



CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS AVANZADOS
DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

Unidad Zacatenco

Departamento de Computación

**XARE-F2F: marco de desarrollo para aplicaciones
adaptativas que apoyan la colaboración
co-localizada**

Tesis que presenta

Michael Iván Romero Gama

para obtener el Grado de

Maestro en Ciencias

en Computación

Directora de Tesis

Dra. Sonia Guadalupe Mendoza Chapa

México, D.F.

Noviembre, 2013

Resumen

Mediante las soluciones tecnológicas que los sistemas colaborativos ofrecen, los miembros de un grupo de trabajo pueden interactuar de manera distribuida o co-localizada. En nuestras actividades diarias en la escuela o la oficina, múltiples situaciones de colaboración ocurren comúnmente cuando las personas implicadas están localizadas simultáneamente en un mismo lugar. En el mejor de los casos, estas situaciones de colaboración son apoyadas mediante aplicaciones de propósito general, las cuales generalmente no son conscientes del contexto, i.e., no son capaces de percibir el entorno del grupo, con el fin de proveer información y servicios útiles para los colaboradores, en función del momento y lugar, de sus roles y actividades actuales, así como de los dispositivos empleados para asistir la interacción entre dichos colaboradores.

Diversos trabajos de investigación se han enfocado en definir y percibir cambios en el contexto de uso de las aplicaciones, pero la mayoría de ellos sólo provee soporte para el trabajo individual. Sólo unos cuantos marcos de desarrollo se centran en modelar sistemas conscientes del contexto, pero proporcionan únicamente soluciones teóricas para el trabajo colaborativo distribuido.

En esta tesis se propone el marco XARE-F2F, cuyo principal objetivo es facilitar el desarrollo de aplicaciones colaborativas conscientes del contexto que soportan la colaboración cara a cara. El marco propuesto ha sido validado mediante el diseño e implementación de tres herramientas para apoyar algunas actividades comunes en reuniones formales: 1) una *herramienta de votación*, la cual intenta agilizar el proceso de una sesión de votación, permitiendo a los votantes ejercer su voto de manera electrónica mediante sus dispositivos móviles; 2) un *editor colaborativo de mapas mentales*, el cual permite a un grupo de colaboradores trabajar en un mapa mental común de manera simultánea, utilizando un pizarrón interactivo ubicado en el lugar de reunión, así como sus dispositivos móviles; y 3) un *administrador de contenidos vía NFC*, el cual hace accesible, a un grupo de colaboradores, la documentación que se va a tratar en una reunión previamente planificada, mediante el uso de la tecnología de comunicación NFC.

Estas aplicaciones pueden adaptarse al contexto de uso actual, en función de diversas variables, tales como el rol del usuario, la configuración del grupo y las características de software y hardware de los dispositivos empleados en la sesión colaborativa.

Abstract

Through the technological solutions provided by groupware systems, the members of a work group can interact in a distributed or colocated way. In our daily activities at the school or office, multiple collaboration situations usually occur when the involved persons are simultaneously located at the same place. In the best case, these collaboration situations are supported by general purpose applications, which are generally context-unaware, i.e., they are unable of perceiving the group's environment, in order to provide information and services useful for collaborators according to the time and place, their current roles and activities, and the devices employed to assist the interaction among such collaborators.

Several research works have been focused on defining and perceiving changes in the context of use of applications, but most of them only provide support for individual work. Only few development frameworks are centered on modeling context-aware systems, but they just provide theoretical solutions for distributed group work.

In this thesis we propose the XARE-F2F framework, whose main goal is to facilitate the development of context-aware groupware applications intended for supporting face-to-face collaboration. The proposed framework has been validated by designing and implementing three tools for assisting some common activities in formal meetings: 1) a *voting tool*, which aims to speed up the process of a voting session, by allowing the voters to give their vote in an electronic way through their mobile devices; 2) a *mind map collaborative editor*, which allows the members of a group to work together on a shared mind map, using an interactive whiteboard located in the meeting room, as well as their own mobile devices; and 3) an *NFC-based content manager*, which makes the documentation to be discussed during a planned meeting accessible to the group of collaborators, by means of the NFC communication technology.

These applications can adapt themselves to the current context of use according to several variables, such as the user role, the group setting, as well as the software and hardware characteristics of the devices employed during the collaborative session.

Índice general

Índice de figuras	ix
Índice de tablas	xiii
1 Introducción	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Contexto de investigación	2
1.3 Planteamiento del problema	3
1.4 Objetivos del proyecto	5
1.5 Resultados	6
1.6 Organización de la tesis	8
2 Estado del arte	11
2.1 Contexto de uso	11
2.2 Trabajos relacionados	12
2.2.1 CoFFEE	13
2.2.2 Dynamo	13
2.2.3 Cambiera	14
2.2.4 Pizu: biblioteca para pantallas personales portátiles	17
2.2.5 Conference Assistant	17
2.2.6 UbiCicero	19
2.2.7 Sistema para la administración de documentos	20
2.2.8 ConnecTables	22
2.2.9 DACS	22
2.3 Análisis comparativo	23
2.3.1 Mono-usuario vs multi-usuario, colaboración distribuida vs co-localizada y consciencia del contexto	24
2.3.2 Elementos y variables del contexto de uso	25
2.3.3 Tipo de adaptación	27
2.3.4 Síntesis del análisis comparativo	28
3 Análisis y diseño del marco XARE-F2F	29
3.1 Herramienta de votación	30
3.1.1 Escenario	30

3.1.2	Requerimientos funcionales y no funcionales	31
3.1.3	Diagramas de casos de uso	34
3.2	Editor colaborativo de mapas mentales	42
3.2.1	Escenario	42
3.2.2	Requerimientos funcionales y no funcionales	43
3.2.3	Diagramas de casos de uso	45
3.3	Administrador de contenidos vía NFC	52
3.3.1	Escenario	52
3.3.2	Requerimientos funcionales y no funcionales	53
3.3.3	Diagramas de casos de uso	54
3.4	Marco XARE	60
3.4.1	Contextos de uso de un sistema colaborativo	60
3.4.2	Clases de XARE	61
3.4.3	Capas de XARE	64
3.4.4	Asociación entre las clases y capas de XARE	68
3.5	Marco XARE-F2F	69
3.5.1	Clases de XARE-F2F	69
3.5.2	Asociación entre las clases de XARE-F2F y las capas de XARE	71
4	Implementación del marco XARE-F2F	73
4.1	Arquitectura	73
4.2	Mecanismo de ubicación física	76
4.3	Herramientas de desarrollo empleadas	77
4.3.1	Plataformas y lenguajes de programación	78
4.3.2	Base de datos	78
4.3.3	Hardware	79
4.4	Módulos comunes a las aplicaciones desarrolladas mediante el marco XARE-F2F	82
4.4.1	Barra de colaboradores	82
4.4.2	Variables contextuales	85
4.4.3	Comunicación NFC	87
5	Desarrollo de aplicaciones mediante el marco XARE-F2F	89
5.1	Herramienta de votación	89
5.2	Editor colaborativo de mapas mentales	99
5.3	Administrador de contenidos vía NFC	107
6	Pruebas de las aplicaciones	111
6.1	Primera sesión de pruebas	111
6.1.1	Administrador de contenidos	112
6.1.2	Herramienta de votación	115
6.1.3	Editor colaborativo de mapas mentales	118
6.1.4	Aspectos positivos y negativos detectados	122
6.1.5	Errores corregidos	123

6.2	Segunda sesión de pruebas	124
6.2.1	Administrador de contenidos	125
6.2.2	Herramienta de votación	128
6.2.3	Editor colaborativo de mapas mentales	130
6.2.4	Aspectos positivos y negativos detectados	134
7	Conclusiones y trabajo a futuro	135
7.1	Resumen de la problemática	135
7.2	Conclusiones	136
7.3	Trabajo a futuro	137
	Publicación del autor	139
	Bibliografía	140

Índice de figuras

1.1	Dimensiones de espacio y tiempo en TCAC	2
1.2	Organización del documento	8
2.1	Interfaz de usuario de la herramienta de discusión gráfica de CoFFEE	14
2.2	Interacción de un mayor número de usuarios, mediante el uso de teclados y ratones inalámbricos en Dynamo	15
2.3	Diferentes funcionalidades del sistema Cambiera durante un análisis de documentos	16
2.4	Uso compartido del espacio de información (semitransparente) en la aplicación Us-Draw-it	18
2.5	UbiCicero en un PDA con un lector RFID	20
2.6	Distribución de documentos en el sistema para la administración de documentos	21
2.7	Uso de ConnectTables para el trabajo colaborativo cara a cara	22
2.8	Distancia interpersonal en un espacio de colaboración en DACS	23
2.9	Espacio de colaboración en DACS	24
3.1	Diagrama general de casos de uso de la <i>herramienta de votación</i>	34
3.2	Diagrama general de casos de uso del <i>editor colaborativo de mapas mentales</i>	45
3.3	Diagrama general de casos de uso del <i>administrador de contenidos vía NFC</i>	54
3.4	Especificación de los contextos de uso de un sistema colaborativo	61
3.5	Especificaciones del contexto de uso relativas a los componentes <i>colaboradores y plataformas</i> del marco XARE	62
3.6	Capas del marco XARE.	65
3.7	Contexto de uso de aplicaciones colaborativas adaptativas para el trabajo co-localizado según el marco XARE-F2F	70
4.1	Arquitectura cliente-servidor diseñada siguiendo el patrón MVC	74
4.2	Mecanismo de ubicación física	77
4.3	Elementos necesarios para el uso de la tecnología NFC.	81
4.4	Pizarrón interactivo SMART Board 600i	81
4.5	Asus Nexus 7	83

4.6	Samsung Galaxy S III I9300	83
4.7	Samsung Galaxy Note II N7100	83
4.8	Algunos de los dispositivos móviles utilizados durante la implementación del marco XARE-F2F	83
4.9	Miembros virtualmente presentes y ausentes en la barra de colaboradores mostrada en el pizarrón interactivo	85
4.10	Miembros físicamente presentes, virtualmente presentes y ausentes en la barra de colaboradores mostrada en un dispositivo móvil	86
4.11	Mecanismo para obtener características de los dispositivos	87
5.1	Interacción de un <i>proponente</i> con la <i>herramienta de votación</i>	90
5.2	Interacción de un <i>votante</i> con la <i>herramienta de votación</i>	91
5.3	Actividades durante una sesión de votación y posibles adaptaciones de la interfaz de usuario en función de la configuración del grupo.	92
5.4	Estados de una sesión de votación.	93
5.5	Vistas del pizarrón interactivo para los <i>votantes</i> co-localizados durante una sesión de votación.	94
5.6	Adaptabilidad de la interfaz de usuario de la <i>herramienta de votación</i> con base en la configuración del grupo y el rol del usuario.	96
5.7	Resultados de la votación mostrados a los participantes co-localizados en el pizarrón interactivo.	97
5.8	Resultados de la votación mostrados en los dispositivos de los participantes distribuidos.	97
5.9	Interacción de un <i>administrador</i> con el <i>editor colaborativo de mapas mentales</i>	100
5.10	Interacción de un <i>autor</i> o <i>revisor</i> con el <i>editor colaborativo de mapas mentales</i>	100
5.11	Pantalla para elegir a los participantes en la creación del mapa mental y sus roles.	101
5.12	Actividades durante la creación de un mapa mental y posibles adaptaciones de la interfaz de usuario en función de la configuración del grupo, las dimensiones de la pantalla de despliegue y el rol del usuario.	102
5.13	Vista del mapa mental cuando un colaborador asume el rol de <i>revisor</i>	103
5.14	Vista del mapa mental cuando un colaborador asume el rol de <i>autor</i>	104
5.15	Diferentes maneras en que se lleva a cabo la adaptación de la interfaz de usuario del <i>editor de mapas mentales</i>	104
5.16	Adaptabilidad de la interfaz de usuario del <i>editor de mapas mentales</i> con base en la configuración del grupo, las dimensiones de la pantalla y el rol del usuario	106
5.17	Interacción de un colaborador con el módulo de escritura del <i>administrador de contenidos</i>	108
5.18	Interacción de un colaborador con el módulo de lectura del <i>administrador de contenidos</i>	108

5.19	Módulos disponibles en el <i>Administrador de contenidos</i> para grabar y leer etiquetas NFC.	110
6.1	Rectángulo de confianza y valores de las dimensiones PQ y HQ para el <i>administrador de contenidos</i>	114
6.2	Rectángulo de confianza y valores de las dimensiones PQ y HQ para la <i>herramienta de votación</i>	117
6.3	Rectángulo de confianza y valores de las dimensiones PQ y HQ para el <i>editor de mapas mentales</i>	120
6.4	Rectángulo de confianza y valores de las dimensiones PQ y HQ para el <i>administrador de contenidos</i>	126
6.5	Rectángulo de confianza y valores de las dimensiones PQ y HQ para la <i>herramienta de votación</i>	129
6.6	Rectángulo de confianza y valores de las dimensiones PQ y HQ para el <i>editor de mapas mentales</i>	132

Índice de tablas

2.1	Elementos y variables del contexto de uso consideradas por los sistemas analizados	26
2.2	Tipo de adaptación implementado por los sistemas estudiados	27
3.1	Requerimientos funcionales de la <i>herramienta de votación</i>	33
3.2	Requerimientos no funcionales de la <i>herramienta de votación</i>	33
3.14	Requerimientos funcionales del <i>editor colaborativo de mapas mentales</i>	44
3.15	Requerimientos no funcionales del <i>editor colaborativo de mapas mentales</i>	44
3.27	Requerimientos funcionales del <i>administrador de contenidos vía NFC</i>	53
3.28	Requerimientos no funcionales del <i>administrador de contenidos vía NFC</i>	54
4.1	Sistemas operativos móviles más usados hasta el segundo cuatrimestre del 2012 y del 2013	78

Capítulo 1

Introducción

1.1 Antecedentes

La investigación en el área denominada Trabajo Cooperativo Asistido por Computadora (TCAC) ha producido múltiples estudios y clasificaciones de situaciones en las que la colaboración se lleva a cabo. Sin embargo, cuando pensamos en nuestras actividades diarias en escuelas u oficinas, encontramos que la colaboración se produce comúnmente en situaciones cara a cara o co-localizadas. Por lo tanto, el apoyo a este tipo de colaboración es un tópico de investigación importante. La presente tesis se enfoca precisamente en ofrecer soluciones adaptativas que faciliten el trabajo colaborativo en este tipo de situaciones.

