

MECANISMOS DE AWARENESS PARA SOPORTAR EL TRABAJO COLABORATIVO. CASO DE ESTUDIO: CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO CON TABLET PCs



IVAN ALEJANDRO HIDALGO MUÑOZ
EDGAR FABIAN RUANO DAZA

Monografía para optar al título de
Ingeniero de Sistemas

Director
Ing. Pablo Augusto Magé Imbachí

Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
Departamento de Sistemas
Grupo IDIS – Grupo de Investigación y Desarrollo en Ingeniería del Software
Popayán, Enero de 2010

AGRADECIMIENTOS

Nuestros agradecimientos a la Universidad del Cauca institución que nos forjó como personas, brindándonos la oportunidad a través del programa de Ingeniería de Sistemas para realizar nuestros estudios de pregrado.

A nuestro director, Ing. Pablo Augusto Magé Imbachí por su colaboración, consejos, apoyo y paciencia sin lo cual no hubiese sido posible la realización de éste proyecto.

A nuestros compañeros, amigos y profesores por el apoyo brindado en los momentos más oportunos.

Especialmente a nuestras familias por su apoyo incondicional.

TABLA DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	2
TABLA DE CONTENIDO	3
LISTA DE FIGURAS	6
LISTA DE TABLAS	7
INTRODUCCIÓN	8
1. MARCO TEÓRICO	3
1.1 APRENDIZAJE COLABORATIVO	3
1.1.1 BENEFICIOS DEL APRENDIZAJE COLABORATIVO	4
1.1.2 DESVENTAJAS DEL APRENDIZAJE COLABORATIVO	4
1.1.3 COMPONENTES ESENCIALES DEL APRENDIZAJE COLABORATIVO	5
1.1.4 PRINCIPIOS BÁSICOS DEL APRENDIZAJE COLABORATIVO	5
1.1.5 TÉCNICAS DE APRENDIZAJE COLABORATIVO	6
1.2 APRENDIZAJE COLABORATIVO ASISTIDO POR COMPUTADOR	7
1.2.1 ÁREAS QUE FAVORECEN EL DESARROLLO DEL CSCL	8
1.3 SISTEMAS GROUPWARE	8
1.3.1 BENEFICIOS DE LOS SISTEMAS GROUPWARE	10
1.3.2 DESVENTAJAS DE LOS SISTEMAS GROUPWARE	11
1.4 AWARENESS Y MECANISMOS DE AWARENESS EN EL ESPACIO DE TRABAJO	12
1.4.1 BENEFICIOS DEL AWARENESS	14
1.4.2 PROBLEMAS DE LOS MECANISMOS DE AWARENESS	14
2. IDENTIFICACIÓN Y DEFINICIÓN DE MECANISMOS DE AWARENESS PARA SOPORTAR CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO CON TABLET PCS	16
2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL	16
2.2 DISEÑO DEL EXPERIMENTO	16
2.3 FASE DE PLANEACIÓN	17
2.3.1 DEFINICIÓN DE CARACTERÍSTICAS, VARIABLES E INDICADORES	18
2.3.2 DISEÑO DE LA ENCUESTA Y LA FICHA DE OBSERVACIÓN	24
2.3.3 POBLACIÓN OBJETIVO	24
2.4 FASE DE OBSERVACIÓN	25
2.4.1 OBSERVACIÓN DE LA ETAPA PRE-TEST DE CET	25
2.4.2 OBSERVACIÓN DE LA ETAPA TEST DE CET	28
2.4.3 OBSERVACIÓN DE LA ETAPA POST-TEST DE CET	28

2.5 FASE DE ANALISIS	31
2.6 MECANISMOS DE AWARENESS DEFINIDOS PARA SOPORTAR CET EN UN ENTORNO COLABORATIVO DISTRIBUIDO CON TABLET PCS	36
2.7 SEGUNDA EXPERIENCIA DE CET EN UN ENTORNO CARA A CARA	37
<u>3. MODELADO DE LOS MECANISMOS DE AWARENESS PARA SOPORTAR CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO CON TABLET PCS</u>	<u>39</u>
3.1 MODELADO DE REQUISITOS	39
3.1.1 DESCRIPCIÓN DE REQUISITOS	39
3.1.2 DEFINICIÓN DE REQUISITOS FUNCIONALES Y NO FUNCIONALES	43
3.2 ANALISIS Y DISEÑO	44
3.2.1 DEFINICIÓN DE ACTORES	44
3.2.2 CASOS DE USO DE ALTO NIVEL	45
3.2.3 ARQUITECTURA DEL PROTOTIPO SOFTWARE	48
3.2.4 CASOS DE USO REALES	53
<u>4. IMPLEMENTACIÓN DE LOS MECANISMOS DE AWARENESS PARA SOPORTAR CET EN UN ENTORNO COLABORATIVO DISTRIBUIDO CON TABLET PCS</u>	<u>60</u>
4.1 DISEÑO DEL PROTOTIPO	60
4.1.1 VISTA DE COMPONENTES	60
4.2 CONSTRUCCION	64
4.2.1 PRIMERA ITERACIÓN	65
4.2.2 SEGUNDA ITERACIÓN	66
4.2.3 TERCERA ITERACIÓN	66
4.3 PRUEBAS DE SOFTWARE	67
4.3.1 CONCLUSIONES DE LAS PRUEBAS SOFTWARE	67
4.4 IMPLANTACIÓN DE MOCET CON EL SOPORTE DE MECANISMOS DE AWARENESS	68
4.4.1 VISTA DE DESPLIEGUE	69
<u>5 EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE LA APLICACIÓN CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO, BAJO UN ESTUDIO COMPARATIVO</u>	<u>70</u>
5.1 DESCRIPCIÓN GENERAL	70
5.2 PRE – ANALISIS DE CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO	70
5.2.1 FASE DE PLANEACIÓN	70
5.2.2 FASE DE OBSERVACIÓN	72
5.2.3 FASE DE ANÁLISIS	77
5.3 EVALUACIÓN DE CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO	78
5.3.1 FASE DE PLANEACIÓN	78
5.3.2 FASE DE OBSERVACIÓN	82
5.3.3 FASE DE ANÁLISIS	90

6. DIFICULTADES PRESENTADAS Y SOLUCIONES PLANTEADAS DURANTE EL DESARROLLO DEL PROYECTO	94
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	95
7.1 CONCLUSIONES	95
7.2 RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO	96
BIBLIOGRAFÍA	97

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Estudiantes que participaron en el proceso de Evaluación.....	24
Figura 2 Grupos de trabajo debatiendo la solución a un problema	26
Figura 3 Información de awareness producida por los objetos de los participantes	26
Figura 4 Participantes de la actividad colaborativa estableciendo una comunicación directa ...	27
Figura 5 Docente como moderador en la actividad colaborativa.....	28
Figura 6 Estudiantes presentando el examen en la fase de test	28
Figura 7 Grupos de trabajo debatiendo en la etapa pos-test.....	29
Figura 8 Participantes empleando la comunicación directa durante la etapa pos-test.....	30
Figura 9 Docente como moderador en la etapa de pos-test.....	31
Figura 10 Diagrama de Casos de Uso.....	46
Figura 11 Paquete Mantener Perfil	46
Figura 12 Paquete Mecanismos de Awareness.....	47
Figura 13 Paquete Colaboración.....	47
Figura 14 Paquete Administrar Puntos de Reunión.....	48
Figura 15 Arquitectura del Prototipo Software	50
Figura 16 Capa ConferenceXP Aplicación – Cliente	51
Figura 17 Capa ConferenceXP Aplicación - Servidor	51
Figura 18 Capa ConferenceXP Capacidad.....	52
Figura 19 Capa Conference API	53
Figura 20 Vista de Componentes Capa ConferenceXP Client del lado del Cliente	60
Figura 21 Vista de Componentes Capa ConferenceXP Client del lado del Servidor	61
Figura 22 Vista de Componentes Capa ConferenceXP Capabilities.....	62
Figura 23 Vista de Componentes Capa Conference API	63
Figura 24 Servidor de MOCET sin mecanismos de awareness	66
Figura 25 Servidor del prototipo software	66
Figura 26 Mecanismos de awareness - Videoconferencia	67
Figura 27 Vista de Despliegue MOCET con el soporte de mecanismos de Awareness	69
Figura 28 Estudiantes que participaron en el pre - análisis de CET en un entorno distribuido..	71
Figura 29 Mecanismo de Comunicación – Chat de MOODLE	73
Figura 30 Mecanismos de Comunicación – Correo Electrónico y Chat de Google.....	73
Figura 31 Estudiantes presentando el examen en la fase de test.....	75
Figura 32 Grupos de trabajo debatiendo en la etapa pos-test.....	76
Figura 33 NetMeeting apoyando las actividades de la etapa pos-test	76
Figura 34 Estudiantes que participaron en el proceso de evaluación	82
Figura 35 Puntos de Reunión Virtual	83
Figura 36 Mecanismo de Awareness - Lista de Participantes	84
Figura 37 Perfil de un Participante.....	84
Figura 38 Participantes interactuando con los mecanismos de awareness	85
Figura 39 Indicadores de Acción y Animaciones	85
Figura 40 Grupo de Participantes interactuando con la Pizarra Compartida	86
Figura 41 Estudiante presentando el examen en la fase de test.....	87
Figura 42 Grupos de trabajo debatiendo en la etapa pos-test.....	87
Figura 43 Resultados de la encuesta sobre aspectos relacionados con el funcionamiento de las herramientas.....	90
Figura 44 Resultados de la encuesta sobre aspectos de awareness.....	91

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación del groupware – Matriz espacio- temporal [29].....	9
Tabla 2 Actividades de la fase de planeación.....	17
Tabla 3 Actividades de la fase de observación.....	17
Tabla 4 Actividades de la fase de análisis	17
Tabla 5 Elementos de awareness de espacio de trabajo [36]	18
Tabla 6 Indicadores para el mecanismo de comunicación directa	20
Tabla 7 Indicadores para el mecanismo de producciones indirectas	21
Tabla 8 Indicadores para el mecanismo de comunicación consecuente.....	21
Tabla 9 Indicadores para el mecanismo de Feedthrough.....	22
Tabla 10 Indicadores para el mecanismo de retroalimentación del entorno	23
Tabla 11 Escala para evaluación de variables.....	23
Tabla 12 Escala para calificación de las características.....	23
Tabla 13 Calificación de las características	32
Tabla 14 Clasificación de mecanismos de awareness	35
Tabla 15 Clasificación de los mecanismos naturales de comunicación identificados y los respectivos mecanismos de awareness que los soportan.....	36
Tabla 16 Mecanismos de awareness seleccionados para soportara MOCET en un entorno distribuido	37
Tabla 17 Calificación de las características para la segunda experiencia	38
Tabla 18 Requerimiento Gestión de Perfiles	39
Tabla 19 Requerimiento Mantener Puntos de Reunión.....	40
Tabla 20 Requerimiento Mecanismo de Awareness - Lista de Participantes.....	40
Tabla 21 Requerimiento Ver Perfil de Participante	40
Tabla 22 Requerimiento Mecanismo de Awareness Chat.....	41
Tabla 23 Requerimiento Mecanismo de Awareness Video Conferencia.....	41
Tabla 24 Requerimiento Mecanismo de Awareness Pantallas Compartidas	41
Tabla 25 Requerimiento Mecanismo de Awareness Canales de Audio	42
Tabla 26 Requerimiento Mecanismo de Awareness Indicadores de acción y animación	42
Tabla 27 Requerimiento Pizarra Compartida.....	42
Tabla 28 Requerimiento Compartimiento de Archivos	43
Tabla 29 Descripción del Actor Estudiante	45
Tabla 30 Descripción del Actor Docente.....	45
Tabla 31 Caso de Uso Real - Crear Perfil.....	56
Tabla 32 Caso de Uso Real – Ver perfil de participante.....	57
Tabla 33 Caso de Uso Real - Lista de Participantes	59
Tabla 34 Descripción de Componentes Capa ConferenceXP Client.....	62
Tabla 35 Descripción de Componentes Capa ConferenceXP Capabilities	63
Tabla 36 Descripción de Componentes Capa Conference API.....	64
Tabla 37 Periodo de Tiempo empleado por los participantes en el Pre-Test.....	74
Tabla 38 Periodo de Tiempo empleado por los participantes en el Post-Test	77
Tabla 39 Indicadores de la Herramienta	79
Tabla 40 Indicadores de los Mecanismos de Awareness	80
Tabla 41 Notas obtenidas en el proceso de evaluación	93

INTRODUCCIÓN

Diversas investigaciones han demostrado que un espacio de trabajo físico compartido y los artefactos o accesorios en ese espacio, apoyan una rica interacción cara a cara. La información disponible a través del espacio físico de trabajo permite a las personas mantener una conciencia de los demás lugares, actividades, y las intenciones de sus colegas en relación con las tareas, lo que les permite trabajar juntos de una manera más eficaz y tomar decisiones en un instante dado [1]. Esta información es la que muchos expertos en el área de aprendizaje colaborativo han denominado información de awareness¹.

Si bien la información de awareness es fácil de percibir en un espacio físico compartido, en un entorno distribuido es más complejo, ya que en este tipo de escenarios, las personas no pueden observar, escuchar o sentir la presencia de los demás colaboradores. Por lo tanto, las interacciones que se presentan en un entorno distribuido son menores en comparación con su contraparte física, y en consecuencia, el flujo de información de awareness es casi nulo.

Desde esta perspectiva, la presente investigación se enfocó en cómo apoyar y mejorar una actividad colaborativa que se desarrolla en un entorno distribuido, instanciada en el caso de estudio: CET (Collaborative Evaluation Technique) [3] en un entorno distribuido con Tablet PCs. Para ello, primero se identificaron y definieron un conjunto de mecanismos de awareness para soportar CET en un entorno distribuido con Tablet PCs. Posteriormente, se modelaron y construyeron los mecanismos de awareness, a través de un prototipo software. Finalmente, se evaluó el desempeño de la aplicación CET en un entorno distribuido con mecanismos de awareness, comparado con la aplicación de CET sin mecanismos de awareness.

Para el proceso de identificación de los mecanismos de awareness aptos para soportar CET en un entorno distribuido con Tablet PCs, y para la evaluación del desempeño de la aplicación CET en un entorno distribuido, se utilizó el método de observación de campo. Dicho método permite llevar a cabo una investigación experimental, cuyo propósito es recopilar información empírica sobre la realidad del fenómeno a estudiar, en un ambiente determinado. Lo anterior, diferencia el método de observación de campo de otros métodos empleados para otro tipo de investigaciones como la documental, no experimental, participativa, entre otras [4]. Así mismo, le permite adaptarse al problema de investigación que se ha definido. La estructura de las actividades generales que componen el método se clasificaron en tres fases: planeación, observación y análisis.

Para el modelado y construcción del prototipo software, se utilizó una adaptación del Proceso Unificado Ágil (AUP) [5]. El Proceso Unificado Ágil describe de una manera simple y fácil de entender, la forma de desarrollar aplicaciones software usando técnicas ágiles y conceptos que aún se mantienen válidos en Proceso Unificado de Rational (RUP). El AUP aplica técnicas ágiles incluyendo Desarrollo Dirigido por Pruebas (test driven development - TDD), Modelado Ágil, Gestión de Cambios Ágil, entre otras. Entre las características principales de AUP se tiene [5]:

¹ La colección del mínimo conocimiento que una persona mantiene acerca del estado de otro a través de las interacciones en el espacio de trabajo.

MECANISMOS DE AWARENESS PARA SOPORTAR EL TRABAJO COLABORATIVO. CASO DE ESTUDIO: CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO CON TABLET PCs

- **Dirigido por casos de uso:** modela los requisitos funcionales del sistema.
- **Centrado en la arquitectura:** elementos estructurales a partir de los cuales se compone el sistema, interfaces, comportamiento, colaboraciones, y composición.
- **Iterativo e incremental:** se divide el desarrollo del proyecto en partes más pequeñas, cada parte es una **iteración** que resulta en un **incremento**. Las iteraciones hacen referencia a pasos en el flujo de trabajo, y los incrementos a crecimientos en el producto.

Una vez definido el problema a tratar y las metodologías que se van a utilizar, se procede a describir la estructura que tendrá este documento:

Capítulo 1: Marco Teórico: En este capítulo se explicará en detalle las teorías que apoyan y dan significado a este proyecto de investigación, entre otras, el aprendizaje colaborativo, los sistemas groupware, awareness y mecanismos de awareness en el espacio de trabajo.

Capítulo 2: Identificación y definición de mecanismos de awareness para soportar CET en un entorno distribuido con Tablet PCs: En este capítulo se presentará el proceso seguido para la identificación y definición de los mecanismos de awareness aptos para soportar CET en un entorno distribuido con Tablet PCs.

Capítulo 3: Modelado de los mecanismos de awareness para soportar CET en un entorno distribuido con Tablet PCs: En este capítulo se describen las diferentes actividades realizadas para el modelado del prototipo siguiendo una instanciación de la metodología de Proceso Unificado Ágil (AUP).

Capítulo 4: Implementación de los mecanismos de awareness para soportar CET en un entorno distribuido con Tablet PCs: En este capítulo se describen las actividades que comprenden la construcción, pruebas de software e implantación del prototipo software.

Capítulo 5: Evaluación del desempeño de CET en un entorno distribuido, bajo un estudio comparativo: En este capítulo se presentará el proceso seguido para evaluar el desempeño de la aplicación CET en un entorno distribuido con mecanismos de awareness, comparado con la aplicación de CET en un entorno distribuido sin mecanismos de awareness.

Capítulo 6: Dificultades presentadas y soluciones planteadas durante el desarrollo del proyecto: En este capítulo se mencionan las dificultades que se presentaron en todo el proceso de desarrollo del prototipo software, desde su inicio hasta el momento en que se llevo a cabo la evaluación final y la forma en la cual se solucionaron.

Capítulo 7: Conclusiones y Recomendaciones: En este capítulo se presentan las conclusiones que se han obtenido después del trabajo realizado y se exponen algunas recomendaciones para futuros trabajos.

1. MARCO TEÓRICO

Este capítulo contiene la base conceptual de las teorías que apoyaron y dieron significado a este proyecto de investigación. Para la elaboración de la base conceptual, se recurrió a la consulta e investigación documental, a través de artículos, tesis y otros medios de información. Dicha base conceptual se describe a continuación.

1.1 APRENDIZAJE COLABORATIVO

A través del tiempo se ha aplicado una metodología de enseñanza en donde el docente es aquel que diseña el esquema de enseñanza de los estudiantes, es decir, define los objetivos, temáticas y formas de evaluación, siendo el responsable de la educación de los estudiantes. En esta metodología el estudiante desarrolla un modelo mental individual, donde brinda soluciones a los problemas a través de sus habilidades de cognición individual en un ambiente competitivo, individualista y cooperativo. Este proceso de enseñanza tradicional presenta muchos problemas como la limitación al pizarrón y el exceso de linealidad [6]. El aprendizaje colaborativo brinda estrategias para dar soluciones a estos problemas estudiando la forma como las personas trabajan en conjunto [7].

El aprendizaje colaborativo es un proceso de aprendizaje donde se realizan actividades de enseñanza – aprendizaje en el cual se conforman pequeños grupos de trabajo donde los integrantes del grupo comparten un objetivo común, logran beneficios mutuos, incrementa la participación, transmiten sus propios conocimientos a cada uno de los miembros a través de la comunicación e interacción, respetan las decisiones de sus compañeros y lo más importante maximizan su conocimiento [8].

Los estudiantes deben estar en un entorno donde puedan estar interactuando constantemente para lograr la colaboración. Sin embargo, no se garantiza que con estas condiciones se lleve a cabo un aprendizaje efectivo, para ello se deben diseñar actividades que conlleven a mecanismos que posiblemente conduzcan al logro del aprendizaje [9].

“Los métodos de aprendizaje colaborativo comparten la idea de que los estudiantes trabajan juntos para aprender y son responsables del aprendizaje de sus compañeros tanto como del suyo propio” [7]. Lo anterior implica que cada estudiante sea muy responsable con sus respectivas tareas en una actividad grupal, pues el solo hecho de trabajar en grupo no implica que se llegue al éxito, esto involucra que en el grupo exista una interdependencia, es decir, un miembro del grupo no logra el cumplimiento de los objetivos si los demás no aportan con su trabajo. Por lo tanto, solo se logra el éxito de los objetivos si se trabaja en conjunto.

El aprendizaje colaborativo involucra un cambio cultural en el modelo mental de los estudiantes y los profesores, ya que su proceso de cognición está ligado al aprendizaje tradicional. Por lo tanto, asimilar este proceso puede afectar positiva o negativamente a cada uno de ellos. Esto involucra tener que cambiar los *“roles de los docentes y los estudiantes”* de tal forma que ambos actores participen de una manera

más activa y así facilitar el proceso de aprendizaje. Para alcanzar un aprendizaje colaborativo efectivo, se deben tener en cuenta los siguientes elementos claves [9]:

1. Igualdad de participación.
2. Responsabilidad individual.
3. Interdependencia Positiva.

1.1.1 Beneficios del aprendizaje colaborativo

Son diversos los beneficios que trae el trabajar de forma colaborativa. A continuación se menciona algunos de ellos [10][11]:

- *Existe responsabilidad compartida porque los integrantes de un grupo tienen un objetivo común.*
- *Un grupo entiende mejor un problema que una sola persona por lo tanto la resolución de problemas es más efectiva.*
- *Promueve la participación, ya que cada integrante del grupo es responsable de alguna parte de la actividad.*
- *Compromete a los estudiantes a cumplir el objetivo de una actividad ya que no solo perderá él si no el grupo completo.*
- *Es más fácil detectar los errores entre todas las personas de un grupo que un solo individuo.*
- *Los estudiantes desarrollan su pensamiento meta cognitivo, es decir, explotan su capacidad analítica ya que su profesor se vuelve un mediador cognitivo [7].*
- *Un grupo posee más información (conocimiento) que un solo miembro. Hay más alternativas para la resolución de problemas.*
- *Los estudiantes compartirán recursos pues el éxito de la actividad depende de la contribución de todos los miembros del grupo.*
- *Se produce sinergia: la efectividad y calidad de la producción de un grupo es mayor que la suma de lo que pueda producir cada miembro en forma individual. Los miembros se comprometen con las decisiones que toman. La ejecución de las decisiones es asumida de mejor manera.*
- *El acceso a un mayor volumen de información útil y filtrada gracias a las contribuciones de otras personas.*
- *Agilización de procesos de aprendizaje ante la posibilidad de recurrir a miembros experimentados del grupo.*

1.1.2 Desventajas del aprendizaje colaborativo

Turban, en 1993, clasifica algunos de mayores inconvenientes que implica el proceso de aprendizaje colaborativo [10][11]:

- *Los procesos en las actividades de grupo son lentos, esto se debe a que en la mayoría de las reuniones siempre se vuelven a tratar los mismos temas lo que ocasiona pérdida de tiempo.*
- *Perdida del enfoque en el grupo de trabajo debido a las interrupciones de otros.*
- *Perdida del interés de trabajar en grupo debido a la apatía de algunos miembros del grupo.*
- *Las actividades en grupo no son coordinadas, esto genera desorden en el cumplimiento de las tareas.*
- *Influencias inapropiadas de las dinámicas de grupo, es decir, no se lleva un control de tiempo, no se lleva una agenda de tareas, no hay igualdad de participación y falta de disciplina.*

MECANISMOS DE AWARENESS PARA SOPORTAR EL TRABAJO COLABORATIVO. CASO DE ESTUDIO: CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO CON TABLET PCs

- *No hay igualdad en el balanceo de las tareas ya que por lo general la pereza de algunos miembros implica la sobrecarga de responsabilidades de otros.*
- *Incapacidad de completar tareas (responsabilidades no claras).*
- *Pérdida de tiempo productivo debido a las esperas o a la distracción en conversaciones de algunos miembros.*
- *Problemas de reunirse en un lugar específico debido a los costos o inconformidades con el sitio.*
- *Uso incompleto o inapropiado de la información.*

1.1.3 Componentes esenciales del aprendizaje colaborativo

En [12][13], establecen unos componentes que consideran básicos en cualquier entorno que se considere colaborativo:

1. *Interdependencia positiva.* Lo que afecta a un integrante del grupo positiva o negativamente afecta a los demás integrantes. Es importante crear conciencia entre los integrantes para lograr el objetivo del grupo, cada uno debe alcanzar los suyos propios. Se comparten recursos, proporcionando apoyo mutuo y celebrando juntos el éxito.

2. *Interacción cara a cara.* La importancia de este componente radica en que algunas “*actividades cognitivas y dinámicas interpersonales*” ocurren únicamente con la interacción de los integrantes del grupo. Se puede obtener realimentación entre los miembros del grupo y cierto tipo de “*presión social*” en aquellos que no están trabajando adecuadamente.

3. *Responsabilidad individual.* La “*evaluación del avance personal*” es indispensable para conocer el desempeño individual de los integrantes del grupo y de esta forma valorar el trabajo grupal.

4. *Habilidades interpersonales y de equipo.* A los miembros del grupo se les deben enseñar las “*habilidades sociales*” y motivarlos a emplearlas, ya que son necesarias para alcanzar una “*colaboración de alto nivel*”. Los miembros del grupo deben tener: confianza, aceptación y apoyo entre ellos, lograr una comunicación adecuada y resolver conflictos.

5. *Evaluación grupal.* Es adecuado realizar un análisis del trabajo que se está realizando en el grupo, identificando las diferentes acciones, con el objetivo de tomar decisiones relacionadas con el proceso de trabajo que se está llevando.

6. *Actividades de extensión.* Se deben diseñar actividades cortas, relacionadas con la tarea principal en el caso que un equipo termine antes de tiempo.

1.1.4 Principios básicos del aprendizaje colaborativo

Jhonson y Jhonson [13] y Sapon Shevin et al. [14] definen unos principios que son la base para que un grupo pueda desempeñarse bajo el enfoque del trabajo colaborativo:

- Cada integrante debe contribuir con su trabajo para el éxito del equipo.
- En la búsqueda de alcanzar un objetivo común, cada integrante debe apoyar a los demás con el cumplimiento de las tareas y el trabajo en conjunto.

MECANISMOS DE AWARENESS PARA SOPORTAR EL TRABAJO COLABORATIVO. CASO DE ESTUDIO: CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO CON TABLET PCs

- La responsabilidad no debe ser de los integrantes más expertos sino de cada uno de los miembros del equipo.
- Son indispensables las habilidades, actitudes y valores interpersonales.
- Reflexionar sobre el trabajo realizado al interior de grupo, ayuda a la toma de decisiones relacionadas con la forma de trabajo.
- *“El trabajo colaborativo es una expresión formalizada de los valores y acciones éticas que imperan en una situación de enseñanza-aprendizaje”*. Debe propenderse por el respeto de puntos de vista diferentes entre los integrantes.
- La formación de grupos debe ser *“basada en la heterogeneidad”*. Los integrantes deben tener diferentes destrezas, formas de pensar, genero y características de personalidad.

1.1.5 Técnicas de aprendizaje colaborativo

En las clases magistrales tradicionales, el flujo de información del docente hacia los estudiantes es unidireccional. En este tipo de escenarios, el docente se limita a preparar y dictar la clase, donde solo pueden participar pocos alumnos. Estos métodos tradicionales ocasionan que los estudiantes jueguen un rol pasivo y global dentro de su proceso cognitivo. Las ventajas del aprendizaje colaborativo, para los estudiantes que se implican activamente dentro de los procesos colaborativos son claras con respecto a los métodos tradicionales de las clases magistrales, pues aborda diversas cuestiones relacionadas en cómo maximizar el aprendizaje de los estudiantes. Entre las cuestiones principales, se destacan las siguientes: *cómo mejorar la calidad del aprendizaje de los estudiantes, cómo mejorar la eficacia de la enseñanza y cómo hacer ambas cosas de forma asequible y eficiente*. Satisfacer los puntos anteriores implica conseguir que los estudiantes participen activamente en el proceso del aprendizaje colaborativo [15]. En este sentido, se han elaborado diversas TAC (Técnicas de Aprendizaje Colaborativo) [16] como estrategias eficaces para estructurar intencionalmente grupos de trabajo, en el que los estudiantes tengan un rol dinámico donde puedan aprender y enseñar muchos temas a la vez durante las mismas clases. De esta forma, se extiende la amplitud, profundidad y alcance de su aprendizaje y el de sus compañeros. Las TAC son instrumentos sencillos y flexibles que pueden adaptarse para que se ajusten a disciplinas, objetivos de enseñanza y contextos de aprendizaje muy diversos [15].

1.1.5.1 Jigsaw

JIGSAW es una TAC orientada a la creación de ambientes de aprendizaje colaborativo. En esta técnica se proponen seis fases que sirven para facilitar la construcción de actividades colaborativas que posibiliten un aprendizaje en grupos efectivo [17]:

- Fase 1: **Grupos cooperativos (I)**.
 - *Se forman los grupos de trabajo, el docente define el número de estudiantes por grupo.*
 - *Se designa un líder para el grupo, este estudiante es el encargado de coordinar las actividades del grupo.*
 - *Dividir la lección entre cada uno de los miembros del equipo, a cada integrante se le asigna una parte del trabajo.*

MECANISMOS DE AWARENESS PARA SOPORTAR EL TRABAJO COLABORATIVO. CASO DE ESTUDIO: CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO CON TABLET PCS

- *Distribuir los materiales, a cada miembro del equipo se le asigna una parte del material de tal forma que exista interdependencia.*
- *Investigación personal, cada miembro del grupo se compromete a profundizar conocimientos en la parte del trabajo que le corresponde.*
- **Fase 2: Grupos expertos**
 - *Se reúnen los pares que tienen asignados el mismo tema.*
 - *En la reunión se realiza una lectura y resumen del tema que les correspondía.*
 - *Cada miembro se vuelve experto en el tema.*
 - *Planificar enseñanza.*
- **Fase 3: Pares de práctica**
 - *Se forman pares distintos pero con el mismo tema asignado.*
 - *Se escucha a quien está presentando el tema y se realizan sugerencias para mejorar la presentación.*
- **Fase 4: Grupos cooperativos (II)**
 - *Los alumnos regresan a sus grupos originales.*
 - *Cada estudiante enseña su segmento al grupo, de tal forma que todos aprendan de los temas asignados.*
 - *Se insita a cada miembro a realizar preguntas con el propósito de aclarar dudas.*
- **Fase 5: Monitoreo**
 - *Mientras los pares y grupos cooperativos trabajan, el profesor se mueve de grupo en grupo, observando el proceso y asistiendo a los estudiantes.*
- **Fase 6: Evaluación**
 - *Al final de la sesión se debe evaluar el grado de aprendizaje de los estudiantes, a través de un test individual que cubra todos los segmentos.*

Además de JIGSAW, existen otras TAC tales como: Three-Step Interview, Cooperative Controversy, Split Value Lines, Group Investigation, Numbered Heads Together, entre otras [15].

1.2 APRENDIZAJE COLABORATIVO ASISTIDO POR COMPUTADOR

Con el desarrollo de las tecnologías de información, muchos investigadores se han enfocado en diseñar sistemas que den soporte al aprendizaje colaborativo no solo a grupos concentrados en un entorno “cara a cara”, sino también a grupos ubicados en distintas zonas geográficas o estaciones de trabajo. El uso de herramientas como el computador facilita los procesos y las dinámicas de los grupos, ya que proporciona mayores beneficios que el uso del lápiz y el papel. El aprendizaje colaborativo asistido por computador tiene como objetivo diseñar ambientes colaborativos que brinden soporte en el aprendizaje a los grupos de trabajo [18].

El aprendizaje colaborativo asistido por computador o también conocido por sus siglas CSCL (Computer Supported Collaborative learning), es una disciplina que estudia la forma en que las personas trabajan en grupo por un objetivo común y como este trabajo puede ser soportado a través de la tecnología computacional, elaborando entornos computacionales que suministren una interfaz a un ambiente compartido [19]. Muchos avances tecnológicos han favorecido el desarrollo de sistemas colaborativos,

entre ellos Internet, ya que las redes basadas en computadores *“brinda los medios de comunicación y guías para lograr una interacción productiva en los individuos del grupo”* [20].

El aprendizaje colaborativo asistido por computador está altamente relacionado con los procesos y actividades de aprendizaje colaborativo y cooperativo en la educación, pues los ambientes software que se diseñan, están pensados para proveer varias formas de apoyo pedagógico o guías para un aprendizaje efectivo. *“En la mayoría de los casos, el rol del computador es secundario al proceso de colaboración interpersonal entre los estudiantes”*. Por lo tanto, los sistemas se diseñan para dar soporte, no reemplazar, estos procesos entre humanos [21].

