone que la comunicación que hacen los participantes al interior de un grupo sea mediada únicamente por una plataforma de

monitoreo. Si esta característica no se cumple, no será posible obtener una evaluación verídica del desarrollo de la actividad. La única manera con la cual es posible asegurarse de esto es haciendo que los participantes estén distribuidos geográficamente.

5.2.2 Asincronismo de la actividad

La rapidez de comunicación entre los participantes de una actividad colaborativa es primordial cuando se está desarrollando una actividad que necesite bajos tiempos de respuesta (actividad sincrónica). Para solventar este inconveniente, Collabpet se define entonces como una actividad asincrónica, en la cual los tiempos de respuesta son lo suficientemente grandes como para que los participantes no se tengan que preocupar por redactar o responder los mensajes que necesiten con mucha rapidez.

De cualquier forma, sin importar la rapidez de redacción de los mensajes o el protocolo que se utilice, no es posible garantizar que los mensajes que se envían desde un dispositivo móvil llegarán inmediatamente a su destino. Esto hace necesario que haya tiempos de espera mayores entre una acción y otra. Entonces, el asincronismo se convierte en una buena opción para el desarrollo de actividades colaborativas para dispositivos móviles.

5.2.3 Compatibilidad con distintos tamaños de pantalla

Para solventar los problemas que se asocian con los pequeños tamaños de pantalla de los dispositivos móviles, Collabpet cuenta con una interfaz amigable y usable que permite un buen desarrollo de la actividad y proporciona una interfaz de comunicación familiar entre los participantes.

Cada una de las acciones que pueden ser ejecutadas por los participantes de la actividad en los distintos roles está asociada a un icono. Esta iconografía se basó en un extenso estudio de usabilidad basado en encuestas a distintos usuarios potenciales de la aplicación y en las reacciones y actitudes que presentaban ante las respuestas del

sistema (Ver figura 13).

Figura 13: Pruebas de usabilidad

Fue necesario que la actividad que se escogiera para realizarse fuera lo suficientemente sencilla para no tener que saturar la pantalla del dispositivo móvil con información redundante o molesta. Collabpet es una actividad que no necesita desplegar mucha información en la pantalla para que haya buenos niveles de colaboración entre los participantes.

5.2.4 Soporte para otros medios de comunicación

Con el ánimo de que la aplicación sea compatible con distintos medios de comunicación, ésta se desarrolló utilizando un modelo separado en capas (figura 5). Si fuese necesario cambiar de medio de comunicación entre la plataforma y los dispositivos móviles, o implementar soporte para un nuevo medio, sólo es necesario modificar la capa en la cual se encuentran las clases de comunicación y la aplicación funcionaria sin ningún problema.

Inicialmente, Collabpet se desarrolló con soporte para comunicación vía SMS y Sockets. Para la fase de experimentación se implementó soporte para comunicación Bluetooth. Esto se hizo con el propósito de tener un ambiente controlado para la elaboración de las pruebas, además de reducir los costos de la experimentación.

5.3 Justificación

Desde las primeras etapas del desarrollo del presente trabajo de grado, se pensó en que la actividad colaborativa que se implementara para validar el modelo de plataforma debería tener una serie de características técnicas y colaborativas que garantizaran buenos niveles de interacción entre los participantes. Estas características son:

5.3.1 La actividad debe ser asincrónica y distribuida

Estas características se exponen en la sección 5.2 de este documento.

5.3.2 La actividad debe ser sencilla

Collabpet está basado en un famoso juego llamado Tamagotchi [http://www.tamagotchi.com], que consiste en cuidar una mascota virtual. Este juego es conocido por su extrema sencillez y facilidad de uso. Además, como es un concepto ampliamente difundido, los usuarios tuvieron confianza al utilizarla. De cualquier forma, existe una gran diferencia entre las dos actividades: Collabpet es de naturaleza intrínsecamente colaborativa, mientras que Tamagotchi es individual.

5.3.3 La aplicación debe ser implementable en dispositivos móviles

Una de las características principales que debía cumplir la actividad es que fuera implementada en dispositivos móviles, ya que esto es el corazón de la investigación realizada. Collabpet se escogió teniendo en cuenta las limitaciones de los dispositivos móviles actuales en términos de capacidad de procesamiento, memoria, medios de comunicación y tamaño de pantalla.

5.3.4 La actividad debe desarrollarse en grupos pequeños

Algunos autores [GELM2007] sugieren que la mejor colaboración es la que se presenta en grupos pequeños conformados por 3-5 participantes. Esto permite evitar, entre otras cosas, el fenómeno del *free-rider* (que ocurre cuando uno de los miembros del grupo no cumplió con sus responsabilidades, sino que los demás miembros del grupo lo "llevaron gratuitamente"). Para cumplir con este requerimiento, Collabpet plantea grupos pequeños de tres participantes en los cuales es imposible cumplir con los objetivos grupales propuestos sin que se cumplan primero los objetivos impuestos por las responsabilidades individuales.

5.3.5 La aplicación debe poder monitorearse

Para poder evaluar el proceso colaborativo, toda la comunicación que se haga entre los participantes de cada grupo debe quedar registrada. Esto permite un monitoreo constante de la actividad por parte del facilitador. Collabpet fue diseñado para que todo el flujo de información generada por los participantes (mensajes, acciones o eventos) sean enviados a la plataforma de monitoreo para que esta los almacene y la actividad pueda ser evaluada al finalizar.

5.3.6 La actividad debe apoyar la interdependencia positiva

Collabpet apoya la interdependencia positiva de recursos a través de la información parcial que posee cada uno de los participantes (ver interdependencia positiva, sección 2.4). Ellos deben decidir cuál es la acción más conveniente a tomar dependiendo de la información que tienen.

5.4 Características técnicas de la aplicación

La aplicación fue desarrollada para dispositivos con las siguientes características:

- Soporte J2ME
- MIDP 2.0
- CLDC 1.1

- WMA 2.0
- Soporte GPRS
- Soporte Bluetooth (fase de experimentación).

La aplicación es independiente del tamaño de la pantalla que posea el dispositivo móvil. La aplicación fue probada sin fallas en equipos Nokia 5200, Nokia 6131, Nokia N90 y Nokia N93.

5.5 Modelo específico de la plataforma

Collabpet no puede funcionar sin una plataforma que monitoree y registre toda la información que se genera con ella. A continuación se muestra la aplicación del modelo visto en la sección 4 de este documento. A este modelo lo llamaremos Modelo Específico, y será en el cual está basado la presente investigación (Ver figura 14).

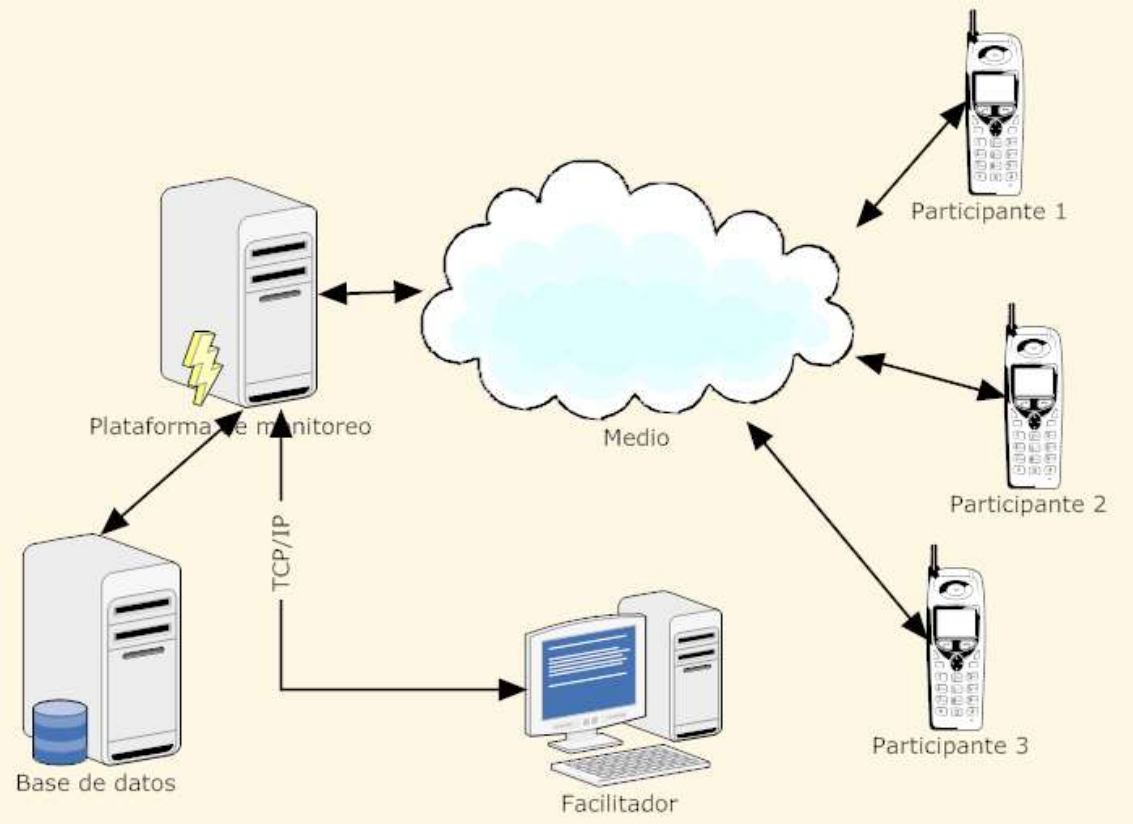


Figura 14: Modelo específico de la plataforma

El modelo que permitirá su funcionamiento a la plataforma de monitoreo está planeado con las siguientes características:

- Los clientes de la plataforma se conectarán a un servidor central, y no entre ellos.
- La transferencia de información se hará a través de las conexiones hechas en el servidor. No habrá transferencia de información entre los clientes directamente.
- Toda actividad debe quedar registrada por la plataforma en una base de datos. Esta información servirá para su posterior análisis y obtención de parámetros de estudio de la actividad colaborativa asociada.