Por otro lado, el contexto de uso de una aplicación es un estado que forma parte de un proceso o propósito y que proporciona información que se puede utilizar para caracterizar la situación actual de dicha aplicación [1]. Una aplicación consciente del contexto tiene la capacidad de percibir y captar el mundo que rodea al usuario, con el objetivo de adaptar su comportamiento para proporcionar información y servicios que son útiles y pertinentes en ese lugar y momento [2]. La mayoría de las aplicaciones sensibles al contexto usan un conjunto reducido de variables contextuales. En general, el contexto de uso se limita únicamente a la identidad y ubicación, descuidando el tiempo y la actividad, por ejemplo.

Brézillon et al. [3] advierten que la investigación sobre el contexto de uso raramente considera aspectos prácticos de las actividades de la vida real, como el trabajo colaborativo. Destacan que casi todos los esfuerzos se han centrado en elementos físicos del contexto de uso, tales como la hora, el clima y otro tipo de información que puede ser obtenida a través de sensores y usada directamente en las aplicaciones. Por último, concluyen que la mayoría de los estudios generalmente consideran el contexto de un sólo usuario, por lo que el contexto de un grupo colaborativo con múltiples usuarios sigue siendo un tema prácticamente inexplorado.

Por otro parte, hoy en día los dispositivos móviles tienen una gran influencia en nuestra vida diaria, ya que se están convirtiendo en una herramienta importante de comunicación y de trabajo para las personas. El número de usuarios de los denomi-

nados *smartphones* va en aumento, al igual que las capacidades y los recursos que integran estos dispositivos.

En la presente propuesta de tesis se busca diseñar e implementar un marco denominado XARE-F2F (*contEXt-Aware groupwaRE for Face to Face collaboration*), cuyo objetivo es facilitar el desarrollo de aplicaciones, que no solamente soportarán el trabajo cara a cara, sino que también serán capaces de adaptarse a cambios en el contexto de uso. Mediante esta propuesta se pretende aumentar las capacidades de las aplicaciones colaborativas para el trabajo co-localizado, permitiendo facilitar y agilizar las actividades dentro de este tipo de espacios.

1.2 Contexto de investigación

La presente tesis se inscribe en el área de investigación de Trabajo Cooperativo Asistido por Computadora (TCAC), la cual estudia tanto los aspectos sociales de las actividades individuales y colectivas, como los aspectos tecnológicos de la información, con el objetivo de construir aplicaciones que den soporte a la colaboración entre personas. El interés de la tesis propuesta se centra en los aspectos tecnológicos del TCAC, con el fin de diseñar e implementar un marco que permita el desarrollo de aplicaciones colaborativas conscientes del contexto, mediante las cuales los miembros de un grupo interactúen entre sí a través de sus dispositivos.

Dos dimensiones son importantes en el área de TCAC para caracterizar una aplicación: espacio y tiempo. En la dimensión del espacio, se distinguen interacciones cara a cara e interacciones remotas, mientras que en la dimensión del tiempo, se observan interacciones síncronas y asíncronas. La Figura 1.1 muestra los cuadrantes de TCAC de acuerdo a esta clasificación.

		Interacción (TIEMPO)	
		Síncrona	Asíncrona
Interacción (ESPACIO)	Cara a cara	<ul style="list-style-type: none"> • Colaboración espontánea • Reuniones formales • Mesas compartidas 	<ul style="list-style-type: none"> • Despliegues públicos de información
	Remota	<ul style="list-style-type: none"> • Audio/video conferencias • Mensajeros instantáneos • Editores multiusuario 	<ul style="list-style-type: none"> • Correo electrónico • Blogging • Wikis

Figura 1.1: Dimensiones de espacio y tiempo en TCAC

El marco propuesto se enfoca en interacciones de tipo cara a cara y síncronas, i.e., los usuarios están localizados en el mismo lugar e interactúan al mismo tiempo con los objetos del espacio compartido.

La presente propuesta también se inscribe en el dominio de aplicaciones conscientes del contexto, ya que se pretende que las aplicaciones desarrolladas mediante el marco sean capaces de adaptarse a cambios en el contexto de uso. A este respecto, la adaptación se llevará a cabo con base en los roles de los usuarios, las dimensiones de la pantalla de despliegue y la configuración del grupo. Dicha adaptación consiste en ocultar o mostrar las funcionalidades de las aplicaciones, en función de las variables contextuales previamente mencionadas. Además, las aplicaciones desarrolladas mediante el marco proveerán consciencia de grupo, mediante una barra de colaboradores que muestre quiénes son los miembros del equipo de trabajo que están ausentes o virtualmente presentes.

1.3 Planteamiento del problema

Existen muchos trabajos enfocados en definir, modelar y percibir cambios en el contexto de uso de las aplicaciones. Sin embargo, la mayor parte de la investigación se ha llevado a cabo en el ámbito de los sistemas mono-usuario, dando un mayor énfasis a variables contextuales, como la plataforma (más específicamente las dimensiones de la pantalla de despliegue) y la ubicación física del usuario.

Actualmente existen diversos marcos que ofrecen soluciones teóricas para modelar sistemas adaptativos [4, 5, 6, 7, 8]. Sin embargo, no existen implementaciones que validen la factibilidad de dichos marcos.

El interés de la presente tesis de maestría es estudiar los requerimientos de aplicaciones colaborativas conscientes del contexto para diseñar e implementar un marco que facilite su desarrollo. En particular, las aplicaciones resultantes estarían enfocadas en soportar el trabajo cara a cara y serían capaces de adaptarse a cambios en el contexto de uso, tomando en cuenta variables contextuales como la configuración del grupo, las actividades, los roles, el tiempo, las plataformas de interacción y los recursos disponibles. Para el diseño del marco propuesto, se han tomado como base algunas situaciones comunes en el trabajo colaborativo co-localizado, como las que se describen en los siguientes escenarios:

Escenario 1: votación sobre algún tópico.

“Supongamos que un grupo de colaboradores se reúne para elegir a un investigador del Departamento de Computación de una universidad como el nuevo coordinador académico. El jefe del departamento primero explica a los colaboradores el proceso de elección y escribe en el pizarrón el nombre de los candidatos al puesto. A continuación, el jefe del departamento indica a los colaboradores que levanten su mano al momento en que se mencione la opción por la cual desean emitir su voto. Se da unos minutos

para que los colaboradores analicen su elección. Posteriormente, el jefe del departamento nombra una a una las opciones de voto y contabiliza cada uno de los votos emitidos por los colaboradores. Este proceso se hace de manera manual, ya que el jefe del departamento cuenta las manos levantadas y anota en el pizarrón la cantidad de votos por cada opción.

Como se puede observar, de esta manera no es posible la participación de los investigadores del departamento que no pudieron asistir a la reunión. De igual forma, si la cantidad de votos es muy baja, se tendrá que planificar otra reunión para poder alcanzar un nivel de participación aceptable, lo cual implicaría repetir nuevamente todo el proceso. Otra limitante es la imposibilidad de votar en forma anónima, ya que los colaboradores deben levantar su mano para poder emitir su voto. Para mantener la privacidad del voto, se tendría que otorgar papeletas a los colaboradores, pero este material extra generaría costos adicionales para el departamento”.

Escenario 2: edición de mapas mentales.

“Supongamos que un grupo de tres colaboradores planificaron una cita con la finalidad de realizar un mapa mental sobre software libre. El lugar de reunión es una sala de juntas que cuenta con una laptop. Dos de los colaboradores asumirán el rol de autor, por lo que su actividad principal será la de elaborar el mapa mental. El colaborador restante jugará el rol de revisor, cuya función será la de reexaminar dicho mapa. En particular, los autores podrán agregar, modificar, mover y eliminar elementos en el mapa mental, mientras que el revisor sólo podrá agregar, modificar y eliminar comentarios en dichos elementos.

Uno de los autores ejecuta un editor de mapas mentales en la laptop de la sala de juntas y comienza con la elaboración del mapa, agregando elementos al mismo. Después, otro de los colaboradores hace modificaciones al mapa mental para mostrar sus ideas y sugerencias a los demás miembros del grupo. Desafortunadamente, sólo una persona a la vez puede utilizar la laptop para modificar el mapa. Debido a esta limitación, el colaborador que en un momento dado posee el control de la laptop, tiene que hacer todos los cambios que los demás colaboradores sugirieron, o bien cada uno tiene que esperar su turno para trabajar en la laptop. Esta situación provoca que el colaborador, que toma el control de la laptop, pueda ver y hacer uso de todas las opciones disponibles, incluso de aquellas que no corresponden a su rol. Además, debido a que los colaboradores están trabajando cara a cara sobre la misma laptop, no es posible la participación de quienes no se encuentran en el lugar de reunión.”

Escenario 3: acceso a documentación necesaria.

“Supongamos que el coordinador académico del Departamento de Computación de una universidad organizó una reunión con su equipo de trabajo en la sala de juntas de dicho departamento. El motivo de la reunión es tratar algunos puntos relacionados con el desarrollo de un proyecto.

El coordinador escribe en el pizarrón los temas a tratar en la reunión, sin embargo para tratar uno de estos temas es necesario revisar un reporte que fue elaborado por uno de los miembros del grupo. Por lo tanto, el coordinador tiene que imprimir copias del documento que se va a discutir para distribuirlas a los colaboradores. De igual manera, supongamos que durante el transcurso de la reunión, un colaborador solicita revisar una sección de un artículo relevante al proyecto. Dado que ninguno de los colaboradores cuenta en ese momento con dicho documento, resulta imposible revisar la información”.

En la presente tesis se pretende diseñar e implementar un marco de desarrollo que permita, a las aplicaciones colaborativas resultantes, hacer frente a las limitaciones expuestas en los escenarios anteriores de colaboración cara a cara. Además, se busca obtener ventajas para los colaboradores al aumentar las capacidades adaptativas de dichas aplicaciones, ya que estas serán capaces de considerar cambios en su contexto de uso.

1.4 Objetivos del proyecto

El objetivo general de esta tesis es diseñar e implementar un marco denominado XARE-F2F, que facilite el desarrollo de aplicaciones colaborativas, las cuales no solamente soportarán el trabajo cara a cara, sino también serán capaces de adaptarse a cambios en el contexto de uso. El marco propuesto se apoya de la tecnología NFC (*Near Field Communication*) [9] para calcular algunas variables contextuales físicas, como la ubicación y proximidad.

Los objetivos particulares de esta tesis se describen a continuación:

1. Diseñar e implementar los componentes del marco XARE-F2F, con el fin de permitir que los desarrolladores puedan crear más fácilmente aplicaciones conscientes del contexto para el trabajo colaborativo co-localizado.
2. Desarrollar aplicaciones de prueba con el objeto de validar la factibilidad del marco propuesto.
3. Hacer un análisis sobre situaciones colaborativas comunes en el trabajo cara a cara para enfocar las aplicaciones resultantes a dichas situaciones.

4. Definir un mecanismo para identificar a los colaboradores presentes en un lugar, haciendo uso de tecnologías innovadoras y de bajo costo, con el fin de determinar si todos los miembros de un grupo están trabajando cara a cara o no.
5. Establecer mecanismos para adaptar las aplicaciones resultantes con base en los roles de los usuarios, en las dimensiones de la pantalla del dispositivo y en la configuración del grupo, i.e., si los usuarios se encuentran colaborando de manera co-localizada o distribuida.
6. Determinar la arquitectura de comunicación más adecuada para las aplicaciones resultantes, con el fin de facilitar la integración de dispositivos, así como la interacción entre los mismos.