1.2.1 Áreas que favorecen el desarrollo del CSCL

La construcción de sistemas colaborativos es una tarea compleja, y requiere de la combinación de muchas áreas de conocimiento. Las áreas que contribuyen en el diseño de entornos colaborativos son las siguientes [21]:

- *“Los Sistemas Distribuidos”, proporcionan soporte al aprendizaje o trabajo colaborativo en grupos potencialmente dispersos a través de modelos que se apoyan en las arquitecturas de las redes actuales.*
- *“Las Comunicaciones”, permiten el intercambio de mensajes entre los individuos de tal forma que se mantenga una interacción constante.*
- *“La Interacción Humano-Computador”, orienta en el diseño de interfaces fáciles de entender e intuitivas para los individuos.*
- *“Inteligencia Artificial”, la construcción de sistemas expertos o sistemas tutores inteligentes que repliquen las acciones de un tutor humano.*
- *“La Teoría Social”, orienta en el estudio de los aspectos particulares de la sociedad.*

1.3 SISTEMAS GROUPWARE

A través del tiempo se han hecho grandes esfuerzos para dar soporte a las actividades pedagógicas que permitan el aprendizaje colaborativo por medio de las tecnologías de información y las redes de datos. Por esta razón, se han elaborado diversos sistemas groupware para soportar y apoyar la construcción de entornos colaborativos que faciliten el desarrollo de los procesos y actividades colaborativas a través de las tecnologías de información. Algunos investigadores definen un sistema groupware como *“sistemas basados en computadoras que apoyan a grupos de personas que trabajan en una tarea común y que proveen una interfaz para un ambiente compartido”* [22]. Como ejemplo de sistemas groupware se encuentran, entre otros, Alliance [23], CUTE [24] y Groupkit [25].

Los sistemas groupware proveen soporte para la colaboración entre miembros de un grupo de trabajo para el cumplimiento de tareas u objetivos comunes. Como cada grupo puede tener diferentes objetivos, tareas o metas, sus requerimientos de groupware pueden variar de igual forma. Pensando en ello, los diseños son de varios tipos, dependiendo de las tareas colaborativas a soportar, de los artefactos que se van

MECANISMOS DE AWARENESS PARA SOPORTAR EL TRABAJO COLABORATIVO. CASO DE ESTUDIO: CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO CON TABLET PCs

a compartir, de los requerimientos explícitos de los usuarios, entre otros. No obstante, los sistemas groupware presentan características similares en su diseño. En [26][27] describen algunas características comunes de los sistemas groupware. Dichas características son las siguientes:

- *Estrategia de comunicación.* El tiempo que se toma la aplicación para la entrega de la información. Se pueden identificar dos tipos de comunicación: síncrona y asíncrona.
- *Coordinación.* Hace alusión a la organización de las interacciones de los usuarios. Diferentes procesos pueden requerir diferente tipo de coordinación (turnos para intervención, todos pueden intervenir al tiempo, etc.).
- *Distribución.* Hace referencia a la distribución física de los miembros del grupo (mismo lugar de trabajo o distribuidos).
- *Escalabilidad.* Concerniente al tamaño de grupo que la aplicación deberá soportar.
- *Interoperabilidad (Openness).* La capacidad de integración con otras aplicaciones.
- *Características no funcionales.* Integridad, seguridad, tolerancia a fallos, entre otras.
- *Explotación de la Web.* La tendencia a explotar los recursos que provee la internet para sus procesos comunicativos.

Por otro lado, las principales funcionalidades de los sistemas groupware son [28]:

- *Comunicación.* Los sistemas groupware permiten el intercambio de información entre dos o más individuos. Los medios pueden ser muy variados con igual variedad de formatos.
- *Colaboración.* Proveen la posibilidad de que varios miembros de un grupo unan esfuerzos para la realización de una tarea u objetivo común. Aunque muchas veces la colaboración no es lograda, la cooperación es casi inherente.
- *Coordinación.* Permiten mejorar la eficiencia del equipo de trabajo, incluyendo distribución de tareas y revisión de ejecución.

Un sistema groupware está pensado para apoyar a personas que se encuentran ubicadas en un lugar central o dispersas geográficamente. Por lo tanto, es clasificado respecto al tiempo y al espacio en los cuales se llevan a cabo las interacciones. En la Tabla 1 se exhibe lo anterior:

	Mismo Tiempo	Diferente Tiempo
Mismo Espacio	Interacción cara a cara.	Interacción Asíncrona Centralizada.
Diferente Espacio	Interacción Distribuida Sincrónica.	Interacción Asíncrona Distribuida.

Tabla 1 Clasificación del groupware – Matriz espacio- temporal [29]

De acuerdo a la anterior clasificación de los sistemas groupware, se pueden identificar algunos tipos de aplicaciones [28] [30]:

- Aplicaciones asíncronas:
 - *Email*: diseñado para la transferencia de mensajes simples entre dos personas. Basados en dicho mecanismo, existen también sistemas como: listas de distribución (permiten difusión de información), grupos de noticias (interface web para grupos de interés), entre otros.
 - *Publicaciones Web*: entran en esta categoría todos los medios de producción de información que son accesibles por medio de URL y por largos periodos de tiempo, entre otros: Foros de discusión, Weblogs y Wikis.
 - *Sistemas workflow*: sistemas que ayudan a administrar y automatizar procesos de negocios [31].
 - *Calendarios de grupo*: permite la coordinación (planificación, dirección, etc.) de proyectos que involucran muchas personas.
- Aplicaciones Síncronas
 - *Sistemas de Chat*: permiten intercambio de mensajes entre dos o más personas en tiempo real.
 - *Video y audio conferencia*: cumplen la funcionalidad básica de un teléfono adicionándole un componente visual.
 - *Dibujo y escritura colaborativos*: pizarras compartidas, sistemas de escritura colaborativa, escritorios remotos compartidos, entre otros.
 - *Sistemas de soporte de decisión*: sistemas para facilitar la toma de decisiones a un grupo.
 - *Sistemas multi-jugador*: permiten que varios individuos “jueguen juntos”, ya sea de forma cooperativa o como oponentes, un mismo juego al mismo tiempo.

1.3.1 Beneficios de los sistemas groupware

Un sistema groupware otorga varios beneficios en el apoyo al trabajo en grupo. Algunos beneficios son: permitir el compartimiento de la información, automatizar actividades y crear una memoria organizacional o grupal [31]. Una de las grandes ventajas de los sistemas groupware es el de propiciar ambientes colaborativos en los que los participantes no necesariamente tienen que estar presentes físicamente en un mismo lugar, es decir, en un entorno cara a cara, sino que pueden participar en el desarrollo de una actividad colaborativa estando en diferentes estaciones de trabajo, es decir, de forma distribuida [32]. Los entornos colaborativos distribuidos han tenido un gran impacto en el campo del CSCL, pues evitan algunos inconvenientes que presenta un entorno centralizado. Entre los inconvenientes que evita un entorno colaborativo distribuido se destacan: el ahorro de tiempo y dinero. Esto debido a que

MECANISMOS DE AWARENESS PARA SOPORTAR EL TRABAJO COLABORATIVO. CASO DE ESTUDIO: CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO CON TABLET PCs

los participantes de una actividad pueden estar en diferentes ciudades o países sin tener que desplazarse con frecuencia a los sitios de reunión con los demás miembros del grupo, incrementando de esta forma la habilidad de poder comunicarse entre ellos, expresar sus opiniones y apropiarse del conocimiento. Además, extiende la capacidad del número de participantes que quieren hacer parte del grupo lo que permite que interactúen personas de diferentes culturas y condiciones [33].

De acuerdo a lo anterior, algunos investigadores resaltan los siguientes puntos a favor en un sistema groupware [28]:

- Mejoran los procesos comunicativos entre miembros de grupos de trabajo. Medios como el teléfono común ahora pueden ser reemplazados por video conferencias que mejoran la transmisión de información.
- Permiten colaboración entre dos o más personas con tareas en común, mejorando con ello los resultados finales.
- Facilitan la toma de decisiones grupales. Las reuniones pueden ser planeadas y realizadas rápidamente. Las decisiones pueden ser tomadas independientemente de la presencia física de todos los miembros del grupo.
- Mejoran costos y tiempo en cuanto a la coordinación de los grupos. Permiten inclusión de expertos en grupos de trabajo y la creación de grupos de trabajo especializados que comúnmente no serían posibles. Ahorran, entre otros, tiempo y dinero en logística.
- La difusión de información es mucho más rápida y eficiente. Los envíos de información por correo convencional que anteriormente tomaban días, ahora toman minutos y pueden llegar a una o miles personas simultáneamente.

1.3.2 Desventajas de los sistemas groupware

En [34] presentan diferentes tipos de problemas relacionados con las funcionalidades de los sistemas groupware en el momento de soportar el trabajo grupal:

- *Problemas de Comunicación.* Pueden citarse entre otros problemas los relacionados con:
 - La disponibilidad tecnológica suele ser rebasada por algunas funcionalidades de comunicación incluidas en los sistemas groupware, por ejemplo, cuando se incluye artefactos de video en sistemas que pueden llegar a tener una cantidad considerable de usuarios y donde cada uno de ellos va a utilizar dicha herramienta pueden ser insuficientes recursos de ancho de banda y aquellos involucrados con el despliegue de las imágenes.
 - Canales de comunicaciones ineficientes o insuficientes suelen ser fuertes factores que determinen la aceptación o desecho de un groupware.
 - Dificultad en el uso de los canales de comunicación. El usuario se enfoca en como comunicarse y no en lo que va a comunicar.

MECANISMOS DE AWARENESS PARA SOPORTAR EL TRABAJO COLABORATIVO. CASO DE ESTUDIO: CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO CON TABLET PCs

- Saturación de canales de comunicación. Demasiados canales de comunicación suelen generar problemas como dispersión de la información (no hay puntos de encuentro) o distracción de los usuarios.
- *Problemas de Colaboración.* El soporte de sistemas groupware a entornos colaborativos distribuidos genera problemas en los procesos colaborativos. Las interacciones que en ambientes cara a cara parecen tan sencillos pueden convertirse en retos de implementación a la hora del desarrollo de sistemas groupware. Los medios de comunicación disponibles por los sistemas groupware suelen ser insuficientes para garantizar la colaboración entre los usuarios.
- *Problemas de coordinación.* La coordinación de la participación entre los usuarios de los sistemas groupware suele ser una gran inquietud, en muchos casos depende de la metodología de base utilizada, pero suele suceder que los artefactos que permiten la coordinación en ambientes no virtuales no puedan ser implementados con sistemas groupware.

Además de los problemas mencionados anteriormente, suelen presentarse inconvenientes relacionados con el desarrollo e implantación del groupware. En [29] se identifican ocho desafíos a la hora de desarrollar un sistema groupware:

1. *Desigualdad de trabajo-beneficio.* El groupware debe ser pensado para beneficio colectivo, pero generalmente no se proveen los mismos beneficios a todos los miembros del grupo
2. *Factores sociales, políticos y motivacionales.* Dichos elementos deben ser considerados pues pueden interferir en el momento del despliegue.
3. *Manejo de errores.* Los humanos son propensos al error. Por lo tanto, deben incluirse herramientas que permitan deshacer errores.
4. *Accesibilidad y discreción.* Se debe permitir que los usuarios tengan cierta privacidad pero que esta no limite la accesibilidad a la información necesaria para los procesos.
5. *Dificultad de evaluación.* Las pruebas aplicadas al groupware en laboratorio suelen ser insuficientes, no se sabrá si realmente funciona hasta que se esté implementando, esto se da porque influyen factores sociales, económicos, motivacionales y políticos que no se pueden recrear en un laboratorio.
6. *Fallas de intuición.* Las aplicaciones groupware suelen tener problemas de concepción en el diseño, que a la final pueden causar la no aceptación del usuario.
7. *Proceso de adopción.* El groupware estará listo cuando sea adoptado por todos o por lo menos la mayoría del grupo. Se debe ser cuidadoso en este proceso, el forzar al grupo puede causar la no aceptación.

1.4 AWARENESS Y MECANISMOS DE AWARENESS EN EL ESPACIO DE TRABAJO

MECANISMOS DE AWARENESS PARA SOPORTAR EL TRABAJO COLABORATIVO. CASO DE ESTUDIO: CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO CON TABLET PCs

Diversas investigaciones han demostrado que un espacio de trabajo físico compartido y los artefactos o accesorios en ese espacio, apoyan una rica interacción cara a cara. La información disponible a través del espacio físico de trabajo permite a las personas mantener una conciencia de los demás lugares, actividades, y las intenciones de sus colegas en relación con las tareas, lo que les permite trabajar juntos de una manera más eficaz y tomar decisiones en un instante dado [1]. Esta información es la que muchos expertos en el área de aprendizaje colaborativo han denominado información de awareness.

Según Paul Dourish [35] awareness es "el conocimiento de las actividades de los otros que proporciona un contexto para la propia actividad. Este contexto es utilizado para asegurar que las contribuciones individuales son relevantes a la actividad del grupo en conjunto, y para evaluar las acciones individuales con respecto a los objetivos y el progreso del mismo". Siendo entonces éste uno de los elementos fundamentales para la colaboración en áreas de trabajo compartidas.

Si bien la información de awareness es fácil de percibir en un espacio físico compartido, en un entorno colaborativo distribuido es más complejo, ya que en este tipo de escenarios, las personas no pueden observar, escuchar o sentir la presencia de los demás colaboradores. Por lo tanto, las interacciones que se presentan en un entorno colaborativo distribuido son menores en comparación con su contraparte física, y en consecuencia, el flujo de información de awareness es casi nulo. En ese sentido, los sistemas groupware deben incorporar artefactos que se encarguen de suministrar la información de awareness a los miembros del grupo en procura de una posible colaboración efectiva, tales artefactos son denominados *Mecanismos de Awareness* [2].

Para facilitar a los diseñadores de sistemas groupware la construcción de mecanismos de awareness, Gutwin et al. [2][36] definen los elementos que componen la conciencia del espacio de trabajo (Workspace Awareness). Los elementos proveen un vocabulario y un conjunto de reglas básicas para pensar en requerimientos de awareness y su respectivo apoyo en sistemas groupware. Dichos elementos son los siguientes:

- Presencia: ¿Quién está participando en la actividad?
- Lugar: ¿Dónde están trabajando ellos?
- Nivel de actividad: ¿Qué tan activos están en el espacio de trabajo?
- Acciones: ¿Qué están haciendo?, ¿Cuáles son sus actividades actuales y sus tareas?
- Intenciones: ¿Qué van a hacer ahora? ¿Cuándo lo van a hacer?
- Cambios: ¿Qué cambios están haciendo, y donde?
- Objetos: ¿Qué objetos están usando?
- Alcance: ¿Qué pueden ellos ver?, ¿Qué tan lejos pueden llegar?
- Habilidades: ¿Qué pueden hacer ellos?
- Esfera de influencia: ¿Dónde pueden ellos hacer cambios?
- Expectativas: ¿Qué quieren o necesitan hacer después?

Teniendo en cuenta los elementos que componen la conciencia del espacio de trabajo, se han venido desarrollando diferentes investigaciones sobre mecanismos de awareness que pueden proveer información de awareness a un entorno colaborativo distribuido, entre otros, las pantallas compartidas [37] y mecanismos que permiten ver snapshots o vídeo tanto de la persona como de su ambiente de trabajo. Dichos mecanismos proporcionan información acerca de presencia, disponibilidad y

actividades de los otros participantes [38] que suelen ser útiles a la hora de coordinar y colaborar en un grupo distribuido.

1.4.1 Beneficios del awareness

Según [39], el awareness del espacio de trabajo provee los siguientes beneficios:

- *Monitoreo y control*: se conoce que están haciendo los demás miembros del grupo, mejorando así la coordinación entre ellos. Se evita redundancia de trabajo y contradicciones entre tareas realizadas por diferentes participantes.
- *Desencadenar interés*: los miembros que tienen acceso al trabajo de un individuo pueden estar interesados en esa actividad. Esto puede generar discusiones alrededor del tema, ideas u opiniones del trabajo y por ende generar oportunidades de colaboración.
- *Determinar disponibilidad*: cuando se conoce que están haciendo los demás se evitará interrumpirlos durante actividades importantes. Se mejora la coordinación entre los individuos del grupo.

Cuando se logra mantener awareness en un espacio de trabajo, se reducen los costos del trabajo o aprendizaje, pues se permite a los integrantes del grupo interactuar de una forma natural y efectiva. Además, proporciona condiciones para que posiblemente la colaboración pueda ocurrir de una manera efectiva [2].

1.4.2 Problemas de los mecanismos de awareness

El diseño de mecanismos de awareness es uno de los principales inconvenientes para los diseñadores de sistemas groupware, pues antes de implementarlos en un sistema groupware estos deben ser cuidadosamente estudiados. Generalmente cada vez que se elaboran mecanismos de awareness, suelen ser un trabajo “a la medida” para cada caso particular. Puede suceder, por ejemplo, que un mismo mecanismo con los mismos fines deba ser rediseñado para aplicar a grupos con diferentes costumbres sociales o de trabajo. Deben estudiarse las deficiencias que el sistema posee para seleccionar los mecanismos de awareness adecuados que pueden ayudar en el proceso colaborativo. Sin un estudio adecuado, o incluso con él, puede suceder que los mecanismos de awareness empeoren el desempeño del grupo. Por lo tanto, se debe ser muy cuidadoso a la hora de seleccionar e implementar estos mecanismos [36].

Según [2] los problemas más relevantes de awareness del espacio de trabajo en sistemas groupware son:

- Percepción reducida del ambiente. Las pantallas no permiten ver todo lo que en un espacio de trabajo no virtual se vería.
- Medios de comunicaciones pobres, por ejemplo, cosas como la expresión implícita en el movimiento de los brazos son pobremente expresadas con el movimiento del cursor. Además, en algunos casos se pierde calidad del habla y direccionamiento de la voz de los participantes.
- Las acciones típicas de interacción con el computador, por ejemplo, menús o teclas de función, esconden acciones que son visibles en el espacio de trabajo.

MECANISMOS DE AWARENESS PARA SOPORTAR EL TRABAJO COLABORATIVO. CASO DE ESTUDIO: CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO CON TABLET PCs

- Características de percepción y psicológicas que provee la interacción cara a cara son débiles, la implementación de estas necesita mecanismos complejos.
- Las características que proveen los groupware que permiten a los usuarios controlar lo que los demás pueden ver o conocer puede prestarse para esconder actividades u objetos perjudiciales.
- Las técnicas de video tienen problemas de resolución, escalabilidad, transporte de datos y demás.
- Sobrecarga de información de awareness, lo que generaría interrupciones en las tareas que esté desarrollando el individuo que reciba esa información.

Finalizada la investigación documental y la elaboración de la base conceptual, se realizó la identificación y definición de los mecanismos de awareness aptos para soportar CET en un entorno distribuido con Tablet PCs. Dicho proceso se describe a continuación en el Capítulo 2.

2. IDENTIFICACIÓN Y DEFINICIÓN DE MECANISMOS DE AWARENESS PARA SOPORTAR CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO CON TABLET PCs

2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

En este capítulo se describe el proceso que se realizó para la identificación y definición de los mecanismos de awareness aptos para soportar CET en un entorno distribuido con Tablet PCs. Para la identificación de los mecanismos de awareness se diseñó una evaluación con el propósito de entender cómo los usuarios que participaban en la actividad colaborativa de CET en un entorno colaborativo cara a cara, percibían la información de awareness para mantener una conciencia acerca de las actividades, acciones o tareas que ejecutaban sus colegas en el espacio de trabajo.

Para la recolección y análisis de la información en la evaluación, se diseñó un experimento basándose en el método de observación de campo [4]. Las actividades que componían el método se clasificaron en tres fases: planeación, observación y análisis. En la fase de planeación se incluyeron las actividades que se realizan antes de llevar a cabo la observación de campo, entre otras, definir las características, variables e indicadores de la evaluación. La fase de observación se componía de las actividades que se realizan para ejecutar el método según la población objetivo que se deseaba evaluar. La fase de análisis de resultados incluía las actividades que se realizan posteriormente a la ejecución del método de observación de campo.

Finalmente, identificados los mecanismos de awareness para soportar CET en un entorno colaborativo distribuido, se seleccionaron algunos que permitan demostrar nuestra investigación en el tiempo destinado para el alcance del proyecto de investigación.

2.2 DISEÑO DEL EXPERIMENTO

Para el proceso de identificación de los mecanismos de awareness aptos para soportar CET en un entorno colaborativo distribuido con Tablet PCs, se seleccionó el método de observación de campo. El método de observación de campo permite llevar a cabo una investigación experimental, cuyo propósito es recopilar información empírica sobre la realidad del fenómeno a estudiar. Es útil para estudiar a fondo ese fenómeno en un ambiente determinado. Lo anterior, diferencia el método de observación de campo de otros métodos empleados para otro tipo de investigaciones como la documental, no experimental, entre otras [40], y le permite adaptarse al problema de investigación que se ha definido, facilitando de esta manera el proceso de identificación.

MECANISMOS DE AWARENESS PARA SOPORTAR EL TRABAJO COLABORATIVO. CASO DE ESTUDIO: CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO CON TABLET PCS

La estructura de las actividades generales que componen el método se ha clasificado en tres fases: planeación, observación y análisis. En las Tabla 2, Tabla 3 y Tabla 4 se describen las actividades que componen las anteriores fases.

FASE DE PLANEACIÓN	
Número	Descripción de la Actividad
1	Definir las características, variables e indicadores de la evaluación, que permitan establecer medidas para facilitar el análisis del proceso de identificación de los mecanismos de awareness para soportar CET en un entorno colaborativo distribuido.
2	Elaborar las fichas de observación que guiaran a los observadores en la ejecución del experimento.
3	Preparar las encuestas para entrevistar a los participantes del experimento en el lugar de la observación.
4	Seleccionar la población objetivo en la que se llevara a cabo la evaluación.

Tabla 2 Actividades de la fase de planeación

FASE DE OBSERVACIÓN	
Número	Descripción de la Actividad
5	Tomar fotografías durante la experiencia a los estudiantes que participan en la actividad colaborativa de CET, del lugar de la observación y de los detalles que se estimen interesantes.
6	Desarrollo de la observación a los estudiantes mientras participan en la actividad colaborativa de CET.
7	Preguntar a través de las encuestas a los estudiantes que participaron en la actividad colaborativa de CET, acerca de los mecanismos naturales de comunicación empleados para obtener o producir información de awareness.

Tabla 3 Actividades de la fase de observación

FASE DE ANALISIS	
Número	Descripción de la Actividad
8	Análisis de los datos obtenidos y conclusiones.

Tabla 4 Actividades de la fase de análisis

2.3 FASE DE PLANEACIÓN

En la fase de planeación se incluyeron las actividades que se realizan antes de llevar a cabo la observación de campo, entre otras, definir las características, variables e indicadores de la evaluación.

2.3.1 Definición de características, variables e indicadores

Con el fin de poder definir las características, variables e indicadores de la evaluación, se tomó como referencia el framework conceptual propuesto en [36].

La primera parte del framework hace referencia a qué tipo de información es la que constituye la conciencia del espacio de trabajo. En esta primera parte, los autores del framework dividen la conciencia del espacio de trabajo en varios elementos de conocimiento para responder preguntas básicas "quién, qué, y dónde" sobre otros miembros del equipo y sus actividades. Los elementos reflejan el hecho de que cuando los participantes de una actividad colaborativa trabajan en un espacio físico compartido, saben qué actividades están ejecutando sus colegas, con cuales elementos están interactuando, y cuando ellos están laborando. En la Tabla 5 se ilustra lo anterior.

Categoría	Elemento	Preguntas Específicas
Quién	Presencia	¿Hay alguien en el espacio de trabajo?
	Identidad	¿Quién está participando en la actividad?
		¿Quién es aquel participante?
Autoría	¿Quién está haciendo eso?	
Qué	Acción	¿Qué están haciendo?
		¿Cuáles son sus actividades y tareas actuales?
	Intención	¿Qué van a hacer?
		¿Qué es lo que van a hacer?
Objetos	¿Qué objetos están usando ellos?	
Dónde	Localización	¿Dónde están trabajando?
	Mirada	¿Dónde están mirando?
	Vista	¿Qué pueden ver ellos?
	Extension	¿Hasta dónde pueden ellos extenderse?

Tabla 5 Elementos de awareness de espacio de trabajo [36]

La segunda parte del framework consiste en cómo reunir la información de awareness en el espacio de trabajo. Según Gutwin et al. [36] y Roseman [2], existen cinco fuentes principales de información de awareness en la colaboración cara a cara y cinco correspondientes mecanismos que usa la gente para reunir la misma. Los mecanismos de reunión de información de awareness han sido discutidos en literaturas previas, y empleados para mantener el awareness del espacio de trabajo. Dichos mecanismos son:

1. *Comunicación Directa* [41][42].
2. *Producciones Indirectas* [20][43].
3. *Comunicación Consecuente* [44].
4. *Feedthrough* [45].
5. *Retroalimentación con el entorno* [36].

Dix et al. [45] relacionan el mecanismo feedthrough, con la información de awareness que puede ser generada observando o escuchando los efectos de algunas acciones sobre los artefactos en el espacio de trabajo.

Los anteriores investigadores consideran que los diseñadores de sistemas groupware necesitan tener en cuenta los mecanismos naturales citados anteriormente, para identificar cómo la información de varios elementos de awareness es transmitida y almacenada. Esto con el fin de permitir a las personas continuar usando estos mecanismos naturales, u otros específicos para situaciones y dominios particulares.

De acuerdo a lo anterior, se tomaron los mecanismos naturales de comunicación, como características que se debían presentar en la aplicación de CET en un entorno cara a cara.

Para cada una de las características, se definieron los siguientes aspectos:

- *Su enunciado.*
- *Los criterios seleccionados como los más relevantes.*
- *Los aspectos a evaluar (variables).*
- *La tabla que contiene los indicadores correspondientes a cada aspecto a evaluar (variable)² y las fuentes de información. Las fuentes de información son una ficha de observación (FO), una encuesta (EN) o ambas.*

Cada uno de los aspectos a evaluar tiene asociado un valor en porcentaje que hace referencia a su importancia relativa para la evaluación.

Se definió por cada característica, un conjunto ordenado de indicadores para tratar de cubrir los aspectos que se consideraban importantes evaluar.

Para la definición de los criterios más relevantes, se tomó como referencia los elementos de awareness descritos en la Tabla 5, ya que eran los elementos que se deseaban analizar, para poder identificar los mecanismos de awareness que brindan soporte a CET en un entorno distribuido con Tablet PCs. A continuación se describe cada una de las características que se plantearon, con el fin de ilustrar el proceso anterior:

Característica 1

Comunicación directa

La gente comunica información explícita acerca de su interacción con el espacio de trabajo; esta comunicación es en primera instancia verbal o escrita, aunque los gestos también son comunes.

Criterios más relevantes: Identidad, Presencia, Autoría, Acción, Intención, Localización, Vista, Objetos, Mirada, Extensión.

Aspectos que se deben evaluar (Variables)

² Los aspectos a evaluar (variables) se identifican con letras y los indicadores se identifican con la misma letra del aspecto a evaluar (variable) correspondiente seguida de un número de secuencia cuando haya más de un indicador para el mismo aspecto a evaluar (variable).

MECANISMOS DE AWARENESS PARA SOPORTAR EL TRABAJO COLABORATIVO. CASO DE ESTUDIO: CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO CON TABLET PCs

- a) Mecanismos empleados para percibir la presencia de las participantes en la actividad colaborativa. (20%)
- b) Actividades que involucran la comunicación verbal o escrita de los participantes de la actividad colaborativa. (40%)
- c) Estrategias empleadas por los participantes de la actividad colaborativa para interactuar por medio de señales y gestos. (40%)

INDICADOR	FUENTE	
	ESTUDIANTE	DOCENTE
a) Existencia de herramientas para controlar la asistencia y registro de las personas que están presentes en la actividad colaborativa.		FO
b.1) Existencia de una sesión antes de comenzar la actividad colaborativa donde los participantes realizan una presentación personal.		FO
b.2) Existencia de espacios de socialización en la actividad colaborativa donde los participantes interactúan para obtener información de los elementos de sensibilización.	FO	
b.3) Existencia de preguntas entre los participantes, a través del desarrollo de la actividad colaborativa, orientadas a la percepción de las tareas que están ejecutando sus colegas en la actividad colaborativa.	FO	
c) Existencia de estrategias empleadas por los participantes de la actividad colaborativa para interactuar por medio de señales y gestos.	FO, EN	

Tabla 6 Indicadores para el mecanismo de comunicación directa

Característica 2

Producciones indirectas

La gente comúnmente se comunica a través de acciones, expresiones, o discursos que no son directamente explícitos para los otros miembros del grupo, pero que son intencionalmente públicos.

Criterios más relevantes: Identidad, Presencia, Autoría, Acción, Intención, Localización, Objetos, Vista.

Aspectos que se deben evaluar (Variables)

- a) Estrategias empleadas por los participantes de la actividad colaborativa para percibir o brindar información de sensibilización implícita de sus colegas en el espacio de trabajo (60%).

MECANISMOS DE AWARENESS PARA SOPORTAR EL TRABAJO COLABORATIVO. CASO DE ESTUDIO: CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO CON TABLET PCs

- b) Actividades que involucran la comunicación a través de acciones, expresiones, o discursos de los participantes de la actividad colaborativa, donde comunican implícitamente a sus colegas información de sensibilización (30%).
- c) Espacio de trabajo adecuado para permitir a los participantes de la actividad colaborativa comunicar indirectamente información de sensibilización (10%).

INDICADOR	FUENTE	
	ESTUDIANTE	DOCENTE
a) Existencia de estrategias empleadas por los participantes de la actividad colaborativa para percibir información de sensibilización implícita de sus colegas en el espacio de trabajo.	EN	FO
b) Existencia de espacios donde se realicen conversaciones públicas entre los participantes de la actividad colaborativa, en los que se puede captar información de sensibilización de las actividades que están desarrollando.	FO	
c) Grado de adecuación del espacio de trabajo, de acuerdo a la percepción o producción de información de sensibilización implícita de los participantes de la actividad colaborativa.	EN	

Tabla 7 Indicadores para el mecanismo de producciones indirectas

Característica 3

Comunicación Consecuente

Ver o escuchar a los demás en su labor, provee a las personas gran información acerca de la interacción de ellos con el espacio de trabajo.

Criterios más relevantes: Localización, Objetos, Mirada, Acción.

Aspectos que se deben evaluar (Variables)

- a) Espacios de trabajo adecuados para permitir a los participantes visualizar o escuchar las actividades de sus colegas en sus labores durante la actividad colaborativa (10%).
- b) Estrategias empleadas por los participantes de la actividad colaborativa para obtener información acerca del tipo de actividades o tareas que ejecutan sus colegas, a través de sus acciones corporales en sus respectivas labores (90%).

INDICADOR	FUENTE	
	ESTUDIANTE	DOCENTE
a) Nivel de satisfacción de los participantes de la actividad colaborativa con el espacio de trabajo, de acuerdo a la visualización o escucha de las actividades de sus colegas.	EN	
b) Existencia de estrategias empleadas por los	EN	

MECANISMOS DE AWARENESS PARA SOPORTAR EL TRABAJO COLABORATIVO. CASO DE ESTUDIO: CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO CON TABLET PCs

participantes de la actividad colaborativa, para percibir información de las actividades de sus colegas a través de la visualización o escucha de las acciones corporales en sus respectivas labores.		
---	--	--

Tabla 8 Indicadores para el mecanismo de comunicación consecuente

Característica 4

Feedthrough

La información puede ser generada observando los efectos de algunas acciones sobre los artefactos en el espacio de trabajo.

Criterios más relevantes: Intensiones, acciones, objetos, presencia, autoría.

Aspectos que se deben evaluar (Variables)

- a) Estrategias empleadas por los participantes de la actividad colaborativa para obtener información acerca de las actividades que ejecutan sus colegas, a través de los objetos que éstos manipulan (90%).
- b) Espacios de trabajo adecuados para permitir observar o escuchar los objetos que manipulan los participantes de la actividad colaborativa, con el fin de percibir las actividades que están ejecutando (10%).

INDICADOR	FUENTE	
	ESTUDIANTE	DOCENTE
a) Existencia de estrategias empleadas por los participantes de la actividad colaborativa, para percibir información acerca de las actividades que ejecutan sus colegas a través de los objetos que éstos manipulan.	FO, EN	
b) Nivel de satisfacción de los participantes de la actividad colaborativa con el espacio de trabajo, de acuerdo a la visualización o escucha de los objetos o artefactos que emplean los participantes, para realizar una tarea específica en la actividad colaborativa.	EN	

Tabla 9 Indicadores para el mecanismo de Feedthrough

Característica 5

Retroalimentación del entorno

Las personas reciben en alto grado alimentación de los efectos indirectos de las acciones de sus colegas a lo largo del espacio de trabajo. Por ejemplo, en una sala de control, ver algunas disminuciones del valor de la medición puede proporcionar pruebas de que otro miembro del equipo ha iniciado un procedimiento en particular.