Para el propósito de este trabajo de grado, se hará exclusivamente el desarrollo de la plataforma específica propuesta, en la cual estas capacidades de "context awareness" no serán aplicadas, ya que abren un gran campo de investigación que puede ser explotado en trabajos futuros. El modelo que se plantea en este documento es para ser aplicado en clientes dispositivos móviles, que acceden a la información a través de un único canal de comunicaciones (Sockets o Bluetooth).
Las características de la plataforma específica que se plantea en este trabajo de grado son las mismas que se discutieron en el punto 4.1, con la única diferencia de que los clientes que soportarán la aplicación colaborativa seleccionada y que serán objetivos del monitoreo por parte de la plataforma serán dispositivos móviles de gama alta con características definidas que permitan soportar el medio de comunicaciones escogido y la aplicación.

Para poder describir acertadamente la plataforma de monitoreo se ha dispuesto de una serie de diagramas UML, que facilitan la visualización previa de la aplicación. Estos diagramas fueron hechos teniendo en cuenta a la *plataforma de monitoreo* y a la *aplicación colaborativa* como un todo.

5.6 Plataforma específica: diagrama de casos de uso

Figura 15: Diagrama de casos de uso de la plataforma específica

Para la plataforma específica, el facilitador podrá acceder a los datos almacenados por la plataforma a través de una interfaz Web dispuesta para ello. Haciendo uso de esta interfaz, el facilitador podrá:

- Administrar grupo: el facilitador podrá crear, modificar y eliminar grupos y toda la información asociada a ellos (participantes asociados, nombre del grupo, información de apoyo para la interdependencia positiva de identidad, etc).
- Leer mensaje: el facilitador podrá leer todos los mensajes que los participantes de las actividades monitoreadas por la plataforma le hayan enviado.
- Enviar mensaje: el facilitador podrá enviar mensajes a los participantes de las actividades, ya sea individualmente o a un grupo completo.
- Administrar ponderación: el facilitador podrá modificar los parámetros asociados a las acciones ejecutadas por los participantes, es decir, podrá intervenir en cómo cada una de las acciones modifican el estado actual de cumplimiento de los objetivos del grupo.
- Modificar estado actividad: el facilitador podrá intervenir en el desarrollo de alguna de las actividades al modificar el grado actual de cumplimiento de los objetivos que tenga el grupo.
- Clasificar mensajes: el facilitador podrá dar una clasificación a los mensajes enviados por los participantes de una actividad, basándose en una serie de

parámetros definidos previamente [COLL2003]

- Calificar actividad: una vez finalizada la actividad, el facilitador podrá determinar los indicadores de colaboración. Estos indicadores, dependiendo de sus características, serán obtenidos automáticamente por la plataforma.
- Ver estadísticas: en cualquier momento del desarrollo de la actividad el facilitador podrá observar el detalle de las acciones y eventos asociadas a un participante, como por ejemplo el número de sesiones, el tiempo promedio de duración de cada sesión, el número de acciones ejecutadas, etc.

5.7 Collabpet: diagrama de casos de uso

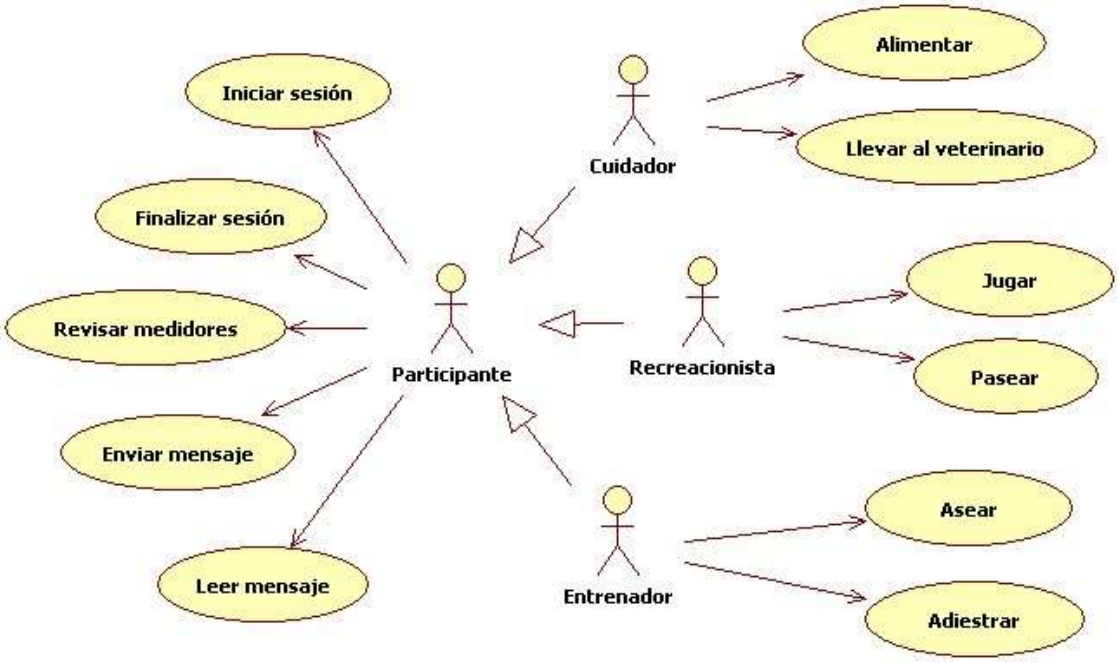


Figura 16: Diagrama de casos de uso de Collabpet

Los participantes de la actividad harán sus interacciones completamente desde el dispositivo móvil. El diagrama de casos de uso de la figura 5 muestra las posibilidades para ellos.

- Iniciar Sesión: el usuario se registra con el móvil en la plataforma.
- Finalizar sesión: el usuario abandona la actividad.
- Enviar mensaje: similar al facilitador, el participante podrá enviar mensajes a sus compañeros de grupo o al mismo facilitador.

- Leer mensaje: similar al facilitador, el participante podrá leer los mensajes que no haya leído.
- Alimentar, llevar al veterinario: acciones correspondientes al Cuidador
- Jugar, pasear: acciones correspondientes al Recreacionista
- Asear, adiestrar: acciones correspondientes al Entrenador.
- Revisar medidores: el participante podrá ver el estado actual de la mascota. El sistema dará la opción de si él quiere recibir sólo el indicador que puede conocer o si quiere recibir los tres indicadores.

5.8 Administración de la plataforma

Como se mencionó anteriormente, se desarrolló una interfaz de administración de la plataforma y de toda la información generada por las actividades que esta monitorea. En la implementación de la plataforma se utilizaron las siguientes tecnologías y lenguajes:

- Java: captura y almacenamiento de información generada por la actividad.
- Apache, PHP: funcionalidades de administración de la información y de la plataforma, clasificación de mensajes y evaluación de la actividad.
- MySQL: base de datos para el almacenamiento de la información
- HTML, Javascript, CSS: estética y validación de datos de la interfaz de administración.

5.8.1 Ingreso de facilitador

Esta interfaz permite al facilitador el acceso a todas las funcionalidades expuestas en la sección 5.6 del presente trabajo. La plataforma soporta varios facilitadores, los cuales pueden tener a su cargo uno o varios grupos que desarrollan una actividad colaborativa. El propósito principal de la interfaz de administración de la plataforma es el de proporcionar a los facilitadores un medio para clasificar los mensajes enviados por los participantes de la actividad y evaluar el desarrollo de dicha actividad.

Figura 17: Ingreso de facilitador

Ya que el facilitador es la única persona que puede acceder a esta funcionalidad es necesario que la interfaz permita al facilitador identificarse a través de su nombre de usuario y su contraseña (ver figura 17). Al momento de ingresar al sistema de administración, se le presenta al usuario la lista de grupos que él puede gestionar. Un facilitador sólo puede observar el estado y gestionar los grupos que tiene a su cargo, mas no los grupos que puedan estar asociados a otro facilitador.