1.5 Resultados

Los resultados de la presente tesis se concretan en: 1) un marco de desarrollo de aplicaciones conscientes del contexto que den soporte al trabajo colaborativo cara a cara, y 2) tres aplicaciones de validación que son capaces de detectar cambios en diversas variables contextuales lógicas y físicas y de adaptarse en consecuencia. Dicha adaptación consiste en mostrar u ocultar algunas funcionalidades propias de cada aplicación y en proveer consciencia de grupo, mediante una barra que muestre a los colaboradores ausentes y virtualmente presentes. Las tres aplicaciones desarrolladas a partir del marco propuesto son las siguientes:

- **Herramienta de votación:** esta aplicación hace posible que uno de los colaboradores formule una pregunta hacia un grupo de trabajo por medio de un pizarrón interactivo, mientras que los demás miembros son capaces de votar por medio de sus dispositivos.

La aplicación permite plantear la pregunta únicamente a la persona que tenga el rol de *proponente*, quien es detectado de manera automática por medio de una etiqueta NFC cuando éste pase a la zona del pizarrón interactivo. Además, el *proponente* puede establecer las reglas de la votación, i.e., si el voto será anónimo o no, el tiempo de espera para sufragar, el tema de elección y las posibles opciones de respuesta. Una vez que el *proponente* confirma esta información, se envía automáticamente una notificación de votación a los dispositivos de los participantes. Al seleccionar dicha notificación, la aplicación se ejecuta en el dispositivo del participante, quien asume el rol de *votante*. Mediante este rol, él puede elegir si desea abstenerse y, en caso de que la votación sea anónima, puede decidir si emite su voto de manera secreta o mediante su nombre de usuario.

La aplicación admite la participación tanto de los miembros que se encuentran físicamente presentes, como la de los que se encuentran virtualmente presentes. La interfaz de usuario es adaptada de acuerdo a la configuración del grupo, i.e.,

si todos los colaboradores se encuentran en el lugar de votación o si algunos están distribuidos.

El *proponente* también puede decidir si se requiere los votos de todos los miembros del grupo o sólo un porcentaje para hacer válida la votación. En caso de que no se alcance el porcentaje mínimo, la aplicación mostrará una ventana de diálogo que permite al *proponente* elegir si pospone, cancela o valida la votación con el porcentaje de participación alcanzado.

- **Editor colaborativo de mapas mentales:** es una aplicación de edición de mapas mentales que hace posible la colaboración de varios usuarios, por medio de sus dispositivos móviles y un despliegue compartido (e.g., un pizarrón interactivo).

La aplicación permite iniciar la creación de un nuevo mapa mental únicamente a la persona que juega el rol de *administrador*, quien además puede elegir a los participantes y asignar un rol a cada uno de ellos. Dichos roles pueden ser: 1) *autor*, el cual permite al colaborador agregar, modificar, mover y eliminar elementos en el mapa mental y 2) *revisor*, el cual permite al colaborador agregar, modificar y eliminar comentarios en los elementos del mapa mental.

La interfaz de usuario de la aplicación se adapta de acuerdo al rol del colaborador, ya que muestra únicamente las acciones correspondientes al mismo. En un despliegue compartido se proyecta una vista detallada del mapa mental, desde la cual uno de los colaboradores puede hacer modificaciones al mismo. Esta vista admite el desplazamiento horizontal o vertical en caso de que sus dimensiones sobrepasen a las del despliegue. De acuerdo a las dimensiones de la pantalla y a la configuración del grupo, cada colaborador puede visualizar en su dispositivo móvil: 1) una vista radar interactiva [10], donde se muestra la estructura completa del mapa mental en un tamaño ajustado a la pantalla del dispositivo o 2) una vista detallada, donde se muestra tanto la estructura como los detalles del mapa mental.

Finalmente, la aplicación permite la exportación del mapa mental a una imagen en formato png.

- **Administrador de contenidos vía NFC:** esta aplicación facilita a los colaboradores la información que se va a tratar en una reunión previamente planificada. Al aproximar el dispositivo de un colaborador hacia una etiqueta NFC [9], a una distancia de 3 cm o menos, la información sobre la reunión (i.e., el objetivo, los temas a tratar y los archivos relevantes) es transferida y adaptada a dicho dispositivo. Los archivos son descargados de un servidor de contenidos a través de Wi-Fi, debido a las limitaciones de almacenamiento de las etiquetas NFC. Además, la aplicación es consciente de las herramientas de visualización de documentos con las que cuenta el dispositivo anfitrión. En particular, hace uso de esta información al momento de solicitar los documentos al servidor, con

el fin de que sean descargados sólo aquellos que estén en un formato soportado por las herramientas del dispositivo.

1.6 Organización de la tesis

Este documento está estructurado en seis capítulos (ver Figura 1.2). El primer capítulo corresponde a esta introducción en donde se plantea el contexto de investigación, el planteamiento del problema, los objetivos generales y específicos de esta tesis y los resultados esperados de la misma.

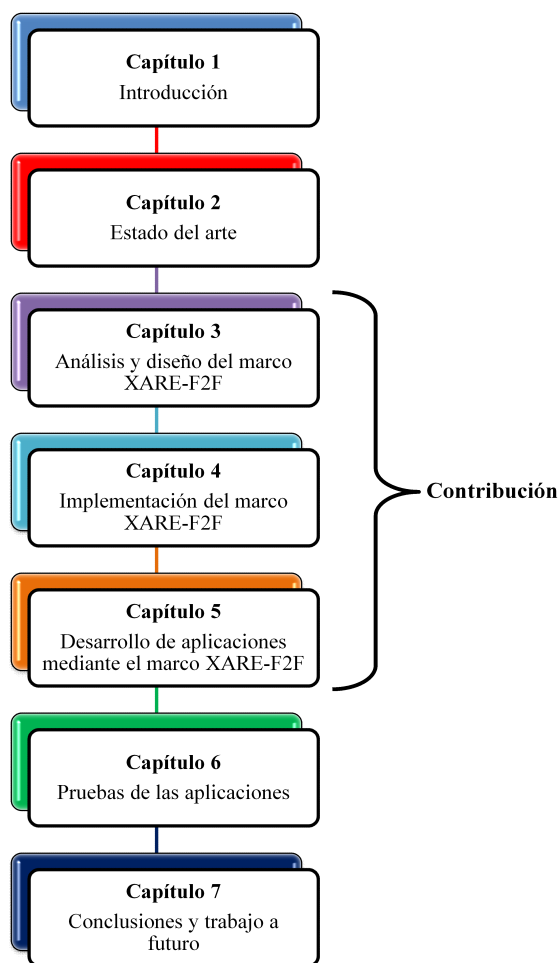


Figura 1.2: Organización del documento

El capítulo 2 comprende el estado del arte. En éste se describen, desde tres perspectivas distintas, los principales trabajos relacionados con nuestro tema de investigación. La primera parte explica las definiciones más relevantes del concepto de “contexto de uso”, así como la forma en que este concepto ha sido aplicado y modelado en sistemas computacionales. La segunda parte describe ejemplos específicos de sistemas y

aplicaciones que soportan el trabajo cara a cara y algunos que además son sensibles al contexto de uso. Finalmente, en la tercera parte se destaca, mediante un estudio comparativo, las principales características, ventajas y limitaciones de los sistemas relacionados con la presente tesis.

En los capítulos 3, 4 y 5 se describe la contribución del presente trabajo de investigación.

El capítulo 3 corresponde a la etapa de análisis y diseño del marco propuesto. En particular, se utiliza la técnica *bottom-up* para diseñar el marco de desarrollo, ya que se toman como base tres escenarios, que describen situaciones colaborativas comunes del trabajo cara a cara. Con base en dichas situaciones, se hace una generalización con el fin de facilitar el desarrollo de otras aplicaciones conscientes del contexto para este tipo de colaboración. Por lo tanto, se presenta el análisis de tres aplicaciones que intentan resolver, facilitar y agilizar las situaciones descritas en los escenarios tomados como base. Dicho análisis consiste en describir por cada aplicación, su escenario de uso, sus requerimientos principales y los casos de uso de la misma. Después se presenta la descripción del marco XARE [11], el cual se tomó como base para el desarrollo del marco propuesto. Dicha descripción incluye el diagrama de clases que define al contexto de uso referente a los componentes *colaboradores* y *plataformas*, las capas del marco y la asociación entre las clases del diagrama y dichas capas. Por último, se describe el diseño del marco XARE-F2F.

En el capítulo 4 se describe la implementación del marco propuesto. Primeramente, se expone la arquitectura de comunicación y después se explica el mecanismo de ubicación propuesto para detectar cuando los colaboradores están trabajando cara a cara. Asimismo, se presentan las herramientas utilizadas para la implementación del marco y los módulos que son comunes a las aplicaciones de prueba.

En el capítulo 5 se describen las aplicaciones desarrolladas a partir del marco propuesto. Por cada aplicación, se detalla las variables contextuales usadas para llevar a cabo la adaptación, el proceso de interacción de los colaboradores con la aplicación y los eventos contextuales que provocan adaptaciones en la aplicación.

El capítulo 6 corresponde a la descripción de las pruebas de usabilidad realizadas a las aplicaciones con usuarios finales. Las pruebas se llevaron a cabo con alumnos del Departamento de Computación y con estudiantes de licenciatura.

Finalmente en el capítulo 7, se presenta la recapitulación del problema resuelto en esta tesis, así como las conclusiones, las contribuciones y el trabajo futuro que se deriva de este.

Capítulo 2

Estado del arte

El presente capítulo está estructurado en tres partes que cubren diferentes aspectos significativos para la presente tesis. La primera parte explica las definiciones más importantes del concepto de “contexto de uso” (sección 2.1). La segunda parte describe ejemplos específicos de sistemas y aplicaciones que dan soporte a la colaboración colocalizada o cara a cara que, en algunos casos, también son sensibles al contexto de uso (sección 2.2). Por último, se presenta un análisis comparativo de los sistemas colaborativos estudiados en este capítulo, destacando sus principales características, ventajas y desventajas (sección 2.3).

2.1 Contexto de uso

El “contexto” juega un papel importante en áreas como el Cómputo Ubicuo, ya que los sistemas deben considerar información contextual como la ubicación, el tiempo, los recursos disponibles y los usuarios para representar aspectos del mundo físico. Dicha información contextual debe ser procesada por los sistemas, para integrarla a los objetos y actividades de la vida cotidiana [12].

Una gran cantidad de trabajos ha hecho referencia al contexto, sin embargo no existe una definición aceptada por todos los autores [13]. Dey propone la siguiente definición general, la cual es probablemente la más difundida [1]:

“Contexto es cualquier información que puede ser usada para caracterizar la situación de una entidad. Una entidad es una persona, un lugar u objeto que es considerada relevante para la interacción entre un usuario y una aplicación, incluyendo al usuario y a la aplicación misma”.

Por otro lado, según Coutaz y Calvary, el “contexto de uso” de una aplicación es un estado que forma parte de un proceso o propósito y que proporciona información útil para caracterizar la situación actual de dicha aplicación [14]. A diferencia de la definición de “contexto” propuesta por Dey, la de Coutaz y Calvary permite tomar en cuenta sólo aquellos estados (contextos) que pueden ser identificados y usados por el sistema e ignorar los estados restantes.

De acuerdo a la definición de Calvary y Coutaz, el contexto de uso hace referencia a la adaptación de la interfaz de usuario de una aplicación a tres aspectos:

1. *Usuario*: denota a la persona que interactúa con el sistema. El modelo del usuario incluye su perfil, su idiosincrasia, sus tareas y sus actividades.
2. *Plataforma*: se refiere a los recursos de hardware y software disponibles para sustentar la interacción del usuario con el sistema. El modelo de la plataforma puede ser descrito en términos de sensores, redes de comunicación y recursos que unen el ambiente físico con el mundo digital.
3. *Entorno*: describe las condiciones físicas y sociales donde la interacción toma lugar. El modelo del entorno incluye la ubicación numérica o simbólica del usuario (e.g., en casa, en un lugar público, en movimiento en la calle), reglas sociales y condiciones de luz y sonido.

Abowd et al. [1] proponen la siguiente clasificación que describe las maneras en que se puede llevar a cabo la adaptación en las aplicaciones conscientes del contexto:

1. *Presentación de información y servicios al usuario*: es una técnica de interacción que enfatiza los elementos más relevantes, en función del contexto de uso actual, cuando se presenta al usuario una lista de objetos (e.g., impresoras) o lugares (e.g., oficinas).
2. *Ejecución automática de un servicio*: cuando se da una correcta combinación de condiciones contextuales, las aplicaciones no sólo presentan información relevante, sino también ejecutan servicios de manera automática.
3. *Aumentación de la información*: es la capacidad de asociar información adicional al contexto actual del usuario.