Criterios más relevantes: Objetos, acciones, intenciones, presencia.

Aspectos que se deben evaluar (Variables)

- a) Influencia en la percepción de la información de sensibilización de un participante de la actividad colaborativa a partir de los efectos indirectos de las acciones de un colega en el espacio de trabajo (100%).

INDICADOR	FUENTE	
	ESTUDIANTE	DOCENTE
a) Nivel de influencia de los efectos indirectos de las acciones de un participante de la actividad colaborativa en la percepción de la información de sensibilización de sus colegas en el espacio de trabajo.	FO, EN	
b)		

Tabla 10 Indicadores para el mecanismo de retroalimentación del entorno

2.3.1.1 Escala para evaluación diagnóstica de los aspectos a evaluar (variables)

En la Tabla 11 se presenta la escala numérica de 5 niveles que se adopto para la evaluación de las variables.

ESTADO DE LA VARIABLE	EQUIVALENTE NUMÉRICO
<i>Excelente</i>	5
<i>Bueno</i>	4
<i>Aceptable</i>	3
<i>Insatisfactorio</i>	2
<i>Malo</i>	1

Tabla 11 Escala para evaluación de variables

La asignación de valores para la escala de la evaluación diagnostica de los aspectos que se deseaban evaluar, estaba determinada por el análisis de las fichas de observación que se llenaban durante el desarrollo de la actividad colaborativa y los resultados de las encuestas que se le aplicó a cada uno de los participantes.

2.3.1.2 Escala para calificación del grado de cumplimiento de las características

En la Tabla 12 se ilustra la escala numérica de 5 niveles que se adopto para la calificación de las características.

GRADO DE CUMPLIMIENTO	SIGNIFICADO	EQUIVALENTE NUMÉRICO
<i>A</i>	<i>Alto</i>	5

MECANISMOS DE AWARENESS PARA SOPORTAR EL TRABAJO COLABORATIVO. CASO DE ESTUDIO: CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO CON TABLET PCs

<i>B</i>	<i>Bueno</i>	<i>4</i>
<i>C</i>	<i>Aceptable</i>	<i>3</i>
<i>D</i>	<i>Insuficiente</i>	<i>2</i>
<i>E</i>	<i>Deficiente</i>	<i>1</i>

Tabla 12 Escala para calificación de las características

La asignación de valores para la calificación de las características, estaba determinada por los resultados de la evaluación diagnóstica de sus variables asociadas.

2.3.2 Diseño de la encuesta y la ficha de observación

El propósito de la ficha de observación era enfocar la atención del observador en cada uno de los mecanismos naturales de comunicación que empleaban los participantes durante la actividad colaborativa, para obtener información de awareness en el espacio de trabajo. La ficha de observación incluía una lista de chequeo por cada mecanismo natural de comunicación, con el fin de verificar algunas de las variables que se deseaban evaluar. Además, disponía de un espacio para anotar las observaciones que se consideraban relevantes durante la observación y un espacio para anotar los comentarios de los participantes de la actividad colaborativa.

El objetivo de la encuesta era el de conocer la opinión de los estudiantes acerca de los mecanismos naturales de comunicación que emplearon con mayor frecuencia durante la actividad colaborativa. El diseño de la encuesta permitía evidenciar cada uno de los indicadores definidos previamente. El diseño de la encuesta y la ficha de observación se pueden ver en detalle en el ANEXO A.

2.3.3 Población objetivo

Se eligió como población objetivo para la evaluación, el curso de pregrado de Sistemas Distribuidos, el cual se dicta en el programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad del Cauca.

Para el proceso de evaluación, se contó con la participación de un total de veinte y cinco estudiantes que se encontraban cursando la asignatura correspondiente al primer primer periodo del año 2009. En la

Figura 1 se ilustra a los estudiantes que participaron en el proceso de evaluación:



Figura 1 Estudiantes que participaron en el proceso de Evaluación

Una vez definidos los aspectos anteriores, se llevo a cabo la observación de campo. El desarrollo de la observación a los estudiantes que participaron en la actividad colaborativa de CET en un entorno cara a cara y los mecanismos naturales de comunicación que emplearon para interactuar, se describe a continuación en la fase de observación.

2.4 FASE DE OBSERVACIÓN

CET incluye tres etapas, las cuales se desarrollan en forma consecutiva: la etapa de pre-test, la etapa de test y la etapa de post-test. Cada una de estas etapas ocurre en un espacio de tiempo diferente. Los estudiantes que participan en la actividad colaborativa de CET, deben ejecutar un conjunto de tareas y actividades en sus grupos de trabajo o de manera individual durante las etapas mencionadas anteriormente [3]. En este sentido, antes de llevar a cabo la evaluación, se definieron un conjunto preguntas relacionadas con un tema en particular de la asignatura de Sistemas Distribuidos, donde los estudiantes tenían que analizarlas con sus respectivos grupos de trabajo y responderlas durante las etapa de pre-test y la etapa de test de CET. Por lo tanto, como parte del proceso colaborativo de CET, se crearon cinco grupos de trabajo, donde cada grupo se componía de un total de cinco participantes respectivamente.

A continuación, se describe el desarrollo de la observación a los participantes durante las etapas de la actividad colaborativa de CET.

2.4.1 Observación de la etapa pre-test de CET

El pre-test es la primera etapa del proceso de evaluación de CET, la cual tiene como objetivo principal que los estudiantes puedan disminuir su ansiedad observando un cuestionario similar al del examen, y teniendo la posibilidad de construir y validar las respuesta en forma grupal. Esta fase posee una estructura similar a las actividades llevadas a cabo en la técnica Jigsaw [17]. Aquí se intenta solucionar un cuestionario provisto por el profesor, en este caso, un cuestionario de una temática en particular de la asignatura de Sistemas Distribuidos, el cual incluye preguntas del mismo nivel de complejidad y temática del examen en la etapa de test.

Antes de dar inicio a la etapa de pre-test, se observó que el instructor disponía de una lista de los estudiantes de la asignatura de Sistemas Distribuidos para controlar la asistencia de los mismos en la actividad colaborativa. Además, para estructurar los grupos de trabajo, disponía de otra lista, donde los estudiantes anotaban su respectivo nombre, apellido y código en el grupo en el que deseaban trabajar. Estas listas permitieron a los estudiantes y al docente, obtener información de awareness acerca de la presencia e identidad de los estudiantes que iban a participar en la actividad colaborativa de CET.

Una vez que se conformaron los grupos de trabajo, el docente les envió a través de una aplicación cliente de MOCET³, un total de cinco preguntas a cada uno de los grupos de trabajo. Las preguntas y los grupos de trabajo estaban enumerados del uno

³ MOCET es la herramienta computacional que provee un entorno computacional para soportar los procesos de CET en un entorno cara a cara.

MECANISMOS DE AWARENESS PARA SOPORTAR EL TRABAJO COLABORATIVO. CASO DE ESTUDIO: CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO CON TABLET PCs

al cinco, con el fin de que cada miembro del grupo fuera responsable de solucionar una pregunta respectivamente. Para resolver las preguntas, los participantes debían reunirse con sus colegas de otros grupos de trabajo que tenían asignada la misma pregunta, con el fin de debatir, discutir y consensuar una solución en equipo. Para esta parte de la actividad, el docente otorgó un espacio de tiempo de una hora durante la actividad colaborativa. En este escenario, los estudiantes proponían, discutían y justificaban sus enfoques para solucionar la pregunta. Por lo tanto, se observó que los debates en estos grupos de trabajo, eran espacios que producían una alta interacción entre los estudiantes, pues éstos realizaban algunas actividades como auto-explicación, negociación, entre otras, y en consecuencia, producían una gran cantidad de información de awareness a través de algunos mecanismos naturales como la comunicación directa, indirecta y feedthrough. En la Figura 2 se ilustra a los estudiantes debatiendo las soluciones a las preguntas en sus respectivos grupos de trabajo.



Figura 2 Grupos de trabajo debatiendo la solución a un problema

A medida que los grupos de trabajo debatían la solución a las preguntas, éstos empleaban todo tipo de objetos para soportar su respectiva justificación. Entre los elementos empleados se encontraban: fotocopias, cuadernos de apuntes, libros y computadores. La mayoría de los integrantes del grupo, observaban muchos de los objetos empleados por sus colegas, con el fin de mirar como ellos solucionaban la pregunta y de esta forma, abstraían información de awareness relacionadas con la autoría, intenciones, acciones y objetos de los mismos. En la Figura 3 se muestra lo anterior.

MECANISMOS DE AWARENESS PARA SOPORTAR EL TRABAJO COLABORATIVO. CASO DE ESTUDIO: CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO CON TABLET PCs



Figura 3 Información de awareness producida por los objetos de los participantes

Como se mencionó anteriormente, algunos de los aspectos relevantes que se lograron observar en estos espacios de debate, fue la constante interacción entre los participantes a través de la comunicación directa e indirecta en los grupos de trabajo. La comunicación directa era apoyada por las expresiones verbales, señales y gestos de los participantes. Lo anterior se reflejaba cuando dos o más participantes discutían la solución a una pregunta de forma verbal y centraban sus miradas en los rostros, manos y objetos de sus colegas. Se observó, que los participantes constantemente empleaban sus cabezas o manos para señalar o indicar alguna acción u objeto. En la Figura 4 se presenta a dos participantes estableciendo una comunicación directa durante el proceso del debate.



Figura 4 Participantes de la actividad colaborativa estableciendo una comunicación directa

La comunicación indirecta se manifestaba cuando algunos de los participantes de un grupo de trabajo leían en voz alta la justificación de las preguntas. Los colegas de otros grupos de trabajo que se encontraban físicamente muy cerca a éstos, escuchaban lo que estaban expresando indirectamente, y de esta manera, percibían información de awareness acerca de las tareas o actividades que estaban ejecutando. Lo anterior generaba en algunos casos, oportunidades de colaboración, ya que

MECANISMOS DE AWARENESS PARA SOPORTAR EL TRABAJO COLABORATIVO. CASO DE ESTUDIO: CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO CON TABLET PCs

algunos colegas hacían ciertas correcciones o sugerencias en la justificación de la respectiva pregunta.

Una vez finalizado el consenso en la solución de las preguntas, cada participante tenía que volver a su grupo inicial y exponer la respuesta que obtuvo del consenso con sus otros colegas. De esta forma, el grupo de trabajo debía proponer una solución a todas las preguntas formuladas por el docente en la fase de pre-test. En esta parte de la etapa del pre-test, los mecanismos empleados por los participantes de la actividad colaborativa, son similares a los que se mencionaron anteriormente.

Por otro lado, el rol del docente durante esta etapa fue de moderador, pues era el encargado de coordinar las intervenciones de los estudiantes con el fin de resolver las dudas que se presentaban durante la actividad colaborativa. Por lo tanto, también existió un alto grado de interacción entre los estudiantes y el docente, donde se presentaron mecanismos de comunicación similares a los observados en los debates de los grupos de trabajo para percibir o producir información de awareness. En la Figura 5 se muestra al docente como moderador en la actividad colaborativa.

Con el fin de apoyar nuestra observación de información de awareness en la etapa de pre-test, se grabó un video, donde se ilustra la interacción entre los participantes en sus respectivos grupos de trabajo y entre algunos grupos de trabajo y el docente durante la etapa del pre-test.



Figura 5 Docente como moderador en la actividad colaborativa

2.4.2 Observación de la etapa test de CET

El test consiste en presentar el examen de forma tradicional, es decir, individualmente. Para esta etapa el docente les otorgó a través de una aplicación cliente de MOCET, otras cinco preguntas, repitiendo tres que se habían asignado en la etapa de pre-test y asignó también un espacio de tiempo de una hora para que los estudiantes resolvieran la evaluación. En esta etapa, no se presentó ningún tipo de interacción entre los estudiantes. En la Figura 6 se ilustra a los estudiantes durante la etapa del test.



Figura 6 Estudiantes presentando el examen en la fase de test

2.4.3 Observación de la etapa post-test de CET

La etapa del post-test tiene como propósito que los estudiantes aprendan de sus errores y puedan establecer guías para el proceso de corrección. Durante esta etapa, el docente envía a los estudiantes el examen realizado en la etapa de test, y en los grupos de trabajo estructurados inicialmente, intentan resolver el examen, construyendo así lo que ellos consideran que sería la pauta de solución. De igual forma, al final de esta etapa los estudiantes se autoevalúan, asignándole un puntaje a su examen en función de las respuestas que ellos consideran correctas. La autoevaluación debe argumentar el puntaje que el alumno le asignó a cada pregunta. Aquellos estudiantes cuya autoevaluación está muy cerca de la evaluación de los profesores, tienen un bono adicional en cada pregunta. Este bono premia el hecho de que el estudiante se ha autoevaluado bien, encontrado las respuestas correctas a las preguntas, aunque sea después del examen. En otras palabras, es un premio al aprendizaje post-examen.

Al inicio de la etapa del pos-test, el docente envió a través de una aplicación cliente de MOCET, los exámenes que habían solucionado los participantes de la actividad colaborativa durante la etapa del test, con el propósito de que los participantes debatieran y consensuaran la pauta de solución a través de sus respectivos grupos de trabajo. En la Figura 7 se ilustra a los participantes de la actividad colaborativa debatiendo la pauta de solución del examen.

MECANISMOS DE AWARENESS PARA SOPORTAR EL TRABAJO COLABORATIVO. CASO DE ESTUDIO: CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO CON TABLET PCS



Figura 7 Grupos de trabajo debatiendo en la etapa pos-test

Las interacciones producidas por los participantes en sus grupos de trabajo durante el debate, eran apoyadas constantemente por la comunicación directa como se observó en las etapas de pre-test y test. La información de awareness, fluía en la comunicación directa a través de la voz, notas, señales y gestos de los participantes. Lo anterior se evidenciaba, cuando los participantes debatían verbalmente la justificación de las preguntas que habían escrito en el examen, y esta justificación era apoyada por acciones a través de sus manos, movimientos de cabezas y gestos en sus rostros. Se observó que gracias a éste mecanismo natural de comunicación, los participantes de cada grupo de trabajo, eran conscientes de las actividades o tareas que estaban ejecutando sus colegas en el espacio de trabajo, percibían fácilmente cuáles eran sus intenciones en la tarea, los objetos que manipulaban en sus labores, sus acciones, etc. En la Figura 8 se muestra a los participantes de la actividad empleando la comunicación directa como mecanismo para interactuar durante el proceso de debate en la etapa pos-test.



Figura 8 Participantes empleando la comunicación directa durante la etapa pos-test

A pesar de que el mecanismo de comunicación directa fue empleado constantemente en los procesos de debate durante ésta etapa, los otros mecanismos de comunicación como la indirecta, consecuente y feedthrough se presentaron con menor frecuencia en los grupos de trabajo. Lo anterior se evidencia a través de las siguientes observaciones:

MECANISMOS DE AWARENESS PARA SOPORTAR EL TRABAJO COLABORATIVO. CASO DE ESTUDIO: CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO CON TABLET PCs

- Los participantes emplearon en esta etapa, un menor número de objetos con respecto a la etapa del pre-test para apoyar la justificación de sus respuestas en el consenso de la solución del examen. Se observó, que solo los computadores eran utilizados frecuentemente, pues necesitaban escribir las correcciones de aquellas preguntas que consideraban erróneas en el examen, mientras que otro tipo de objetos como fotocopias, libros y cuadernos utilizados en el pre-test, solo fueron empleados por algunos participantes. Lo anterior se debía a que muchos participantes ya habían consultado información en la etapa del pre-test. Por lo tanto, la información de awareness que se podía percibir a través de los objetos que se manipulaban era muy poca.
- Algunos participantes leían las justificaciones de sus respuestas en voz alta de manera similar a como se observó en la etapa de pre-test. Sin embargo, ésta información era ignorada por sus colegas de otros grupos de trabajo. Por lo tanto, no se generaban oportunidades de colaboración.
- Los participantes solo centraban su atención en sus colegas del mismo grupo de trabajo. Por lo tanto, ignoraban las acciones corporales de los colegas de otros grupos de trabajo en sus labores.

Por otro lado, el docente seguía cumpliendo con su rol de moderador. Por lo tanto, al igual que en la etapa del pre-test, se presentó una alta interacción entre los grupos de trabajo y el docente, pues éste les ayudaba a solucionar algunas dudas que tenían acerca de las justificaciones de las preguntas que habían escrito en el test. En la Figura 9 se ilustra al docente en su rol de moderador durante la etapa del pos-test.



Figura 9 Docente como moderador en la etapa de pos-test

Al igual que en la etapa de pre-test, se grabaron una serie de videos, donde se ilustra la interacción entre los participantes en sus respectivos grupos de trabajo y entre algunos grupos de trabajo y el docente durante la etapa del pos-test.

Con base en la observación de campo que se acaba de describir, se evidenció que aparte de los mecanismos de awareness, se debía brindar soporte a los puntos de reunión donde se congregaban los participantes para desarrollar las actividades colaborativas durante las etapas de pre-test y pos-test de CET. Además, se debía proveer de algunas aplicaciones como la pizarra compartida y el compartimiento de archivos, para facilitar los procesos de colaboración, pues se observó que los

participantes constantemente debatían y desarrollaban sus tareas en una sola hoja de papel y frecuentemente se compartían archivos como imágenes, fotocopias, etc. Se eligió la pizarra compartida como aplicación para soportar la colaboración de los participantes, pues facilitaba la interacción de los mismos con los dispositivos Tablet PCs.

2.5 FASE DE ANALISIS

Para determinar los mecanismos naturales de comunicación que emplearon con mayor frecuencia los participantes durante la actividad colaborativa, se realizó un cuestionario de diez preguntas que fue aplicado a los estudiantes. Con base en el análisis de la información recolectada en las encuestas y las evidencias de la observación de campo, especificadas en las fichas de observación, se hizo una evaluación diagnóstica de cada uno de los aspectos a evaluar. Los resultados de las encuestas y las fichas de observación se pueden ver en detalle en el ANEXO A. Una vez concluida la evaluación diagnóstica, se analizaron los respectivos resultados que se obtuvieron y se calificó cada una de las características. En la Tabla 13 se presentan los resultados de la calificación de las características:

Nro. Característica	GRADO DE CUMPLIMIENTO	SIGNIFICADO	EQUIVALENTE NUMÉRICO
1	A	<i>Alto</i>	5
2	B	<i>Bueno</i>	4
3	D	<i>Insuficiente</i>	2
4	B	<i>Bueno</i>	4
5	D	<i>Insuficiente</i>	2

Tabla 13 Calificación de las características

El análisis de la evaluación diagnóstica de cada uno de los aspectos a evaluar se encuentran en detalle en el ANEXO A.

Como se puede observar en la Tabla 13, los mecanismos naturales de comunicación que se presentaron con mayor frecuencia durante las interacciones de los participantes en la actividad colaborativa de CET, fueron los mecanismos de comunicación directa, comunicación indirecta y feedthrough.

Finalizado el proceso anterior, se prosiguió a investigar una serie de mecanismos de awareness propuestos por algunos investigadores en el área del CSCL [36][37][46][47], con el fin de definir aquellos que se consideraban idóneos para apoyar cada uno de los mecanismos naturales de comunicación identificados. En la Tabla 14 se ilustran los mecanismos de awareness que consideramos aptos para soportar los mecanismos naturales de comunicación previamente identificados.

MECANISMO	ELEMENTOS DE AWARENESS	DESCRIPCIÓN
Lista de Participantes	Presencia, Identidad	Se suministra una lista de participantes de la actividad colaborativa que provee la sensación

MECANISMOS DE AWARENESS PARA SOPORTAR EL TRABAJO COLABORATIVO. CASO DE ESTUDIO: CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO CON TABLET PCs

		de presencia. En versiones más completas, las listas suelen incluir imágenes o detalles del participante que proporcionan sensaciones de identidad.
Coloreo por autores	Autoría	Se colorean o resaltan los artefactos dependiendo de quién o quienes intervinieron en su creación y posteriores modificaciones, proporcionando así información de ¿quien hizo qué?
Líneas de Autoría	Autoría	Teniendo una lista de participantes, se dibujan líneas desde el nombre o imagen del participante en la lista hasta el objeto(s) en los que dicho participante ha tenido intervención tanto de creación como de modificación.
Indicadores de cambio y actividad	Acción	Medidores de cambio localizados en la interfaz, indican las ocurrencias, rango de actividad o modificaciones en el espacio de trabajo.
Indicadores de Modo	Acción	Representaciones del modo en el que cada persona trabaja (ocupado, disponible, etc.), pueden ser ubicados como información extra de la lista de participantes.
Indicadores de acción y animaciones	Acción	Las acciones que pueden ser difícil de percibir son hechas perceptibles artificialmente (notificaciones, animaciones, etc.), dando así información de las acciones de los participantes de la actividad colaborativa.
Indicadores de Artefactos	Artefacto	Los artefactos que se están editando son desplegados por separado o como una lista, permiten al participante de la actividad colaborativa percibir actividades.
Sonidos del espacio de trabajo y canales de audio	Artefacto, Localización, Acción	Diferentes objetos pueden transmitir diferentes tipos de sonido (sonidos característicos), estos sonidos dan información de que artefactos están en uso y las acciones que se están realizando con ellos. Similarmente la distancia de sonido proporciona información de localización, en ambientes estructurados (como salones o habitaciones) pueden ser reproducidos tanto los sonidos como la intensidad de los mismos generando información de localización de los artefactos que los producen.
ScrollBar multi-usuario	Localización	Mediante un scrollbar se presenta la ubicación actual de cada usuario sobre el espacio de trabajo u objeto compartido, este artefacto se reduce solo a espacios de trabajo unidimensionales; por ejemplo: edición compartida de texto.

MECANISMOS DE AWARENESS PARA SOPORTAR EL TRABAJO COLABORATIVO. CASO DE ESTUDIO: CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO CON TABLET PCs

Representaciones del espacio de trabajo orientados a la distorsión	Localización, Acción	El problema de visibilidad puede ser encausado permitiendo mostrar el espacio de trabajo en una ventana y luego usando técnicas de magnificación para ver los detalles. Dependiendo del nivel de magnificación, los artefactos pueden proporcionar información de acción, además de la información de localización que provee por defecto.
View Slaving (esclavos de vista)	Vista, Acción, Artefacto	Mecanismos que permiten cambiar temporalmente a la vista de la otra persona, mostrando así lo que puede ver ella en detalle. La palabra Slaving se utiliza porque éste cambio se puede hacer en cualquier momento que se desee. Por lo tanto, debe haber un artefacto dedicado tiempo completo a esta funcionalidad.
Marcado de artefactos	Intención	Se hacen uso de marcas visibles sobre los artefactos en el espacio de trabajo para indicar explícitamente las intenciones que tienen los participantes.
Telepunteros	Presencia, Mirada	Intenta proveer información gestual de los participantes mediante la visualización del puntero de uno o más miembros del grupo en espacios de trabajo compartidos, este mecanismo permite ver el sitio exacto donde se enfoca la atención del compañero. Al ser la representación de la mano o de un objeto que otra persona manipula, éste artefacto provee sensación de presencia y permite suponer la dirección de mirada del dueño del tele puntero. Es un mecanismo simple pero racionalmente efectivo.
Avatars	Presencia	Se le permite a cada participante escoger una imagen que lo represente para ser mostrada a los demás compañeros durante el transcurso de la actividad colaborativa. Estos elementos al ser representaciones de los participantes de la actividad proveen sensación de presencia a sus compañeros.
Imagen de Video	Presencia, Autoría, Artefacto, Acción, Localización, Identidad, Mirada, Alcance	La transmisión en video de las acciones y estación de trabajo de uno o más miembros de un grupo permite a los otros miembros tener sensación de presencia del compañero. Además provee información de proximidad del o los colegas a los artefactos en el espacio de trabajo, tal proximidad da nociones de acción, de artefacto y de autoría. Al tener acceso al video de uno o más compañeros dentro del espacio de trabajo se provee información de localización, se permite a los colegas identificar a sus compañeros y su disposición

MECANISMOS DE AWARENESS PARA SOPORTAR EL TRABAJO COLABORATIVO. CASO DE ESTUDIO: CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO CON TABLET PCs

		para interactuar. Además de lo anterior, la posición del cuerpo de los participantes en el espacio de trabajo provee información de mirada y alcance de los mismos.
Video de contacto visual	Mirada	Este tipo de video permite obtener información acerca de ¿Que está mirando la Persona? esto ayudara a sus compañeros para el trabajo colaborativo.
Vistas de Radar	Localización, Acción, Artefacto, Alcance	Mediante la representación del espacio de trabajo, los artefactos y los miembros del grupo que allí se encuentran, brindan información acerca de la localización y la proximidad de éstos a los artefactos previamente mencionados, esta proximidad provee datos sobre las acciones de los miembros del grupo, los artefactos involucrados en tales acciones y nociones de autoría de tales artefactos.
Vistas rectangulares	Vista, Alcance, Presencia	Son representaciones explícitas de la vista de la otra persona. Muestran lo que puede ver ella en detalle. Esto permite, además de obtener información de Vista, percibir información acerca del alcance de dicha persona.
Vista sobre el hombro	Vista, Acción, Presencia	Provee una miniatura detallada de la vista de uno o más participantes. Este artefacto trata de transmitir la misma vista que tiene el otro participante de la actividad colaborativa. Esa visión provee información de las acciones de los colegas.
Video Conferencia	Presencia, Autoría, Artefacto, Acción, Localización, Identidad, Mirada, Alcance	La transmisión en audio y video de las acciones y estación de trabajo de los colegas permite a sus colegas tener sensación de presencia, localización e identidad. Además, al proveer información de proximidad a los artefactos de su espacio de trabajo, permite obtener información tanto de los artefactos que el compañero está utilizando como del alcance del mismo. Dependiendo del tamaño del espacio transmitido a través de la video conferencia, puede existir también la transmisión de información acerca de la mirada de los participantes. La información acerca de las acciones cuando se transmite video es inherente.

MECANISMOS DE AWARENESS PARA SOPORTAR EL TRABAJO COLABORATIVO. CASO DE ESTUDIO: CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO CON TABLET PCs

Chat	Presencia, Acción	Este servicio de transmisión de texto, a veces combinado con imágenes, entre dos o más participantes de una actividad colaborativa que en principio fue pensado solo para el soporte de comunicación directa, provee de forma inherente información de presencia cuando la comunicación es síncrona. Típicamente los sistemas de chat son implementados en combinación con una lista de participantes en la cual se informa de la disponibilidad para interacción de los participantes, en estos casos se provee información de presencia y acción de los colegas.
Pantallas compartidas	Vista, Acción, Presencia	Al permitir ver la pantalla de trabajo de los colegas, estos artefactos proveen información de Acción, Artefacto y Presencia. Usadas comúnmente para acceder a espacios de trabajo remotos y para conferencias de escritorio, proveen información de forma similar a la "Vista sobre el hombro". En varios sistemas groupware las pantallas compartidas son usadas para apoyar a sistemas de videoconferencia. Las pantallas compartidas son usualmente combinadas con tele punteros en aplicaciones compartidas, además de ser en varias ocasiones usadas para la asistencia remota.

Tabla 14 Clasificación de mecanismos de awareness

Teniendo en cuenta la clasificación anterior de los mecanismos de awareness que proponen algunos investigadores en el área del CSCL, se paso a especificar los mecanismos de awareness que se consideraban necesarios para soportar los tres mecanismos naturales de comunicación que son de nuestro interés. En la Tabla 15 se ilustra dicho proceso.

MECANISMO NATURAL DE COMUNICACIÓN	MECANISMOS DE AWARENESS
COMUNICACIÓN INDIRECTA	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Indicadores de acción y animaciones. ➤ Imagen de Video. ➤ Video Conferencia.
COMUNICACION DIRECTA	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Chat. ➤ Video Conferencia. ➤ Lista de participantes. ➤ Tele-punteros. ➤ Indicadores de Modo. ➤ Avatares.

FEEDTHROUGH	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sonidos en el espacio de trabajo. ➤ Canales de audio. ➤ Video Conferencia. ➤ Canales de audio. ➤ Vista de Radar. ➤ Imagen de Video. ➤ Coloreo por autores. ➤ ScrollBar multiusuario. ➤ Indicadores de Artefactos. ➤ Marcado de Artefactos. ➤ Pantallas Compartidas. ➤ Líneas de Autoría.
--------------------	---

Tabla 15 Clasificación de los mecanismos naturales de comunicación identificados y los respectivos mecanismos de awareness que los soportan

2.6 MECANISMOS DE AWARENESS DEFINIDOS PARA SOPORTAR CET EN UN ENTORNO COLABORATIVO DISTRIBUIDO CON TABLET PCs

Con base en los mecanismos de awareness clasificados en la Tabla 15, se definieron algunos que permitieran demostrar nuestra investigación en el tiempo destinado para el alcance del proyecto de investigación. Por lo tanto, solo se seleccionaron aquellos que que se consideraban aptos para soportar las principales fuentes de información de awareness que se evidenciaron en la observación de campo y las encuestas. La justificación para la selección de los mecanismos de awareness se encuentra en detalle detalle en el ANEXO A. En la se describen los mecanismos de awareness que se seleccionaron para soportar la actividad colaborativa de CET a través de MOCET en un entorno distribuido con Tablet PCs.

MECANISMO NATURAL DE COMUNICACIÓN	MECANISMOS DE AWARENESS
COMUNICACIÓN INDIRECTA	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Indicadores de acción y animaciones. ➤ Video Conferencia.
COMUNICACION DIRECTA	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Chat. ➤ Video Conferencia. ➤ Lista de participantes. ➤ Canales de Audio.
FEEDTHROUGH	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Video Conferencia. ➤ Pantallas Compartidas. ➤ Canales de Audio.

Tabla 16 Mecanismos de awareness seleccionados para soportara MOCET en un entorno distribuido

Con el propósito de demostrar la validez de los criterios previamente definidos para la identificación y definición de los mecanismos de awareness aptos para soportar CET en un entorno colaborativo distribuido, se llevo a cabo una segunda experiencia de CET en un entorno cara a cara sin el apoyo de mecanismos de awareness. A continuación se describe dicha experiencia.

2.7 SEGUNDA EXPERIENCIA DE CET EN UN ENTORNO CARA A CARA

Teniendo en cuenta las actividades de las fases de planeación, observación y análisis, planteadas anteriormente, se llevo a cabo ésta segunda experiencia. El desarrollo de la observación a los estudiantes que participaron en la actividad colaborativa y los mecanismos naturales de comunicación que emplearon para interactuar, se encuentran en detalle en el ANEXO B. Concluida la fase de observación, se procedió al análisis de la información recolectada que permitiera determinar los mecanismos naturales de comunicación que emplearon con mayor frecuencia los participantes durante la actividad colaborativa. Al igual que en la primera experiencia, la información fue recolectada a través de las encuestas y las evidencias de la observación de campo, especificadas en las fichas de observación. Los resultados de las encuestas y las fichas de observación de ésta experiencia también se encuentran en detalle en el ANEXO B. Con base en dicha información, se hizo la evaluación diagnostica de cada uno de los aspectos a evaluar. Finalizada la evaluación diagnostica, se analizaron los respectivos resultados que se obtuvieron y se califico cada una de las características. En la Tabla 17 se ilustran los resultados de la calificación de las características:

Nro. Característica	GRADO DE CUMPLIMIENTO	SIGNIFICADO	EQUIVALENTE NUMÉRICO
1	A	Bueno	4
2	B	Aceptable	3
3	D	Insuficiente	2
4	B	Bueno	4
5	D	Insuficiente	2

Tabla 17 Calificación de las características para la segunda experiencia

El análisis de la evaluación diagnóstica de cada uno de los aspectos a evaluar se encuentran en detalle en el ANEXO B.

Como se puede observar en la Tabla 17, al igual que en la primera experiencia, los mecanismos naturales de comunicación que se presentaron con mayor frecuencia durante las interacciones de los participantes en la actividad colaborativa de CET, fueron los mecanismos de comunicación directa, comunicación indirecta y feedthrough.

A pesar de que los resultados obtenidos en la evaluación diagnóstica fueron similares a los adquiridos en la primera experiencia, se puede observar que la calificación que alcanzaron los mecanismos de comunicación directa e indirecta, fueron menores. Lo anterior se debió a que el número de grupos que participaron en ésta evaluación, fue menor que el de la primera experiencia, y en consecuencia, el flujo de información de awareness.

El proceso anterior demuestra la validez de los criterios definidos para la identificación y selección de los mecanismos de awareness aptos para soportar CET en un entorno distribuido con Tablet PCs.

Finalizado el presente proceso de investigación, se realizó la definición del modelado de los servicios que brindan soporte a CET en un entorno distribuido con Tablet PCs, entre otros, los mecanismos de awareness. Dicho modelado se describe a continuación en el Capítulo 3.