5.8.2 Selección de grupos

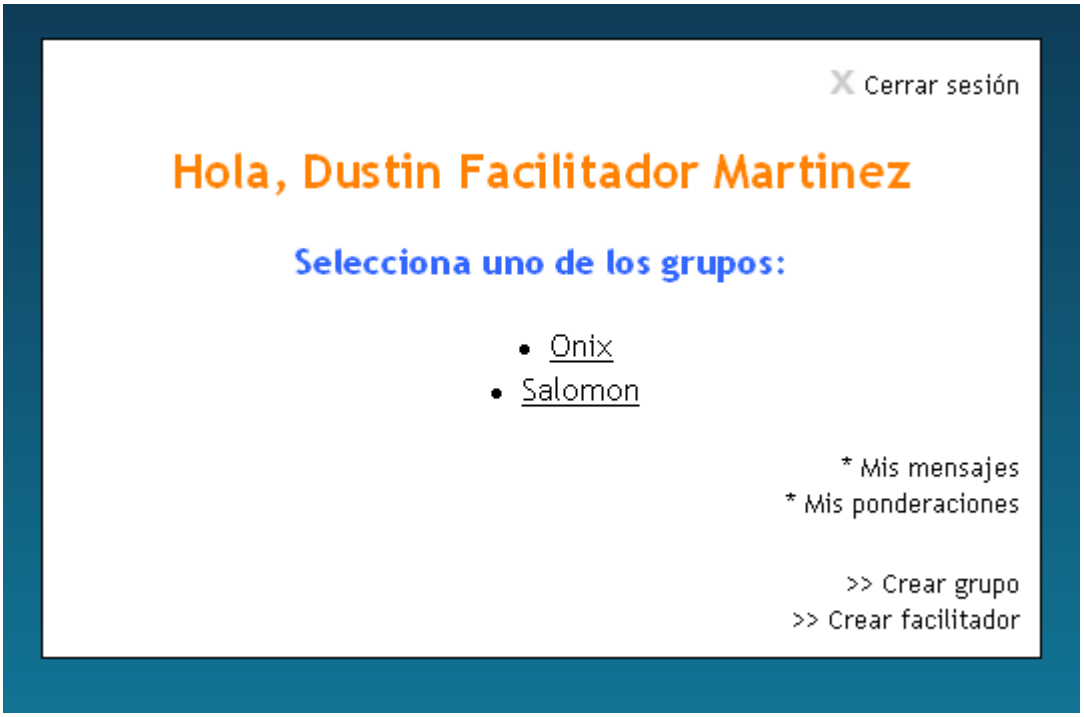


Figura 18: Selección de grupos y opciones

En la interfaz de selección de grupos (ver figura 18) un facilitador tiene las siguientes opciones:

- Mis mensajes: permite leer los mensajes que los participantes de los grupos que él monitorea le hayan enviado a través de la interfaz del dispositivo móvil
- Mis ponderaciones: la calificación final de un grupo depende de los seis indicadores. Cada facilitador puede asignar a cada indicador un porcentaje del total de la calificación. Esta ponderación puede ser modificada en cualquier momento a voluntad del facilitador, dependiendo de su criterio. Esta opción fue creada con el propósito de no obligar al facilitador a adoptar una ponderación específica por defecto para la calificación de sus grupos, ya que cada facilitador puede darle un peso diferente a cada indicador.
- Crear grupo: permite crear nuevos grupos para que desarrollen la actividad (Collabpet). Aquí se captura la siguiente información de cada grupo:
    - Nombre del grupo (nombre de la mascota)
    - Duración de la actividad en días

    - Participantes en cada uno de los roles (cuidador, recreacionista, entrenador)
    - Información personal de los participantes (nombres, apellidos, edad, sexo ciudad, nombre de usuario y contraseña)
    - Puntuación asignada a cada una de las acciones. Esto determina cómo cada acción realizada por los participantes afecta el grado de cumplimiento de los objetivos (cómo cada acción afecta los medidores de estado de la mascota)
    - Grado de disminución periódica (diaria) de cada uno de los medidores de la mascota
    - Estado inicial de cumplimiento de los objetivos (medidores de estado de la mascota)
- Crear facilitador: permite crear un nuevo facilitador como usuario de la plataforma. Este nuevo facilitador podrá crear nuevos grupos y monitorear y evaluar la actividad (Collabpet) desarrollada por ellos.

5.8.3 Ingreso de facilitador

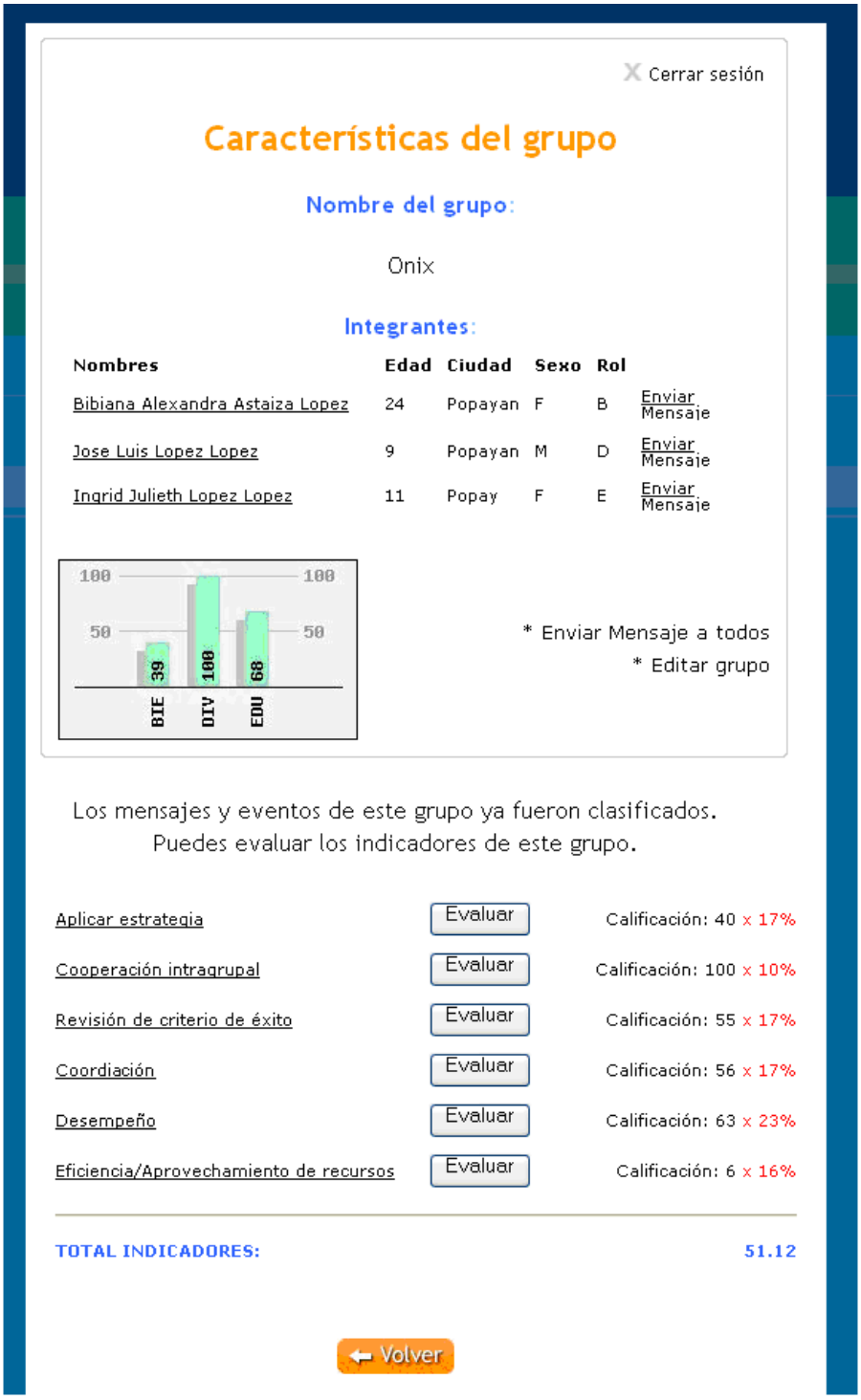


Figura 19: Gestión de grupo

Cuando el facilitador selecciona uno de los grupos para gestionarlo (ver figura 19), la

interfaz le muestra toda la información respecto a dicho grupo, incluyendo el estado actual de la mascota. Se le presentan las siguientes opciones:

5.8.3.1 Enviar mensaje:

Con esta opción se despliega una interfaz que permite enviar un mensaje al participante escogido del grupo. Este participante podrá visualizar el mensaje en su dispositivo móvil.

5.8.3.2 Enviar un mensaje a todos:

Similar a la opción anterior, se enviará un mensaje a todos los participantes del grupo.