Por otro lado, Brézillon et al. advierten que la investigación sobre el contexto de uso raramente considera aspectos prácticos de las actividades de la vida real, como el trabajo colaborativo [3]. Destacan que casi todos los esfuerzos se han centrado en elementos físicos del contexto de uso, tales como la hora, el clima y otro tipo de información que puede ser obtenida a través de sensores y usada directamente en las aplicaciones. Por último, concluyen que la mayoría de los estudios generalmente consideran el contexto de un solo usuario, descuidando el contexto de un grupo de usuarios. Estas observaciones están relacionadas con el problema y los objetivos planteados en la presente tesis.

2.2 Trabajos relacionados

Dado que el objetivo de la presente tesis es desarrollar un marco de desarrollo para aplicaciones que permitan detectar y considerar cambios en el contexto de uso y que apoyen la colaboración cara a cara, es necesario conocer algunas de las aplicaciones y

sistemas representativos que son sensibles al contexto y que dan soporte a este tipo de colaboración.

Los sistemas sensibles al contexto son aquellos capaces de adaptar su funcionamiento al contexto de uso actual, sin la intervención explícita del usuario, con el objetivo de incrementar la usabilidad y efectividad del sistema [15]. Por otro lado, la colaboración cara a cara se da en situaciones que ocurren en un mismo tiempo y en un mismo lugar.

A continuación se describen de forma general algunos trabajos relacionados con esta tesis.

2.2.1 CoFFEE

CoFFEE (*Cooperative Face2Face Educational Environment*) es un entorno que combina el trabajo co-localizado con el aprendizaje colaborativo [16]. Mediante este entorno, estudiantes con diferentes capacidades de desempeño trabajan juntos en grupos pequeños y hacia un objetivo común.

CoFFEE proporciona una herramienta de discusión textual que permite a los usuarios transmitirse mensajes síncronos, los cuales son estructurados en hilos. Dicha herramienta provee un mecanismo simple de consciencia que resalta los nodos (o ramas) agregados recientemente en la vista multihilo. CoFFEE también ofrece a los usuarios una herramienta de discusión gráfica que representa los mensajes síncronos mediante cajas, las cuales están enlazadas por diferentes tipos de flechas (ver Figura 2.1). Dicha herramienta fue diseñada para soportar lluvias de ideas y creación de mapas conceptuales, pero es lo suficientemente genérica y maleable como para satisfacer otros escenarios de uso.

CoFFEE también provee otras herramientas: un editor para permitir la escritura cooperativa con un estricto control de turnos (sólo uno a la vez); una herramienta de presencia grupal que proporciona consciencia de presencia y pertenencia a un grupo; y notas privadas para proveer un espacio de trabajo personal.

2.2.2 Dynamo

El sistema Dynamo fue diseñado para permitir el uso compartido e intercambio de una amplia variedad de información. El objetivo principal del sistema es dar soporte a situaciones en las que se reúnen estudiantes para colaborar cara a cara [17].

Dynamo fue desarrollado para soportar interacción multi-usuario en un despliegue público interactivo, a través de teclados y ratones inalámbricos. De esta manera, los usuarios no necesitan estar muy cerca del despliegue, por lo que se permite un mayor número de participantes (ver Figura 2.2).

Para acceder a la información, los usuarios pueden conectar a la PC que controla el despliegue público, una gran variedad de dispositivos, tales como dispositivos USB, laptops o cámaras digitales. Una vez que la información (e.g., archivos de texto, imágenes, presentaciones en PowerPoint, archivos de audio y documentos) ha sido

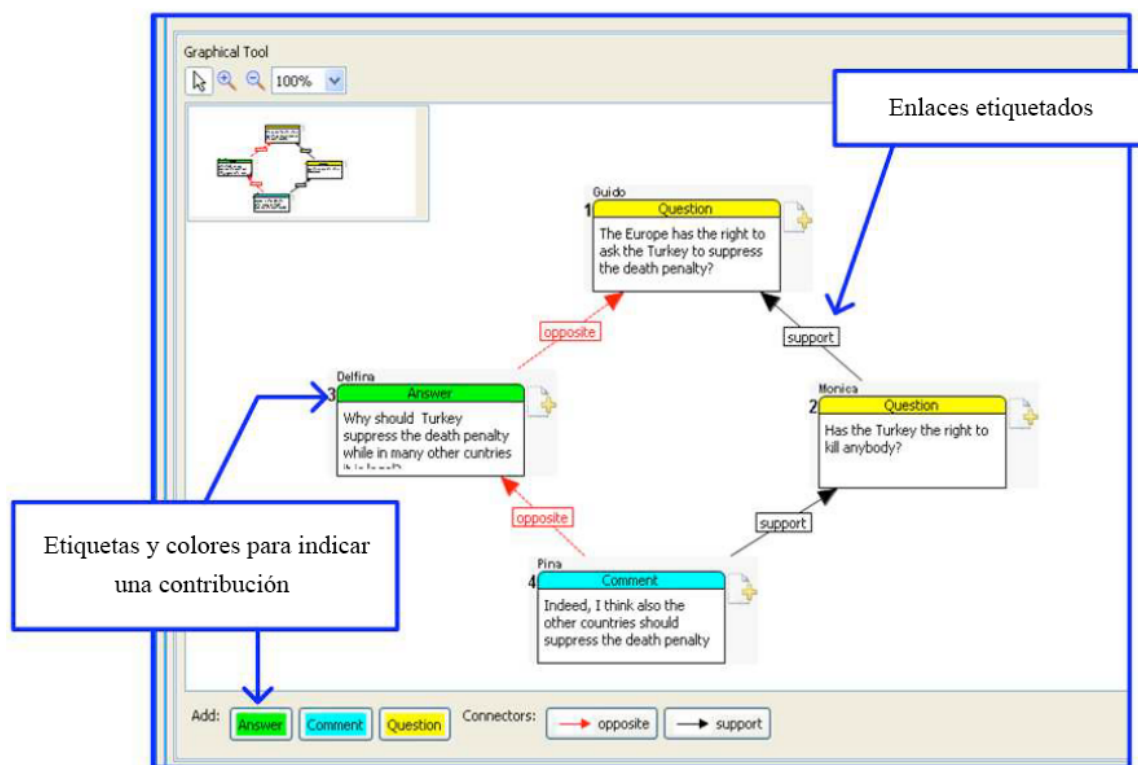


Figura 2.1: Interfaz de usuario de la herramienta de discusión gráfica de CoFFEE

reconocida por la PC, los usuarios pueden arrastrarla al despliegue público, donde pueden interactuar con ella, organizarla, copiarla o compartirla con otros usuarios.

El despliegue de Dynamo soporta dos funciones adicionales para el uso compartido de información: parcelas y notas. Las parcelas permiten que los usuarios publiquen información y la dejen accesible a otros usuarios que no se encuentran en el mismo espacio físico. Las notas permiten asociar información textual con elementos multimedia mostrados en el despliegue, facilitando discusiones asíncronas. Por último, Dynamo también permite a los usuarios crear regiones privadas y elegir a los miembros que pueden tener acceso a cada una de ellas.

2.2.3 Cambiera

Cambiera es un sistema *tabletop* diseñado para el análisis visual de documentos en entornos de colaboración co-localizada [18]. Cambiera permite a los usuarios reunirse alrededor de una mesa para analizar conjuntamente grandes colecciones de documentos de texto. Así mismo, este sistema permite a los analistas buscar, leer y organizar documentos sobre la mesa, así como supervisar el trabajo mutuo. Cambiera ofrece cuatro operaciones fundamentales:

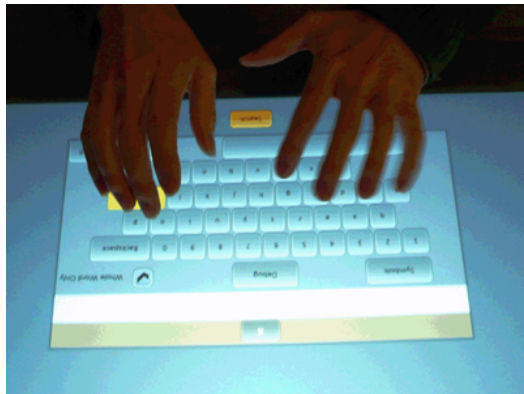
- **buscar documentos:** para buscar documentos, un miembro del equipo de trabajo debe presionar uno de los botones de búsqueda mostrados en la pantalla.



Figura 2.2: Interacción de un mayor número de usuarios, mediante el uso de teclados y ratones inalámbricos en Dynamo

En respuesta a esta acción, se muestra un teclado mediante el cual el usuario puede establecer los términos de búsqueda (ver Figura 2.3(a)). Al término de este proceso, se muestra un *widget* codificado por color que contiene representaciones virtuales de los documentos resultantes. El tono del color del *widget* es determinado por el miembro del equipo que realizó esta actividad;

- **exploración de los resultados de la búsqueda:** cada *widget* de búsqueda puede ser expandido para ver la lista de documentos encontrados, los cuales son ordenados por fecha de publicación. Al deslizar un dedo sobre la representación de un documento, se muestra información adicional sobre el mismo, e.g., otros términos de búsqueda que se encontraron en dicho documento y la frecuencia con que aparece cada uno;
- **análisis de documentos:** los documentos pueden ser extraídos de los resultados de una búsqueda y colocados libremente en el espacio de trabajo (ver Figura 2.3(b)). Por medio de un gesto de *zoom*, el documento puede ser abierto en un lector de documentos y ampliado para su lectura (ver Figura 2.3(c));
- **organización del espacio de trabajo:** todos los objetos en Cambiera pueden ser desplazados sobre la mesa, reorientados, redimensionados o cerrados. Los analistas pueden apilar o mover los resultados de búsquedas y los documentos de la manera en que deseen (ver Figura 2.3(d)). Un analista también puede trasladar un documento al otro lado de la pantalla, siendo ésta una manera en que Cambiera permite el uso compartido de documentos.



(a) Teclado para ingresar los términos de búsqueda



(b) Documento extraído de los resultados de una búsqueda



(c) Ampliación de un documento, mediante el gesto de *zoom*



(d) Organización libre del espacio de trabajo

Figura 2.3: Diferentes funcionalidades del sistema Cambiera durante un análisis de documentos

2.2.4 Pizu: biblioteca para pantallas personales portátiles

Pizu es una biblioteca que permite a los desarrolladores construir aplicaciones para dar soporte a la colaboración co-localizada, haciendo uso de múltiples dispositivos móviles [19]. Su objetivo principal es apoyar a los usuarios que sólo tienen acceso a pantallas pequeñas. Las aplicaciones basadas en Pizu pueden ser usadas en teléfonos móviles, PDAs o Tablet PCs. Cada uno de estos dispositivos tiene una vista propia del espacio de trabajo compartido. Por ejemplo, cuando un usuario agrega un dibujo a dicho espacio, todos los demás participantes en la reunión pueden verlo y manipularlo en sus respectivos dispositivos.

Los siguientes tres elementos conforman el hardware requerido para el desarrollo de aplicaciones basadas en Pizu:

- seguimiento inalámbrico en 3D de la ubicación del dispositivo;
- pantallas pequeñas con un tasa de actualización alta;
- comunicación inalámbrica sin necesidad de un punto de acceso inalámbrico.

Los dispositivos necesitan saber su propia posición en el espacio físico, por lo tanto es necesario hacer un seguimiento 3D. Para realizar dicho seguimiento, se utiliza el sistema *V-scope*, el cual emplea tres torres que envían señales infrarrojas a botones ubicados en la parte superior de los dispositivos. Estos botones responden enviando una señal ultrasónica de regreso a las torres. Dado que tanto la velocidad del sonido, como el tiempo entre el envío de la señal infrarroja y la recepción de la señal ultrasónica son conocidos, cada torre puede calcular qué tan alejado está el botón. Después, debido a que la distancia entre las tres torres es conocida, se puede calcular la posición del dispositivo mediante triangulación.

Para ofrecer al usuario comunicación inalámbrica sin necesidad de un punto de acceso inalámbrico, es suficiente una PDA que cuente con soporte Bluetooth y que pueda ejecutar el *framework* Microsoft .Net. Bluetooth permite la comunicación en un rango de hasta 10 metros, lo cual es suficiente para el propósito de uso. En reuniones cara a cara, los usuarios raramente se encuentran a más de 5 metros entre ellos. Por último, la mayoría de los PDAs hoy en día están equipados con una pantalla pequeña con un tiempo de respuesta bastante bueno.

En la Figura 2.4, se muestra Us-Draw-it, una de las aplicaciones desarrolladas para validar el funcionamiento de la biblioteca. Us-Draw-it es un programa de dibujo distribuido para pantallas personales portátiles, que permite la conexión entre dos dispositivos, con el fin de compartir el espacio de información. Cada cambio en la pantalla de un dispositivo es inmediatamente visible en la pantalla del otro, permitiendo la colaboración entre usuarios co-localizados.