3. MODELADO DE LOS MECANISMOS DE AWARENESS PARA SOPORTAR CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO CON TABLET PCs

Este capítulo contiene la información referente a los procesos que se realizaron para la definición del modelado de los servicios que brindan soporte a CET en un entorno distribuido con Tablet PCs, entre otros, los mecanismos de awareness. Para el desarrollo de dichos servicios, se utilizó una instanciación de la metodología de desarrollo UP Ágil, el cual se describe a continuación.

3.1 MODELADO DE REQUISITOS

Después de haber realizado un proceso de investigación donde se identificó y definió los mecanismos de awareness aptos para soportar CET en un entorno distribuido con

MECANISMOS DE AWARENESS PARA SOPORTAR EL TRABAJO COLABORATIVO. CASO DE ESTUDIO: CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO CON TABLET PCs

Tablet PCs, como se presenta en el capítulo anterior, se obtuvo una serie de necesidades y expectativas las cuales fueron la guía para el desarrollo de este proyecto, el modelo de dichas necesidades se puede observar en el siguiente literal.

3.1.1 Descripción de requisitos

Número de requisito	R 1
Nombre de requisito	Gestión de Perfiles.
Fuente del requisito	Información recolectada de la observación de campo.
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
Descripción	El sistema debe permitir la gestión de perfiles de los usuarios que desean participar en la actividad colaborativa.
Prerrequisito	Ninguno.
Manejo de errores	E1: El usuario ingresa datos erróneos en los formularios que ofrece la aplicación para la gestión de perfiles. El sistema debe mostrar un mensaje de error.

Tabla 18 Requerimiento Gestión de Perfiles

Número de requisito	R 2
Nombre de requisito	Mantener Puntos de Reunión.
Fuente del requisito	Información recolectada de la observación de campo.
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
Descripción	El sistema debe permitir a un usuario que participa en la actividad colaborativa crear, editar, eliminar y consultar los puntos de reunión donde los participantes se reúnen virtualmente.
Prerrequisito	Ninguno.
Manejo de errores	E1: Error al crear, editar, eliminar o consultar un punto de reunión. El sistema debe mostrar un mensaje de error.

Tabla 19 Requerimiento Mantener Puntos de Reunión

Número de requisito	R 3
Nombre de requisito	Lista de Participantes.
Fuente del requisito	Información recolectada de la observación de campo.
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
Descripción	El sistema debe permitir visualizar en una lista los participantes que se encuentran presentes en la actividad colaborativa. La lista de participantes debe contener algunos datos del perfil de cada participante, con el fin de proporcionar información de awareness relacionada con presencia e identidad.
Prerrequisito	Los participantes deben haber registrado sus datos personales previamente en el sistema.

MECANISMOS DE AWARENESS PARA SOPORTAR EL TRABAJO COLABORATIVO. CASO DE ESTUDIO: CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO CON TABLET PCs

Manejo de errores	E1: Error al listar los participantes presentes en la actividad colaborativa. El sistema debe mostrar un mensaje de error.
-------------------	---

Tabla 20 Requerimiento Mecanismo de Awareness - Lista de Participantes

Número de requisito	R 4
Nombre de requisito	Ver perfil de Participante.
Fuente del requisito	Información recolectada de la observación de campo.
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
Descripción	El sistema debe permitir a un usuario visualizar detalladamente el perfil de un participante en particular que haya seleccionado de la lista de participantes, con el fin de proporcionar información de awareness relacionada con identidad.
Prerrequisito	Lista de Participantes.
Manejo de errores	E1: Error al ilustrar el perfil de un participante. El sistema debe mostrar un mensaje de error.

Tabla 21 Requerimiento Ver Perfil de Participante

Número de requisito	R 5
Nombre de requisito	Chat.
Fuente del requisito	Información recolectada de la observación de campo.
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/Opcional
Descripción	El sistema debe ofrecer a los usuarios el mecanismo de awareness de chat, con el fin de permitirle interactuar con sus colegas a través del mecanismo de comunicación directa por medio de texto, y así, facilitar el flujo de información de awareness que se presenta durante los procesos de debate en la actividad colaborativa.
Prerrequisito	Punto de reunión creado previamente.
Manejo de errores	E1: Error al ejecutar el mecanismo de awareness de chat. El sistema debe mostrar un mensaje de error.

Tabla 22 Requerimiento Mecanismo de Awareness Chat

Número de requisito	R 6
Nombre de requisito	Video Conferencia.
Fuente del requisito	Información recolectada de la observación de campo.
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
Descripción	El sistema debe ofrecer a los usuarios el mecanismo de awareness de videoconferencia, con el fin de permitirle interactuar con sus colegas, a través de los mecanismos de comunicación directa o indirecta de forma verbal y gestual, y de esta manera, facilitar el flujo de

MECANISMOS DE AWARENESS PARA SOPORTAR EL TRABAJO COLABORATIVO. CASO DE ESTUDIO: CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO CON TABLET PCs

	información de awareness que se presenta durante los procesos de debate en la actividad colaborativa.
Prerrequisito	Punto de reunión creado previamente.
Manejo de errores	E1: Error al ejecutar el mecanismo de awareness de videoconferencia. El sistema debe mostrar un mensaje de error.

Tabla 23 Requerimiento Mecanismo de Awareness Video Conferencia

Número de requisito	R 7
Nombre de requisito	Pantallas Compartidas.
Fuente del requisito	Información recolectada de la observación de campo.
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
Descripción	El sistema debe ofrecer a los usuarios, el mecanismo de awareness de pantallas compartidas, con el fin de permitirle a estos, obtener información de awareness a través de la observación de las tareas que se encuentran ejecutando y de los objetos con los que interactúan sus colegas durante la actividad colaborativa.
Prerrequisito	Punto de reunión creado previamente.
Manejo de errores	E1: Error al ejecutar el mecanismo de awareness de pantallas compartidas. El sistema debe mostrar un mensaje de error.

Tabla 24 Requerimiento Mecanismo de Awareness Pantallas Compartidas

Número de requisito	R 8
Nombre de requisito	Canales de audio.
Fuente del requisito	Información recolectada de la observación de campo.
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
Descripción	El sistema debe ofrecer a los usuarios el mecanismo de awareness de canales de audio, con el fin de permitirle interactuar con sus colegas, a través de los mecanismos de comunicación directa o indirecta de forma verbal, y de esta manera, facilitar el flujo de información de awareness que se presenta durante los procesos de debate en la actividad colaborativa.
Prerrequisito	Punto de reunión creado previamente.
Manejo de errores	E1: Error al ejecutar el mecanismo de awareness de canales de audio. El sistema debe mostrar un mensaje de error.

Tabla 25 Requerimiento Mecanismo de Awareness Canales de Audio

Número de requisito	R 9
Nombre de requisito	Indicadores de Acción y animación.

MECANISMOS DE AWARENESS PARA SOPORTAR EL TRABAJO COLABORATIVO. CASO DE ESTUDIO: CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO CON TABLET PCs

Fuente del requisito	Información recolectada de la observación de campo.
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
Descripción	El sistema debe ofrecer a los usuarios el mecanismo de awareness de indicadores de acción y animación, con el fin de notificarles las acciones y las tareas que está ejecutando otro colega durante la actividad colaborativa.
Prerrequisito	Punto de reunión creado previamente.
Manejo de errores	E1: Error al ejecutar el mecanismo de awareness de indicadores de acción y animación. El sistema debe mostrar un mensaje de error.

Tabla 26 Requerimiento Mecanismo de Awareness Indicadores de acción y animación

Número de requisito	R 10
Nombre de requisito	Pizarra Compartida.
Fuente del requisito	Información recolectada de la observación de campo.
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
Descripción	El sistema debe ofrecer a los usuarios la funcionalidad de la pizarra compartida, con el fin de permitirle a estos, solucionar y debatir las preguntas de la evaluación durante la actividad colaborativa.
Prerrequisito	Punto de reunión creado previamente.
Manejo de errores	E1: Error al ejecutar el mecanismo de pizarra compartida. El sistema debe mostrar un mensaje de error.

Tabla 27 Requerimiento Pizarra Compartida

Número de requisito	R 11
Nombre de requisito	Compartimiento de Archivos.
Fuente del requisito	Información recolectada de la observación de campo.
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
Descripción	El sistema debe permitir el compartimiento de archivos durante la actividad colaborativa.
Prerrequisito	Punto de reunión creado previamente.
Manejo de errores	E1: Error al ejecutar el mecanismo de compartimiento de archivos. El sistema debe mostrar un mensaje de error.

Tabla 28 Requerimiento Compartimiento de Archivos

3.1.2 Definición de requisitos funcionales y no funcionales

El primer paso realizado dentro del procesamiento de la información correspondió a la captura o levantamiento de requisitos, el cual hizo parte de la formalización de las

necesidades identificadas en la observación de campo. Con el fin de tener una vista formal de dichas necesidades, se decidió representarlas mediante un documento de Especificación de Requerimientos de Software (SRS); dicho documento se puede ver con detalle en el ANEXO E. A continuación se realiza una breve descripción de los requisitos funcionales y no funcionales que son desarrollados por el prototipo software.

3.1.2.1 Funcionalidades del proyecto

- **Funciones Directas del Prototipo Software**

- Videoconferencia.
- Chat.
- Canales de audio.
- Indicadores de acción y animación.
- Lista de participantes.
- Pantallas compartidas.

- **Funciones Extras del Prototipo Software**

- Gestión de perfiles de usuario.
- Gestión de puntos de reunión.
- Pizarra Compartida.
- Compartimiento de archivos.

3.1.2.2 Requisitos no funcionales

- **Fiabilidad:** el prototipo software debe ser tolerante a fallos, siempre y cuando los componentes hardware estén en óptimas condiciones. Es importante mencionar que la probabilidad de que ocurran fallos siempre va a estar presente. El usuario va a poder recuperarse ante diferentes situaciones de error pero no se asegura la ausencia de estos. El .NET Framework 2.0 ofrece diferentes técnicas para el tratamiento de fallos, entre otras, detección de fallos, enmascaramiento de fallos, recuperación a fallos y redundancia.
- **Disponibilidad:** las aplicaciones distribuidas tienen un componente adicional y es el servidor de la aplicación, es decir, la disponibilidad de una aplicación depende de la confiabilidad del servidor. De acuerdo a lo anteriormente dicho, no es posible definir con exactitud el grado de confiabilidad que tiene la aplicación. Sin embargo, se espera que la disponibilidad mínima del servidor de la aplicación sea de un 99.9 % del tiempo.
- **Seguridad:** el prototipo software solo permite la comunicación síncrona entre los participantes de la actividad colaborativa a través de los mecanismos de awareness. En ese sentido, no se tuvieron en cuenta aspectos de seguridad como la confiabilidad, integridad y disponibilidad de los datos. Si en trabajos futuros se requiere esta característica en el prototipo software, entonces, la aplicación deberá ser asegurada a partir de las funcionalidades que nos provee la plataforma .NET Framework 2.0 como son la seguridad de acceso a código y la membresía a nivel de autenticación de usuarios.
- **Consistencia:** la consistencia en un sistema distribuido es una necesidad imperativa, pues sin ella, simplemente el sistema no funciona. En ese sentido, la aplicación garantiza consistencia de actualización, de replica y de interfaz de usuario.

MECANISMOS DE AWARENESS PARA SOPORTAR EL TRABAJO COLABORATIVO. CASO DE ESTUDIO: CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO CON TABLET PCs

- **Mantenimiento:** a medida que se presenten actualizaciones de las plataformas y/o software sobre la cual se soporta la aplicación, se aplicarán los cambios respectivos, siempre y cuando la aplicación no se vea afectada por esto.

Nota: el desarrollo de éste proyecto no abarca la realización del mantenimiento a la aplicación.

- **Portabilidad:** a nivel de la aplicación, el prototipo software se puede ejecutar en cualquier sistema operativo Windows que soporte .NET Framework 2.0.

3.2 ANALISIS Y DISEÑO

Posterior a la definición formal de los requisitos en el documento SRS, se realizaron los modelos de casos de uso en formatos de alto nivel y expandido, con el fin de describir la interacción entre los diferentes actores y el sistema. Dichos modelos se pueden ver en detalle en el ANEXO F. A continuación se presenta la definición de los actores que se identificaron para interactuar con el sistema y se describen los diagramas de los casos de uso de alto nivel.

3.2.1 Definición de actores

En las Tabla 29 y Tabla 30 se presenta una descripción de los actores o usuarios que interactúan con el sistema, así como sus restricciones, permisos y responsabilidades desde el punto de vista de la actividad colaborativa de CET.

Actor ACT-01	Estudiante
Autores	Iván Alejandro Hidalgo Edgar Fabián Ruano
Fuentes	Documento de Especificación de Requerimientos SRS.
Descripción	Un usuario estudiante podrá registrarse en la actividad colaborativa, actualizar su perfil, ver los perfiles de sus colegas e interactuar con el conjunto de mecanismos de awareness y aplicaciones colaborativas que ofrece el sistema.
Comentarios	El usuario estudiante no podrá crear los puntos de reunión donde se congregan virtualmente sus colegas durante la actividad colaborativa, pues esta es responsabilidad del usuario docente en su rol como moderador.

Tabla 29 Descripción del Actor Estudiante

Actor ACT-02	Docente
Autores	Iván Alejandro Hidalgo Edgar Fabián Ruano
Fuentes	Documento de Especificación de Requerimientos SRS.

MECANISMOS DE AWARENESS PARA SOPORTAR EL TRABAJO COLABORATIVO. CASO DE ESTUDIO: CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO CON TABLET PCs

Descripción	Un usuario docente podrá registrarse en la actividad colaborativa, actualizar su perfil, mantener los puntos de reunión de la actividad colaborativa, ver los perfiles de sus colegas e interactuar con el conjunto de mecanismos de awareness y aplicaciones colaborativas que ofrece el sistema.
Comentarios	Ninguno.

Tabla 30 Descripción del Actor Docente

3.2.2 Casos de uso de alto nivel

Esta sección del documento presenta el comportamiento del sistema con base en las relaciones con entidades externas tales como los actores definidos previamente. Dicho comportamiento se ilustra en el diagrama de casos de uso en la Figura 10. Todo el compendio de casos de uso de alto nivel y expandidos se encuentra en el ANEXO F.

Como estrategia de organización en el modelado de casos de uso, se agruparon las funcionalidades de acuerdo a características similares en paquetes, de la siguiente manera:

- **Paquete Mantener Perfil:** agrupa los casos de uso relacionados con el mantenimiento de los perfiles, como son ver perfil, actualizar el perfil, entre otros. Los actores que interactúan con estos casos de uso son el actor estudiante y el actor docente. En la Figura 11 se muestra dicho paquete.
- **Paquete Mecanismos de Awareness:** contiene los casos de uso relacionados con los mecanismos de awareness que soporta el prototipo software. Los actores que interactúan con estos casos de uso, son el actor estudiante y el actor docente. Cabe aclarar que no se representó como caso de uso el mecanismo de awareness de indicadores de acción y animación, ya que éste no involucra una interacción directa entre los actores y el sistema, sino que representa una operación que realiza el sistema durante la actividad colaborativa. En la Figura 12 se ilustra este paquete.
- **Paquete de Colaboración:** agrupa los casos de uso relacionados con las aplicaciones que dan soporte a la colaboración remota entre los participantes, tales como la pizarra compartida y el compartimiento de archivos. Los actores que interactúan con estos casos de uso son el actor estudiante y el actor docente. En la Figura 13 se muestra este paquete.
- **Paquete Administrar Puntos de Reunión:** contiene los casos de uso que permiten la gestión de los puntos de reunión, como son crear punto de reunión y actualizar punto de reunión, entre otros. El actor que interactúa con estos casos de uso son el actor docente. En la Figura 14 se presenta dicho paquete.

MECANISMOS DE AWARENESS PARA SOPORTAR EL TRABAJO COLABORATIVO. CASO DE ESTUDIO: CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO CON TABLET PCs

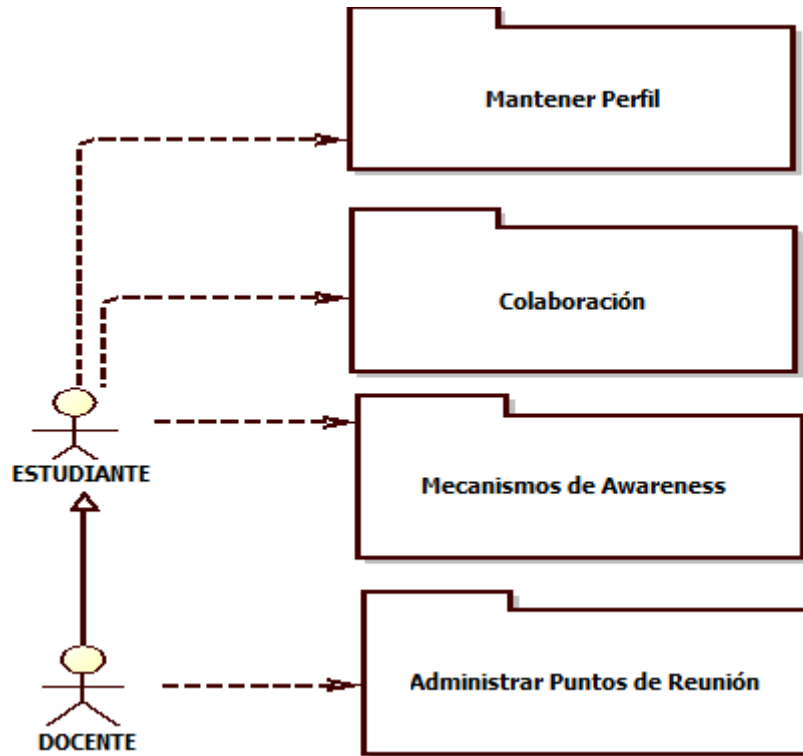


Figura 10 Diagrama de Casos de Uso

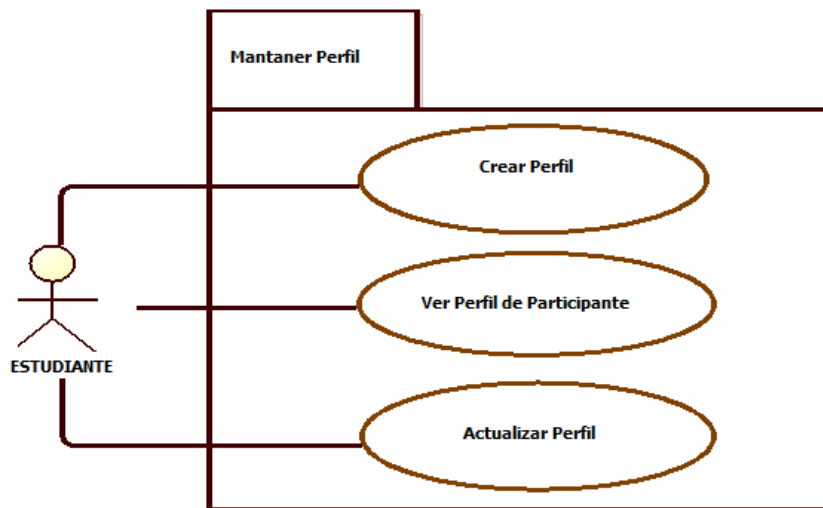


Figura 11 Paquete Mantener Perfil

MECANISMOS DE AWARENESS PARA SOPORTAR EL TRABAJO COLABORATIVO. CASO DE ESTUDIO: CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO CON TABLET PCs



Figura 12 Paquete Mecanismos de Awareness

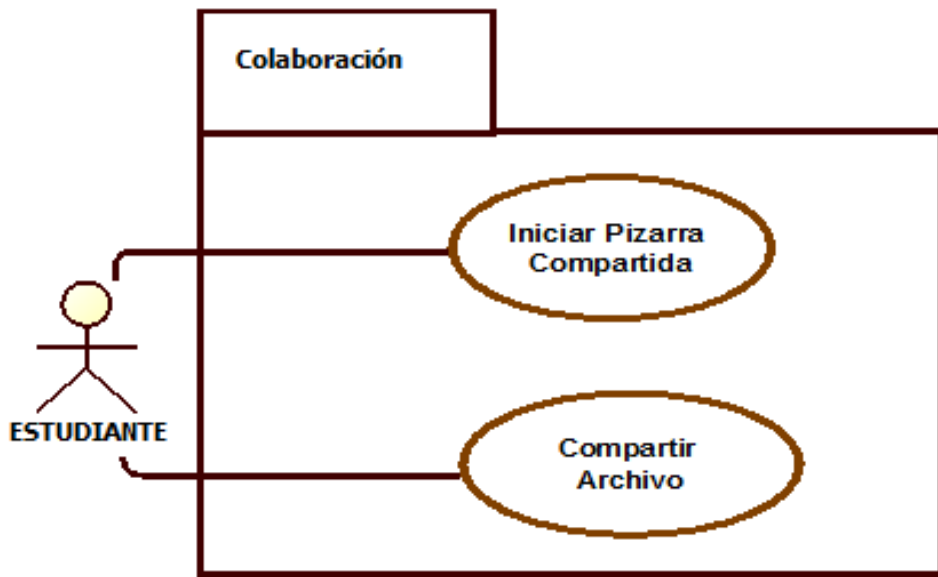


Figura 13 Paquete Colaboración

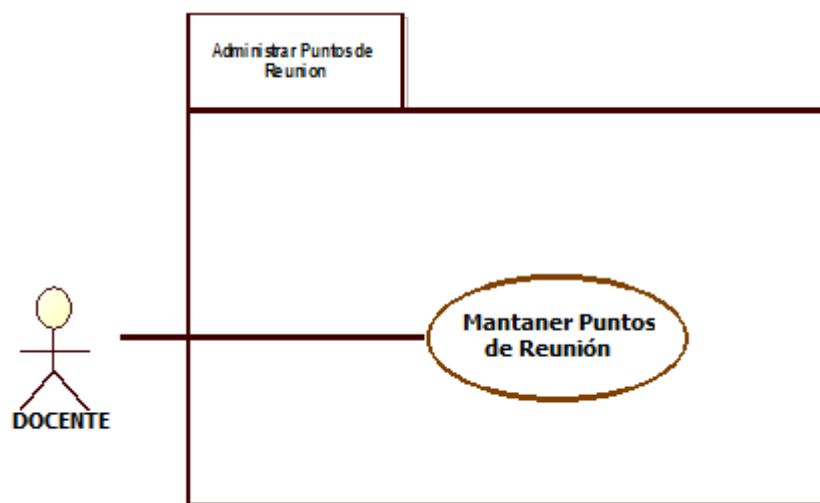


Figura 14 Paquete Administrar Puntos de Reunión

3.2.3 Arquitectura del prototipo software

Posterior al análisis de los requerimientos y la construcción de los modelos de los casos de uso en formatos de alto nivel y expandido donde se describió las interacciones entre los actores y el sistema, se procedió a elaborar la arquitectura empleada por el prototipo software para soportar los servicios de los mecanismos de awareness, administración de puntos de reunión virtual, mantenimiento de perfiles y aplicaciones colaborativas, que brindan apoyo a CET en un entorno distribuido.

La descripción de la arquitectura software se realizó a través de diferentes vistas, cada una de ellas ilustra un aspecto en particular del prototipo software. No obstante, nos enfocamos en el desarrollo de la vista lógica del prototipo software. Para las demás vistas, se incluyeron los aspectos fundamentales y se omitieron aquellas que no se consideraban pertinentes como son el caso de la vista de procesos y la vista de datos. La descripción de la arquitectura software se puede ver en detalle en el ANEXO G.

A continuación se realiza una breve descripción de la vista lógica de la arquitectura software.

3.2.3.1 Vista lógica

Esta sección describe las partes significantes de arquitectura del modelo de diseño, tal como su composición dentro del sistema y paquetes. Para cada paquete importante, se ilustra su descomposición dentro de estructuras (clases) y utilidades de las mismas.

3.2.3.2 Perspectiva general

La arquitectura expresa las necesidades principales que debía satisfacer el prototipo software, entre otros, el soporte a los servicios de mecanismos de awareness que brindan apoyo a CET en un entorno colaborativo con Tablet PCs. Dicha arquitectura es el resultado de la integración de la arquitectura del sistema groupware ConferenceXP [48] y la arquitectura de MOCET [49]. A continuación se describe cada una de las anteriores arquitecturas:

MECANISMOS DE AWARENESS PARA SOPORTAR EL TRABAJO COLABORATIVO. CASO DE ESTUDIO: CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO CON TABLET PCs

- La arquitectura de MOCET se soporta sobre un modelo cliente-servidor. En esta arquitectura, tanto el cliente como el servidor, hacen uso de los servicios de Microsoft OneNote para la gestión de los documentos involucrados durante las fases de pre-test, test y pos-test de CET, a través del conjunto de librerías de *Visual Studio Tools For Office* que ofrece el .Net Framework 2.0. En la arquitectura de MOCET también se define los servicios que permiten el envío y recepción de dichos documentos.
- ConferenceXP es una aplicación .Net que emplea una arquitectura peer-to-peer. Esta arquitectura facilita la implementación, evita cuellos de botella en el tráfico de red y puntos únicos de fallo. Se compone de cuatro capas: Network Transport, Conference API, ConferenceXP Capacidad y ConferenceXP Aplicación. El diseño de esta arquitectura permite a los desarrolladores construir aplicaciones colaborativas de aprendizaje, sin preocuparse por la infraestructura de la red, es decir, brinda apoyo en la creación de grupos, gestión de puntos de reunión, tratamiento de errores de red, etc. Para la elaboración de los mecanismos de awareness, nos enfocamos en la arquitectura de éste sistema groupware, adecuando en MOCET los mecanismos que suministra por defecto como video conferencia, chat, pantallas compartidas, canales de audio, y creando otros como el mecanismo de awareness de indicadores de acción y animación.

Con base en las arquitecturas anteriormente mencionadas, el desarrollo del prototipo software se centró en las capas de ConferenceXP Aplicación, ConferenceXP Capacidad y Conference API de la arquitectura de Conference XP para cumplir con las necesidades de los mecanismos de awareness, aplicaciones colaborativas, gestión de puntos de reunión virtual y gestión de perfiles. En la Figura 15 se ilustra la arquitectura del prototipo software. Los elementos que se consideraron más relevantes para la elaboración de los servicios de mecanismos de awareness, administración de puntos de reunión virtual, aplicaciones colaborativas y mantenimiento de perfiles, se ilustran con color gris en sus respectivas capas.

MECANISMOS DE AWARENESS PARA SOPORTAR EL TRABAJO COLABORATIVO. CASO DE ESTUDIO: CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO CON TABLET PCs

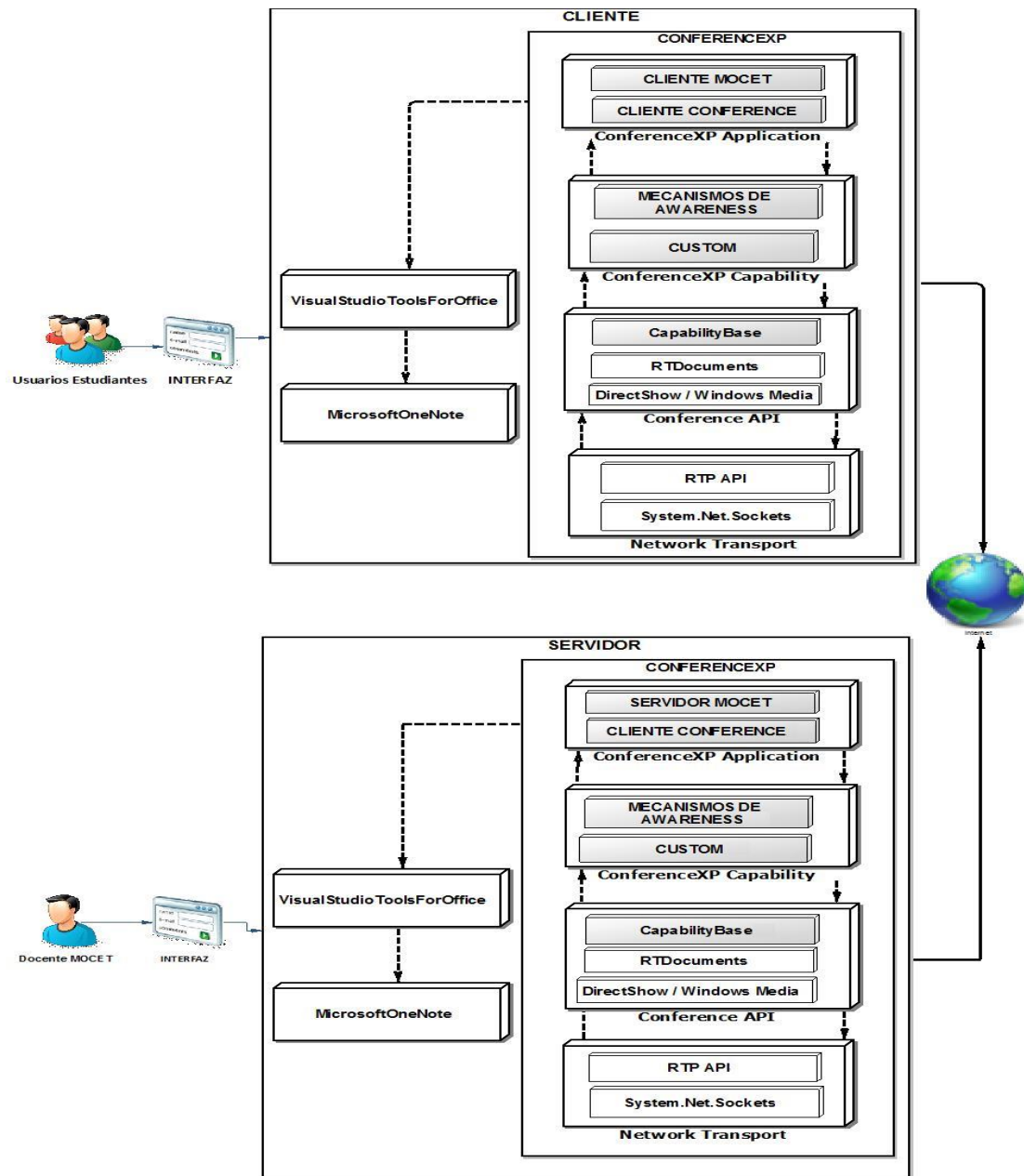


Figura 15 Arquitectura del Prototipo Software

3.2.3.3 Paquetes de diseño importantes arquitectónicamente

De acuerdo a la arquitectura del prototipo software ilustrada en la Figura 15, se considera que la arquitectura de ConferenceXP tuvo una alta relevancia para satisfacer los requerimientos de los mecanismos de awareness, gestión de puntos de reunión virtual, aplicaciones colaborativas y gestión de perfiles. En este sentido, a continuación se describen las capas ConferenceXP Aplicación, ConferenceXP Capacidad y Conference API y los respectivos cambios que se le aplicaron para integrarlo con la arquitectura de MOCET. Para ver en detalle cada una de las capas que componen la arquitectura del prototipo software, ver ANEXO G.

- **ConferenceXP Aplicación Cliente**

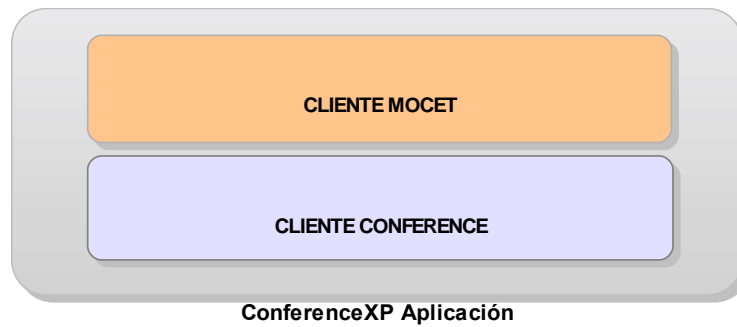


Figura 16 Capa ConferenceXP Aplicación – Cliente

Esta capa contiene la implementación de las funcionalidades del cliente MOCET y los elementos propios de una aplicación cliente de ConferenceXp.

La capa Cliente MOCET provee las funcionalidades para la interacción con el servidor de MOCET. Dichas funcionalidades tienen el propósito de obtener y entregar los documentos involucrados durante el proceso de evaluación de CET en las fases de pre-test, test y pos-test respectivamente. La gestión de los documentos es soportada por los servicios de Microsoft OneNote, por lo que emplea las librerías de Visual Studio Tools For Office para interactuar con el paquete ofimático.

La capa Cliente Conference hace uso de las capas Conference Capacidad y Conference API para proveer la gestión de comunicaciones (protocolos para la transmisión de datos en la red) necesarias para la utilización de mecanismos de awareness durante la actividad colaborativa y el soporte de los mismos. De la capa Conference API se emplean los elementos que permiten la gestión de los puntos de reunión virtual, gestión de grupos de participantes y la gestión de comunicaciones.