5.8.3.3 Editar grupo:

Esta opción permite modificar la información asociada con un grupo (nombre del grupo, información de los participantes, estado actual de la mascota, disminución automática de medidores y ponderación de las acciones). Esta opción se hizo pensando en que el facilitador del grupo podría en algún momento determinado desear modificar el estado actual de la mascota para simular un imprevisto (enfermedad, accidente, aburrimiento, etc) con el fin de observar cómo reacciona el grupo ante una situación no planeada. Estos imprevistos pueden ser informados al grupo a través de la interfaz de envío de mensajes si así lo considera el facilitador. Además, al poder modificar la ponderación de cada una de las acciones y la disminución automática, el facilitador puede en determinado momento incrementar o disminuir la dificultad de la actividad, propiciando la comunicación de los participantes.

5.8.3.4 Clasificación de mensajes:

Como se vio anteriormente, es necesario que los mensajes enviados entre los participantes hayan sido clasificados para poder obtener los indicadores de colaboración (ver figura 20). En esta interfaz el facilitador puede clasificar dichos mensajes en las siguientes categorías (ver tabla 1): estrategia, trabajo estratégico, coordinación de estrategia, revisión de criterio de éxito, laterales y solicitud de ayuda. Se han excluido de la presente lista las categorías de trabajo (mensajes recibidos por la persona que coordina) y coordinación (mensajes enviados por la persona que coordina), ya que en la

actividad que servirá de apoyo para la investigación (Collabpet) no existe un rol que haga las veces de coordinador. Para apoyar esta clasificación, se muestra junto al mensaje seleccionado el estado de los medidores de la mascota en el momento de envío de dicho mensaje.

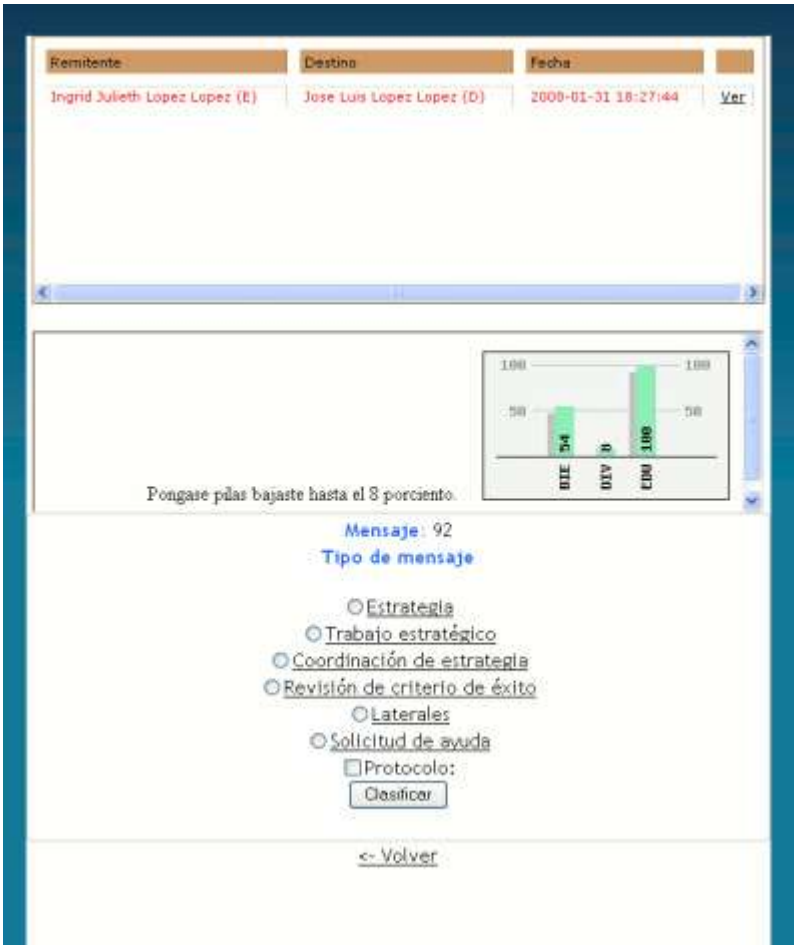


Figura 20: Clasificación de mensajes

Además de esto, el facilitador puede escoger un porcentaje de protocolo, directamente proporcional al nivel de eficacia que posea uno de los mensajes enviados. Esto es, un mensaje con mayor protocolo habrá enviado más cantidad de información con menos caracteres. De cualquier forma no existe una manera estándar de obtener esta medida, ya que es totalmente subjetiva, y el facilitador debe poseer el criterio para determinarla.

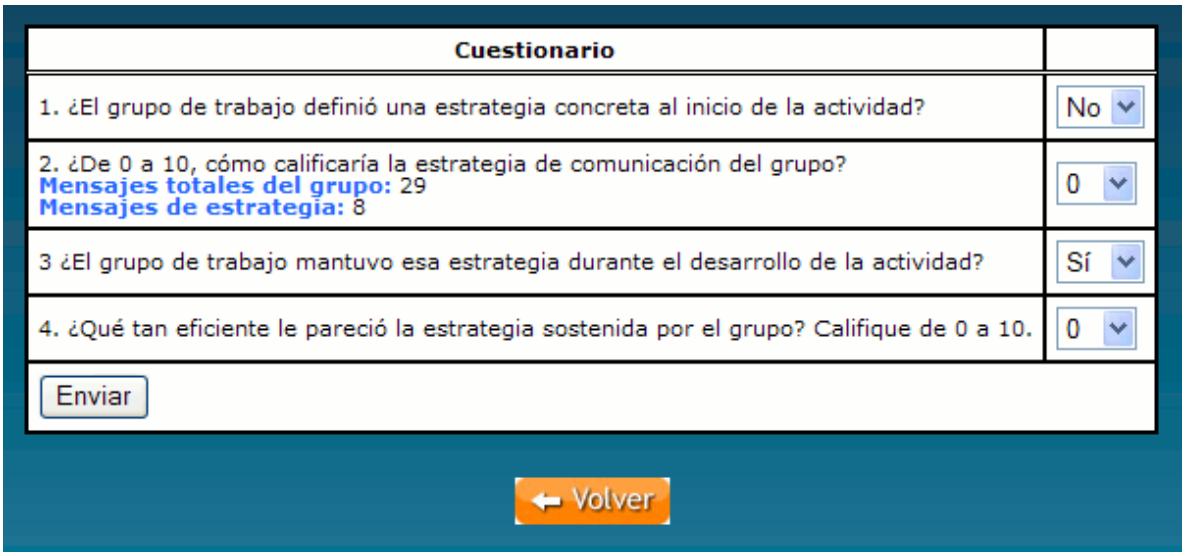
Este proceso de clasificación de mensajes puede ser llevado a cabo en cualquier momento del desarrollo de la actividad, tanto en el proceso (mientras los grupos

están colaborando) como en el post-proceso (cuando la actividad haya finalizado).

5.8.3.5 Evaluar actividad:

Una vez se hayan clasificado todos los mensajes de la actividad, el sistema permitirá al facilitador obtener el valor de los indicadores de colaboración (ver figura 19). Estos indicadores se obtendrán de la siguiente forma [COLL2003]:

- Aplicación de estrategia: para determinar el valor de este indicador, se le presenta un cuestionario al facilitador (ver figura 21). El indicador será definido de la siguiente forma:
  - 20% correspondiente a la respuesta de la primera pregunta del cuestionario.
  - 30% de la segunda pregunta.
  - 25% de la tercera pregunta.
  - 5% de la cuarta y última pregunta.
  - 20% perteneciente al promedio de medidores de la mascota durante toda la actividad. Esto corresponde al factor de éxito de la actividad.



Cuestionario	
1. ¿El grupo de trabajo definió una estrategia concreta al inicio de la actividad?	No
2. ¿De 0 a 10, cómo calificaría la estrategia de comunicación del grupo? **Mensajes totales del grupo:** 29 **Mensajes de estrategia:** 8	0
3 ¿El grupo de trabajo mantuvo esa estrategia durante el desarrollo de la actividad?	Sí
4. ¿Qué tan eficiente le pareció la estrategia sostenida por el grupo? Califique de 0 a 10.	0
Enviar	

Volver

Figura 21: Cuestionario Aplicación de estrategia

- Cooperación intra-grupal: este indicador se calcula en función del porcentaje de ayudas resueltas. Esto se determina por la cantidad de mensajes de ayuda enviados por los participantes a sus compañeros de

grupo. Se observa si cuando el destinatario lee el mensaje de ayuda, el medidor asociado a la ayuda incrementa considerablemente. Si este incremento no ocurre se considera como ayuda no brindada.