2.2.5 Conference Assistant

Conference Assistant es una aplicación consciente del contexto diseñada para proporcionar información útil a los asistentes de una conferencia, donde se llevarán a

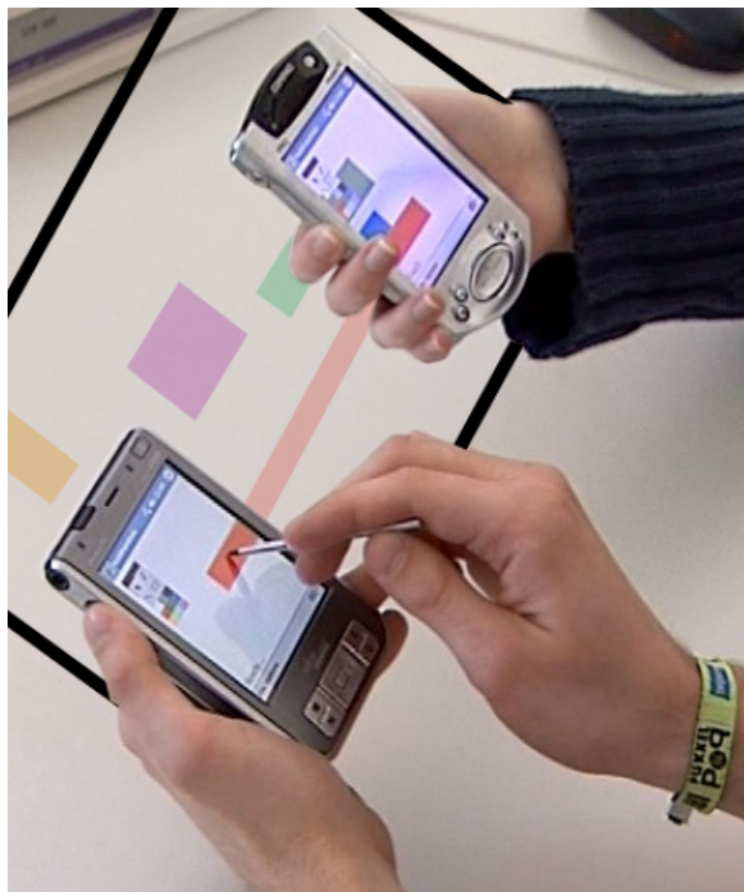


Figura 2.4: Uso compartido del espacio de información (semitransparente) en la aplicación Us-Draw-it

cabo diferentes actividades tales como presentaciones de artículos, demostraciones, reuniones, etc [20].

Conference Assistant ayuda a los usuarios a decidir a qué actividades asistir, provee consciencia de las actividades de sus colegas, mejora las interacciones de los usuarios con el ambiente, ayuda a los usuarios a tomar notas en presentaciones y facilita la recuperación de información de una conferencia después de la conclusión de la misma.

Una descripción del escenario de uso de esta aplicación es la siguiente: los usuarios que asisten a una conferencia se registran proporcionando sus datos, información de contacto, una lista de intereses sobre investigación y una lista de colegas que también asisten a la conferencia. De la misma manera, los asistentes reciben la aplicación Conference Assistant, la cual puede ser ejecutada en su computadora personal.

La aplicación despliega los horarios y actividades de la conferencia, destacando aquellas que pueden ser de mayor interés para cada usuario con base en la lista de intereses proporcionada. Cuando un usuario entra a una sala, la aplicación despliega automáticamente el nombre del conferencista, el título de la exposición, así como otros detalles relevantes de la presentación, e.g., una miniatura de la diapositiva o

página Web actual.

Por otra parte, el usuario es notificado de las actividades que sus colegas cercanos están atendiendo. Conference Assistant hace uso de múltiples variables contextuales: los intereses personales de cada usuario, la ubicación de los asistentes, el tiempo, la actividad de cada usuario y los detalles de las presentaciones.

2.2.6 UbiCicero

UbiCicero es una guía de museo sensible a la ubicación [21]. El sistema funciona sobre dispositivos móviles equipados con un lector RFID que detecta obras de arte previamente etiquetadas (ver Figura 2.5).

El objetivo principal de este sistema es proveer a los usuarios información y servicios en función de su ubicación. Las etiquetas colocadas en las obras de arte contienen un identificador único, aunque una sola etiqueta puede estar asociada a varias obras de arte cercanas. Cuando los usuarios entran a una nueva sala se les muestra primeramente un breve resumen de la sección previamente visitada y posteriormente el mapa del nuevo cuarto. Cuando el usuario se acerca a una obra de arte se le pregunta si desea mayor información, la cual es proporcionada en caso de obtener una respuesta afirmativa.

El sistema también soporta la interacción entre varios usuarios mediante juegos cooperativos, en los cuales los usuarios se dividen en equipos. En el mapa de los cuartos del museo, se identifican con colores distintivos las obras de arte que han sido visitadas por otros jugadores del mismo equipo. Además de los dispositivos móviles, el sistema considera el uso de despliegues públicos, en los cuales se visualiza el mapa completo del museo con la ubicación de cada usuario y de las obras de arte que se han visitado.

A continuación se describen los módulos de la arquitectura de UbiCicero:

- **definición del museo:** provee las especificaciones del museo, tales como dimensiones de los cuartos, obras de arte, recursos e información multimedia;
- **ubicación:** detecta la ubicación de los usuarios mediante la tecnología RFID;
- **núcleo:** proporciona las rutinas de comunicación con los dispositivos móviles y despliegues públicos;
- **usuario:** controla las preferencias individuales de cada usuario;
- **visita:** soporta la presentación de los mapas y elementos interactivos;
- **juegos:** describe los juegos disponibles mediante representaciones XML.



Figura 2.5: UbiCicero en un PDA con un lector RFID

2.2.7 Sistema para la administración de documentos

Baloian et al. estudian el aprendizaje colaborativo co-localizado, abordando el problema de la gestión de documentos (distribución, recopilación y uso compartido) dentro y fuera de los salones de clases con computadoras integradas [22].

Proponen un sistema que permite que, en estos salones, el profesor presente el material de aprendizaje (documentos multimedia) en un pizarrón electrónico y que los alumnos interactúen entre sí mediante una laptop o un PDA. Una LAN inalámbrica conecta la computadora del estudiante con el pizarrón electrónico y se cuenta con un servidor que proporciona y almacena el material de aprendizaje.

En la Figura 2.6 se muestra cómo se lleva a cabo la distribución de documentos en el sistema. Las funcionalidades básicas que proporciona el sistema son las siguientes:

- **registro de maestros, cursos y estudiantes:** para facilitar el manejo de los documentos es necesario registrar en el sistema a los maestros, cursos y estudiantes;
- **inicio de sesión para estudiantes y maestros:** para dar o recibir clases, los maestros y estudiantes tienen que iniciar una sesión previamente;
- **distribución y recopilación de documentos:** durante una sesión, el maestro

puede distribuir documentos de cualquier tipo a los alumnos, así como recopilarlos;

- **uso compartido de documentos:** permite que varias personas puedan ver y modificar un mismo documento al mismo tiempo;
- **supervisión de los trabajos del estudiante:** durante una sesión de clase, el maestro puede ver los avances de los estudiantes con respecto a alguna tarea;
- **preguntas y respuestas:** permite al maestro y a los estudiantes interactuar de una manera similar a un *chat*;
- **trabajo fuera del salón de clases:** los usuarios tienen la posibilidad de crear y modificar el material de aprendizaje donde sea que se encuentren;
- **registrar las acciones durante una sesión:** se proveen mecanismos para mantener un registro de las acciones realizadas por el maestro y los estudiantes durante una sesión.

El sistema combina los aspectos positivos del pizarrón clásico, particularmente su flexibilidad en la creación espontánea de ideas, con el potencial de la multimedia moderna y las redes inalámbricas.

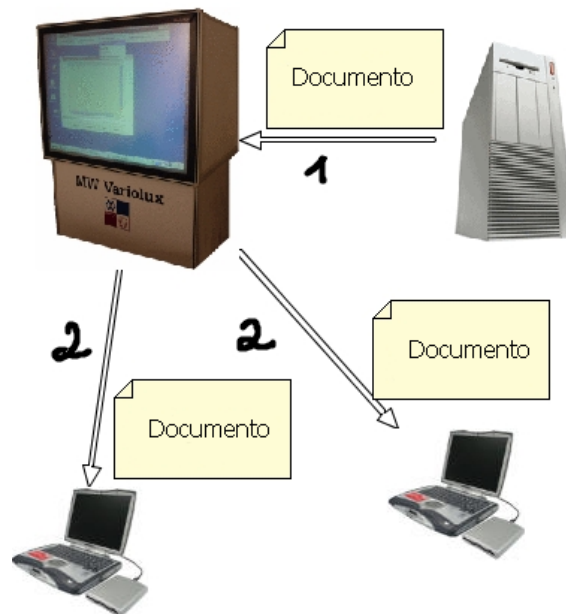


Figura 2.6: Distribución de documentos en el sistema para la administración de documentos

2.2.8 ConnecTables

ConnecTable es un dispositivo móvil de información consciente del contexto, cuyo ámbito de investigación se enfoca en un conjunto de situaciones generadas por el trabajo co-localizado [23]. El objetivo principal de dicho dispositivo es facilitar la interacción entre las personas y el uso compartido de la información. Los usuarios pueden trabajar individual o cooperativamente, así como llevar a cabo la transición entre estas dos formas de trabajo.

Cada ConnecTable incorpora una pantalla táctil, un lápiz y una base que puede ajustarse a la altura deseada e inclinarse en diferentes ángulos. Inicialmente cada pantalla muestra su propio espacio de trabajo. Sin embargo, mediante el acoplamiento de dos ConnecTables es posible agrandar dinámicamente el área de interacción, con el fin de superar la restricción de las dimensiones de la pantalla de un solo dispositivo (ver Figura 2.7). Como resultado del acoplamiento, el contenido de los espacios de trabajo es trasladado a un nuevo espacio de trabajo común formado por las pantallas de ambos dispositivos. De esta manera, los usuarios pueden trabajar simultáneamente, girar los objetos mostrados en la pantalla de acuerdo a su orientación, así como intercambiar información arrastrando objetos de una pantalla a otra.

El mecanismo utilizado para la transición del trabajo individual al cooperativo es gradual, fluido e intuitivo, ya que está basado en acciones explícitas en el espacio real que tienen efectos en el espacio virtual. Un usuario puede interactuar con ConnecTables de manera explícita, e.g., mediante un lápiz, así como de manera implícita, e.g., a través de sensores que interpretan acciones físicas del mundo real.



Figura 2.7: Uso de ConnecTables para el trabajo colaborativo cara a cara

2.2.9 DACS

DACS (*Distance Aware Collaboration System*) es un sistema que da soporte a algunas situaciones colaborativas, e.g., reuniones cara a cara, sensando objetos por medio de

RFID (*Radio Frequency IDentifier*). Este sistema utiliza la distancia física entre los usuarios para obtener información sobre los dispositivos y las aplicaciones disponibles de sus respectivos vecinos y, si es posible, les permite usarlos de manera cooperativa [24]. Para lograr esta funcionalidad, los usuarios sólo tienen que aproximarse al espacio de trabajo, donde además pueden hacer uso compartido de otros dispositivos instalados en dicho lugar.

Hall E.T. concluye que los siguientes cuatro tipos de distancia interpersonal entre los colaboradores son importantes en nuestras interacciones sociales: distancia íntima, distancia personal, distancia social y distancia pública [25].

- **distancia íntima (0cm-45cm):** distancia para conversaciones privadas y en voz baja;
- **distancia personal (45cm-120cm):** distancia para conversaciones entre amigos;
- **distancia social (120cm-360cm):** distancia para conversaciones entre conocidos;
- **distancia pública (360cm-):** distancia para hablar en público.

En la Figura 2.8 se muestra la distancia interpersonal en un espacio de colaboración. Dicha distancia cambia de acuerdo a la situación o al lugar, e.g., una reunión grande o pequeña, o un lugar público o privado. De acuerdo al propósito de la comunicación, los usuarios usan conscientemente cada distancia interpersonal, manteniendo una distancia adecuada con los compañeros de trabajo. En la Figura 2.9 se muestra un ejemplo del espacio de colaboración en DACS.