- **ConferenceXP Application Servidor**



Figura 17 Capa ConferenceXP Aplicación - Servidor

Esta capa contiene la implementación de las funcionalidades del servidor MOCET y los elementos propios de una aplicación cliente de ConferenceXp.

La capa Servidor MOCET provee al usuario las funcionalidades necesarias para la generación y suministro de los documentos que se emplean durante las fases de la evaluación de CET. Posterior a la entrega de dichos documentos, se encarga de la recepción y procesamiento de los mismos según sea el caso.

La capa Cliente Conference del servidor, cumple el mismo rol que aquella que se describió en la capa ConferenceXP Application Cliente.

- **ConferenceXP Capacidad**

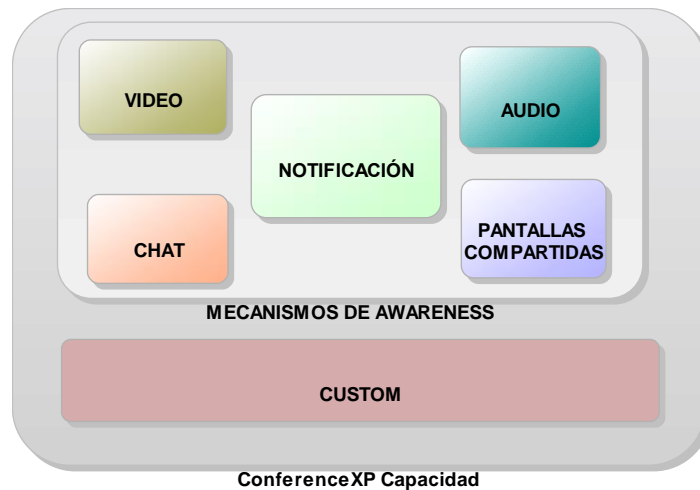


Figura 18 Capa ConferenceXP Capacidad

Las capas de ConferenceXP Aplicación y ConferenceXP Capacidad suministran la interfaz de usuario para ConferenceXP. Las capacidades son componentes add-in que adicionan funcionalidad a una aplicación ConferenceXP. Tanto las aplicaciones ConferenceXP como capacidades emplean la API Conference.

La capa ConferenceXP Capacidad incluye la capa de Mecanismos de Awareness y las capacidades que representan la pizarra compartida y el compartimiento de archivos. La capa de Mecanismos de Awareness incluye las capacidades de audio, video, chat, pantallas compartidas y notificación. Las capacidades de audio y video permiten a una aplicación ConferenceXP enviar y recibir flujos de información de audio y video respectivamente. La capacidad de Chat permite establecer una sesión de chat entre los participantes de una actividad colaborativa y la capacidad de pantallas compartidas permite a los usuarios compartir su respectivo escritorio con sus colegas. Cabe aclarar que dichas capacidades ya estaban elaboradas y se adecuaron para el desarrollo del proyecto.

Los desarrolladores pueden crear capacidades colaborativas multi-punto para la construcción de aplicaciones cliente de ConferenceXP o para su propia aplicación ConferenceXP, bien sea desde cero o modificando aplicaciones Windows existentes construidas sobre el Framework .Net 2.0. En el presente proyecto, se construyó la capacidad de notificación para soportar el mecanismo de awareness de indicadores de acción y animación.

- **Conference API**

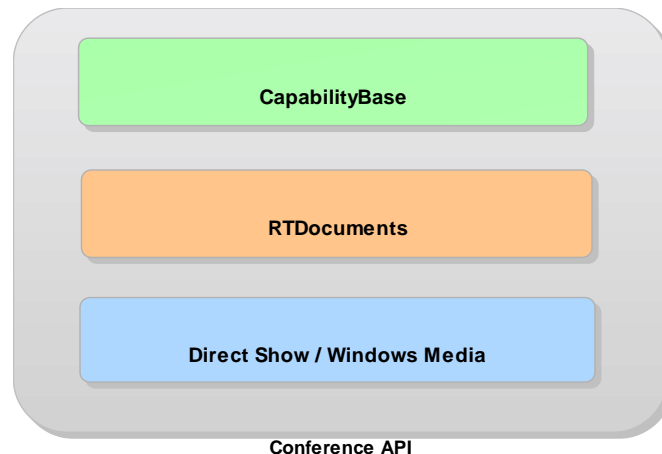


Figura 19 Capa Conference API

La capa Conference API permite a los desarrolladores crear de una manera fácil y rápida capacidades y aplicaciones sin preocuparse por la creación de redes.

En *CapabilityBase* se encapsula la funcionalidad requerida de otras partes de la capa de conferencia para crear nuevas capacidades colaborativas.

La API RTDocument proporciona a las aplicaciones y capacidades un protocolo estándar para transferir documentos y trazos de tinta. Al utilizar el protocolo RTDocument [50], las aplicaciones que manejan documentos y trazos de tinta pueden inter operar entre sí. RTDocument soporta la especificación de intercambio IMS/SCORM [51].

La API DirectShow Managed de ConferenceXp proporciona un contenedor .Net con APIs DirectShow y Windows Media, así las aplicaciones y capacidades de ConferenceXp pueden usar los dispositivos multimedia para enviar/recibir datos a través de la red.

3.2.4 Casos de uso reales

Un caso real de uso describe el diseño concreto del caso de uso a partir de una tecnología de entrada y salida, así como de su implementación global. A continuación se muestran tres de los casos de uso reales más importantes del sistema. Los casos de uso reales restantes se encuentran en el ANEXO F.

CASO DE USO REAL: Crear Perfil
Actores: Estudiante, Docente.
Propósito: Obtener la información del perfil del participante necesaria para la actividad colaborativa y para el mantenimiento de los elementos de awareness de presencia e identidad durante la misma.

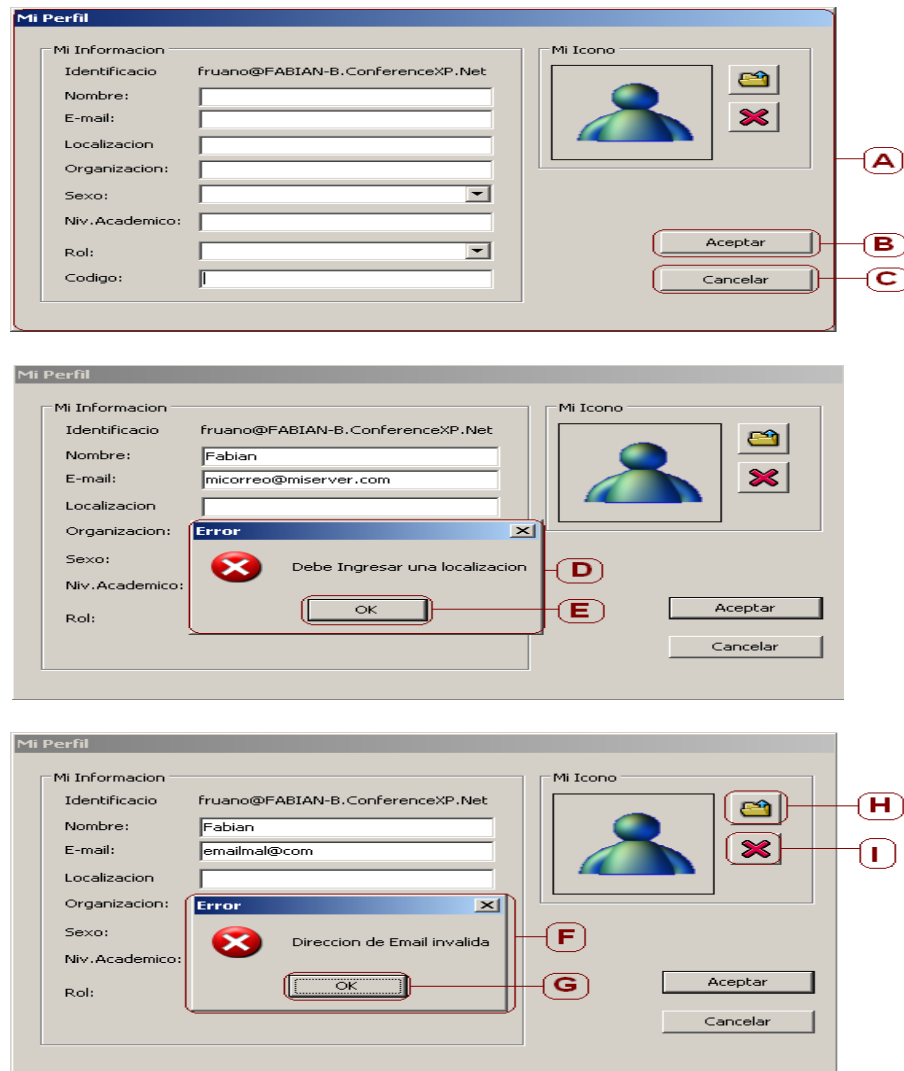
MECANISMOS DE AWARENESS PARA SOPORTAR EL TRABAJO COLABORATIVO. CASO DE ESTUDIO: CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO CON TABLET PCs

Resumen: Al principio de la actividad colaborativa el actor (Estudiante, Docente) ingresa los datos de su perfil tales como: Nombre Completo, E-mail, Localización, Organización a la que pertenece, Sexo, Nivel Académico, Rol a desempeñar en la actividad, Código (si el rol es “Estudiante”) y una Imagen o avatar que lo identifique.

Prioridad: Alta.

Precondiciones:

- La aplicación debe tener conexión con el servidor de lugares.



CURSO NORMAL DE LOS EVENTOS

Acción del actor	Respuesta del sistema
<p>1. El caso de uso inicia cuando actor (Estudiante o Docente) indica al sistema que desea ingresar a la actividad colaborativa. El actor (Estudiante o Docente) inicia la aplicación.</p>	<p>2. El sistema presenta un formulario donde solicita al actor (Estudiante o Docente) el ingreso de la información necesaria para crear el perfil [A].</p>

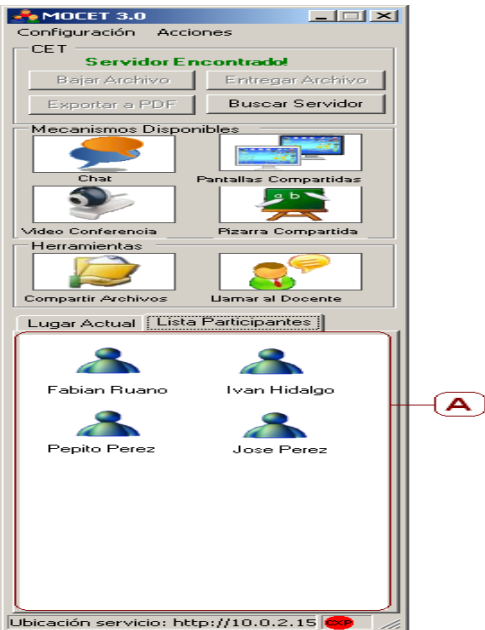
MECANISMOS DE AWARENESS PARA SOPORTAR EL TRABAJO COLABORATIVO. CASO DE ESTUDIO: CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO CON TABLET PCs

3. Si el actor (Estudiante o Docente) opta por cancelar la operación, hará uso de la opción “Cancelar” [C].	4. El sistema omite el registro del perfil y presenta la interfaz principal del cliente o del servidor según sea el caso.
5. El actor (Estudiante o Docente) ingresa la información solicitada.	
6. El actor (Estudiante o Docente) decide seleccionar una imagen para su perfil.	7. Se inicia el sub-flujo “Seleccionar Imagen”.
8. El actor (Estudiante o Docente) ingresa cada uno de los datos solicitados en el formulario para la creación del perfil. El actor (Estudiante o Docente) selecciona la opción “Aceptar” [B].	9. El sistema verifica la completitud e integridad de la información. Se actualiza el perfil en el servidor de lugares, se cierra el formulario [A] y se coloca el foco en la interfaz principal del cliente o del servidor según sea el caso.
EXCEPCIONES	
Acción del actor	Respuesta del sistema
	9.1.1 El perfil está incompleto, falta el ingreso de algunos datos. El sistema despliega el cuadro de dialogo [D].
9.1.1.1 El actor (Estudiante o Docente) selecciona la opción “Aceptar” [E].	9.1.1.2 El sistema presenta de nuevo el formulario para el ingreso de la información del perfil [A]. El caso de uso se reinicia en el paso 3 de la secuencia normal.
	9.1.2 La información suministrada para el perfil tiene formato incorrecto. El sistema informa del hecho mediante un cuadro de dialogo [F].
9.1.2.1 El actor (Estudiante o Docente) selecciona la opción Aceptar [G].	9.1.2.2 El sistema presenta de nuevo el formulario para el ingreso de la información del perfil [A]. El caso de uso se reinicia en el paso 3 de la secuencia normal.
FLUJOS ALTERNATIVOS	
Acción del actor	Respuesta del sistema
1.1.1 El actor (Estudiante o Docente) hace click en el botón Seleccionar Imagen [H].	1.1.1.1 El sistema despliega un cuadro de dialogo para seleccionar la imagen.

MECANISMOS DE AWARENESS PARA SOPORTAR EL TRABAJO COLABORATIVO. CASO DE ESTUDIO: CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO CON TABLET PCs

<p>1.1.1.2 El actor (Estudiante o Docente) selecciona una imagen y acepta la acción.</p>	<p>1.1.1.3 El sistema carga la imagen y la establece en el perfil del actor (Estudiante, Docente).</p>
<p>1.1.2 El actor (Estudiante o Docente) cancela la acción de Seleccionar una Imagen [1].</p>	<p>1.1.2.1 El sistema elimina la foto seleccionada y deja la imagen anterior.</p>

Tabla 31 Caso de Uso Real - Crear Perfil

CASO DE USO REAL: Ver perfil de participante	
Actores: Estudiante, Docente.	
Propósito: Proveer a cada participante de la actividad colaborativa la opción de ver el perfil completo de sus colegas.	
Resumen: El actor (Estudiante, Docente) puede ver el perfil completo de cualquiera de los colegas que han ingresado a la actividad.	
Prioridad: Alta.	
<p>Precondiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La aplicación debe tener conexión con el servidor de lugares. - El actor (Estudiante o Docente) debe haber ingresado a la actividad colaborativa. - El actor (Estudiante o Docente) debe tener desplegada la lista de participantes o estar dentro de un punto de reunión virtual pre-establecido por el docente. 	
	

MECANISMOS DE AWARENESS PARA SOPORTAR EL TRABAJO COLABORATIVO. CASO DE ESTUDIO: CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO CON TABLET PCs

CURSO NORMAL DE LOS EVENTOS	
Acción del actor	Respuesta del sistema
1. El caso de uso inicia cuando el actor (Estudiante o Docente) selecciona un colega de la lista de participantes total [A] o de la lista de participantes de un punto de reunión virtual [B].	2. El sistema despliega un formulario con el perfil completo correspondiente del participante seleccionado en la lista [C].
3. El actor (Estudiante o Docente) decide cerrar el formulario de detalles del participante. El actor (Estudiante o Docente) selecciona la opción "Aceptar" [D].	4. Se cierra el formulario y se retorna el foco a la lista de participantes total [A] o a la lista de participantes de un punto de reunión virtual [B] según sea el caso.

Tabla 32 Caso de Uso Real – Ver perfil de participante

CASO DE USO REAL: Listar Participantes

Actores: Estudiante, Docente.

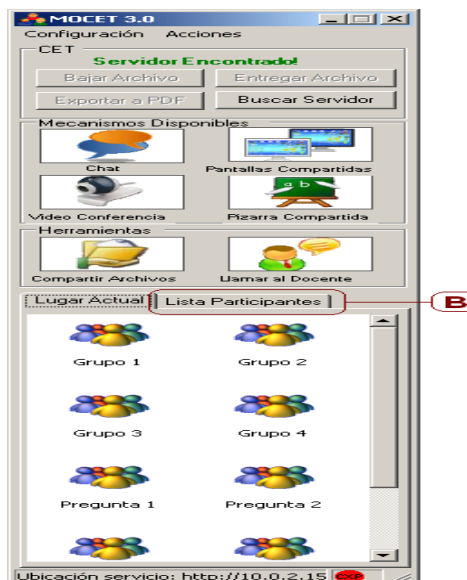
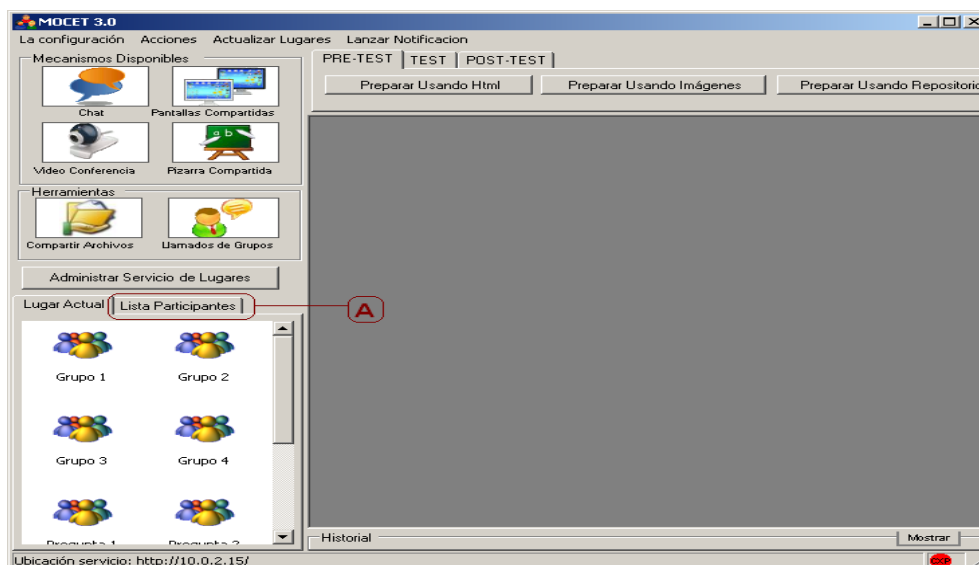
Propósito: Proveer a cada participante de la actividad colaborativa un listado de los colegas que también han tomado parte de tal evento.

Resumen: El actor (Estudiante o Docente) puede obtener la lista del total de participantes en cualquier momento de la actividad y estando en cualquiera de los lugares. Esta lista proporciona al participante la sensación de presencia de sus colegas mediante la presentación del nombre e imagen que cada uno de ellos establece en su perfil.

Prioridad: Alta.

Precondiciones:

- La aplicación debe tener conexión con el servidor de lugares
- El actor (Estudiante o Docente) debe haber ingresado a la actividad colaborativa.



MECANISMOS DE AWARENESS PARA SOPORTAR EL TRABAJO COLABORATIVO. CASO DE ESTUDIO: CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO CON TABLET PCs

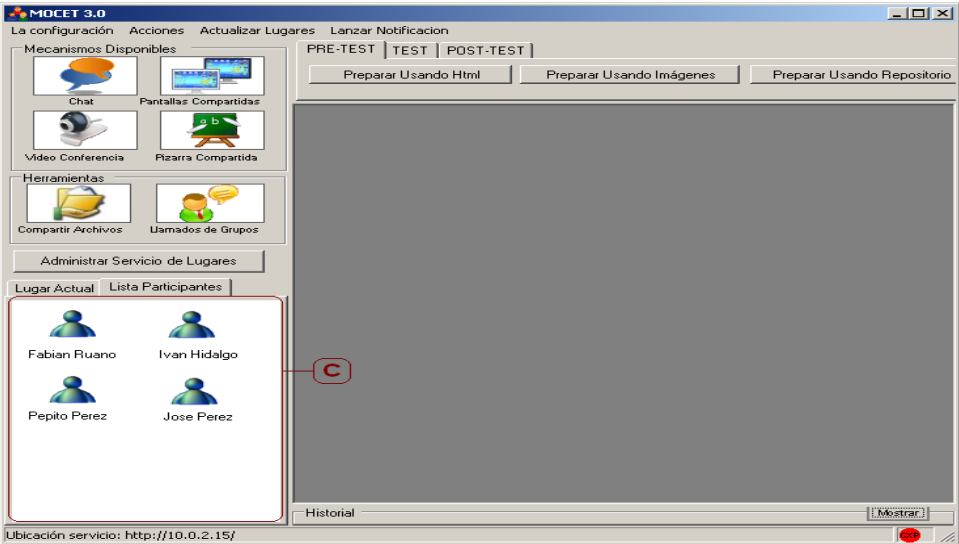
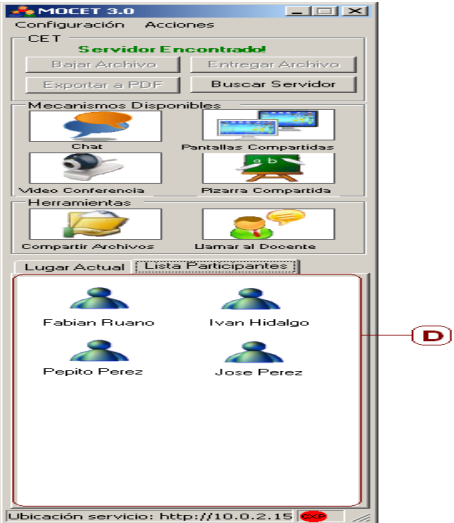
	
	
CURSO NORMAL DE LOS EVENTOS	
Acción del actor	Respuesta del sistema
<p>1. El caso de uso inicia cuando el actor (Estudiante o Docente) selecciona la opción “Lista Participantes” en la interfaz general de la aplicación servidor [A] o cliente [B].</p>	<p>2. El sistema despliega una lista con los nombres e imágenes correspondientes a los participantes que han ingresado a la actividad colaborativa [C], [D].</p>
<p>3. El actor (Estudiante o Docente) selecciona uno de los elementos de la lista.</p>	<p>4. El sistema da inicio al caso de uso “Ver Perfil de Participante”.</p>

Tabla 33 Caso de Uso Real - Lista de Participantes

4. IMPLEMENTACIÓN DE LOS MECANISMOS DE AWARENESS PARA SOPORTAR CET EN UN ENTORNO COLABORATIVO DISTRIBUIDO CON TABLET PCs

Este capítulo contiene la información referente a los procesos que se realizaron para la construcción de los servicios que brindan soporte a CET en un entorno distribuido con Tablet PCs, entre otros, los mecanismos de awareness. Aquí se reflejaron las actividades desarrolladas en los ciclos de diseño y construcción del prototipo software.

Se consideró necesario hacer una precisión de los procesos pertinentes al prototipo software, por consiguiente, se presentaran en las secciones siguientes la descripción de dichos procesos.

4.1 DISEÑO DEL PROTOTIPO

4.1.1 Vista de componentes

Para el desarrollo del prototipo software, se realizó un diseño de componentes para cumplir con los servicios presentados en los anteriores capítulos de este documento. Los servicios de mecanismos de awareness, colaboración, gestión de puntos de reunión y mantenimiento de perfil, se modelaron teniendo en cuenta la arquitectura presentada en la Figura 15 de la sección de Arquitectura del Capítulo 3. Los componentes que se consideraron relevantes para la elaboración de dichos servicios se ilustran con color gris.

La distribución y comunicación de los componentes de la capa *ConferenceXP Client* que hacen parte del cliente se ilustran en la Figura 20.

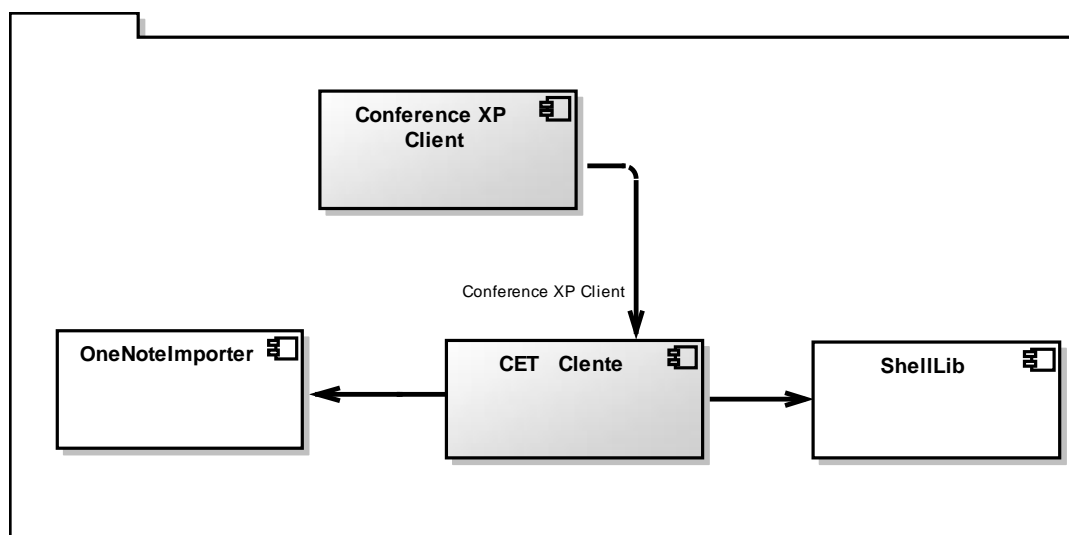


Figura 20 Vista de Componentes Capa ConferenceXP Client del lado del Cliente

MECANISMOS DE AWARENESS PARA SOPORTAR EL TRABAJO COLABORATIVO. CASO DE ESTUDIO: CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO CON TABLET PCs

La distribución y comunicación de los componentes de la capa *ConferenceXP Client* que hacen parte del servidor se ilustran en la Figura 21.

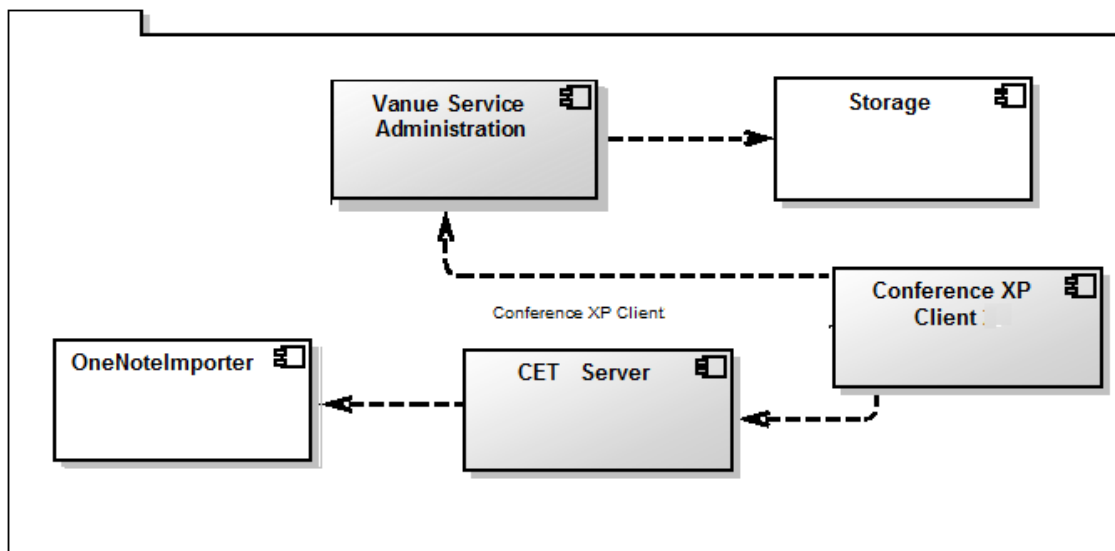


Figura 21 Vista de Componentes Capa ConferenceXP Client del lado del Servidor

La Tabla 34 contiene la descripción de los componentes de la capa *ConferenceXP Client* del lado del cliente y del lado del servidor.

COMPONENTE	FUNCIÓN
OneNoteImporter	Librería utilizada para generar y leer archivos OneNote necesarios para el proceso de Evaluación Colaborativa.
CET-Client	Contiene las clases y librerías del Cliente de MOCET encargadas del proceso de Evaluación Colaborativa del lado cliente. Este componente se encuentra solo en la aplicación para el Estudiante.
CET-Server	Contiene las clases y librerías del Servidor de MOCET encargadas del proceso de Evaluación Colaborativa del lado servidor. Este componente se encuentra solo en la aplicación para el Docente.
Storage	Contiene las clases y librerías para la gestión de puntos de reunión en el servidor de lugares. Este componente solo se encuentra en la aplicación para el Docente.
VenueServiceAdministration	Contiene clases y formularios de la interfaz de usuario para la gestión de lugares de reunión. Este componente se encuentra solo en la aplicación para el Docente.
Conference XP-Client	Contiene las clases y formularios que suministran la interfaz para la interacción con el participante de la actividad

MECANISMOS DE AWARENESS PARA SOPORTAR EL TRABAJO COLABORATIVO. CASO DE ESTUDIO: CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO CON TABLET PCs

	colaborativa.
ShellLib	Librería de clases necesaria para la gestión del espacio de trabajo en el escritorio del S.O. Este componente solo se encuentra en la aplicación para el Estudiante.

Tabla 34 Descripción de Componentes Capa ConferenceXP Client

La distribución y comunicación de los componentes de la capa *ConferenceXP Capabilities* se ilustran en la Figura 22.

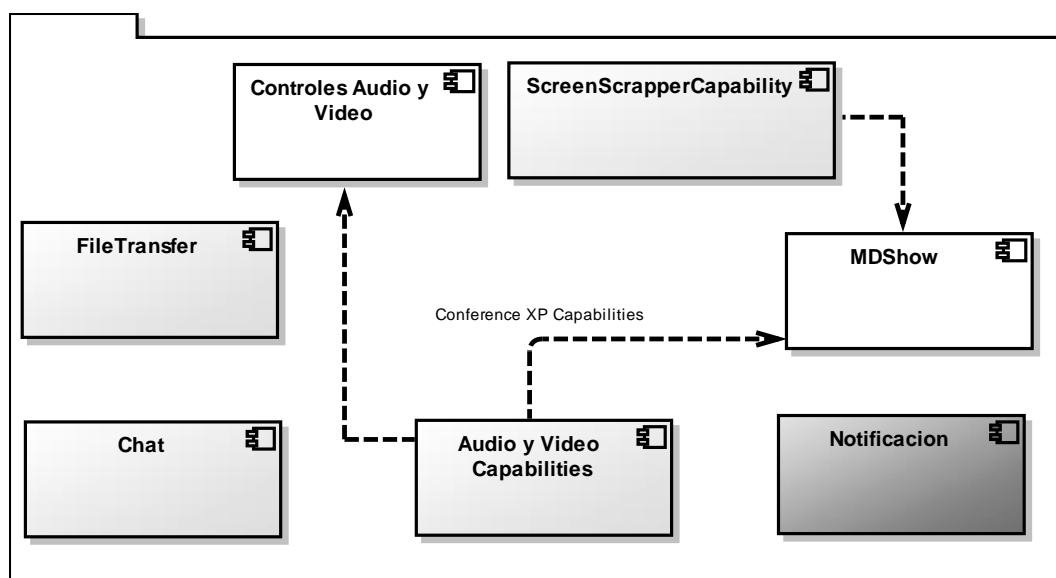


Figura 22 Vista de Componentes Capa ConferenceXP Capabilities

La Tabla 35 contiene la descripción de los componentes de la capa *ConferenceXP Capabilities*.

COMPONENTE	FUNCIÓN
Chat	Contiene las clases necesarias para la implementación del Capability Chat que representa el mecanismo de awareness de Chat.
File Transfer	Contiene las clases para la implementación del Capability para la transferencia de archivos entre los participantes de la actividad.
Notificación	Implementa el Capability Notificación que representa el mecanismo de awareness de Indicadores de acción y animaciones, empleado para enviar y recibir notificaciones de las actividades de los participantes de la actividad colaborativa.
Controles Audio y Video	Define controles especiales necesarios para la implementación de las Capabilities de Audio y Video.

MECANISMOS DE AWARENESS PARA SOPORTAR EL TRABAJO COLABORATIVO. CASO DE ESTUDIO: CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO CON TABLET PCs

MDSHOW	Contiene las clases y librerías necesarias para el funcionamiento de las Capabilities de Audio y Video y su interacción con el S.O.
Capabilities Audio y Video	Contiene las clases para la implementación de las Capabilities que representan los mecanismos de awareness de Audio y Video.
ScreenScrapperCapability	Contiene las clases para la implementación de la Capability que representa el mecanismo de awareness de Pantallas Compartidas.

Tabla 35 Descripción de Componentes Capa ConferenceXP Capabilities

La distribución y comunicación de los componentes de la capa *Conference API* se presentan en la Figura 23.