- Revisión de criterio de éxito: este indicador refleja el interés en el desempeño individual y colectivo. Si el número de alertas ocurridas durante el desarrollo de la actividad es alto quiere decir que no hubo mucho interés en el estado de la mascota. Este indicador también depende de la cantidad de veces que es solicitado el estado de cada uno de los medidores y de las revisiones del estatus total(los tres medidores) de la mascota. Se calcula de la siguiente forma:
    - 20% calculado por la siguiente ecuación (1/1+n) donde n es la cantidad de alertas presentadas.
    - 80% calculado por la siguiente ecuación (E/E+T) donde E es la cantidad de veces que se revisó un solo medidor, y T es la cantidad de veces que se revisaron los tres medidores al tiempo.
- Coordinación: este indicador se obtiene dependiendo de la cantidad de mensajes de coordinación enviados por los participantes en el transcurso de la actividad y se calcula con la siguiente ecuación: 10/(10+m), donde m es la cantidad de mensajes de coordinación.
- Desempeño: Este indicador se calcula teniendo en cuenta tres factores: calidad (porcentaje de cumplimiento de los objetivos), tiempo (calificación del tiempo invertido en la actividad dependiendo de si fue el suficiente para su buen desarrollo) y trabajo (calificación de la cantidad de trabajo, medido en función de la cantidad de mensajes enviados por los participantes del grupo y si este bastó para el cumplimiento de los objetivos). Calidad se puede obtener automáticamente mediante la información (promedio porcentual de los tres medidores) alojada en la base de datos, mientras que tiempo y trabajo son subjetivos y dependen del criterio del facilitador quien da una calificación a estos en la encuesta que se le presenta (ver figura 22). El indicador se calcula mediante un promedio simple de estos tres factores.

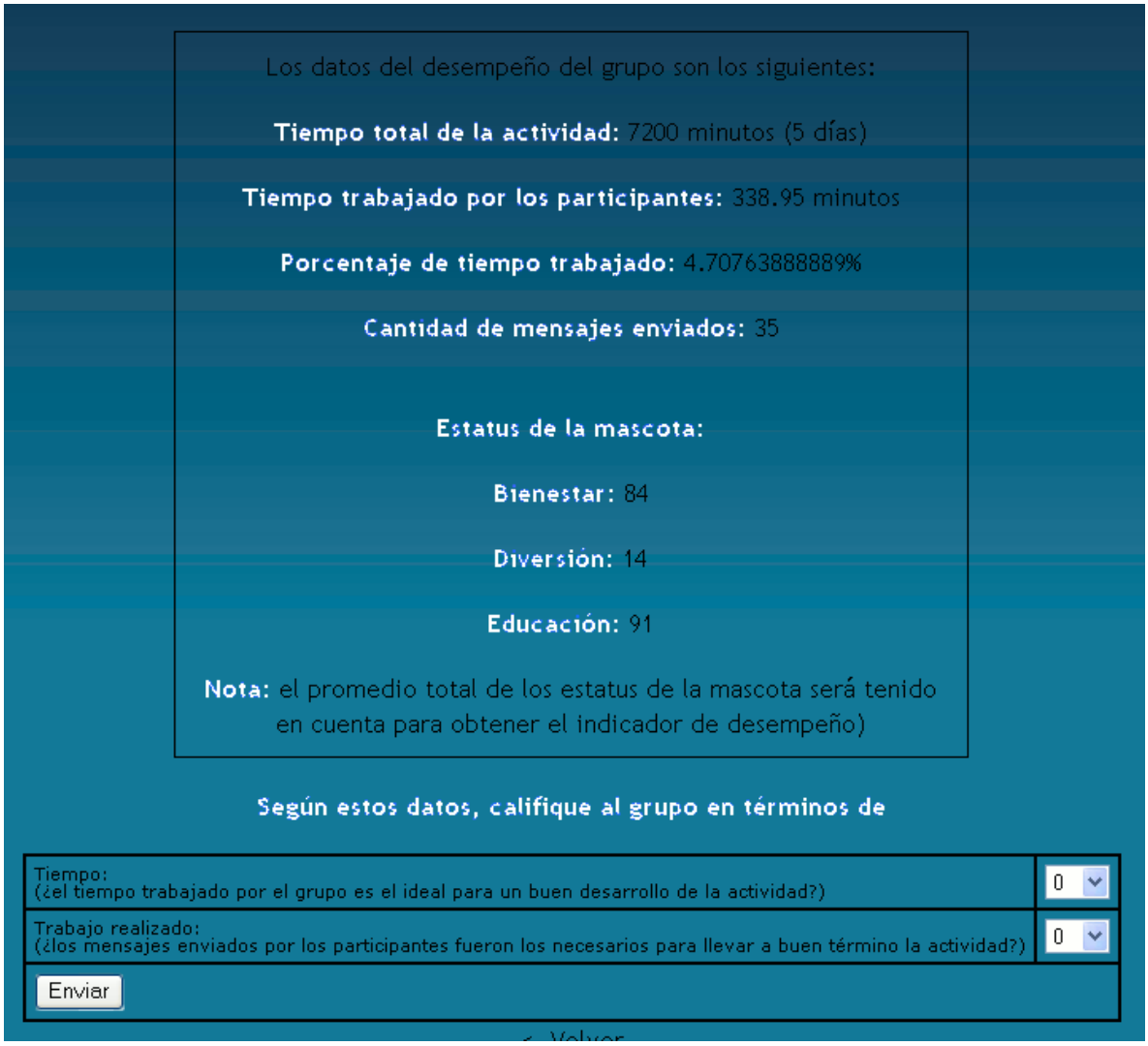


Figura 22: Cuestionario Desempeño

- Eficiencia / Aprovechamiento de recursos: Este indicador se determina en función de la cantidad de mensajes que hayan presentado protocolo y de la eficiencia de este. Se calcula haciendo un promedio del protocolo de todos los mensajes enviados por los participantes teniendo en cuenta que si en un mensaje no se presento protocolo será considerado con protocolo igual a cero.

5.8.3.6 Visualizar estadísticas de los participantes:

Al hacer clic en el nombre de uno de los participantes del grupo, el facilitador puede visualizar un reporte (ver figura 23) de las actividades realizadas por ese participante, de los mensajes enviados y recibidos, número de sesiones iniciadas, duración de las

sesiones y promedio de medidores por sesión.

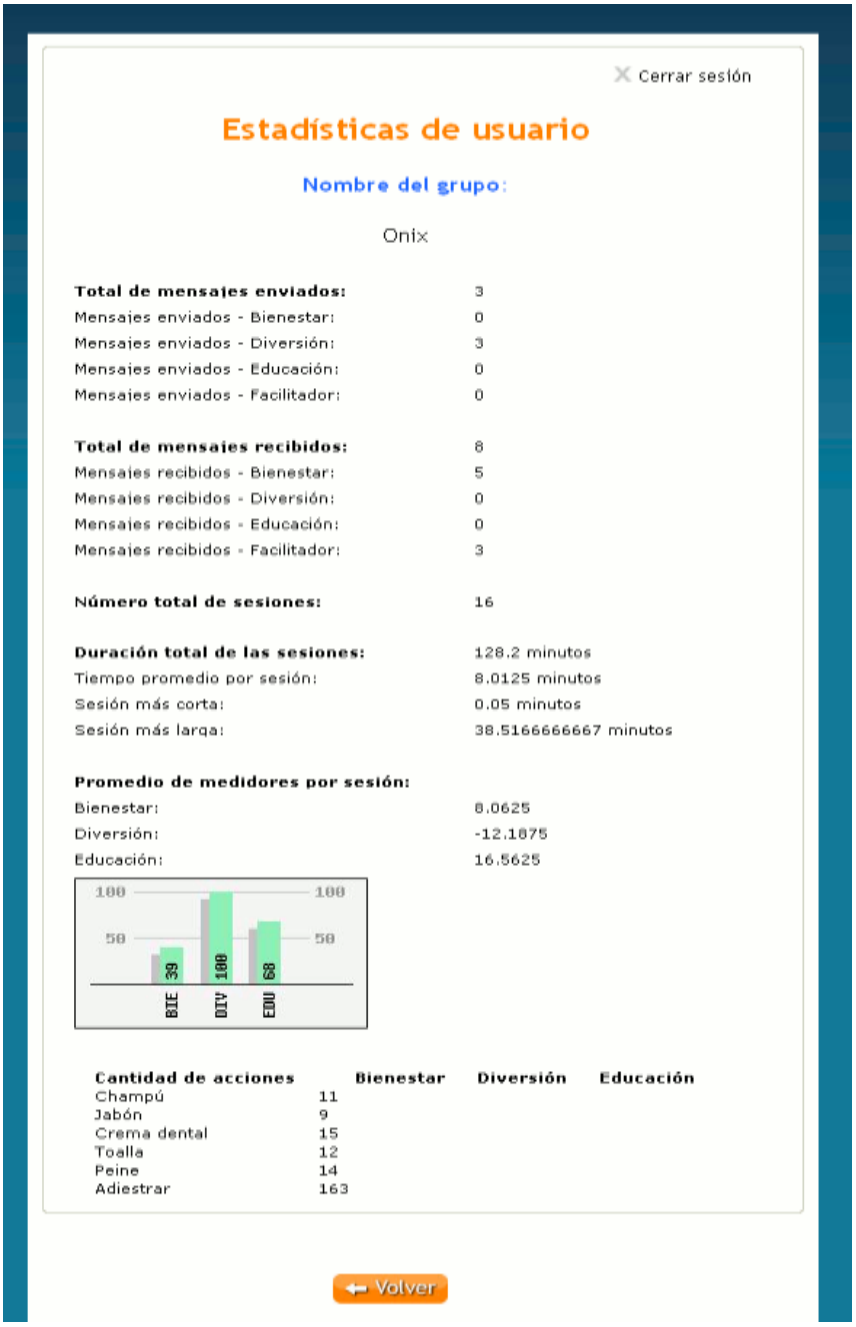


Figura 23: Reporte de Estadísticas de Usuario

Este reporte le proporciona al facilitador una herramienta para monitorear a cada participante individualmente, para evaluar su comportamiento y tratar de identificar en que forma ese comportamiento afecto el grado de cumplimiento los objetivos grupales.