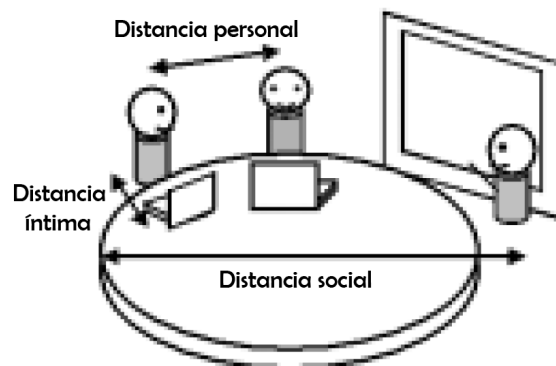


Figura 2.8: Distancia interpersonal en un espacio de colaboración en DACS

2.3 Análisis comparativo

Después de haber descrito algunos de los sistemas para el trabajo co-localizado más representativos, se presenta un análisis comparativo de acuerdo a diversos parámetros. Primeramente, en la sección 2.3.1 se presenta la comparación de los sistemas

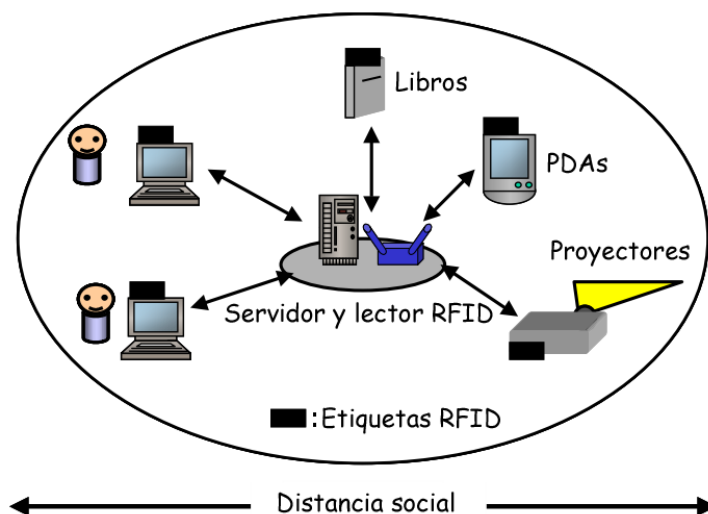


Figura 2.9: Espacio de colaboración en DACS

con respecto a los siguientes parámetros: 1) mono usuario vs multi-usuario, 2) colaboración co-localizada vs distribuida y 3) consciencia del contexto. Después, en la sección 2.3.2 se describen los elementos y variables del contexto de uso de los sistemas analizados. Posteriormente, en la sección 2.3.3 se explica el tipo de adaptación que lleva a cabo cada sistema. Finalmente, en la sección 2.3.4 se presenta una síntesis del análisis comparativo realizado.

2.3.1 Mono-usuario vs multi-usuario, colaboración distribuida vs co-localizada y consciencia del contexto

Los sistemas mono-usuario únicamente soportan la interacción de tipo usuario-sistema, por lo que el único tipo de retroalimentación proviene de las acciones propias. Por el contrario, los sistemas multi-usuario soportan la interacción usuario-sistema-usuario, permitiendo que un usuario no sólo está consciente de sus propias acciones, sino también de las acciones de los demás.

Cambiera es un sistema multi-usuario porque permite a un grupo de colaboradores analizar documentos de texto simultáneamente sobre una misma pantalla interactiva. En el caso de ConnecTables, se vuelve multi-usuario cuando dos colaboradores unen sus pantallas. CoFFEE también es multi-usuario porque permite que estudiantes trabajen juntos en grupos, proporcionando herramientas de discusión que permiten la transmisión de mensajes síncronos entre ellos y un editor que hace posible la escritura cooperativa siguiendo un estricto control de turnos. En UbiCicero, la interacción se realiza a partir de juegos cooperativos y los usuarios pueden saber la ubicación y las obras de arte que han visitado otros usuarios.

Conference Assistant es multi-usuario porque da soporte a la interacción entre un asistente y un conferencista, ya que en la sesión de preguntas de una presentación, el

asistente puede controlar las diapositivas del conferencista mediante su dispositivo. Dynamo es otro sistema multi-usuario debido a que tiene como objetivo principal soportar situaciones donde estudiantes se reúnen para colaborar co-localizadamente, soportando interacciones entre ellos mediante un despliegue público interactivo. El sistema para la administración de documentos es multi-usuario porque da soporte al aprendizaje colaborativo co-localizado, permitiendo que un profesor presente material de aprendizaje en un pizarrón electrónico y sus alumnos interactúen entre sí mediante una laptop o un PDA. DACS es otro sistema multi-usuario debido a que da soporte a situaciones colaborativas, utiliza la distancia física entre los usuarios para obtener información sobre los dispositivos y aplicaciones de los vecinos, y si es posible, pueden ser usados cooperativamente. Por último, la biblioteca Pizu es multi-usuario porque su objetivo principal es permitir a los desarrolladores construir aplicaciones que den soporte a la colaboración co-localizada en dispositivos móviles con pantallas pequeñas, permitiendo el uso compartido de información y la interacción entre usuarios.

Además, todos los sistemas estudiados soportan el trabajo co-localizado, sin embargo Conference Assistant y el sistema para la administración de documentos también dan soporte para que los usuarios colaboren de manera distribuida. Finalmente, sólo algunos de los sistemas analizados son conscientes del contexto, tal como se describe en la siguiente sección.

2.3.2 Elementos y variables del contexto de uso

En la tabla 2.1 se analizan los elementos y variables del contexto de uso contemplados por los sistemas estudiados. De acuerdo a la definición de Calvary y Coutaz [14], el “contexto de uso” hace referencia a la adaptación de la interfaz de usuario en tres aspectos: a) el *usuario*, b) la *plataforma* y c) el *entorno* (sección 2.1).

Conference Assistant se adapta a dos elementos del contexto de uso. Por un lado, al *usuario* porque: 1) se basa en sus intereses personales para mostrar recomendaciones sobre actividades que pudieran ser de su interés (*preferencias del usuario*) y 2) le permite realizar acciones que facilitan su actividad en curso, e.g., tomar notas durante las presentaciones (*actividades*). Por otro lado, Conference Assistant se adapta al *entorno* en tres formas: 1) despliega automáticamente en su dispositivo móvil el nombre del conferencista, el título de la exposición y otros detalles relevantes de la presentación, cuando un usuario entra a una sala (*ubicación física*), 2) resalta las actividades que están atendiendo sus colegas más cercanos (*proximidad física*) y 3) muestra al usuario las actividades que se están llevando a cabo en un momento dado (*tiempo*).

Por otro lado, UbiCicero sólo se adapta al *entorno*, ya que cuando los usuarios entran a una nueva sala, el sistema les muestra automáticamente un breve resumen de la sección previamente visitada y el mapa del nuevo cuarto (*ubicación física*). Asimismo, cuando el usuario se acerca a una obra de arte, UbiCicero le pregunta si desea mayor información (*proximidad física*).

Otro sistema que sólo se adapta al *entorno* es DACS, ya que al aproximarse al

Sistema	Usuario	Entorno	Plataforma
ConnecTables		Proximidad física de los dispositivos	
UbiCicero		Ubicación física de los usuarios y proximidad física de las obras de arte	
Conference Assistant	Actividades y preferencias de los usuarios	Ubicación y proximidad física de los asistentes, así como el tiempo	
DACS		Proximidad física de los usuarios	
Sistema para la administración de documentos	Rol de usuario		

Tabla 2.1: Elementos y variables del contexto de uso consideradas por los sistemas analizados

espacio de trabajo con sus dispositivos, los usuarios pueden obtener automáticamente información de los dispositivos de sus vecinos y pueden usar de manera cooperativa los dispositivos instalados en la sala de reunión (*proximidad física*). De igual manera, ConnecTables también se adapta al *entorno* de trabajo, ya que permite la transición del trabajo individual al colaborativo al acoplar dos dispositivos (*proximidad física*). Por último, el sistema para la administración de documentos se adapta al *usuario*, ya que ofrece diferentes funcionalidades de acuerdo al papel que asuma el usuario (*rol de usuario*).

En síntesis, la mayoría de los sistemas analizados sólo se adaptan a uno de los elementos del contexto de uso identificados por Coutaz y Calvary [14]. El *entorno* es el elemento más utilizado por los sistemas y únicamente Conference Assistant toma también en cuenta al *usuario*. Ninguno de los sistemas estudiados contempla la *plataforma*.

En general, la *ubicación* y la *proximidad física* son las variables contextuales que han sido mayormente consideradas, descuidando otras variables importantes como la *actividad* y la *configuración del grupo*.

2.3.3 Tipo de adaptación

De acuerdo a la clasificación de Abowd et al. [1] sobre las maneras en que los sistemas conscientes del contexto se adaptan, la Tabla 2.2 muestra el tipo de adaptación y la forma en cómo esta se lleva a cabo en los sistemas estudiados.

Sistema	Presentación	Ejecución	Aumentación
ConneCTables		Ejecuta los servicios multi-usuario (o mono-usuario), cuando dos dispositivos son acoplados (o desacoplados).	
UbiCicero		Ejecuta un servicio que proporciona a un usuario, el mapa del nuevo cuarto y un breve resumen de la sección previamente visitada.	Muestra la ubicación de los usuarios, las obras de arte que han sido visitadas por otros usuarios e información detallada de una obra de arte cuando un usuario se acerca a ella.
Conference Assistant	Resalta las actividades de colegas cercanos que puedan ser de interés para un usuario.		Proporciona a los usuarios el nombre del conferencista, el título de la exposición y otra información relacionada.
DACS			Proporciona consciencia sobre los dispositivos de sus vecinos y los dispositivos instalados que pueden ser usados cooperativamente.
Sistema para la administración de documentos	Presenta información y servicios de acuerdo al rol del usuario.		

Tabla 2.2: Tipo de adaptación implementado por los sistemas estudiados

UbiCicero aumenta la información en dos maneras: a) mostrando en despliegues públicos, la ubicación y las obras de arte que han sido visitadas por otros usuarios y b) proporcionando más información a un usuario cuando este se acerca a una obra de arte. Cada vez que un usuario entra a un nuevo cuarto, UbiCicero inicia automáticamente un servicio que le proporciona el mapa del nuevo cuarto y un breve resumen de la sección previamente visitada.

Conference Assistant también aumenta la información al proporcionar a los usuarios el nombre del expositor, el título de la presentación y otra información relacionada, cuando estos entran al lugar de la conferencia. Además, Conference Assistant informa a los usuarios sobre las actividades de sus colegas cercanos, resaltando las que puedan ser de interés de acuerdo a sus preferencias.

DACS aumenta la información cuando los usuarios se aproximan al espacio de trabajo (e.g., una mesa), proporcionando consciencia sobre los dispositivos de sus vecinos y los dispositivos instalados en la sala de reunión que pueden ser usados cooperativamente. El sistema para la administración de documentos presenta información y servicios de acuerdo al rol del usuario (maestro o estudiante). Finalmente, ConnecTables ejecuta automáticamente servicios multi-usuario o mono-usuario cuando respectivamente dos dispositivos son acoplados para crear un espacio de trabajo común (e.g., posibilidad de arrastrar objetos de una pantalla a otra) o son desacoplados para trabajar individualmente.

2.3.4 Síntesis del análisis comparativo

Como resultado del análisis comparativo realizado, se destacan los siguientes puntos:

- todos los sistemas soportan el trabajo co-localizado, un número reducido de ellos también soporta la colaboración distribuida;
- la mayoría de los sistemas analizados son conscientes del contexto, pero un gran porcentaje no lo son;
- la ubicación y la proximidad son las variables contextuales que más se considera en los sistemas conscientes del contexto, descuidando otras como la actividad y la plataforma;
- ningún sistema toma en cuenta todos los elementos del contexto de uso, la mayoría toma en cuenta el entorno y sólo Conference Assistant toma en cuenta más de un elemento;
- no se favorece algún tipo de adaptación en específico, la mayoría de estos sistemas implementan sólo uno de los tipos de adaptación propuestos por Abowd et al. [1].

Capítulo 3

Análisis y diseño del marco XARE-F2F

El objetivo del presente capítulo es presentar el análisis y diseño del marco XARE-F2F. En particular, se decidió utilizar la técnica *bottom-up* para el diseño del marco propuesto, ya que se tomaron como base situaciones específicas y comunes del trabajo cara a cara que nos permiten hacer una generalización, la cual puede facilitar el desarrollo de aplicaciones similares.

Primeramente se presenta un análisis de tres aplicaciones que intentan resolver, facilitar y agilizar este tipo de situaciones. Dicho análisis consiste en describir por cada aplicación, un escenario de uso, la definición de requerimientos funcionales y no funcionales, así como los casos de uso correspondientes. Las aplicaciones que se describen son: 1) una *herramienta de votación* (sección 3.1), 2) un *editor colaborativo de mapas mentales* (sección 3.2) y 3) un *administrador de contenidos vía NFC* (sección 3.3).

En la sección 3.4 se introduce el marco XARE, ya que XARE-F2F se diseñó como parte de dicho marco. La descripción del marco XARE consiste en presentar primeramente dos diagramas de clases. Uno de la especificación de los contextos de uso de un sistema colaborativo y el otro de las extensiones del contexto de uso referentes a los componentes *colaboradores* y *plataformas*. Después, se describen las capas del marco XARE y por último, se presenta la asociación entre las clases de los diagramas y las capas del marco.