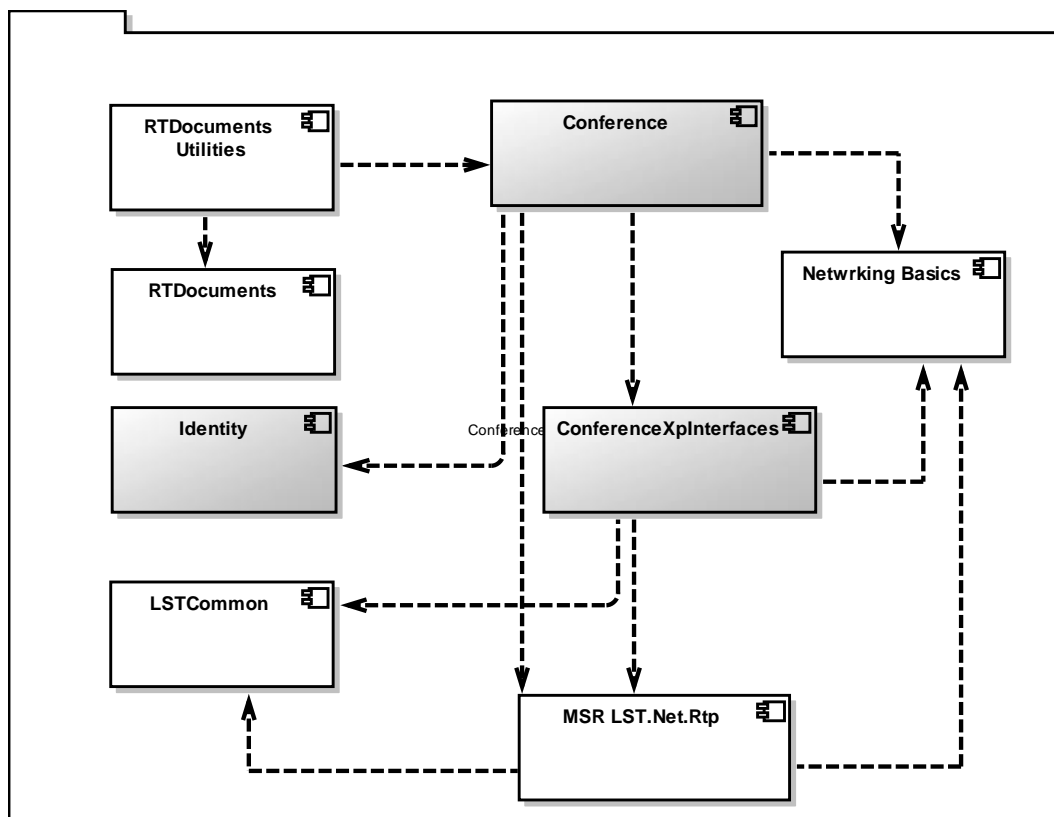


Figura 23 Vista de Componentes Capa Conference API

La Tabla 36 contiene la descripción de los componentes de la capa *Conference API*.

COMPONENTE	FUNCIÓN
Conference	Se encarga de la gestión de lugares de reunión incluyendo sus participantes y las funcionalidades que en ellos se despliegan.

MECANISMOS DE AWARENESS PARA SOPORTAR EL TRABAJO COLABORATIVO. CASO DE ESTUDIO: CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO CON TABLET PCs

ConferenceXpInterfaces	Define las interfaces para soportar la interacción entre los diferentes componentes del sistema.
Networking Basics	Contiene las clases necesarias para soportar la comunicación entre las aplicaciones cliente.
RTDocuments	Implementa la especificación LRN para el intercambio de contenido de aprendizaje.
RTDocumentUtilities	Utilizando el componente RTDocuments en combinación con librerías del paquete Microsoft.office.interop. Suministra soporte al intercambio de contenido para aprendizaje.
Identity	Gestiona la identificación para el participante de la actividad colaborativa.
LSTCommon	Este componente proporciona diferentes servicios a la plataforma Conference XP, tales como: Gestión de Firewall del S.O., parseo de argumentos, Gestión de registro de Eventos, Contadores de Rendimiento, Seguimiento de memoria, control de Excepciones y manejo de Culturas.
MSR.LST.Net.Rtp	Define las clases necesarias para compartir los objetos entre RTP y RTCP.

Tabla 36 Descripción de Componentes Capa Conference API

4.2 CONSTRUCCION

La construcción del prototipo software que brinda apoyo a CET en un entorno distribuido a través de mecanismos de awareness, está enmarcado dentro de un proyecto de investigación más grande. Por lo tanto, ya se había seleccionado una herramienta del mercado que cumplía con las características requeridas por el proyecto. Dicha selección se resume a continuación:

Sistema Groupware. Se seleccionó el sistema groupware Conference XP [48] para soportar los mecanismos de awareness que se habían identificado y definido para apoyar CET en un entorno distribuido. Dicha selección se debió a que se necesitaba un software colaborativo que soportara herramientas de conferencia, herramientas de gestión colaborativa y herramientas de colaboración – comunicación, con el fin de apoyar los mecanismos de awareness, aplicaciones colaborativas y la gestión de puntos de reunión virtuales. Además, el software colaborativo debía emplear las mismas tecnologías de la herramienta MOCET [49] y soportar la escritura de trazos de tinta a través de dispositivos Tablet PC. Conference XP cumplía con las características anteriores, pues brinda apoyo a la creación de grupos, gestión de puntos de reunión, tratamientos de errores de red, mecanismos de awareness y emplea las mismas tecnologías que la herramienta MOCET, entre otras, el framework y el lenguaje de programación. También soporta funciones avanzadas como la escritura de trazos de tinta a través de Tablet PC, ideal para los usuarios que interactúan con MOCET por medio de estos dispositivos. El diseño de su arquitectura permite a los desarrolladores construir aplicaciones colaborativas de aprendizaje sin

preocuparse por la infraestructura de la red. Para la elaboración de los mecanismos de awareness nos enfocamos en la arquitectura de este sistema groupware, adecuando en MOCET los mecanismos que suministra por defecto como la videoconferencia, chat, pantallas compartidas, canales de audio, y creando otros como el mecanismo de awareness de indicadores de acción y animaciones.

Herramienta de Desarrollo. Se seleccionó el framework Visual Studio 2005 Express, debido a que su licencia de uso no presenta ningún costo y su fabricante (Microsoft Corporation), es una empresa sólida que ofrece respaldo y soporte a los productos que fabrica. Además, las versiones de la herramienta MOCET sin mecanismos de awareness y el sistema groupware Conference XP están construidos sobre dicho framework. Esta herramienta presenta alto grado de madurez pues se sabe que se pueden desarrollar aplicaciones de tipo empresarial de gran escala y soporta proyectos con arquitecturas cliente – servidor, como la seleccionada para realizar este proyecto. En cuanto al rendimiento, se han obtenido resultados positivos en consideración con las características de hardware y red que deben presentar los equipos de cómputo de este proyecto para soportar mecanismos de awareness como videoconferencia y canales de audio. La experiencia de uso que se tiene entre los miembros del equipo de desarrollo en el trabajo con esta herramienta, hicieron que las curvas de aprendizaje y de producción generara un producto de buena calidad y a corto plazo. Por último la documentación con que se cuenta en el sitio de MSDN, filial de Microsoft, y la disponibilidad de otros software de apoyo, han permitido la selección de dicho entorno de desarrollo.

Lenguaje de Programación. Se seleccionó C Sharp debido a que es uno de los lenguajes soportados por el entorno de desarrollo Visual Studio 2005 Express y en el cual las versiones de la herramienta MOCET y el sistema groupware Conference XP están construidos. Además, es un lenguaje sencillo de utilizar y orientado a objetos. También gracias a su interacción y soporte por el framework de desarrollo, permite el uso de componentes, lo que facilita la adecuación y reutilización de los mecanismos de awareness que soporta por defecto el sistema groupware Conference XP.

Para la construcción del prototipo software, en general, se realizaron tres iteraciones. En la primera iteración, se integró la herramienta MOCET sin mecanismos de awareness con el sistema groupware Conference XP. La segunda iteración se enfocó en modificar la estructura de perfil de usuario, gestión de puntos de reunión y mejoras al modulo de configuración del prototipo software. Finalmente, la última iteración consistió en la adecuación e implementación de los mecanismos de awareness y las aplicaciones colaborativas al prototipo software. Previo al desarrollo del prototipo, se realizó un proceso de inspección, corrección y mejora; a la versión de la herramienta MOCET sin mecanismos de awareness. El proceso de mejoras de la versión de MOCET sin mecanismos de awareness se puede ver en detalle en el ANEXO H. Para una mejor comprensión, el trabajo durante estas iteraciones se describe en los siguientes literales.

4.2.1 Primera iteración

El primer proceso que se realizó en esta iteración, fue la construcción de la aplicación servidor del prototipo software. Para efectuar dicho proceso, se realizó la integración de la aplicación servidor de MOCET sin mecanismos de awareness a una aplicación cliente de Conference XP. En las Figura 24 y Figura 25, se ilustran al servidor de MOCET sin mecanismos de awareness y el servidor del prototipo software después del proceso de integración.

MECANISMOS DE AWARENESS PARA SOPORTAR EL TRABAJO COLABORATIVO. CASO DE ESTUDIO: CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO CON TABLET PCS

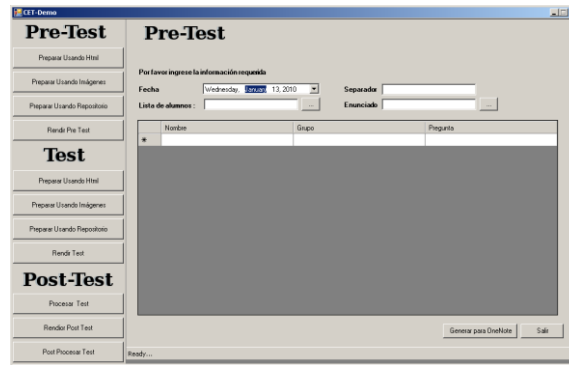


Figura 24 Servidor de MOCET sin mecanismos de awareness

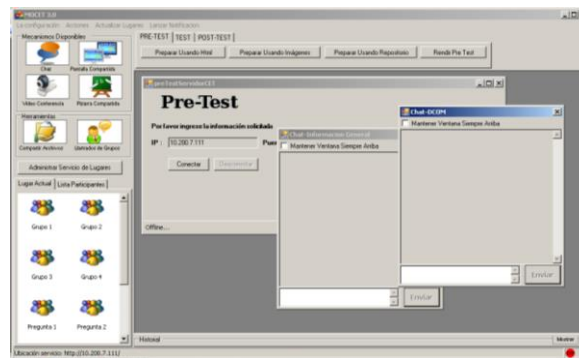


Figura 25 Servidor del prototipo software

Finalizado el proceso anterior, se realizó la construcción de la aplicación cliente del prototipo software, mediante la integración del cliente de MOCET sin mecanismos de awareness con una aplicación cliente de Conference XP. El contenido detallado de las actividades que se desarrollaron en la primera iteración se encuentra en detalle en el ANEXO H.

4.2.2 Segunda iteración

Después de tener una integración base estable, se procedió a cumplir con los requerimientos específicos del sistema. En esta iteración se modificó la estructura de perfil predefinida por Conference XP para adecuarla a nuestras necesidades. Posteriormente, se trabajó sobre la administración de puntos de reunión y sobre las facilidades de conexión que debía brindar la aplicación cliente del prototipo software, con el fin de incrementar la usabilidad y facilidad de configuración del sistema. El contenido detallado de las actividades que se desarrollaron en la segunda iteración se encuentra en detalle en el ANEXO H.

4.2.3 Tercera iteración

El trabajo en esta iteración se enfocó en adecuar e implementar los mecanismos de awareness y aplicaciones colaborativas seleccionados previamente, para soportar CET en un entorno distribuido. Además, se trabajaron los aspectos relacionados con la sobrecarga de información que podrían generar dichos mecanismos. En la Figura 26 se presenta el mecanismo de awareness de videoconferencia. El contenido detallado de las actividades que se desarrollaron en la tercera iteración se encuentra en detalle en el ANEXO H.

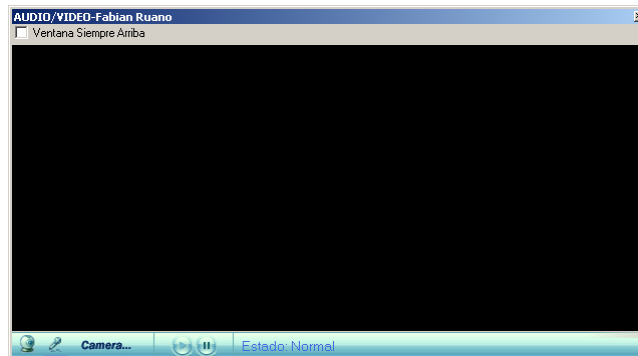


Figura 26 Mecanismos de awareness - Videoconferencia

Finalizada la construcción del prototipo software, se crearon los respectivos manuales de usuario e instalación. Dichos manuales se encuentran en detalle en el ANEXO I.

4.3 PRUEBAS DE SOFTWARE

El proceso de las pruebas software se basa en la aplicación de pruebas al prototipo software que brinda apoyo a CET en un entorno distribuido. Mediante pruebas de unidad, se evalúan las funciones que debe implementar el prototipo software para dar soporte a los servicios que permiten el uso de mecanismos de awareness, gestión de puntos de reunión, gestión de perfiles y aplicaciones colaborativas (Ver ANEXO J).

Los elementos software fueron evaluados, de acuerdo a las siguientes características:

1. Funcionalidad
2. Interfaz de usuario
3. Facilidad de Uso

Para poder verificar cada uno de las características se efectuaron pruebas de unidad y pruebas de usabilidad. Su planteamiento y desarrollo se pueden apreciar en el ANEXO J.

Para la realización de las pruebas de unidad se decidió basarse en el estándar IEEE 829-1998 [52], de esta forma se partió de un conjunto estable de parámetros a evaluar, para los cuales ya existía una definición aceptada como estándar.

Para realizar las pruebas de usabilidad se empleó el esquema planteado por SUMI (The Software Usability Measurement Inventory) [53] que se encuentra entre uno de los más relevantes [54].

4.3.1 Conclusiones de las pruebas software

La documentación completa sobre la realización de las pruebas software está contenida en el ANEXO J. Con base en los resultados obtenidos, las conclusiones fueron las siguientes:

MECANISMOS DE AWARENESS PARA SOPORTAR EL TRABAJO COLABORATIVO. CASO DE ESTUDIO: CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO CON TABLET PCs

- Después de haber realizado las pruebas de unidad a cada uno de los componentes que conforman el prototipo software, se evidenció que los diferentes componentes pasaron las pruebas realizadas y se obtuvieron las respuestas esperadas.
- Tras haber realizado las pruebas de unidad a cada uno de los componentes que conforman el prototipo software, se puede concluir que el software resuelve correctamente situaciones con entradas erróneas.
- Las pruebas de unidad realizadas, permitieron detectar errores para una posterior corrección. Algunas pruebas se aplicaron en el contexto de la validación de los datos de entrada, con el fin de comprobar que las respuestas del sistema fueron las esperadas.
- Después de haber realizado las pruebas de carga a los componentes de videoconferencia, canales de audio, pantallas compartidas y pizarra compartida; se puede concluir que el comportamiento de dichos componentes, no se ve afectado bajo una cantidad de peticiones en diferentes velocidades de ancho de banda de la red.
- Las pruebas de unidad permitieron verificar que los mensajes de respuesta del prototipo software a entradas no válidas fueran breves, entendibles y coherentes.
- El conjunto de pruebas aplicadas al prototipo software, permitieron verificar que el sistema posee tiempos de respuesta adecuados y acordes a las entradas de datos.
- Las pruebas de usabilidad evidencian que se debe mejorar la persistencia de los clientes con el servidor de aplicaciones.
- Las pruebas de usabilidad mostraron que los participantes en su mayoría estuvieron conformes con la presentación y manejo del sistema las cuales cumplieron sus expectativas.
- Tras aplicar las pruebas de usabilidad, se notó que se requiere mayor tiempo de práctica con el sistema para mejorar los niveles de familiaridad de uso de las diferentes funcionalidades.
- Las pruebas de usabilidad evidencian que el sistema es de fácil navegabilidad.

4.4 IMPLANTACIÓN DE MOCET CON EL SOPORTE DE MECANISMOS DE AWARENESS

La puesta en marcha del prototipo software se realizó con una estación de trabajo HP PAVILION DV6244, la cual fue utilizada como equipo servidor. Este equipo cuenta con las siguientes características:

- Procesador Intel Core Duo 1.6 Ghz
- Memoria RAM de 2560 Mb

MECANISMOS DE AWARENESS PARA SOPORTAR EL TRABAJO COLABORATIVO. CASO DE ESTUDIO: CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO CON TABLET PCs

- Disco Duro 120 Gb
- Sistema operativo Windows XP – Service Pack 3

Actualmente el prototipo software ha integrado a cabalidad la arquitectura de MOCET con la arquitectura del sistema groupware CONFERENCE XP, para soportar los mecanismos de awareness y otros servicios críticos. Sin embargo, los usuarios de dichos servicios, están limitados a trabajar en una INTRANET.

4.4.1 Vista de despliegue

Esta sección contiene una descripción sobre la distribución física de los componentes principales de la aplicación. El componente **CLIENTE** representa las maquinas en donde se ejecutan o acceden los servicios ofrecidos por el servidor de MOCET, entre otros, los mecanismos de awareness, los puntos de reunión virtual, el envío y recepción de documentos, etc. Dichos clientes realizan las peticiones mediante un cliente de MOCET, a través del protocolo **TCP/IP**, y de esta forma, se conectan a una maquina **SERVIDORA DE APLICACIONES** donde se encuentra implantado el servidor de MOCET. Como se describió en la sección de Arquitectura del Capítulo 3, el cliente y el servidor del prototipo software que emplean los usuarios, son el resultado de la integración de la arquitectura de MOCET sin el soporte de mecanismos de awareness y la arquitectura del sistema groupware Conference XP.

En esta aplicación se consideraron las siguientes tecnologías:

- **Visual Studio 2005 Express Edition:** como plataforma de desarrollo.
- **C#:** como lenguaje de programación.

En la Figura 27 se presenta la vista de despliegue donde se aprecian los nodos mencionados anteriormente.

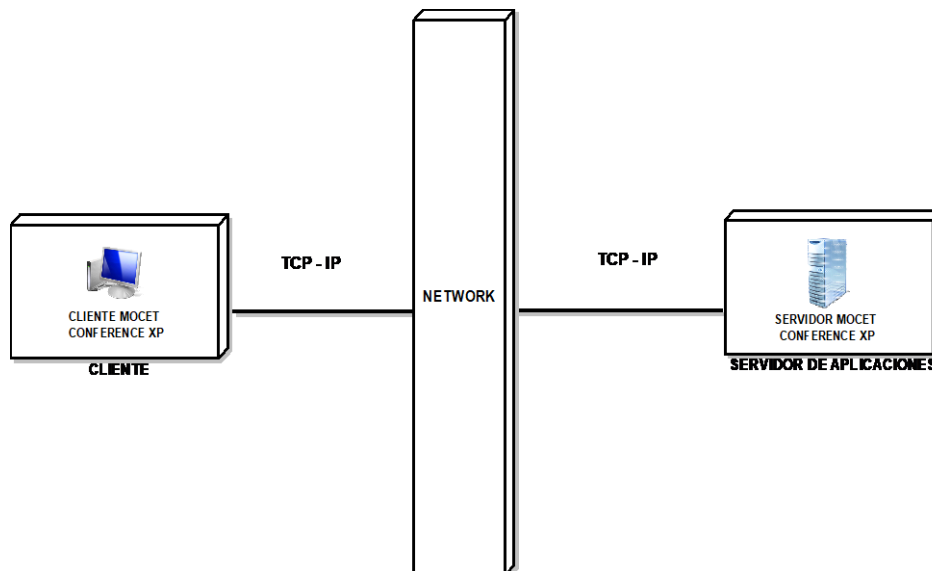


Figura 27 Vista de Despliegue MOCET con el soporte de mecanismos de Awareness

Finalizado el presente proceso de desarrollo, se realizó la evaluación del desempeño de la aplicación CET en un entorno distribuido con mecanismos de awareness, comparado con la aplicación de CET en un entorno distribuido sin mecanismos de awareness. Dicha evaluación se describe a continuación en el Capítulo 5.

5 EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE LA APLICACIÓN CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO, BAJO UN ESTUDIO COMPARATIVO

5.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

En este capítulo se describe el proceso que se realizó para evaluar el desempeño de la aplicación CET en un entorno distribuido con mecanismos de awareness, comparado con la aplicación de CET en un entorno distribuido sin mecanismos de awareness. Para efectuar dicho proceso, se realizó el diseño de dos experiencias con el fin de recolectar y analizar la información de la evaluación. La primera experiencia consistía en realizar un pre-análisis de CET en un entorno distribuido sin el soporte de mecanismos de awareness. El propósito del pre-análisis era observar cómo los participantes interactuaban en este tipo de escenarios, y qué mecanismos de comunicación tradicionales empleaban para percibir información de awareness. Dicha experiencia permitió establecer ciertos criterios para la evaluación. La segunda experiencia consistía en observar y analizar el desempeño de CET con y sin mecanismos de awareness. Con base en los datos obtenidos en la segunda experiencia, se realizó la evaluación del desempeño de CET en un entorno distribuido.

5.2 PRE – ANALISIS DE CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO

El propósito del pre-análisis de CET en un entorno distribuido sin el soporte de mecanismos de awareness, era observar cómo los participantes interactuaban en este tipo de escenarios y qué mecanismos de comunicación tradicionales empleaban para percibir información de awareness. Para la recolección y análisis de la información en la experiencia, se planteó un experimento basándose en el método de observación de campo [4]. Las actividades que componían el método se clasificaron en tres fases: planeación, observación y análisis.

5.2.1 Fase de planeación

En la fase de planeación se incluyeron las actividades que se realizan antes de llevar a cabo la observación de campo, entre otras, definir las encuestas y fichas de observación del experimento.

Como se describió en el capítulo 2, Gutwin et al. [36] y Roseman [2] definieron un framework conceptual en el que especifican los elementos que componen la conciencia del espacio de trabajo. Dichos elementos tienen como propósito responder preguntas básicas "quién, qué, y dónde" sobre otros miembros del equipo y sus actividades. Con base en los anteriores elementos de awareness del espacio de trabajo, se diseñó la encuesta y la ficha de observación. Por lo tanto, las preguntas de la encuesta y las actividades de chequeo definidas en la ficha de observación, estaban orientadas hacia cómo los participantes percibían información de awareness acerca de quién estaba presente en la actividad colaborativa, qué actividades estaban ejecutando sus colegas, con cuales elementos estaban interactuando y cuando ellos estaban laborando. A continuación se describe, a manera de ejemplo dos de las

MECANISMOS DE AWARENESS PARA SOPORTAR EL TRABAJO COLABORATIVO. CASO DE ESTUDIO: CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO CON TABLET PCs

preguntas que se plantearon en el cuestionario, con el fin de ilustrar el proceso anterior:

- ✓ ¿Percibió las acciones, tareas y actividades que ejecutaban sus colegas durante la actividad colaborativa?
- ✓ ¿Usted sabía qué era lo que iban hacer sus colegas o cuáles eran sus intenciones durante la actividad colaborativa?

De igual forma, a continuación se ilustra dos de las actividades de chequeo definidas en la ficha de observación:

- ✓ Los participantes conocen los objetos o artefactos con los que interactuaban sus colegas para desarrollar sus respectivas tareas.
- ✓ Los participantes son conscientes de la localización o ubicación donde estaban trabajando sus colegas durante la actividad colaborativa.

El diseño de la encuesta y la ficha de observación se encuentran en detalle en el ANEXO C.

5.2.1.1 Población objetivo

Se eligió como población objetivo para el pre-análisis, el curso de pregrado de Sistemas Distribuidos, el cual se dicta en el programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad del Cauca. Se contó con la participación de un total de diez estudiantes que se encontraban cursando la asignatura correspondiente al segundo periodo del 2009. Estos participantes ya habían presentado la experiencia de CET en un entorno colaborativo cara a cara. En la Figura 28 se ilustra algunos de los estudiantes que participaron en la actividad colaborativa:

El desarrollo de la observación a los estudiantes que participaron en el pre-análisis y los mecanismos tradicionales de comunicación que emplearon para interactuar, se describe a continuación en la fase de observación.



Figura 28 Estudiantes que participaron en el pre - análisis de CET en un entorno distribuido

5.2.2 Fase de observación

La observación de campo se desarrolló a partir de las etapas de Pre-test, Test y Pos-Test de CET. Como se mencionó en el capítulo 2, los estudiantes que participan en la actividad colaborativa de CET deben ejecutar un conjunto de tareas y actividades en sus grupos de trabajo o de manera individual durante las etapas mencionadas anteriormente. Para llevar a cabo la experiencia, se crearon dos grupos de trabajo, donde cada grupo se componía de un total de cinco participantes respectivamente. Los participantes de estos grupos fueron repartidos en dos salas de informática, con el fin de simular la actividad colaborativa en un entorno distribuido. En el proceso de estructuración de los grupos de trabajo, se evidenció que el instructor no disponía de herramientas que le permitiera organizarlos virtualmente. Por lo tanto, dicho proceso se realizó cara a cara.

A continuación, se describe el desarrollo de la observación a los participantes durante las etapas de la actividad colaborativa de CET.

5.2.2.1 Observación de la Etapa Pre-test de CET

La etapa pre-test de CET inició cuando los participantes conformaron los grupos de trabajo. Las preguntas y los integrantes de cada grupo de trabajo estaban enumerados del uno al cinco, con el fin de que cada uno de ellos fuera responsable de solucionar una pregunta respectivamente. Para resolver las preguntas, los participantes debían reunirse e interactuar con sus colegas de otros grupos de trabajo que tenían asignada la misma pregunta, con el fin de debatir, discutir y consensuar una solución en equipo. A diferencia de la experiencia de CET en un entorno cara a cara, los participantes debían interactuar en las anteriores actividades, a través de diferentes mecanismos tradicionales de comunicación. Los mecanismos que emplearon fueron los siguientes:

- Correo electrónico.
- Programas clientes de mensajería instantánea como el Google Talk y el Messenger.
- El chat del sistema de gestión de recursos MOODLE.
- El software para conferencias de Microsoft NetMeeting.

Los mecanismos tradicionales de comunicación como el correo electrónico, los clientes de mensajería instantánea y el chat del MOODLE, fueron empleados cuando los participantes deseaban interactuar con un solo colega durante la actividad colaborativa. El software para conferencias NetMeeting, fue utilizado cuando los participantes tenían que establecer un proceso de consenso o socializar la justificación a sus preguntas asignadas en los grupos de trabajo.

En las Figura 29 y Figura 30 se ilustran algunos de los mecanismos utilizados durante los procesos de debate.

MECANISMOS DE AWARENESS PARA SOPORTAR EL TRABAJO COLABORATIVO. CASO DE ESTUDIO: CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO CON TABLET PCs



Figura 29 Mecanismo de Comunicación – Chat de MOODLE

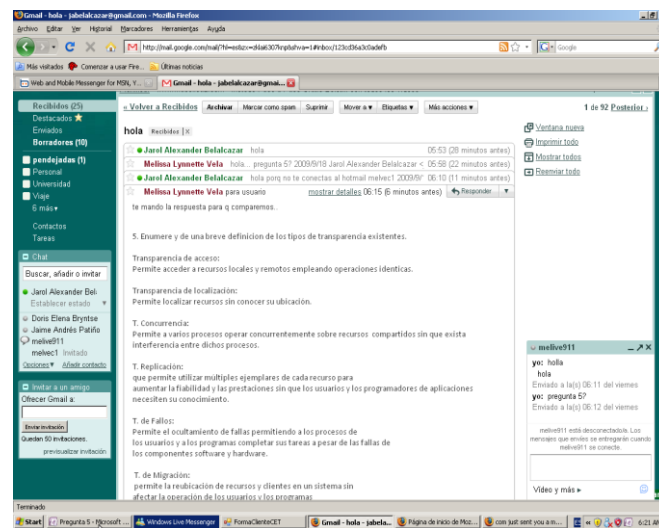


Figura 30 Mecanismos de Comunicación – Correo Electrónico y Chat de Google

Las herramientas de comunicación permitían establecer una comunicación directa a través de texto, facilitando el flujo de información de awareness relacionado con acciones, presencia y autoría de los participantes en la actividad colaborativa. Sin embargo, se lograron observar los siguientes inconvenientes:

- Los participantes emplearon un periodo de tiempo asignado a la etapa de pre-test en seleccionar un mecanismo de comunicación adecuado para interactuar con sus colegas. Lo anterior se presentó puesto que no disponían de información de awareness relacionada con identidad que brindara datos acerca de cómo contactar a un participante, por ejemplo, un correo electrónico asociado a un cliente de mensajería instantánea. En la mayoría de los casos, los participantes tenían que desplazarse a las salas donde se encontraban físicamente sus colegas, con el fin de apreciar dicha información, interrumpiendo de esta forma, el flujo de trabajo o línea de pensamiento en las tareas que tenían asignadas. Otros por su parte tomaron la decisión de realizar sus tareas de manera individual, reduciendo las oportunidades de colaboración con sus colegas.

MECANISMOS DE AWARENESS PARA SOPORTAR EL TRABAJO COLABORATIVO. CASO DE ESTUDIO: CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO CON TABLET PCs

- Cuando los participantes tenían que regresar a sus grupos iniciales de trabajo con el fin de realizar la actividad de consenso, éstos debían entrar en un proceso de negociación, cuyo propósito era definir cuál herramienta de comunicación empleaban para soportar las respectivas interacciones, pues disponían de diferentes clientes de mensajería instantánea. Al igual que en la observación anterior, los participantes se desenfocaban de su actividad principal, ocasionando pérdida en el tiempo efectivo dedicado a sus respectivas tareas, ya que para realizar dicho proceso de negociación se tuvieron que desplazar y congregar físicamente en un punto de reunión.
- Los mecanismos tradicionales de comunicación apoyaban en gran parte el flujo de información de awareness generado por medio de la comunicación directa a través de texto. Sin embargo, ésta era pobre en comparación a su contraparte física, pues se perdía el flujo de información de awareness producido por el lenguaje gestual y corporal de los participantes. Se observó en ciertos casos que algunos participantes no entendían lo que sus colegas expresaban en determinados mecanismos como el correo electrónico o chat, por lo que optaban en ir personalmente a su lugar de trabajo y de esta forma dialogar e interactuar.

Como se describió en las observaciones anteriores, los inconvenientes al seleccionar y configurar un mecanismo de comunicación tradicional se vieron reflejados en el tiempo empleado por los participantes en desarrollar las tareas y actividades que tenían asignadas. En la Tabla 37 se presentan los datos que evidencian los periodos de tiempo empleados por los participantes para desarrollar sus actividades.

TIEMPO ASIGNADO POR EL DOCENTE (1 HORA y 20 MINUTOS)			
	HORA INICIO	HORA FIN	DIFERENCIA (+/-)
Cara a Cara	7:20 am	8: 35 am	-5 minutos
Distribuido	7: 20 am	9:00 am	+20 minutos

Tabla 37 Periodo de Tiempo empleado por los participantes en el Pre-Test

El tiempo asignado por el instructor para desarrollar las tareas y actividades de la etapa pre-test, fue una hora y veinte minutos. La etapa inició a las 7:20 am y debía finalizar a las 8:40 am. Los participantes que presentaron la experiencia de CET en un entorno cara a cara iniciaron las actividades a las 7:20 am y finalizaron a las 8:35 am, empleando cinco minutos menos del tiempo asignado por el instructor. Por otro lado, los grupos de trabajo que presentaron la experiencia de CET en un entorno distribuido iniciaron actividades a las 7:20 am y finalizaron a las 9:00 am, empleando 20 minutos adicionales al tiempo asignado por el instructor. Con base en estos datos, se puede concluir que el desempeño de la actividad colaborativa durante esta etapa, se vio afectado en la configuración y selección de las herramientas tradicionales de comunicación.

A continuación se describen las observaciones de cada una de las actividades de chequeo definidas en la ficha de observación. Los resultados que se obtuvieron fueron los siguientes:

- Los participantes eran conscientes de la presencia de sus colegas durante la actividad colaborativa, pues ya habían tenido un contacto cara a cara en el momento que se estructuraron los grupos de trabajo. De acuerdo con lo anterior, se puede concluir que sin el contacto físico entre los participantes al inicio de la actividad, hubiese sido imposible que éstos percibieran la presencia

MECANISMOS DE AWARENESS PARA SOPORTAR EL TRABAJO COLABORATIVO. CASO DE ESTUDIO: CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO CON TABLET PCs

de sus colegas, ya que no existía un mecanismo de awareness que brindara dicha información. Un ejemplo de un mecanismo de awareness que apoya la información de awareness relacionada con presencia es la lista de participantes.