6. EXPERIMENTACION Y RESULTADOS

Como se mencionó en anteriores secciones, se diseñó una fase de experimentación de los elementos desarrollados.

6.1 Objetivos

Los objetivos principales de esta fase de experimentación son los siguientes:

- Validar el diseño propuesto para la plataforma específica de monitoreo. Comprobar si la información que esta plataforma captura es la suficiente para obtener una adecuada evaluación del proceso colaborativo
- Validar la implementación del diseño del modelo en la plataforma de monitoreo.
- Validar la actividad diseñada para ser monitoreada por la plataforma.
- Validar la implementación de la actividad colaborativa en la aplicación para dispositivos móviles. Comprobar la usabilidad de la aplicación a través de una encuesta de evaluación heurística dirigida a los sujetos de experimentación.
- Validar la implementación de la interfaz de administración de la plataforma de monitoreo.

6.2 Fases de la actividad

La experimentación se desenvolvió en un ambiente controlado. Las fases de la actividad presentaron las siguientes características:

- La fase de pre-proceso consistió en una presentación formal de la actividad y de la aplicación a los grupos participantes. Se formaron los grupos de acuerdo a ciertas características que presentaron los participantes.
- El proceso de la actividad se desarrolló en el transcurso de seis (6) días, en los cuales se presentó toda la colaboración entre los grupos.
- Durante la fase de post-proceso se hizo la clasificación de los mensajes y se elaboró una evaluación de los indicadores de colaboración en torno a esa

clasificación.

6.3 Características técnicas

El proceso de experimentación presentó las siguientes características técnicas:

- Se utilizó la tecnología Bluetooth para la comunicación entre los participantes (dispositivo móvil) y la plataforma de monitoreo.
- La aplicación se instaló en un teléfono móvil Nokia 5200, en el cual todos los participantes conmutaron su actividad en distintos momentos del día.
- La plataforma se montó en un PC con soporte para los lenguajes y tecnologías en los cuales ésta se implementa: Java (J2SE 1.5), PHP (Apache 2.0, PHP 4) y MySQL (MySQL DBMS 5).
- Los participantes desarrollaron la actividad alrededor del PC en el cual estaba montado la plataforma (Máximo a 6 metros de ella) a causa de las limitaciones de distancia impuestas por la tecnología Bluetooth.

6.4 Formación de los grupos

Para la formación de los grupos que desarrollarían la actividad colaborativa se solicitó la contribución de varias personas que tuvieran la facilidad de presentarse todos los días alrededor del PC en el cual se instaló la plataforma, debido a las limitaciones técnicas presentadas para la fase de experimentación. De las personas que aceptaron participar del proceso colaborativo se escogieron seis (6) personas que formarían dos (2) grupos. Esta escogencia se hizo también por los problemas técnicos y de organización que se podrían presentar en caso de que participaran muchas personas en la actividad.
Las personas escogidas para participar de la actividad presentaron los siguientes perfiles:

	Sujeto					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**
Edad	9	12	24	24	25	30
Sexo	Masculino	Femenino	Masculino	Femenino	Masculino	Femenino

Escolaridad	Primaria	Secundaria	Técnico	Pregrado universitario	Técnico	Postgrado universitario

Tabla 2. Matriz de participantes

Los grupos se escogieron de la siguiente forma y por las siguientes razones:

- **Grupo Onix:** Sujetos A, B y D. Este grupo se escogió de esta manera porque los sujetos son hermanos. Los sujetos fueron conscientes en todo momento de la identidad de sus compañeros de grupo (ver figura 24).
- **Grupo Salomón:** Sujetos C, E y F. Este grupo se escogió así porque son personas que no se conocían anteriormente. La identidad de cada uno de los sujetos estuvo oculta para el resto de los participantes del grupo durante toda la fase de proceso. Sus identidades se revelaron una vez esta finalizó (ver figura 25).

Figura 24: Grupo Onix

Figura 25: Grupo Salomón

La razón principal para la escogencia del grupo Onix fue ver cómo el conocimiento de la

identidad de los demás participantes del grupo, y el grado de familiaridad de los sujetos podría afectar los indicadores de colaboración obtenidos para el grupo.

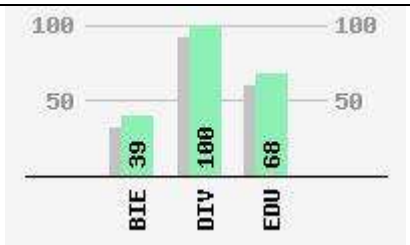
El grupo Salomón se escogió de esa manera para comprobar si el grado de escolaridad (mediano-alto) que presentan sus miembros influye en el grado de colaboración obtenido al finalizar la actividad. Además se propuso comparar los resultados obtenidos por ambos grupos para observar si el conocimiento o desconocimiento de los compañeros de grupo afecta el nivel de comunicación entre los participantes.

El facilitador de la actividad desarrollada por los grupos fue el encargado de diseñar y coordinar dicha actividad colaborativa. Esto se hizo mediante la conformación de los grupos y la definición de una serie de horarios para que los participantes pudieran desarrollar la actividad sin ser interrumpidos por los demás participantes, puesto que sólo se poseía un dispositivo móvil para la fase de experimentación. El facilitador estuvo acompañando a los participantes durante todo el desarrollo de la actividad para vigilarla y monitorearla, mas no para guiarla o coordinarla.

6.5 Resultados

Después de las tres fases del desarrollo de la actividad, y después de la clasificación de los mensajes y evaluación de las actividades a través de los indicadores de colaboración se obtuvo los siguientes resultados basados en métricas e indicadores de colaboración:

Grupo Onix	
Cantidad de mensajes enviados	18
Mensajes de estrategia	2
Mensajes de trabajo estratégico	4
Mensajes de coordinación de estrategia	2
Mensajes de revisión de criterio de éxito	3
Mensajes laterales	7
Mensajes de solicitud de ayuda	0
Grado de cumplimiento de los objetivos (Medidores de la mascota al finalizar la actividad)	



Definición de una estrategia concreta al inicio de la actividad	Sí
Calificación de la estrategia de comunicación del grupo	3
La estrategia definida implícita o explícitamente se mantuvo durante el desarrollo de la actividad	No
Calificación de la estrategia general sostenida por el grupo	7
Porcentaje de tiempo trabajado	6.29 %
Calificación del grupo en términos de tiempo trabajado	8
Calificación del grupo en términos de trabajo realizado	4
Número de alertas generadas	6
Aplicación de estrategia	**40%**
Cooperación intra-grupal	**100%**
Revisión de criterio de éxito	**55%**
Coordinación	**56%**
Desempeño	**63%**
Eficiencia / Aprovechamiento de recursos	**9%**

Tabla 3. Resultados grupo Onix

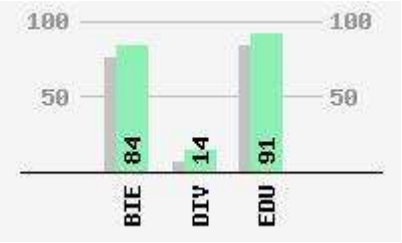
Grupo Salomón:	
Cantidad de mensajes enviados	34
Mensajes de estrategia	4
Mensajes de trabajo estratégico	4
Mensajes de coordinación de estrategia	8
Mensajes de revisión de criterio de éxito	10
Mensajes laterales	5
Mensajes de solicitud de ayuda	3
Grado de cumplimiento de los objetivos (Medidores de la mascota al finalizar la actividad) 	
Definición de una estrategia concreta al inicio de la actividad	No
Calificación de la estrategia de comunicación del grupo	8
La estrategia definida implícita o explícitamente se mantuvo durante el desarrollo de la actividad	Si
Calificación de la estrategia general sostenida por el grupo	5
Porcentaje de tiempo trabajado	4.70 %
Calificación del grupo en términos de tiempo trabajado	5
Calificación del grupo en términos de trabajo realizado	7
Número de alertas generadas	4
Aplicación de estrategia	**37%**
Cooperación intra-grupal	**100%**
Revisión de criterio de éxito	**56%**
Coordinación	**38%**
Desempeño	**54%**
Eficiencia / Aprovechamiento de recursos	**6%**