Por último, en la sección 3.5, se presenta el marco XARE-F2F. Con base en el marco XARE, así como en los requerimientos y características de las situaciones escogidas para diseñar el marco propuesto, se describe un nuevo diagrama de clases sobre las extensiones del contexto de uso. Mediante dicho diagrama, se busca facilitar el modelado de una aplicación consciente del contexto que apoye principalmente el trabajo cara a cara. Finalmente, se presenta la asociación de las clases del marco XARE-F2F con las capas del marco XARE.

3.1 Herramienta de votación

Esta aplicación intenta facilitar y agilizar el proceso de una sesión de votación, permitiendo a los votantes sufragar de manera electrónica, mediante sus dispositivos móviles, ya sea que se encuentren en el lugar de votación (co-localizados) o en un cualquier otro lugar (distribuidos). A continuación se presenta el escenario de uso de esta aplicación.

3.1.1 Escenario

“Supongamos que Diego, el jefe del Departamento de Computación de una universidad, ha organizado una reunión en una sala de juntas que cuenta con un pizarrón interactivo. El objetivo de la reunión es elegir al nuevo coordinador académico. Al llegar a la sala de juntas, cada participante es autenticado en el sistema ya sea: 1) de manera proactiva a través de NFC (*Near Field Communication*) [9] o 2) por medio de una ventana que le solicita su nombre de usuario y contraseña. Al inicio de la reunión, sólo algunos de los participantes están físicamente presentes. La información de consciencia sobre la presencia de los miembros no sólo puede ser inferida de manera natural, sino que también es mostrada en el pizarrón interactivo por medio de una barra que presenta a los miembros ausentes y virtualmente presentes.

Después de unos minutos, dos de los miembros ausentes ingresan al sistema a través de Internet desde el lugar donde se encuentran. En consecuencia, la barra de colaboradores se actualiza automáticamente, quitando su foto y nombre de la sección de miembros ausentes y colocándolos en la sección de miembros virtualmente presentes. Después, Diego decide que la reunión dé inicio y pasa a la zona donde se encuentran el pizarrón interactivo para introducir la información correspondiente. Al acercarse a dicha zona, una etiqueta NFC detecta su presencia y, en respuesta, el sistema inicia automáticamente una nueva sesión. En el pizarrón interactivo se muestra un mensaje que informa dicho evento y una ventana con las aplicaciones disponibles. Desde dicha ventana, Diego inicia la *herramienta de votación*, la cual le asigna el rol de *proponente*. Por medio del pizarrón interactivo, Diego puede plantear a todos los profesores presentes la pregunta principal por la cual se organizó la reunión, las opciones de respuesta y las reglas de la sesión de votación.

Diego escribe la pregunta en el pizarrón interactivo y establece que la votación puede ser anónima, i.e. los votantes pueden elegir si hacen público o no su nombre de usuario al votar. Diego además determina que la votación será válida siempre y cuando haya votado al menos el 90% del total de los profesores del departamento. Una vez que Diego ha confirmado la información sobre la votación en el pizarrón interactivo, cada dispositivo móvil de los miembros física y virtualmente presentes

recibe una notificación de votación. Cuando un miembro selecciona dicha notificación, la *herramienta de votación* se inicia automáticamente en su dispositivo móvil y le asigna el rol de *votante*.

La interfaz de usuario de dicha aplicación es capaz de adaptarse a la configuración del grupo (*distribuido* o *co-localizado*) y al rol de cada participante (*proponente* o *votante*). Para los miembros presentes en la sala, dicha adaptación consiste en mostrar en su dispositivo móvil únicamente las posibles opciones de respuesta para la pregunta actual, ya que la descripción de la misma es mostrada en el pizarrón interactivo. En el caso de los miembros virtualmente presentes, la adaptación consiste en mostrar en su dispositivo móvil la pregunta, las opciones de respuesta y tres listas de consciencia de grupo: 1) miembros ausentes, 2) miembros virtualmente presentes y 3) miembros físicamente presentes en la sala. En ambos casos, la aplicación proporciona una opción de abstención y un botón para emitir un voto anónimo, debido a que Diego así lo estableció.

La aplicación da un tiempo de espera para que los profesores analicen las opciones disponibles y emitan su voto. Al finalizar el dicho tiempo, la aplicación detecta que el porcentaje mínimo para validar la votación no ha sido alcanzado. Por lo tanto, la aplicación muestra en el pizarrón interactivo un mensaje de aviso que proporciona las siguientes opciones: 1) validar la votación con el porcentaje actual, 2) posponer la votación (con el fin de alcanzar el porcentaje requerido en otro momento) y 3) cancelar la votación. Diego selecciona la primera opción. Como resultado, la aplicación muestra los resultados en el pizarrón interactivo para que los presentes puedan visualizarlos y los envía a los dispositivos móviles de los virtualmente presentes. Tanto en el pizarrón interactivo, como en los dispositivos móviles de los miembros virtualmente presentes, los profesores pueden visualizar el porcentaje de votación de cada opción, así como los nombres de quienes votaron por cada una de ellas. En el caso de los que votaron como incógnito, la palabra “anónimo” es mostrada en lugar del nombre de usuario. De esta manera, termina la sesión de votación”.

3.1.2 Requerimientos funcionales y no funcionales

A continuación se presentan los requerimientos de la *herramienta de votación*, con el fin de expresar las características y restricciones de la misma. En las Tablas 3.1 y 3.2, se muestran respectivamente los requerimientos funcionales y no funcionales:

No.	Requerimientos funcionales
1	Identificar y asignar un rol a cada usuario con base en el tipo de dispositivo desde el cual acceden a la aplicación.
2	Adaptar su interfaz de usuario de acuerdo al rol y a la ubicación física del usuario (i.e., si está presente o no en la sala de reunión).
3	Permitir que el <i>proponente</i> organice una nueva votación. En particular, se le debe permitir plantear una pregunta hacia el grupo de colaboradores mediante un pizarrón interactivo, determinar las posibles opciones de respuesta para la pregunta, establecer si la votación puede ser anónima o no, definir el porcentaje mínimo para hacer válida la votación y establecer un tiempo de espera para que los usuarios emitan su voto.
4	Mostrar en los dispositivos móviles de los miembros virtual y físicamente presentes, las posibles opciones de respuesta a la pregunta de votación, una opción de abstención y, si la votación lo permite, una opción de voto anónimo.
5	Mostrar en los dispositivos móviles de los miembros virtualmente presentes la pregunta que fue sometida a votación e información detallada sobre cada opción de respuesta.
6	Garantizar, siempre que sea posible, la igualdad entre las opciones de respuesta, sin favorecer a ninguna.
7	Mostrar en el pizarrón interactivo la pregunta sometida a votación, así como la información adicional sobre la misma, i.e., si la votación puede ser anónima o no, las posibles opciones de respuesta para la pregunta, el porcentaje mínimo para hacer válida la votación y el tiempo de espera para que los usuarios emitan su voto.
8	Brindar al <i>proponente</i> la posibilidad de iniciar la votación, lo cual hará posible que se puedan recibir y registrar los votos de los electores.
9	Mostrar un tiempo de espera en el pizarrón interactivo para que los miembros física y virtualmente presentes emitan su voto.
10	Solicitar al <i>voteante</i> la confirmación de su voto.
11	Contabilizar los votos de los usuarios y calcular el porcentaje de votación.
12	Si no se alcanzó el porcentaje mínimo de votación, la aplicación debe mostrar opciones para: 1) validar la votación con el porcentaje actual, 2) posponerla o 3) cancelarla.
13	Si se alcanzó el porcentaje mínimo o se validó la votación manualmente, la aplicación debe mostrar los resultados en el pizarrón interactivo y enviarlos a los dispositivos móviles de los miembros virtualmente presentes.
14	Recuperar una sesión de votación establecida como pospuesta.

Sigue en la página siguiente.

No.	Requerimientos funcionales
15	Eliminar toda la información de una sesión de votación establecida como cancelada.

Tabla 3.1: Requerimientos funcionales de la *herramienta de votación*

No.	Requerimientos no funcionales
1	Almacenar los votos de tal manera que se garantice la privacidad de los mismos. No se podrá tener acceso a los votos almacenados, hasta que se produzca el cierre de la votación.
2	Transmitir la información de forma que se garantice la integridad y autenticidad de la misma.

Tabla 3.2: Requerimientos no funcionales de la *herramienta de votación*

3.1.3 Diagramas de casos de uso

En esta sección, describimos primeramente el diagrama general de casos de uso (ver Figura 3.1) y posteriormente se presentan los diagramas detallados de casos de uso de la *herramienta de votación*.

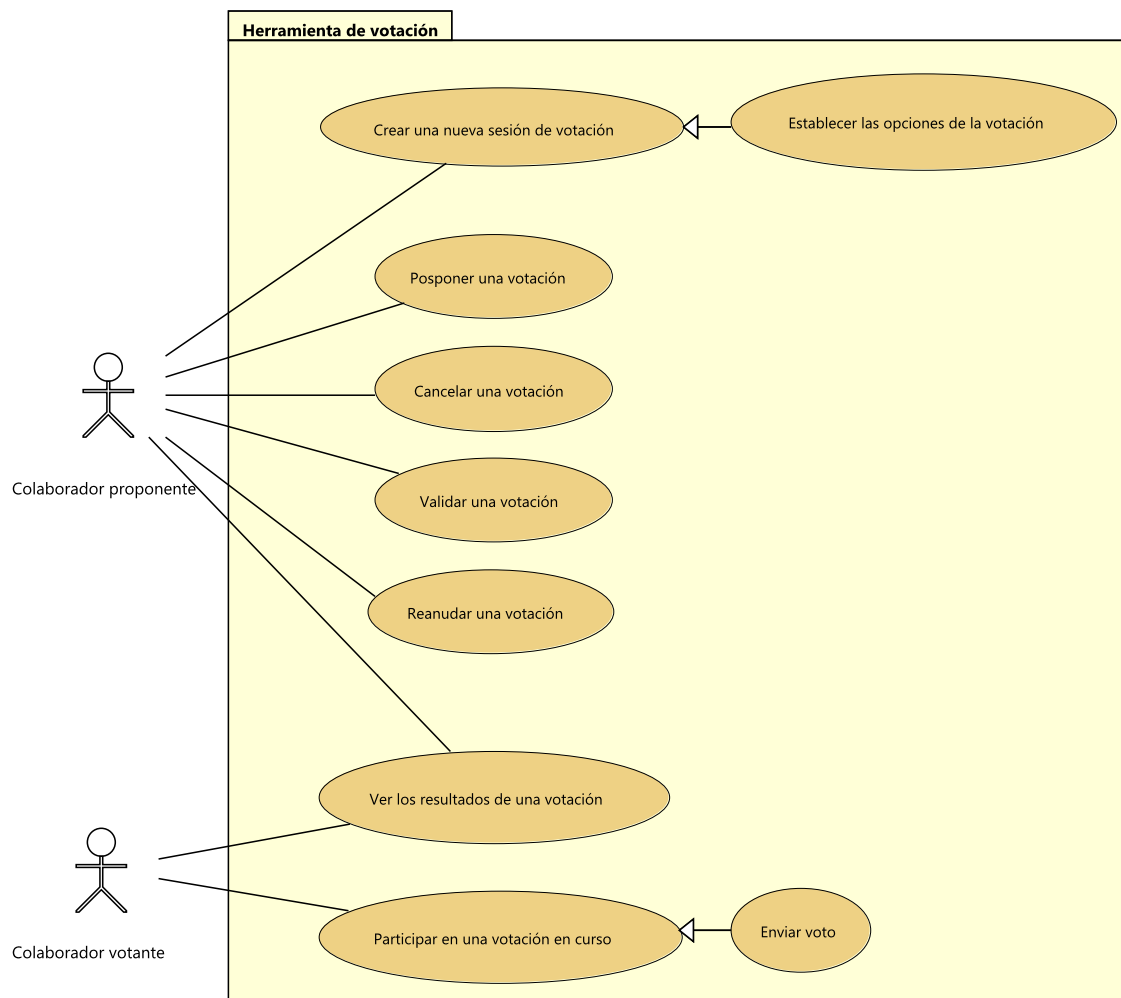


Figura 3.1: Diagrama general de casos de uso de la *herramienta de votación*

CASO DE USO: *Crear una nueva sesión de votación.*

Actor: colaborador *proponente*.

Descripción: un colaborador con el rol de *proponente* inicia una nueva sesión de votación.



Precondiciones:

- el colaborador debe estar registrado y haber iniciado sesión en el sistema,
- la aplicación debe haber asignado el rol de *proponente* al colaborador.