- Los participantes eran conscientes de las acciones, tareas y actividades que ejecutaban sus colegas durante esta etapa de la actividad colaborativa, gracias a los mecanismos tradicionales de comunicación mencionados anteriormente. Los mecanismos más empleados para interactuar en ésta etapa fueron: el software de conferencias de Microsoft NetMeeting y el correo electrónico.
- Los participantes que emplearon el sistema de pantallas compartidas del software para conferencias NetMeeting, eran conscientes de los objetos o artefactos no tangibles (páginas web, blog de notas, etc.) con los que interactuaban los colegas en sus computadores para desarrollar sus respectivas tareas.
- Los participantes no eran conscientes de la localización o ubicación donde estaban trabajando sus colegas durante la actividad colaborativa, pues no disponían de mecanismos de awareness que permitiera percibir dicha información. En la mayoría de los sistemas groupware, esta información es brindada a través de perfiles de usuario.

Por otro lado, el instructor que tenía el rol de moderador en la actividad colaborativa, interactuaba y coordinaba las intervenciones cara a cara con los participantes, empleando los mecanismos naturales de comunicación. Para cumplir con dicho fin, el moderador tenía que desplazarse físicamente hacia el grupo que lo solicitaba. Lo anterior se debía a que también presentó inconvenientes en la negociación y selección de un cliente de mensajería instantánea, que le permitiera interactuar con los participantes durante la actividad.

5.2.2.2 Observación de la etapa test de CET

El test consiste en presentar el examen de forma tradicional, es decir, individualmente. En ese sentido, no se presentó ningún tipo de interacción entre los participantes. En la Figura 31 se ilustra a los participantes durante la etapa del test.



Figura 31 Estudiantes presentando el examen en la fase de test

5.2.2.3 Observación de la etapa post-test de CET

La etapa pos-test de CET inició cuando el instructor envió a través de una aplicación cliente de MOCET, los exámenes que habían solucionado los participantes de la actividad colaborativa durante la etapa del test, con el propósito de que éstos debatieran y consensuaran la solución a través de sus respectivos grupos de trabajo. Al igual que en la etapa pres-test, los participantes debían debatir la solución del examen, empleando diversos mecanismos tradicionales de comunicación. En la Figura 32 se presenta algunos participantes durante la etapa pos-test.



Figura 32 Grupos de trabajo debatiendo en la etapa pos-test

El mecanismo más empleado por los participantes para interactuar durante esta etapa, fue el software de conferencias NetMeeting. En la Figura 33 se muestra a un grupo de trabajo empleando dicho mecanismo.

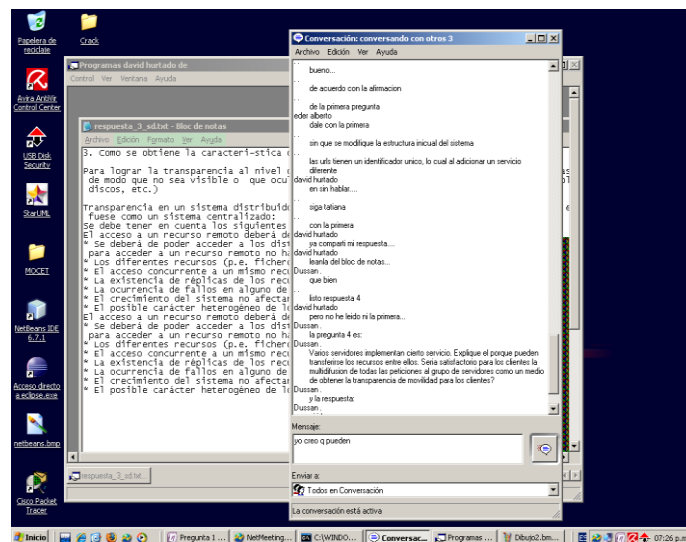


Figura 33 NetMeeting apoyando las actividades de la etapa pos-test

Se observó que este mecanismo fue seleccionado por que permitía a los participantes congregarse en un mismo punto de reunión virtual, facilitando los procesos de socialización y debate. No obstante, presentó los mismos inconvenientes descritos en la etapa pre-test, es decir, los participantes tenían que establecer un proceso de negociación, cuyo fin era determinar cuál de ellos asumía la responsabilidad de iniciar

MECANISMOS DE AWARENESS PARA SOPORTAR EL TRABAJO COLABORATIVO. CASO DE ESTUDIO: CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO CON TABLET PCs

y controlar la conferencia. Solucionado el anterior problema, el responsable de la conferencia debía brindarles información a sus colegas acerca de su dirección IP, con el propósito de que éstos se conectaran a la conferencia. Los anteriores inconvenientes consumieron gran parte del tiempo asignado por el instructor para desarrollar las actividades correspondientes a la presente etapa. Al igual que en la etapa pre-test, se tomaron datos que evidencian el periodo de tiempo empleado por los participantes para desarrollar las tareas y actividades que tenían asignadas. En la Tabla 38 se presentan los periodos de tiempo utilizados por los participantes en la etapa pos-test.

TIEMPO ASIGNADO POR EL DOCENTE (30 MINUTOS)			
	HORA INICIO	HORA FIN	DIFERENCIA (+/-)
Cara a Cara	7:05 pm	7: 25 pm	-10 minutos
Distribuido	7:05 pm	7:45 pm	+10 minutos

Tabla 38 Periodo de Tiempo empleado por los participantes en el Post-Test

El tiempo asignado por el instructor para desarrollar las tareas y actividades de la etapa pos-test, fue de treinta minutos. La etapa inicio a las 7:05 pm y debía finalizar a las 7:35 pm. Los participantes que presentaron la experiencia de CET en un entorno cara a cara iniciaron las actividades a las 7:05 pm y finalizaron a las 7:25 pm, empleando diez minutos menos del tiempo asignado por el instructor. Por otro lado, los grupos de trabajo que presentaron la experiencia de CET en un entorno distribuido iniciaron actividades a las 7:05 pm y finalizaron a las 7:45 pm, empleando 10 minutos adicionales al tiempo asignado por el instructor. Con base en estos datos, se puede concluir que el desempeño de la actividad colaborativa durante esta etapa, también se vio afectado en la configuración y selección de las herramientas tradicionales de comunicación.

Los resultados de las actividades de chequeo definidas en la ficha de observación, presentaron los mismos resultados que en la etapa pre-test. De igual forma, el instructor seguía ejerciendo su rol de moderador, empleando los mecanismos naturales de comunicación para interactuar cara a cara con los participantes.

5.2.3 Fase de análisis

A continuación se describen las conclusiones que se obtuvieron con base en el análisis de la información recolectada en las encuestas y las evidencias de la observación de campo especificadas en las ficha de observación. Los resultados de las encuestas y las fichas de observación se pueden ver en detalle en el ANEXO C. Las conclusiones fueron las siguientes:

- Los mecanismos de comunicación tradicionales brindaron soporte a las interacciones de los estudiantes que participaron en la actividad colaborativa. Dichos mecanismos permitían establecer una comunicación directa, y en consecuencia, facilitaban la apreciación de algunos elementos de awareness como presencia, acciones, tareas, autoría y objetos. Sin embargo, se evidenció que los participantes tuvieron que configurar, seleccionar y negociar un mecanismo apto para interactuar y colaborar con sus colegas, interrumpiendo de esta forma, su línea de pensamiento o flujo de trabajo en las actividades y tareas que tenían asignadas. Los inconvenientes de negociar, configurar y seleccionar un mecanismo también se vieron reflejados en el tiempo empleado para desarrollar las actividades en las etapas pre-test y pos-test de CET.

MECANISMOS DE AWARENESS PARA SOPORTAR EL TRABAJO COLABORATIVO. CASO DE ESTUDIO: CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO CON TABLET PCs

- A pesar del apoyo que brindaron algunos mecanismos de comunicación tradicionales a la herramienta MOCET para facilitar el flujo de información de awareness de CET en un entorno distribuido, sigue existiendo una dependencia de ésta herramienta a un entorno cara a cara, pues se evidenció en las encuestas, que la mayoría de los participantes eran consientes de dicha información, a través del contacto físico que tuvieron con sus colegas.
- La carencia de apoyo a la información de awareness relacionada con el elemento de identidad (perfil, cuenta de cliente de mensajería instantánea, etc.), a través de los mecanismos de comunicación tradicionales disponibles, obligó a que ciertos participantes desarrollaran sus tareas y actividades de manera individual, afectando entonces, los procesos colaborativos de las etapas pre-test y pos-test de CET y la calidad de las respuestas a las preguntas que tenían asignadas.
- Los participantes consideraban que la herramienta presentaba problemas de usabilidad, pues solicitaba datos como la dirección IP y el número de puerto de sus respectivas maquinas para descargar los documentos relacionados con las actividades y tareas de CET.
- Los participantes consideraban que para apoyar CET en un entorno distribuido a través de la herramienta MOCET, este último debe soportar las siguientes funcionalidades:
 - ✓ Chat.
 - ✓ Videoconferencia.
 - ✓ Pantallas compartidas.
 - ✓ Puntos de Reunión virtuales.
 - ✓ Compartimiento de archivos.

Finalizado el pre-análisis de CET en un entorno distribuido sin el soporte de mecanismos de awareness, se continuó con el diseño de la experiencia para evaluar el desempeño de CET en un entorno distribuido con y sin mecanismos de awareness. Dicha experiencia se describe a continuación.

5.3 EVALUACIÓN DE CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO

A continuación se describe el proceso que se realizó para evaluar el desempeño de la aplicación CET en un entorno distribuido con mecanismos de awareness, comparado con la aplicación de CET en un entorno distribuido sin mecanismos de awareness. Al igual que en las experiencias anteriores, se seleccionó el método de observación de campo [4] para el proceso de evaluación. La estructura de las actividades generales que componen el método, también se clasificaron en tres fases: planeación, observación y análisis. Dichas fases se describen a continuación.

5.3.1 Fase de planeación

Con base en el pre-análisis de CET en un entorno distribuido sin el soporte de mecanismos de awareness, se diseñó la experiencia para evaluar el desempeño de CET en un entorno distribuido con y sin mecanismos de awareness. La particularidad de esta experiencia, es que los grupos de participantes tenían que realizar las tareas de CET mediante la versión de MOCET sin el soporte de mecanismos de awareness

y la versión de MOCET con el soporte de los mecanismos de awareness propuestos. La comunicación e interacción de los participantes en la versión de MOCET sin el soporte de mecanismos de awareness, fue apoyada por el software de conferencias NetMeeting. Se seleccionó NetMeeting para apoyar la comunicación de los participantes, pues se evidenció en el pre-análisis de la sección anterior, que los participantes empleaban dicho mecanismo con mayor frecuencia para interactuar y comunicarse con sus colegas durante los procesos y actividades colaborativas de CET. Establecido lo anterior, se diseñó un conjunto ordenado de indicadores para tratar de cubrir los aspectos que se consideraban importantes evaluar. Los indicadores que se definieron se describen en la siguiente sección.

5.3.1.1 Definición de Indicadores

La herramienta, los mecanismos de awareness y el trabajo grupal de los participantes, fueron las variables o aspectos a evaluar para estimar el desempeño de CET en un entorno distribuido con y sin mecanismos de awareness. Para los aspectos relacionados con la herramienta y los mecanismos de awareness se definieron un conjunto ordenado de indicadores. Dichos indicadores son los siguientes:

- Indicadores de la Herramienta**

INDICADOR	DEFINICIÓN
Facilidad de configuración y ejecución.	Facilidad con que los participantes pueden configurar y ejecutar la herramienta durante la actividad colaborativa.
Facilidad de uso, intuitivo.	Facilidad para interactuar con la variedad de servicios que ofrece la herramienta.

Tabla 39 Indicadores de la Herramienta

- Indicadores de los Mecanismos de Awareness**

INDICADOR	DEFINICIÓN
Grado de percepción de información de awareness relacionada con el elemento de Presencia.	Los participantes perciben la presencia de los colegas que están congregados en la actividad colaborativa, a través de los mecanismos de awareness que ofrece la herramienta.
Grado de percepción de Información de awareness relacionada con el elemento de Identidad.	Los participantes son conscientes de la identidad de los colegas que están presentes en la actividad colaborativa, a través de los mecanismos de awareness que ofrece la herramienta.
Grado de percepción de Información de	Los participantes perciben las

MECANISMOS DE AWARENESS PARA SOPORTAR EL TRABAJO COLABORATIVO. CASO DE ESTUDIO: CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO CON TABLET PCs

awareness relacionada con el elemento de Acciones.	acciones que ejecutan sus colegas durante la actividad colaborativa, a través de los mecanismos de awareness que ofrece la herramienta.
Grado de percepción de información de awareness relacionada con el elemento de Tareas.	Los participantes son conscientes de las tareas que están desarrollando sus colegas durante la actividad colaborativa, a través de los mecanismos de awareness que ofrece la herramienta.
Grado de percepción de Información de awareness relacionada con el elemento de Intenciones.	Los participantes perciben las intenciones de sus colegas durante la actividad colaborativa, a través de los mecanismos de awareness que ofrece la herramienta.
Grado de percepción de Información de awareness relacionada con el elemento de Objetos.	Los participantes perciben los objetos con los que interactúan sus colegas durante la actividad colaborativa, a través de los mecanismos de awareness que ofrece la herramienta.
Grado de percepción de Información de awareness relacionada con el elemento de Localización.	Los participantes perciben la localización de sus colegas en el espacio de trabajo, a través de los mecanismos de awareness que ofrece la herramienta.
Grado de percepción de Información de awareness relacionada con el elemento de Mirada.	Los participantes son conscientes de dónde están mirando sus colegas durante la actividad colaborativa, a través de los mecanismos de awareness que ofrece la herramienta.
Grado de percepción de Información de awareness relacionada con el elemento de Extensión.	Los participantes son conscientes de qué pueden llegar hacer sus colegas durante la actividad colaborativa, a través de los mecanismos de awareness que ofrece la herramienta.

Tabla 40 Indicadores de los Mecanismos de Awareness

Los criterios para la definición de los indicadores relacionados con el aspecto de herramienta fueron los siguientes:

- Se evidenció en la experiencia del pre-análisis que los participantes tuvieron que configurar, seleccionar y negociar un mecanismo apto para interactuar y

MECANISMOS DE AWARENESS PARA SOPORTAR EL TRABAJO COLABORATIVO. CASO DE ESTUDIO: CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO CON TABLET PCs

colaborar con sus colegas, interrumpiendo de esta forma, su línea de pensamiento o flujo de trabajo en las actividades y tareas que tenían asignadas. Los inconvenientes de negociar, configurar y seleccionar un mecanismo también se vieron reflejados en el tiempo empleado para desarrollar las actividades en las etapas pre-test y pos-test de CET. Además, los participantes consideraban que la herramienta presentaba problemas de usabilidad, pues solicitaba datos como la dirección IP y el número de puerto de sus respectivas máquinas para descargar los documentos relacionados con las actividades y tareas de CET. En ese sentido, se definieron los indicadores de *Facilidad de Configuración y ejecución* y *Facilidad de uso, intuitivo*; con el propósito de evaluar si la herramienta con los mecanismos de awareness brinda solución a los anteriores problemas, y en consecuencia, mejora el desempeño de la aplicación CET en un entorno distribuido.

Los criterios para la definición de los indicadores relacionados con el aspecto mecanismos de awareness fueron los siguientes:

- Gutwin et al. [36] y Roseman [2] definieron un framework conceptual en el que especifican los elementos que componen la conciencia del espacio de trabajo. Dichos elementos tienen como propósito responder preguntas básicas "quién, qué, y dónde" sobre otros miembros del equipo y sus actividades. Con base en los anteriores elementos de awareness del espacio de trabajo, se definieron los indicadores de awareness. Los indicadores de awareness permiten analizar si los participantes perciben a través de la herramienta, información de awareness acerca de quién estaba presente en la actividad colaborativa, qué actividades estaban ejecutando sus colegas, con cuáles elementos estaban interactuando, y cuando ellos estaban laborando. Dichos indicadores también permiten realizar una valoración acerca de la eficiencia de la aplicación de CET en un entorno distribuido.

El aspecto relacionado con el trabajo grupal de los participantes tiene como propósito determinar si los mecanismos de awareness propuestos mejoran la calidad de los procesos colaborativos en la actividad, y en consecuencia, mejoran el desempeño de CET en un entorno distribuido. Para evaluar dicho aspecto, se realizaron un conjunto de preguntas a los estudiantes que participaron en las experiencias de CET en un entorno distribuido con y sin mecanismos de awareness. A manera de ejemplo, se describe una de las preguntas que se plantearon en el cuestionario:

- ¿Usted cree que la interacción o comunicación que tuvo con sus colegas durante la actividad colaborativa a través de los mecanismos de awareness (videoconferencia, chat, notificaciones, pantallas compartidas, etc.), le ayudó para realizar sus tareas de mejor forma?

5.3.1.2 Diseño de la encuesta

Al igual que en las experiencias anteriores, la información de evaluación se extrajo mediante una serie de encuestas cumplimentadas por los usuarios participantes en los experimentos. Las preguntas propuestas, en su mayoría, incluían una valoración cuantificada y un espacio para complementar o justificar el valor dado a cada pregunta. En otros casos solo se preguntaba por la opinión del encuestado sobre temas específicos. Las preguntas fueron enfocadas para cubrir los 3 aspectos a evaluar mencionados anteriormente. Los resultados obtenidos de la aplicación de este instrumento, fueron contrastados con el seguimiento continuo a las actividades realizadas por los usuarios por medio de la observación de campo. El diseño de la encuesta se puede ver en detalle en el ANEXO D.

5.3.1.3 Población objetivo

Se eligió como población objetivo para la experiencia, el curso de pregrado de Sistemas Distribuidos, el cual se dicta en el programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad del Cauca. Se contó con la participación de 19 estudiantes que se encontraban cursando la asignatura correspondiente al segundo periodo del 2009. Estos participantes ya habían presentado la experiencia de CET en un entorno colaborativo cara a cara y la experiencia del pre-análisis de CET en un entorno distribuido sin el soporte de mecanismos de awareness. En la Figura 34 se ilustra algunos de los estudiantes que participaron en la actividad colaborativa.



Figura 34 Estudiantes que participaron en el proceso de evaluación

A los 19 estudiantes se les organizó de forma aleatoria en dos salas de informática, con el fin de separarlos físicamente y de esta forma reforzar la idea de colaboración remota.

Las evidencias obtenidas en la observación de campo de CET en un entorno distribuido sin el soporte de mecanismos de awareness, fueron similares a las conseguidas en la observación de la experiencia del pre-análisis de la sección anterior. Dicha observación se encuentra en detalle en el ANEXO D. A continuación se describe la observación de los estudiantes que participaron en la actividad de CET en un entorno distribuido con el soporte de mecanismos de awareness.

5.3.2 Fase de observación

Al igual que en las experiencias anteriores, la observación de campo se desarrolló a partir de las de las etapas Pre-test, Test y Pos-Test de CET. Para llevar a cabo la experiencia, se crearon cuatro grupos de trabajo, donde tres grupos se componían de un total de cinco participantes y un grupo de cuatro participantes. Los participantes de estos grupos fueron repartidos en dos salas de informática, con el fin de simular la actividad colaborativa en un entorno distribuido.

A continuación se describe el desarrollo de la observación de campo durante las etapas de la actividad colaborativa de CET.

5.3.2.1 Observación de la etapa pre-test de CET

La etapa pre-test de CET inició cuando los participantes conformaron los grupos de trabajo. Las preguntas y los integrantes de cada grupo de trabajo estaban enumerados del uno al cinco con el propósito de que cada uno de ellos fuera responsable de solucionar una pregunta respectivamente. Para resolver las preguntas, los participantes tenían que reunirse virtualmente con sus colegas, con el fin de debatir, discutir y negociar una solución en equipo a través de mecanismos de awareness como la videoconferencia, el chat, canales de audio y pantallas compartidas que ofrecía la herramienta. La herramienta además de los mecanismos de awareness, soportaba la gestión de los puntos de reunión virtual. Dichos puntos de reunión virtual estaban enumerados de acuerdo a las preguntas y a los grupos de trabajo que el docente había asignado para la actividad. Por lo tanto, los participantes ingresaban a un punto de reunión virtual según la pregunta que se le había concedido o al grupo de trabajo al que pertenece. En la Figura 35 se muestra los puntos de reunión donde los participantes se congregaban virtualmente para desarrollar los procesos colaborativos durante la presente etapa.



Figura 35 Puntos de Reunión Virtual

Una vez que los participantes ingresaban a un punto de reunión virtual, la herramienta desplegaba el mecanismo de awareness de lista de participantes. Dicho mecanismo de awareness permitía a los participantes percibir la presencia de los colegas que estaban presentes en el punto de reunión. Por lo tanto, los participantes eran conscientes de la presencia de los colegas con los que debían interactuar y colaborar para resolver las preguntas que tenían asignadas. La herramienta también ofrecía la lista de participantes de todos los colegas que estaban presentes en la actividad colaborativa. La lista de participantes de la actividad colaborativa permitía a un participante establecer oportunidades de colaboración con colegas de otros grupos de trabajo. Los participantes podían seleccionar de la lista de participantes aquellos colegas de su interés y ver su respectiva información de perfil. La información de perfil ofrecía información de awareness relacionada con el elemento de identidad. Los participantes al percibir dicha información, eran conscientes de quienes eran los colegas con los que estaba interactuando. Se evidenció que los participantes observaban constantemente el perfil de sus colegas. En las Figura 36 y Figura 37 se muestra el mecanismo de awareness de lista de participantes y la información de identidad de un participante a través de su respectivo perfil.

MECANISMOS DE AWARENESS PARA SOPORTAR EL TRABAJO COLABORATIVO. CASO DE ESTUDIO: CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO CON TABLET PCS



Figura 36 Mecanismo de Awareness - Lista de Participantes

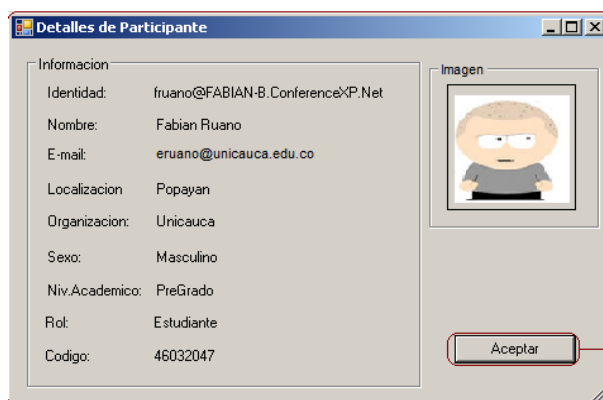


Figura 37 Perfil de un Participante

Los participantes interactuaban y se comunicaban a través de los mecanismos de awareness de chat, canales de audio, videoconferencia y pantallas compartidas. El mecanismo que emplearon con mayor frecuencia para trabajar en equipo fue el chat. Los participantes establecían una sesión de chat con sus colegas y desarrollaban en grupo las preguntas que tenían asignadas. El mecanismo de chat facilitaba el flujo de información de awareness relacionado con acciones, tareas, presencia, intenciones y autoría de los participantes durante los procesos colaborativos de la actividad. Los mecanismos de awareness de videoconferencia y canales de audio se emplearon cuando los participantes necesitaban mejorar la sincronización y coordinación de sus acciones para el desarrollo de las tareas. Se evidenció que algunos participantes no entendían lo que sus colegas expresaban en el mecanismo de awareness del chat, por lo que optaban en emplear los mecanismos de awareness de videoconferencia o canales de audio para conocer en detalle cuáles eran sus intenciones o qué era aquello que querían expresar. Los mecanismos de videoconferencia y canales de audio enriquecían la comunicación directa e indirecta de los participantes, pues apoyaban el lenguaje gestual y corporal de los mismos. En algunas ocasiones el mecanismo de awareness del chat también fue empleado en conjunto con el mecanismo de awareness de pantallas compartidas. Las pantallas compartidas brindaban información de awareness de acciones, objetos y presencia. Dicha información facilitaba la asistencia remota entre los participantes, e igualmente mejoraba la coordinación en el desarrollo de las tareas. En la Figura 38 se presenta a

MECANISMOS DE AWARENESS PARA SOPORTAR EL TRABAJO COLABORATIVO. CASO DE ESTUDIO: CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO CON TABLET PCs

un grupo de participantes interactuando a través de los mecanismos de awareness durante la solución de las preguntas que tenían asignadas.

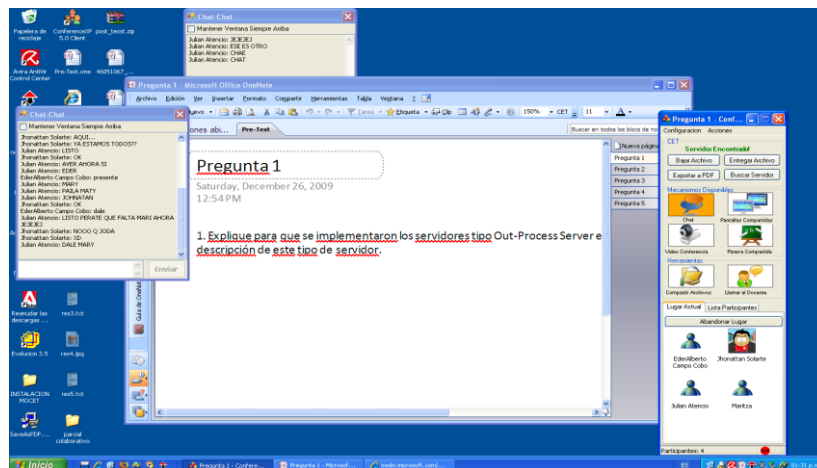


Figura 38 Participantes interactuando con los mecanismos de awareness

Los participantes también eran conscientes de la presencia de sus colegas y de algunas acciones que éstos ejecutaban en el espacio de trabajo, por medio del mecanismo de awareness de indicadores de acción y animaciones. Los indicadores de acción y animaciones eran representados por medio de notificaciones de texto y animaciones graficas. Las notificaciones de texto indicaban a un participante acerca de quién ingresaba o salía del punto de reunión virtual o de la actividad colaborativa. Además, indicaba algunas acciones que se producían, por ejemplo, cuál colega estaba ejecutando la acción de compartir un archivo o iniciar una pizarra compartida. Las animaciones graficas ilustraban en color zapote las acciones relacionadas con el inicio de una sesión de chat, videoconferencia, pantallas compartidas o canales de audio. Las animaciones graficas evitaban la sobrecarga de información en el espacio de trabajo de los participantes. Se observó que cuando un participante iniciaba una sesión de chat, el icono que representaba dicho mecanismo se ponía en color zapote y resplandecía, los colegas al percibir el resplandor hacían click sobre el icono y de inmediato se desplegaba una lista con las sesiones de chat que se habían iniciado. Con lo anterior se evitaba la ejecución automática de las ventanas asociadas a la sesión de chat y se evitaba la interrupción en el flujo de trabajo o línea de pensamiento en las tareas que tenían asignadas. En la Figura 39 se presenta el mecanismo de awareness de indicadores de acción y animaciones.



Figura 39 Indicadores de Acción y Animaciones

MECANISMOS DE AWARENESS PARA SOPORTAR EL TRABAJO COLABORATIVO. CASO DE ESTUDIO: CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO CON TABLET PCS

La pizarra compartida y el compartimiento de archivos fueron otros de los mecanismos empleados por los participantes durante los procesos colaborativos de la presente etapa. Se observó que la pizarra compartida era utilizada con frecuencia por los grupos de trabajo para solucionar las preguntas que involucraban gráficos. El compartimiento de archivos se utilizó cuando los participantes necesitaban compartir un documento o imagen. Dichos mecanismos motivaba la colaboración entre los participantes para el desarrollo de sus actividades. En la Figura 40 se muestra a un grupo de participantes utilizando el mecanismo de pizarra compartida.

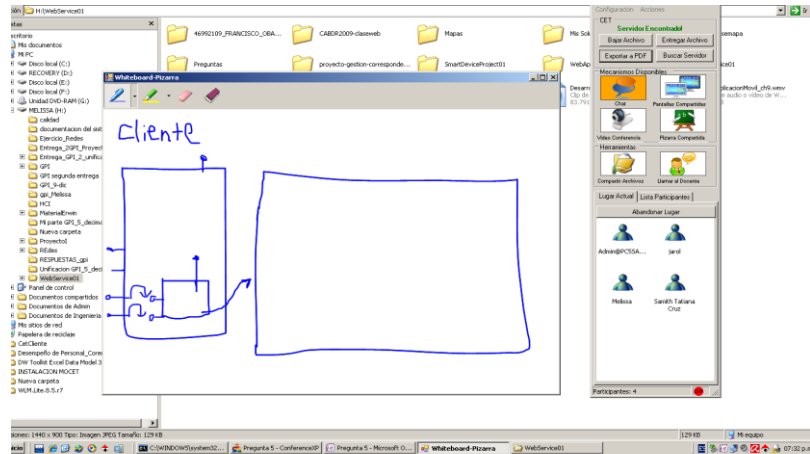


Figura 40 Grupo de Participantes interactuando con la Pizarra Compartida

Por otro lado, el instructor que tenía el rol de moderador en la actividad colaborativa, interactuaba y coordinaba las intervenciones de los participantes, empleando el mecanismo de awareness de chat. Sin embargo, antes de establecer la sesión de chat, éste debía ser llamado previamente. Para realizar el proceso anterior, la herramienta disponía de una opción la cual permitía a los participantes llamar al docente. Cuando los participantes empleaban dicha opción, el sistema notificaba al docente cuál era el grupo que lo estaba solicitando. Una vez que el docente percibía lo que indicaba la notificación, se dirigía hacia al punto de reunión donde se encontraban congregados virtualmente y establecía una sesión de chat con el respectivo grupo de trabajo.

5.3.2.2 Observación de la etapa test de CET

El test consiste en presentar el examen de forma tradicional, es decir, individualmente. En ese sentido, no se presentó ningún tipo de interacción entre los participantes a través de los mecanismos de awareness que ofrecía la herramienta. En la Figura 41 se muestra a un participante durante la etapa del test.



Figura 41 Estudiante presentando el examen en la fase de test

5.3.2.3 Observación de la etapa pos-test de CET

La etapa pos-test de CET inició cuando el instructor envió a través de la herramienta, los exámenes que habían solucionado los participantes de la actividad colaborativa durante la etapa del test, con el propósito de que éstos debatieran y consensuaran la pauta de solución a través de sus respectivos grupos de trabajo. Al igual que en la etapa pre-test, los participantes debían debatir la solución del examen, congregándose virtualmente con sus colegas en los puntos de reunión y empleando los mecanismos de awareness que ofrecía la herramienta. En la Figura 42 se presenta algunos participantes durante la etapa pos-test.



Figura 42 Grupos de trabajo debatiendo en la etapa pos-test

Los resultados de la observación durante esta etapa, fueron similares a los resultados que se describieron en la etapa pre-test.

Con base en las anteriores observaciones, se lograron evidenciar las siguientes ventajas y desventajas relacionadas con el desempeño de la aplicación CET en un entorno distribuido con y sin mecanismos de awareness.

5.3.2.4 Ventajas y desventajas de CET en un entorno distribuido con y sin el soporte de mecanismos de awareness

A continuación se describen las ventajas y desventajas que se evidenciaron en la observación de campo, con respecto al desempeño de CET en un entorno distribuido con y sin mecanismos de awareness.

- **Ventajas de CET en un entorno distribuido con el soporte de mecanismos de awareness**
 - La herramienta brindaba soporte a la gestión de los puntos de reunión virtual y ponía a disposición un conjunto de mecanismos de awareness como el chat, videoconferencia y canales de audio. Por tanto, los participantes de la actividad colaborativa no emplearon parte del tiempo concedido por el docente, congregándose en un lugar físico con sus colegas para poder trabajar en equipo o en negociar, configurar y seleccionar un mecanismo apto para comunicarse e interactuar durante los procesos colaborativos.
 - Los participantes eran conscientes de los elementos que componen la conciencia del espacio de trabajo, gracias a los mecanismos de awareness que soportaba la herramienta. Se evidenció que los participantes eran conscientes de la presencia y localización de sus colegas, a través de los mecanismos de awareness de listas de participantes e indicadores de acción y animaciones. Además, sabían quiénes eran los colegas con los que estaban interactuando por medio de la información de identidad desplegada a través del perfil de los colegas. Mecanismos de awareness como el chat, videoconferencia, canales de audio y pantallas compartidas, facilitaban en alto grado el flujo de información de awareness relacionado con los elementos de presencia, autoría, acciones, tareas, mirada, objetos e intenciones, pues brindaban apoyo a los mecanismos naturales de comunicación directa, comunicación indirecta y feedthrough.
 - La coordinación y sincronización en el desarrollo de las tareas grupales mejoró gracias a la combinación entre los mecanismos de awareness de chat, pantallas compartidas, canales de audio y videoconferencia. Se evidenció que los participantes al utilizar dichos mecanismos en conjunto, empleaban menores periodos de tiempo y evitaban redundancia de información para solucionar las tareas que tenían asignadas.
 - El docente no tenía que desplazarse físicamente hacia donde se encontraban los grupos de trabajo para solucionar las dudas que se presentaban durante la actividad, pues la herramienta le permitía establecer una sesión de chat con aquellos grupos que lo solicitaban a través de la opción “Llamar al docente”.
 - La sobrecarga de información producida por las sesiones de chat, video conferencia, canales de audio y pantallas compartidas que establecían los participantes, eran controladas por medio de los indicadores de acción y animación. Dicho control evitaba las interrupciones en el flujo de trabajo de los participantes.