Tabla 4. Resultados grupo Salomón

De esta información recopilada podemos analizar los siguientes aspectos:

- El grupo Salomón presentó un menor grado de cumplimiento de los objetivos. Esto se debió primordialmente a la ausencia de uno de los participantes del grupo (Sujeto F) en los dos últimos días de la actividad. Aquí se puede observar cómo la falta de colaboración de uno de los participantes afecta el rendimiento general del grupo.
- La cantidad de mensajes del grupo Salomón con respecto a los generados por el grupo Onix fue de casi el doble. Esto pudo deberse a que por la familiaridad que presentan los participantes del grupo Onix hubo flujo de comunicación por fuera de la plataforma, la cual no es posible de registrar ni de clasificar posteriormente. En cambio, el desconocimiento al interior del grupo de la identidad de los participantes del grupo Salomón causó que toda la comunicación se realizara sólo a través de la plataforma. Este análisis se confirmó con una encuesta general hecha a los participantes de cada grupo. Los integrantes del grupo Onix respondieron afirmativamente cuando se les indagó si hubo flujo de información por fuera de la actividad. Este aspecto también puede observarse con el hecho de que en el grupo Onix no se presentaron mensajes de solicitud de ayuda, mientras que en el grupo Salomón se solicitó ayuda en tres ocasiones.
- Los mensajes del grupo Salomón que fueron clasificados como laterales no fueron precisamente mensajes sociales, sino que fueron mensajes que no podían clasificarse en ninguna otra categoría. El hecho de haber cero mensajes sociales puede significar dos cosas: a) para los integrantes del grupo Salomón fue difícil socializar con otras personas cuyas identidades se desconocen; o b) los integrantes del grupo Salomón estaban más enfocados en la solución de la situación problemática que en socializar con sus compañeros de grupo. En el grupo Onix, como sus identidades eran claramente reconocibles, se presentaron más mensajes sociales.
- En el grupo Onix se presentaron solo dos mensajes de coordinación de estrategia, que fueron enviados por el participante de mayor edad del grupo (Sujeto D). Es de pensar que los participantes de menor edad (Sujetos A y B) se concentraron en el factor de entretenimiento que genera el uso de la aplicación, mientras que el otro participante trataba de regular las actividades al interior del grupo. Se espera que si en un grupo hay buena colaboración, los procesos de regulación de las actividades deben ser hechos por todos los participantes, así tengan distintos roles. Esto se pudo observar en el grupo Salomón, puesto que se presentaron

ocho mensajes de coordinación de estrategia, y estos fueron enviados por los tres participantes del grupo.

- El grupo Onix definió una especie de estrategia basada en turnos. Esto se facilitó por el conocimiento de sus identidades. El grupo salomón no explicitó una estrategia al inicio de la actividad por esta misma razón. Sin embargo, el grupo Salomón empezó a definir una estrategia implícita a partir del desarrollo de la actividad. Esta estrategia se basó en reportar las actividades que se iban a desarrollar en las sesiones de cada uno de los participantes. La estrategia del grupo Salomón se mantuvo hasta la finalización de la actividad, mientras que en el grupo Onix la estrategia se volvió paulatinamente más débil mientras iba desarrollándose la actividad.
- El grupo Onix, en porcentaje, trabajó más tiempo que el grupo Salomón. Se cree que la causa de esto es la siguiente: al iniciar la actividad el facilitador ofreció una recompensa a quien obtuviera mejores indicadores de colaboración al finalizar la actividad. Por esta razón, los miembros del grupo Onix pusieron más interés y entusiasmo en desarrollar la actividad, ya que la mayoría de sus participantes son niños. Esto puede verse también en que algunos de los mensajes apoyaron el desarrollo de la actividad enfocándose en la recompensa. El grupo Salomón no se centró en la recompensa, y por esto su interés no fue tan grande como el del grupo Onix en el desarrollo de la actividad.
- El indicador de Cooperación intra-grupal de ambos grupos fue de 100%. Esto se debe a que en el grupo Onix no se presentó ninguna solicitud de ayuda, y a que en el grupo Salomón todas las solicitudes de ayuda fueron solucionadas oportunamente.
- El grupo Salomón presentó un indicador de Coordinación más bajo que el grupo Onix, causado por un mayor número de mensajes de coordinación. Estos mensajes regulan y rectifican las acciones que ejecutan cada uno de los participantes, y se presentan generalmente cuando uno de los participantes del grupo no está cumpliendo con las responsabilidades individuales que se le ha asignado. Esto pudo deberse a que la ausencia de uno de los participantes al finalizar la actividad generó una mayor ansiedad respecto al resultado final obtenido.
- El grupo Onix tuvo un indicador de Eficiencia / Aprovechamiento de recursos mayor que el grupo Salomón. Se piensa que cuando se desconoce la identidad de

los demás participantes, los mensajes que cada uno de los participantes envía deben contener información sin ambigüedades, es decir que los mensajes deben ser lo suficientemente claros para que cualquier persona lo entienda. Esta afirmación es corroborada por los datos capturados por la plataforma, ya que en el grupo que los mensajes presentaron menor protocolo de comunicación fue en aquel en que las identidades eran desconocidas (grupo Salomón). En cambio, en el grupo en el que se conocían las identidades (grupo Onix), el nivel de familiaridad propició que las comunicaciones pudieran tener mayor protocolo, produciendo un mayor indicador de Eficiencia y Aprovechamiento de recursos.

7. PARÁMETROS DE REFERENCIA

A través del uso del conocimiento generado por el presente trabajo de grado, se pretende proponer una serie de parámetros que permitan diseñar fácilmente nuevas actividades colaborativas que sean soportadas en dispositivos móviles, para que estas puedan ser monitoreadas por la plataforma de monitoreo propuesta.

- **Asincronismo**

Las actividades que se desarrollen posteriormente para ser monitoreadas por la actividad deben ser de naturaleza asincrónica, puesto que esta es la única manera de garantizar que la latencia presentada al utilizar las tecnologías de comunicación móvil no afecte el desarrollo de la actividad. De esta forma también, se propicia la generación de estrategias basadas en turnos, que facilitan la colaboración entre los participantes.

- **Distribución geográfica**

Es recomendable que los participantes de la actividad estén distribuidos geográficamente, puesto que así se evita que haya flujos de información entre los participantes al exterior de la actividad, y se propicia el uso de las capacidades de movilidad que tienen los dispositivos móviles.

- **Mensajes**

Las actividades que se desarrollen deben basar su medio de comunicación en mensajes de texto enviados entre los dispositivos móviles y la plataforma, ya que de cualquier otra forma sería muy difícil hacer el monitoreo de la actividad, la clasificación de los mensajes y la obtención de los indicadores de colaboración.

- **Participantes de la actividad**

También es altamente recomendable que los participantes de la actividad no conozcan la identidad de sus compañeros de grupo. Se debe entonces definir claramente el conjunto de roles de la actividad sin asociarlos con los nombres de las personas que los desarrollan, con el propósito de evitar sesgos que afecten la colaboración. Esto también favorece que no se presenten comunicaciones al exterior de la actividad de los participantes del grupo.

- **Compatibilidad**

La aplicación que se desarrolle de la actividad debe ser compatible con una amplia gama de dispositivos móviles. Esto debe hacerse para que los dispositivos móviles de los participantes no sean un elemento que afecte la colaboración, y para permitir que cualquier persona utilice la actividad desde su dispositivo móvil.

- **Migración**

Cuando se quiera implementar una aplicación basada en una actividad colaborativa, se debe tener en cuenta las limitaciones técnicas de los dispositivos móviles en todos los aspectos (capacidad de comunicación, memoria, tamaño de pantalla, etc). Si la actividad necesita de aspectos técnicos que no puedan ser solventados, se necesitará modificar la actividad para que esta pueda ser migrada a un dispositivo móvil.

- **Interdependencia Positiva**

La actividad tiene que brindar medios de apoyo a la interdependencia positiva para que haya una motivación para el desarrollo de la actividad. Esto debe hacerse porque para algunos participantes puede resultar tediosa la interacción con dispositivos móviles, y en lugar de sentir un interés especial por la actividad, pueden tomarlo como una obligación.

8. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

- 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.

- Los dispositivos móviles celulares proveen un buen medio para el desarrollo de actividades de aprendizaje y trabajo colaborativo, ya que ofrecen ventajas que son aprovechables para su desarrollo, y porque las desventajas que posee son fácilmente solucionables.

- 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 pruebas fueron bastante dicientes de la forma como se desarrollaron los procesos colaborativos para los grupos. 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.

- Posteriormente, se podrían 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 diseñada.

- En un futuro el modelo propuesto puede ser redefinido y refinado para estar en

capacidad de soportar actividades colaborativas sincrónicas.

- En trabajos posteriores se puede tener en cuenta un distinto medio de comunicación para ser utilizado en la fase de pruebas. Esto con el propósito de que estas arrojen unos resultados más verídicos para una mejor validación de la plataforma y de los indicadores propuestos.