- **Ventajas de CET en un entorno distribuido sin el soporte de mecanismos de awareness**
 - El software de conferencias NetMeeting permitía a los participantes congregarse en un mismo punto de reunión virtual, facilitando los procesos de socialización y debate durante las etapas de la actividad colaborativa.
 - El software de conferencia NetMeeting, permitía a los participantes percibir información de awareness de las acciones, tareas, objetos y actividades que ejecutaban sus colegas durante esta etapa de la actividad colaborativa, por medio de los mecanismos de chat y pantallas compartidas.
 - El software de conferencias NetMeeting empleaba un menor número de recursos de red que la versión de MOCET con el soporte de mecanismos de awareness. Además, brindaba mayor consistencia y estabilidad.

- **Desventajas de CET en un entorno distribuido con el soporte de mecanismos de awareness**
 - Los mecanismos de awareness de videoconferencia, pantallas compartidas y canales de audio, consumían grandes recursos en la red. Lo anterior puesto que los participantes se encontraban en la misma intranet.

- **Desventajas de CET en un entorno distribuido sin el soporte de mecanismos de awareness**
 - Cuando los participantes emplearon el software de conferencias NetMeeting, tenían que establecer un proceso de negociación, cuyo fin era determinar cuál de ellos asumía la responsabilidad de iniciar y controlar la conferencia. Solucionado el anterior problema, el responsable de la conferencia debía brindarles información a sus colegas acerca de su dirección IP, con el propósito de que éstos se conectaran a la conferencia. Los anteriores inconvenientes consumieron gran parte del tiempo asignado por el instructor para desarrollar las actividades. En la versión de MOCET con el soporte de mecanismos de awareness, dicho proceso se realiza automáticamente.
 - Los participantes no eran conscientes de la localización o ubicación donde estaban trabajando sus colegas durante la actividad colaborativa, pues no disponían de mecanismos de awareness que permitiera percibir dicha información. Igualmente, los participantes no percibían la presencia de sus colegas o las acciones que ejecutaban en el espacio de trabajo compartido, ya que no existían mecanismos de awareness que facilitaran el flujo de dicha información. La versión de MOCET con el soporte de mecanismos de awareness apoyaba los anteriores elementos, a través del perfil de los participantes y los indicadores de acción y animación.
 - El docente en su rol de moderador, interactuaba con los participantes, por medio de los mecanismos naturales de comunicación. Se evidenció que el docente se desplazaba físicamente hacia el lugar del grupo de trabajo que lo solicitaba y solucionada las respectivas dudas. Lo anterior se debía a que también presentó inconvenientes en la configuración de la herramienta NetMeeting, para interactuar con los participantes durante la actividad. La versión de MOCET con el soporte de mecanismos de awareness, mejoró dicho proceso, a través de la opción “Llamar al docente”.

MECANISMOS DE AWARENESS PARA SOPORTAR EL TRABAJO COLABORATIVO. CASO DE ESTUDIO: CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO CON TABLET PCs

- A pesar del apoyo que brindó el software de conferencias NetMeeting para facilitar el flujo de información de awareness de CET en un entorno distribuido, sigue existiendo una dependencia de ésta herramienta a un entorno cara a cara, pues se evidenció que la mayoría de los participantes eran consientes de dicha información, cuando los participantes configuraban la herramienta para iniciar una conferencia.

Finalizada la actividad, se aplicó la encuesta, con el fin de capturar la valoración de los participantes respecto al desempeño de la aplicación CET en un entorno distribuido con y sin mecanismos de awareness. Los resultados de las encuestas se encuentran en detalle en el ANEXO D. El análisis de dicho instrumento se presenta a continuación.

5.3.3 Fase de análisis

El primer bloque de preguntas de la encuesta tenía como propósito medir el desempeño de la aplicación CET en un entorno distribuido con respecto al funcionamiento de la herramienta MOCET en sus dos versiones, es decir, MOCET con el soporte de mecanismos de awareness y MOCET sin el mecanismos de awareness pero con el apoyo de clientes de mensajería instantánea (IMS). Como resultado directo de este bloque, se evidencia que los encuestados han dado una gran importancia a la *facilidad de configuración y ejecución*, y *facilidad de uso, intuitivo*, de la versión de MOCET con el soporte de mecanismos de awareness. En la Figura 43 se muestra los resultados relacionados con los aspectos mencionados anteriormente.

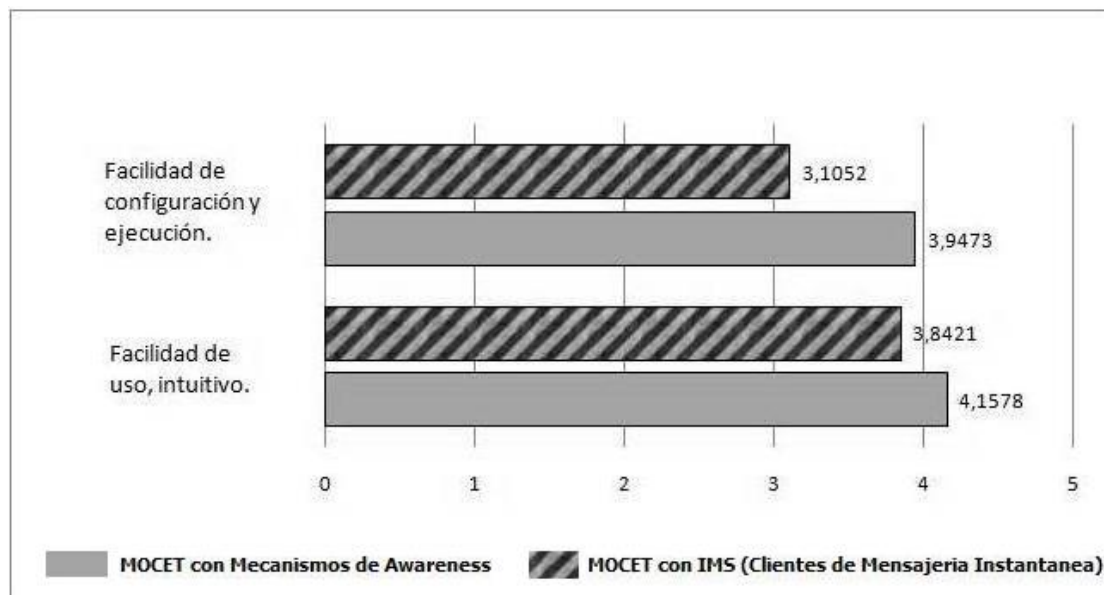


Figura 43 Resultados de la encuesta sobre aspectos relacionados con el funcionamiento de las herramientas

En este bloque también se les preguntó a los encuestados acerca de sus impresiones con respecto a la herramienta MOCET en sus dos versiones para soportar la actividad colaborativa de CET en un entorno distribuido. Los resultados obtenidos evidencian la satisfacción de los encuestados con la versión de MOCET que brinda el soporte de mecanismos de awareness. La mayoría de los encuestados (95 %) considera que el soporte que brinda la versión de MOCET con mecanismos de awareness es aceptable. Por otro lado, el 89 % de los encuestados opina que el soporte que brinda

MECANISMOS DE AWARENESS PARA SOPORTAR EL TRABAJO COLABORATIVO. CASO DE ESTUDIO: CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO CON TABLET PCs

la versión de MOCET con el apoyo de los IMS es regular. Algunos encuestados manifestaron que la versión de MOCET con mecanismos de awareness ponía a disposición todos los mecanismos necesarios para soportar los procesos colaborativos en la actividad de CET, mientras que en la versión de MOCET sin mecanismos de awareness consideraban que perdían tiempo en la configuración de los respectivos IMS.

El segundo bloque de la encuesta se centró en medir el desempeño de la aplicación CET en un entorno distribuido con respecto al grado de información de awareness que percibieron los participantes, a través de los mecanismos de awareness soportados (ver Figura 44). Con base en los resultados obtenidos, se evidencia la ventaja de la versión de MOCET con soporte de mecanismos de awareness con respecto a la versión de MOCET sin el soporte de mecanismos de awareness, ya que casi todos los indicadores dan una valoración mayor en la versión de MOCET con el soporte de mecanismos de awareness. Finalmente, la nota global que los encuestados dieron a los mecanismos de *awareness* es también significativa.

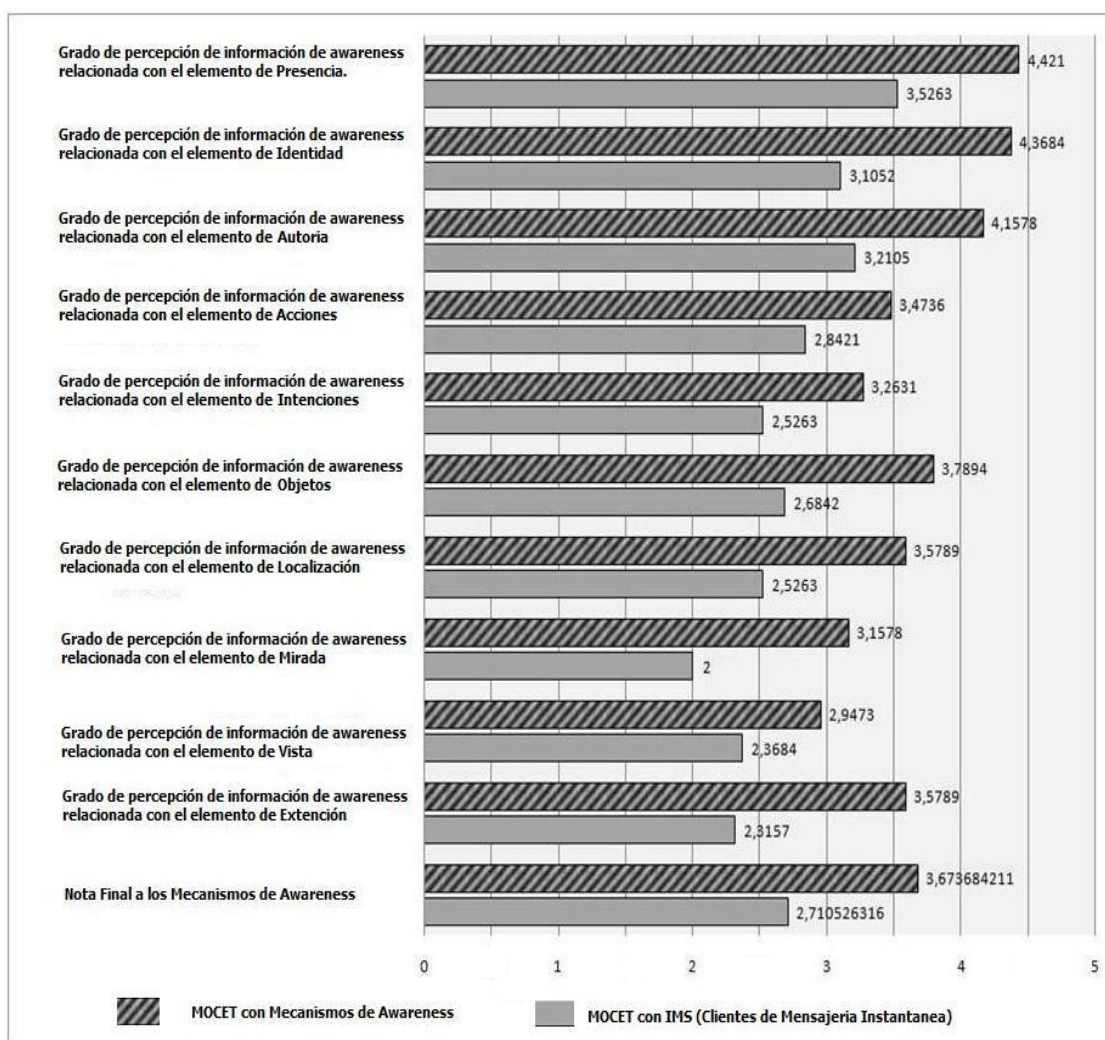


Figura 44 Resultados de la encuesta sobre aspectos de awareness

El último bloque de preguntas indagó a los encuestados con respecto al trabajo grupal que desarrollaron con sus colegas, con el propósito de determinar si los mecanismos de awareness propuestos mejoraron la calidad de los procesos colaborativos en la

MECANISMOS DE AWARENESS PARA SOPORTAR EL TRABAJO COLABORATIVO. CASO DE ESTUDIO: CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO CON TABLET PCs

actividad, y en consecuencia, mejoraron el desempeño de CET en un entorno distribuido. Los resultados obtenidos muestran lo siguiente:

- Los encuestados opinaron que la interacción o comunicación que tuvieron con sus colegas durante la actividad colaborativa, a través de los mecanismos de awareness (videoconferencia, chat, notificaciones, pantallas compartidas, etc.), les ayudó para realizar sus tareas de mejor forma. Los resultados obtenidos evidencian que al 47.37% de los encuestados, les ayudó absolutamente, mientras que el 36.84% les ayudó en ciertas ocasiones. Algunos encuestados consideraban que gracias a la interacción y comunicación que tuvieron con sus colegas, a través del soporte de mecanismos de awareness, se emplearon menores periodos de tiempo en la solución de las tareas y se mejoró la calidad en las respuestas de las mismas.
- Los encuestados manifestaron que la información de awareness que percibieron de sus colegas, relacionada con los elementos de acciones, tareas y actividades; les ayudó para realizar sus tareas en la actividad colaborativa. La mayoría de los encuestados (42%) consideraba que en buena parte dicha información les ayudó para realizar sus tareas, mientras que el 26% opina que les ayudó absolutamente. Algunos encuestados consideraban que la información percibida, a través de los mecanismos de awareness, facilitaba la creación de oportunidades de colaboración, pues en ciertas ocasiones, sus colegas al ser conscientes de las tareas que estaban desarrollando, les brindaban asistencia remota, realizando correcciones u observaciones a las soluciones de las preguntas que tenían asignadas.
- Los encuestados opinaron que los mecanismos de awareness (chat, videoconferencia, notificaciones, pantallas compartidas, etc.) que soporta la herramienta, permitieron mejorar la coordinación en el desarrollo de las tareas con sus colegas durante la actividad colaborativa. El 63.16% de los encuestados opinó que absolutamente, dichos mecanismos mejoraron la coordinación en el desarrollo de las tareas con sus colegas, mientras que el 31.58% opinó que mejoró en buena parte de la actividad. Ciertos encuestados manifestaron que eran conscientes de las acciones que sus colegas habían ejecutado, estaban ejecutando y pretendían ejecutar; a través de los mecanismos de awareness propuestos. Dicha consciencia mejoraba la coordinación en la solución de las tareas, pues se evitaban problemas de redundancia de información y pérdida de tiempo en la solución de las mismas.

En este bloque también se les pregunto a los participantes, acerca de qué información de awareness hubiera sido deseable tener para realizar las tareas grupales de mejor forma. Según la mayoría de los encuestados, la herramienta presentaba los mecanismos suficientes para realizar sus tareas grupales de una manera eficiente. Sin embargo, algunos usuarios sugerían añadir mecanismos de awareness como Telepunteros o ScrollBar multi-usuario a la pizarra compartida, pues al ejecutar dicha aplicación, desconocían quién de sus colegas estaba interactuando con ella. Igualmente, manifestaron el deseo de soportar un editor de texto colaborativo y adicionarle también los mecanismos de awareness propuestos.

Además de los resultados obtenidos en las encuestas, también se analizaron y compararon las notas obtenidas por los grupos de trabajo después de la evaluación. Para dicho proceso, se analizaron las notas alcanzadas por los grupos de trabajo que presentaron el mayor y menor desempeño, cuando emplearon la versión de MOCET en un entorno distribuido sin mecanismos de awareness. Posteriormente, se realizó una comparación con las notas que obtuvieron los grupos que presentaron el mayor y

MECANISMOS DE AWARENESS PARA SOPORTAR EL TRABAJO COLABORATIVO. CASO DE ESTUDIO: CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO CON TABLET PCs

menor desempeño, cuando utilizaron la versión de MOCET con mecanismos de awareness. Los resultados fueron los siguientes:

	NOTA DEL GRUPO QUE PRESENTÓ EL MEJOR DESEMPEÑO	NOTA DEL GRUPO QUE PRESENTÓ EL MENOR DESEMPEÑO
MOCET sin mecanismos de awareness	4.02	3.05
MOCET con mecanismos de awareness	4.26	3.10

Tabla 41 Notas obtenidas en el proceso de evaluación

Con base en los resultados presentados en la Tabla 41, se evidencia que las notas de los grupos de trabajo cuando emplearon la versión de MOCET con mecanismos de awareness, fueron superiores a los resultados obtenidos cuando emplearon la versión de MOCET sin mecanismos de awareness. De acuerdo con este hecho, el soporte de mecanismos de awareness, influyó de manera positiva, mejorando el desempeño de la aplicación CET en un entorno distribuido.

6. DIFICULTADES PRESENTADAS Y SOLUCIONES PLANTEADAS DURANTE EL DESARROLLO DEL PROYECTO

- En la actualidad, existe un framework conceptual propuesto por Gutwin et al. [36], enfocado principalmente en definir qué información de awareness un sistema groupware debe capturar acerca de las interacciones de una persona con el espacio de trabajo, y cómo esta información debe ser presentada a los demás participantes. A pesar de que el framework conceptual es empleado por los diseñadores como un punto de partida para pensar en cómo construir sistemas groupware que apoyen el flujo de información de awareness, los autores no definen algunos criterios que permitan identificar y seleccionar los mecanismos de awareness aptos para soportar dichos sistemas en un entorno distribuido.

La solución a este problema fue definir un conjunto de características, aspectos a evaluar e indicadores que permitieran establecer algunos criterios para la identificación y selección de mecanismos de awareness en un sistema groupware.

- Uno de los principales inconvenientes en el desarrollo del proyecto, fue la poca documentación técnica suministrada por los autores de la herramienta MOCET. Esto causó grandes retrasos en el inicio del desarrollo del prototipo software, pues se presentaron inconvenientes con los requerimientos de instalación y la compilación del código fuente. Además, no se contaba con un manual de usuario, por lo que fue necesario aprender mediante prueba y error, con el fin de entender los diferentes servicios que ofrecía dicha herramienta.

Para abordar este inconveniente se optó por establecer un contacto con los autores de la herramienta MOCET, con el fin de obtener soporte técnico. Sin embargo, la distancia geográfica con ellos ocasionaba muchas demoras en la asistencia. El desarrollo pudo iniciarse con relativa normalidad después de la revisión completa del código fuente, corrección de algunos errores en el mismo y varias pruebas para comprender por completo el funcionamiento de la herramienta.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

- En este trabajo se ha mostrado un conjunto de características, aspectos a evaluar e indicadores, que permitieran definir algunos criterios para la identificación y selección de mecanismos de awareness en un sistema groupware. Con base en dichos elementos, se identificó que los mecanismos naturales de comunicación que empleaban los participantes con mayor frecuencia para interactuar y percibir información de awareness, eran los mecanismos de comunicación directa, indirecta y feedthrough. Para apoyar los mecanismos naturales de comunicación, se investigaron y seleccionaron algunos mecanismos de awareness, con el fin de permitir a los usuarios, seguir empleando dichos mecanismos naturales durante la actividad colaborativa de CET en un entorno distribuido con Tablet PCs.
- Se modeló y construyó un prototipo software, con el fin de soportar los mecanismos de awareness identificados y definidos para apoyar CET en un entorno distribuido con Tablet PCs. Para realizar dicho proceso, se empleó la metodología de desarrollo del Proceso Unificado Ágil (AUP), utilizando técnicas de modelado ágil y basándose en estándares propuestos por diferentes organizaciones. Con base en dichos elementos, se demuestra que la metodología AUP fue apta para el proceso de desarrollo de acuerdo al alcance del proyecto.
- Los resultados obtenidos en la evaluación del desempeño de CET en un entorno distribuido, demuestran que los mecanismos de awareness mejoraron la coordinación de los participantes en el desarrollo de las tareas que tenían asignadas. Esto se debió a la información de conciencia que brindaban dichos mecanismos, pues evitaban problemas de redundancia de información y pérdida de tiempo en la solución de las mismas.
- Los indicadores relacionados con el funcionamiento de la herramienta, evidencian que los participantes evaluaron positivamente la facilidad de configuración y facilidad de uso de la versión de MOCET con el soporte de mecanismos de awareness, con respecto a la versión de MOCET sin mecanismos de awareness.
- Los indicadores de awareness evidencian un mejor desempeño de la aplicación CET en un entorno distribuido, con respecto al grado de información de awareness que percibieron los participantes durante la actividad colaborativa, a través de los mecanismos de awareness soportados.
- El soporte de mecanismos de awareness favoreció en gran medida el trabajo grupal de los participantes, pues se evidenció una mejora en la calidad de los procesos de comunicación y colaboración de los participantes durante la actividad colaborativa.
- Se evidenció que las notas de los grupos de trabajo cuando emplearon la versión de MOCET con mecanismos de awareness, fueron superiores a los resultados obtenidos cuando emplearon la versión de MOCET sin mecanismos de awareness. De acuerdo con este hecho, el soporte de mecanismos de awareness, influyó de manera positiva, mejorando el desempeño de la aplicación CET en un entorno distribuido.

7.2 RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO

- Es necesario plantear evaluaciones subsiguientes con el fin de determinar con mayor exactitud, si los mecanismos de awareness que apoyan a CET, contribuyen en el mejoramiento del proceso de aprendizaje de los estudiantes. Para ello, se propone diseñar varias experiencias que permitan analizar algunos valores de desviación estándar relacionados con el tiempo y las notas de los estudiantes, empleando las versiones de MOCET con mecanismos de awareness y MOCET sin mecanismos de awareness.
- Es interesante considerar la ampliación del prototipo software, pues existen diversos mecanismos de awareness y aplicaciones colaborativas que podrían ser útiles para enriquecer los procesos colaborativos de los participantes en CET. Se podría considerar la implementación de un editor de texto colaborativo e incluirle algunos mecanismos de awareness, tales como: Telepunteros, ScrollBar Multiusuario, coloreo por autores, líneas de autoría, entre otros, con el fin de favorecer las tareas de coordinación de grupo.
- En la actualidad, se están diseñando nuevos mecanismos de awareness usando agentes inteligentes, que favorezcan en gran medida, los procesos de monitoreo y evaluación del desempeño de los participantes. Dichos mecanismos pretenden brindar elementos para la supervisión constante de las actividades y argumentos para la intervención temprana por parte del instructor en CET.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] M.K. Pinheiro, J.V. de Lima and M.R.S. Borges, "Awareness en sistemas de groupware," *Proceedings of IV Jornadas Iberoamericanas de Ingeniería de Requisitos y Ambientes de Software*, Santo Domingo. Costa Rica: CIT, 2001.
- [2] C. Gutwin, S. Greenberg, and M. Roseman, "Workspace awareness in real-time distributed groupware: Framework, widgets, and evaluation," *PEOPLE AND COMPUTERS*, pp. 281-298, 1996.
- [3] S. Ochoa, L. Guerrero, J. Pino, C. Collazos, and D. Fuller, "Improving learning by collaborative testing," *Student-Centered Learning Journal*, vol. 1, pp. 123- 135, 2003.
- [4] J. McKernan, *Investigación-acción y curriculum: métodos y recursos para profesionales reflexivos*: Morata, 1999.
- [5] S. W. Ambler, "The Agile Unified Process (AUP)," *Capturado en <http://www.ambyssoft.com/unifiedprocess/agileUP.html>*, Consultado en Junio 28 de 2009.
- [6] R. Deyse and P. Lizabeth, *Revista de Pedagogia*. 2006.
- [7] C. Collazos, L. Guerrero, and A. Vergara, "Aprendizaje Colaborativo: Un cambio en el rol del profesor," 2001.
- [8] P. Dillenbourg and M. Baker, "Negotiation spaces in human-computer collaborative learning," in *Proceedings of the International Conference on Cooperative Systems*, 1996, pp. 12-14.
- [9] C. A. Collazos and J. Mendoza, "Como aprovechar el" aprendizaje colaborativo" en el aula," *Educación y Educadores*, vol. 9, 2006.
- [10] E. Turban, *Decision support and expert systems: management support systems*: Prentice Hall PTR Upper Saddle River, NJ, USA, 1993.
- [11] S. Michels, *Look and Feel!*. Masters Thesis, Tilburg University. 1995.
- [12] D. W. Johnson and R. T. Johnson, "An overview of cooperative learning," *Creativity and Collaborative Learning*, 1994.
- [13] D.W. Johnson, R.T. Johnson and E.J. Holubec, "El Aprendizaje Cooperativo en el Aula," Buenos Aires, Editorial Paidós, 1999.
- [14] M. SaponShevin, B. Ayres and J. Duncan, "Cooperative Learning and Inclusion," Disponible en: <http://www.cooperation.org/pages/overviewpaper.html>. Consultado: Marzo 4 de 2009.
- [15] S. Kagan, "The structural approach to cooperative learning," *Educational Leadership*, vol. 47, pp. 12-15, 1989.
- [16] E. Barkley, K. P. Cross and C. H. Major, *Técnicas de aprendizaje colaborativo*. Madrid: Morata, 2007.

- [17] E. Aronson, N. Blaney, C. Stephan, J. Sikes, and M. Snapp, "The jigsaw classroom," *Improving Academic Achievement: Impact of Psychological Factors on Education*, p. 209, 2002.
- [18] E. P. C. Murcia, "Aprendizaje colaborativo soportado por computador (CSCL): su estado actual," *Revista Iberoamericana de Educación*, vol. 33, 2004.
- [19] C. A. Ellis, S. J. Gibbs, and G. Rein, "Groupware: some issues and experiences," *Communications of the ACM*, vol. 34, p. 58, 1991.
- [20] P. Dourish and V. Bellotti, "Awareness and coordination in shared workspaces," In Proc. Computer supported cooperative Work (CSCW'92), 1992.
- [21] S. Gerry, K. Timothy and D. Suthers, "Aprendizaje Colaborativo Apoyado por Computador: Una perspectiva histórica", 2006.
- [22] C. Ellis, S. Gibbs; G. Rein. Groupware, Some Issues and Experiences. Communication of ACM, January 1991.
- [23] M. R. Salcedo, "Alliance sobre la Internet: soporte para la edición cooperativa de documentos estructurados sobre una red a gran distancia," *Grenoble, France: INPG*, 1998.
- [24] M. D'Á and G. Xexéo, "Editor Cooperativo para Diagramas de Software OO," In: XI Simposio Brasileiro de Ingeniería del Software, *Fortaleza, CE*, pp. 499-502, 1997.
- [25] M. Roseman and S. Greenberg, "Building real-time groupware with GroupKit, a groupware toolkit," *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, vol. 3, pp. 66--106, 1996.
- [26] R. Johansen, *Groupware: Computer support for business teams*: The Free Press New York, NY, USA, 1988.
- [27] J. Grudin, "Why CSCW applications fail: problems in the design and evaluation of organizational interfaces," 1988, pp. 85-93.
- [28] M. Ortega, J. Bravo, M. Prieto, and J. de Lara Jaramillo, "Groupware y Educación," *Informática Educativa Comunicaciones*, vol. 1, 1997.
- [29] C. A. Ellis, S. J. Gibbs, and G. Rein, "Groupware: some issues and experiences," *Communications of the ACM*, vol. 34, p. 58, 1991.
- [30] H. Lausen, "SemanticWeb.org Groupware Evaluation.", 2004.
- [31] G. Geronimo; V. Canseco, "Breve Introducción a los Sistemas Colaborativos: Groupware & Workflow".
- [32] P. Dillenbourg, M. Baker, A. Blaye, and C. O'Malley, "The evolution of research on collaborative learning," *Learning in Humans and Machine: Towards an interdisciplinary learning science*, pp. 189-211, 1996.
- [33] D. A. Ovalle Carranza, J. A. Jiménez Builes, and C. A. Collazos Ordoñez, "Model for supporting awareness in the CSCL ALLEGRO Environment through a blackboard architecture," *Ingeniería e Investigación*, vol. 26, pp. 67-77, 2006.

MECANISMOS DE AWARENESS PARA SOPORTAR EL TRABAJO COLABORATIVO. CASO DE ESTUDIO: CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO CON TABLET PCs

- [34] C. Gutwin and S. Greenberg, "Workspace awareness for groupware," 1996, pp. 208-209.
- [35] C. Gutwin, G. Stark and S. Greenberg, "Support for workspace awareness in educational groupware," *The first international conference on Computer support for collaborative learning*, 1995, pp. 147-156.
- [36] C. Gutwin and S. Greenberg, "A descriptive framework of workspace awareness for real-time groupware," *Computer Supported Cooperative Work (CSCW)*, vol. 11, pp. 411-446, 2002.
- [37] K. Tee, S. Greenberg, and C. Gutwin, "Providing artifact awareness to a distributed group through screen sharing," *Proceedings of the 2006 20th anniversary conference on Computer supported cooperative work*, pp. 99–108, 2006.
- [38] A. Totter, T. Gross, and C. Stry, "Functional versus Conscious Awareness in CSCW-Systems," XV. IFIP World Computer Congress. Telecooperation—The Global Office, Teleworking and Communication Tools, 1998.
- [39] K. Tee, S. Greenberg, and C. Gutwin, "Artifact awareness through screen sharing for distributed groups," *International Journal of Human-Computer Studies*, vol. 67, pp. 677-702, 2009.
- [40] N. J. Salkind, R. L. Escalona, and V. V. Salmerón, *Métodos de investigación*: Pearson Educación, 1998.
- [41] J. C. Tang, "Findings from observational studies of collaborative work," *International Journal of Man-Machine Studies*, vol. 34, pp. 143-160, 1991.
- [42] D. Tatar, G. Foster and D. Bobrow "Design for Conversation: Lessons from Cognoter", *International Journal of Man-Machine Studies*, vol. 34, pp. 185–210, 1991.
- [43] L. Bannon, M. Robinson, and K. Schmidt, "Collaborative activity and technological design: Task coordination in London Underground control rooms," 1991, p. 65.
- [44] L. D. Segal, "Actions speak louder than words: How pilots use nonverbal information for crew communications," 1994, pp. 21-25.
- [45] A. Dix, J. Finlay, G. D. Abowd, and R. Beale, *Human-computer interaction*: Prentice hall, 1993.
- [46] M. Masoodian, M. Apperley, and L. Frederickson, "Video support for shared workspace interaction: an empirical study," *Interacting with computers*, vol. 7, pp. 237-253, 1995.
- [47] J. Sun and H. Regenbrecht, "Implementing three-party desktop videoconferencing," 2007, pp. 95-102.
- [48] M. Pahud, "ConferenceXP research platform: toward an extensible collaborative environment," *Publicación de Microsoft Research. Disponible en línea: <http://research.microsoft.com/conferencexp/library/ExtensibleCollaborativeEnv.pdf>*, 2008.

MECANISMOS DE AWARENESS PARA SOPORTAR EL TRABAJO COLABORATIVO. CASO DE ESTUDIO: CET EN UN ENTORNO DISTRIBUIDO CON TABLET PCs

- [49] S. Ochoa, C. Collazos, G. Bravo, A. Neyem, E. Omeño, and L. Guerrero, "Una Técnica de Evaluación Colaborativa Soportada por Computador Para Escenarios de Educación Superior," 2007.
- [50] ConferenceXP RTDocuments Specification. Disponible en: <http://www.conferencexp.net/community/library/RTDocsSpecification.htm>. Consultado: Julio 27 de 2009.
- [51] O. Bohl, J. Scheuhase, R. Sengler, and U. Winand, "The sharable content object reference model (SCORM)-a critical review," 2002, pp. 950-951.
- [52] *IEEE Standard for Software Test Documentation*, IEEE 829, 1998.
- [53] SUMI, "Software Usability Measurement Inventory". Disponible en: <http://www.ucc.ie/hfrg/questionnaires/sumi/index.html>. Consultado: Noviembre 20 de 2009.
- [54] J. Certuche y R. Orozco, "*Métricas de Usabilidad y Accesibilidad en los Procesos de Desarrollo de Software en MiPymes*", Tesis de Pregrado, Universidad del Cauca, Popayán, 2009.