- Como continuación de esta investigación, se propone que sea implementada en su totalidad las funcionalidades del modelo general propuesto, para que éste tenga compatibilidad con mayor cantidad de dispositivos, al ser tenidas en cuenta las capacidades del context awareness.

9. REFERENCIAS

[ADAM1996] Adams, D., & Hamm, M., Cooperative Learning: Critical Thinking and Collaboration Across the Curriculum, Springfield, IL: Charles C. Thomas Publisher, 1996.

[CLP2006] Collaborative Learning Project. Questions, Comments and Responses About Collaborative Learning. http://www.collaborativelearning.org. Director del proyecto: Stuart Scott. 2006.

[COLL2002] 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.

[COLL2003] Collazos, C., Una metodología para el apoyo computacional de la evaluacion 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.

[COLL2003A] Collazos, C., Guerrero, L., Pino, J. A., Ochoa, S. Collaborative scenarios to promote positive interdependence among group members. Departamento de Ciencias de la Computación. Universidad de Chile.

[CROO1998] Crook, Ch. *Ordenadores y aprendizaje colaborativo*. Madrid. Morata. 1998.

[DAVI1990] Davidson, N. *Cooperative learning in mathematics: a handbook for teachers*. Adison-Wesley, 1990. Pp. 8-9.

[DAVI2001] David, J., Borges, M.: Selectivity of Awareness Components in Asynchronous CSCW environments. CRIWG'01, Dramstadt, Alemania, (2001)

[DJEN2000] Djennane, S.; Goose, S.; Molenhauer, H.; WAP Collaboration for mobile users. Mobile Web Workshop, WWW9 International Conference; Amsterdam; 2000.

[DRUR1999] 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

[FERS2005] Ferscha, A., Holzmann, C., OLP, S. Team Awareness in Personalized Learning Environments. Institut fuer Pervasive Computing, Johannes Kepler University Linz. Austria. 2005.

[GARC2007] García González, I. Aprender colaborando mediante las TIC. Revista Aula de Innovación Educativa. Número 162. Editorial Graó, de IRIF, S.L. 2007.

[GELM2007] Gelmini, G. Supporting children's small group storytelling with single display Groupware, CSCL Rendez-Vous, The classroom of the future workshop, Villars, Suiza. 2007.

[GOME2005] Gómez García, M. *Estudio teórico, desarrollo, implementación y evaluación de un entorno de enseñanza colaborativa con soporte informático (CSCL) para matemáticas.* España: Universidad Complutense de Madrid, 2005.

[GUER1999] 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.

[GUER2000] 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.

[GUER2000A] 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.

[ISEM1992] Isemberg, R. *Social skills at the computer*. Cooperative Learning Newsletter, nº 2, pp. 12. 1992.

[JOHN1991] Johnson, D.W., Johnson, R.T., Smith, K. (1991) *Active Learning: Cooperation in the College Classroom,* Edina, MN: Interaction Book Company

[JOHN1996] Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1996). *Cooperation and the use of technology.* In D. H. Jonassen (Ed.), Handbook of research for educational communications and technology (pp. 1017-1044). New York: Simon & Schuster Macmillan.

[JOHN1998] Johnson D. Cooperation in the Classroom. Interaction Book Company. Seventh Edition, 1998.

[JOHN2002] Johnson, K., Sholes, K. Exploring Corporate Strategy. Prentice Hall Sexta edición. ISBN 978-0273651123. 2002.

[KAGA1994] 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.

[KITC1996] Kitchenham, B., Pfleeger, S., Fenton, N. Towards a Framework for Software Measurement Validation. IEEE Transactions on Software Engineering, 21(12), pp. 929-944. 1996.

[KREU1989] Kreuger, L. W.; Karger, H.; Barwick, K. *A critical look at children and micro-computers: Some phenomenological observations*. J. T. Pardeck y J. W. Murphy (Eds.): *Microcomputers in early childhood education*. New York : Gordon & Breach. 1989.

[LIPP2002] Lipponen, L. *Exploring foundations for computer-supported collaborative learning*, en Stahl, G. (ed.): *Computer support for collaborative learning: Foundations for a CSCL community. Proceedings of the Computer-supported Collaborative Learning 2002 Conference*. Hillsdale, NJ. Erlbaum, pp. 72-81.

[MCNA2001] McNamara, S., Moreton, G. Changing Behaviour: Teaching Children with Emotional and Behavioural Difficulties in Primary and Secondary Classrooms. ISBN 9781853467455. 2001.

[MILL1996] Millis, B. Materiales presentados ante la Universidad de Tennessee en el Chattanooga Instructional Excellence Retreat. Mayo, 1996.

[OCHO2007] 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.

[OLSI1999] Olsina, L. Metodología Cuantitativa para la Evaluación y Comparación de la Calidad de Sitios Web. Tesis doctoral para optar al título de Doctor en Ciencias. Facultad de Ciencias Exactas. Universidad Nacional de la Plata, Argentina, 1999.

[PAUL2003] Paulsen, M.F. 2003. *Cooperative Freedom: An Online Education Theory*. In Online Education and Learning Management Systems. Tomado el 9 de Julio de 2007 de http://www.studymentor.com/studymentor/cooperative_freedom.pdf.

[PLIE2007] Pliego, R. Protocolos e interfaces para una interacción eficiente con aplicaciones en teléfono celular. Trabajo de grado. Universidad de las Américas -

Puebla. 2007.

[POLL2007] Pollard, D., Ditkoff, M., Moore, T., Allen, C. The ideal collaborative team. Tomado el 18 de Julio de 2007 de http://www.movieindustrymarketing.com/documents/CollaborationResults-f.pdf

[SEJI1992] Sejias, L. Un modelo de comunicación en auge: la telefonía sin hilos. Documentación de ciencias de la información. No 15.España: Editorial Complutense de Madrid, 1992.

[SILA2004] Silander, P.; Sutinen, E.; Tarhio, J. Mobile collaborative concept mapping - combining classroom activity with simultaneous field exploration. The 2nd IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education. Proceedings. Pps 114 - 118. 2004.

[SLAV1990] Slavin, R. E. *Cooperative learning: theory, research and practice.* Prentice Hall, 1990. P 3.

[TELE2007] El impacto socio-económico de la telefonía móvil en latinoamérica. Telefónica Internacional. Seminario sobre Desarrollo Económico, Desarrollo Social y Comunicaciones Móviles en América Latina. Buenos Aires, 20-21 de abril de 2007.

[VERA2004] Vera, D., Crossan, M. Theatrical Improvisation: Lessons for Organizations. Revista Organization Studies, Vol. 25, No. 5, 727-749 (2004)

[VOSN1996] Vosniadou, S; De Corte, E.; Glaster, R.; Mandl, H. *International perspectives on the psychological foundatiosn or technology-based learning environments*. Hillsdale (USA): Lawrence Erlbaum. 1996.

[W3C2004] 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)

[WANG2004] Wang, Y. Context Awareness and Adaptation in Mobile Learning. Conversaciones: 2nd IEEE International Workshop on Gíreles and Mobile Technologies in Education. Jhongli, Taiwán. IEEE CS Press, Pps. 154-158. Marzo 23-25 de 2004.

[WOOD1991] Wood, D. J., & Gray, B. (1991). Toward a comprehensive theory of collaboration. Revista *Journal of Applied Behavioral Science*, 27, 139-162. Pp. 139-149

10. ANEXOS

ANEXO A: ARTÍCULO - Un Modelo Computacional de Evaluacion de Actividades Colaborativas en Dispositivos Moviles.

El siguiente artículo fue desarrollado con base en el trabajo realizado por los autores del presnte trabajo de grado. Fue aceptado para su publicación por el Comité Organizador del Tercer Congreso Colombiano de Computación (3CCC), que se realizará del 23 al 25 de abril de 2008, organizado por la Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín.

ANEXO B: ENCUESTA DE EVALUACIÓN HEURÍSTICA

La siguiente encuesta fue realizada a todos los participantes que desarrollaron la actividad durante la fase de experimentación del presente trabajo de grado, y sus resultados fueron de gran ayuda para consolidar la usabilidad general de la aplicación implementada.

ANEXO C: PRESENTACIÓN DE COLLABPET ANTE LOS PARTICIPANTES

El siguiente texto se utilizó para presentar la aplicación de Collabpet ante cada uno de los participantes justo antes de que dieran inicio al desarrollo de la actividad. Esto se hizo con el propósito de que todos tuvieran la misma cantidad de información al iniciar la actividad, y que los grupos no se desbalancearan a causa de esto.

ANEXO D: MENSAJES ENVIADOS

La siguiente es la lista de mensajes enviados por los participantes durante el desarrollo de la actividad.

ANEXO E: CÓDIGO FUENTE

Se presenta a continuación el código fuente de las tres fases de desarrollo de este proyecto (Aplicación Móvil Collabpet, Plataforma de Monitoreo e Interfaz de Administración, Evaluación y Clasificación).