Flujo de eventos normales:

Actor (<i>proponente</i>)		Aplicación		
Paso	Acción	Paso	Acción	Excepción
1	Abre la <i>herramienta de votación</i> .	2	Adapta su interfaz de usuario de manera que muestra las opciones para el <i>proponente</i> .	
3	Introduce la pregunta, las opciones de respuesta, las reglas de la votación (i.e., si la votación puede ser anónima, el porcentaje mínimo y el tiempo de espera para sufragar) y presiona el botón “Iniciar votación”.	4	Envía una notificación de votación a los dispositivos móviles de los participantes física y virtualmente presentes, a quienes les asigna el rol de <i>votante</i> .	E1

Flujo de eventos alternativos:

Id	Nombre	Acción
E1	La conexión entre la aplicación y el servidor no se pudo establecer o se interrumpió.	La aplicación muestra un mensaje de error, el cual indica que no se ha podido crear la nueva sesión de votación, debido a que no hay conexión con el servidor o la base de datos.

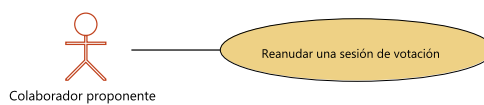
Poscondiciones:

- tanto los participantes virtualmente presentes como los físicamente presentes reciben una notificación de votación en sus dispositivos móviles,
- el pizarrón interactivo muestra un tiempo de espera para que los participantes física y virtualmente presentes emitan su voto.

CASO DE USO: *Reanudar una sesión de votación.*

Actor: colaborador *proponente*.

Descripción: un colaborador con el rol de *proponente* reanuda una sesión de votación pendiente.

**Precondiciones:**

- el colaborador debe estar registrado y haber iniciado sesión en el sistema,
- la aplicación debe haber asignado el rol de *proponente* al colaborador,
- debe haber al menos una sesión de votación establecida como pendiente.

Flujo de eventos normales:

Actor (<i>proponente</i>)		Aplicación		
Paso	Acción	Paso	Acción	Excepción
1	Selecciona una sesión de votación de la lista de votaciones pendientes.	2	Presenta la información relacionada con la sesión de votación y un botón para reanudarla.	E1
3	Presiona el botón que reanuda la sesión de votación.	4	Envía una notificación de votación tanto a los participantes físicamente presentes como a los virtualmente presentes que no hayan sufragado. Asigna el rol de <i>votante</i> a dichos participantes.	

Flujo de eventos alternativos:

Id	Nombre	Acción
E1	La conexión entre la aplicación y el servidor no se pudo establecer o se interrumpió.	La aplicación muestra un mensaje de error, el cual indica que no se ha podido recuperar la sesión de votación, debido a que no hay conexión con el servidor o la base de datos.

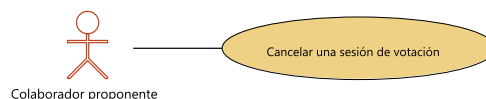
Poscondiciones:

- los participantes virtual y físicamente presentes, que no han sufragado, reciben una notificación de votación en sus dispositivos móviles,
- el pizarrón interactivo muestra un tiempo de espera para que los *votes* emitan su voto.

CASO DE USO: *Cancelar una sesión de votación.*

Actor: colaborador *proponente*.

Descripción: un colaborador con el rol de *proponente* cancela la sesión de votación en curso.

**Precondiciones:**

- el colaborador debe estar registrado y haber iniciado sesión en el sistema,
- la aplicación debe haber asignado el rol de *proponente* al colaborador,
- debe haber una sesión de votación en curso, en la que se terminó el tiempo de espera para votar, pero no se alcanzó el porcentaje mínimo establecido de votos.

Flujo de eventos normales:

Actor (<i>proponente</i>)		Aplicación		
Paso	Acción	Paso	Acción	Excepción
1	Selecciona la opción "Cancelar la votación" del mensaje que informa que no se alcanzó el porcentaje mínimo de votación.	2	Elimina la información sobre la votación en curso y finaliza.	

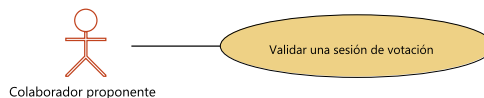
Poscondiciones:

- el sistema muestra la ventana principal donde se presentan las herramientas disponibles.

CASO DE USO: *Validar una sesión de votación.*

Actor: colaborador *proponente*.

Descripción: un colaborador con el rol de *proponente* valida la sesión de votación en curso.

**Precondiciones:**

- el colaborador debe estar registrado y haber iniciado sesión en el sistema,
- la aplicación debe haber asignado el rol de *proponente* al colaborador,
- debe haber una sesión de votación en curso, en la que se terminó el tiempo de espera para votar, pero no se alcanzó el porcentaje mínimo establecido de votación.

Flujo de eventos normales:

Actor (<i>proponente</i>)		Aplicación		
Paso	Acción	Paso	Acción	Excepción
1	Selecciona la opción "Validar la votación" del mensaje que informa que no se alcanzó el porcentaje mínimo de votación.	2	Muestra los resultados en el pizarrón interactivo y los envía a los dispositivos móviles de los participantes virtualmente presentes.	

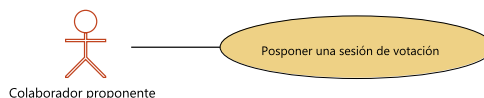
Poscondiciones:

- la sesión de votación se agrega al historial de votaciones,
- los participantes virtualmente presentes reciben los resultados en sus dispositivos móviles.

CASO DE USO: *Posponer una sesión de votación.*

Actor: colaborador *proponente*.

Descripción: un colaborador con el rol de *proponente* pospone la sesión de votación en curso.



Precondiciones:

- el colaborador debe estar registrado y haber iniciado sesión en el sistema,
- la aplicación debe haber asignado el rol de *proponente* al colaborador,
- debe haber una sesión de votación en curso, en la que se terminó el tiempo de espera para votar, pero no se alcanzó el porcentaje mínimo establecido de votación.

Flujo de eventos normales:

Actor (<i>proponente</i>)		Aplicación		
Paso	Acción	Paso	Acción	Excepción
1	Selecciona la opción “Posponer la votación” del mensaje que informa que no se alcanzó el porcentaje mínimo de votación.	2	Establece la votación como pendiente y finaliza.	

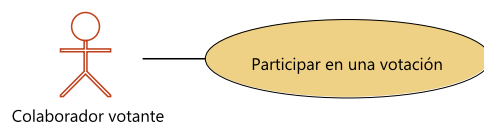
Poscondiciones:

- la sesión de votación se agrega a la lista de votaciones pendientes, desde donde se podrá reanudar en otro momento.

CASO DE USO: *Participar en una votación en curso.*

Actor: colaborador *voteante*.

Descripción: un colaborador con el rol de *voteante* participa en la sesión de votación en curso.



Precondiciones:

- el colaborador debe estar registrado y haber iniciado sesión en el sistema,

- la aplicación debe haber asignado el rol de *voteante* al colaborador,
- debe haber una sesión de votación en curso, en la que el colaborador *voteante* no debe haber participado previamente.

Flujo de eventos normales:

Actor		Aplicación		
Paso	Acción	Paso	Acción	Excepción
1	Un colaborador ya sea física o virtualmente presente selecciona la notificación de votación, mediante la cual fue solicitada su participación.	2	Inicia y le asigna el rol de <i>voteante</i> . Su interfaz de usuario se adapta con base en la configuración del grupo, las dimensiones de la pantalla del dispositivo y el rol del usuario.	E1
3	El colaborador selecciona una de las opciones de respuesta y presiona el botón "Votar".	4	Registra el voto del participante.	E2, E3

Flujo de eventos alternativos:

Id	Nombre	Acción
E1	La conexión entre la aplicación y la base de datos no se pudo establecer o se interrumpió.	La aplicación muestra un mensaje de error, el cual indica que la información de la votación en curso no se puede mostrar, debido a que no hay conexión con la base de datos.
E2	El tiempo de espera para sufragar ha finalizado y la votación fue automáticamente validada por la aplicación o manualmente cancelada, pospuesta o validada por el <i>proponente</i> .	La aplicación muestra un mensaje de error que indica que no se puede emitir el voto, dado que la sesión de votación ya finalizó.
E3	El voto no ha podido ser enviado.	La aplicación muestra un mensaje de error, el cual indica que no se ha podido enviar el voto, debido a que no se puede establecer conexión con el servidor.

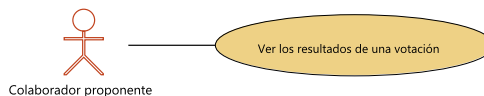
Poscondiciones:

- la aplicación es finalizada, con el fin de que el participante no vuelva a votar.

CASO DE USO: *Ver los resultados de una votación.*

Actor: colaborador.

Descripción: un colaborador solicita ver los resultados de una sesión de votación finalizada.

**Precondiciones:**

- el colaborador debe estar registrado y haber iniciado sesión en el sistema,
- debe haber al menos una sesión de votación finalizada.

Flujo de eventos normales:

Actor (<i>proponente</i>)		Aplicación		
Paso	Acción	Paso	Acción	Excepción
1	Presiona el botón “ <i>Ver resultados</i> ” del mensaje que indica que la votación ha finalizado, si se alcanzó el porcentaje mínimo de votación. Selecciona la opción “ <i>Validar la votación</i> ” del mensaje que informa que no se alcanzó el porcentaje mínimo de votación.	2	Muestra los resultados de la sesión de votación en el pizarrón interactivo y los envía a los dispositivos móviles de los participantes virtualmente presentes.	E1

Flujo de eventos alternativos:

Id	Nombre	Acción
E1	La conexión entre la aplicación y el servidor no se pudo establecer o se interrumpió.	La aplicación muestra un mensaje de error, el cual indica que no se pueden mostrar los resultados de la sesión de votación, debido a que se perdió la conexión con el servidor o la base de datos.

Poscondiciones:

- los participantes virtualmente presentes reciben los resultados de la votación en sus dispositivos móviles.

3.2 Editor colaborativo de mapas mentales

La aplicación de edición colaborativa de mapas mentales permite a un grupo de colaboradores trabajar en un documento común de manera simultánea. Por lo tanto, los cambios realizados por un colaborador sobre el documento actual son percibidos de manera inmediata por sus colegas. Los colaboradores pueden interactuar, ya sea a través de un pizarrón interactivo ubicado dentro del lugar de reunión o por medio de sus dispositivos móviles. A continuación se presenta el escenario de uso de la aplicación.

3.2.1 Escenario

“Supongamos que un grupo de colaboradores, compuesto por Diego, Alicia, Edgar y Roberto necesita realizar un mapa mental sobre software libre. Dichos colaboradores han planeado formalmente una cita que ha sido registrada en la agenda de la sala de reuniones.

Cuando Diego, Alicia y Roberto, quiénes llevan consigo sus respectivos dispositivos móviles, entran a la sala de reuniones, son autenticados automáticamente por medio de una etiqueta NFC que se encuentra en la entrada de la sala. Mientras tanto, Edgar entra al sistema manualmente introduciendo su nombre de usuario y contraseña, ya que él ha decidido interactuar con sus colegas de manera remota.

Cuando Diego se aproxima al pizarrón interactivo de la sala de juntas y toca la etiqueta NFC asociada a dicho pizarrón, se muestra la pantalla principal que contiene las aplicaciones disponibles y un mensaje que indica que su sesión ha iniciado. Además, se visualiza una barra de colaboradores donde se muestran los colaboradores virtualmente presentes, en este caso, el nombre y la foto de Edgar. Desde la pantalla principal, Diego ejecuta el *editor colaborativo de mapas mentales*, el cual le asigna el rol de *administrador* que le permitirá seleccionar a los coautores y asignarles sus respectivos roles. Diego decide dar el rol de *revisor* a Edgar y el rol de *autor* a Alicia y Roberto. En particular, el rol de *autor* permite la adición, eliminación y modificación de los elementos del mapa mental, mientras que el rol de *revisor* permite la adición, modificación y eliminación de los comentarios asociados a dichos elementos. Una vez que Diego concluyó la asignación de roles a los coautores, el *editor de mapas mentales* se ejecuta automáticamente en los dispositivos móviles de sus colegas.

La interfaz de usuario del editor de mapas mentales se adapta a las dimensiones de la pantalla del dispositivo, a la configuración del grupo y al rol del usuario (*administrador*, *autor* y *revisor*). Por lo tanto, en los dispositivos de Alicia y Roberto, la interfaz de usuario de esta herramienta muestra una vista radar interactiva [10] donde se presenta únicamente la estructura del mapa mental. Por el contrario, en el pizarrón interactivo y en la tableta de Edgar, la interfaz de usuario muestra una vista detallada del mapa mental, así como un barra de colaboradores que contiene el nombre y la foto de los participantes virtual y físicamente presentes. A través de la vista radar interactiva mostrada en sus dispositivos móviles, Alicia y Roberto pueden añadir, modificar, mover y eliminar elementos, mientras observan una vista detallada del mapa mental en el pizarrón interactivo. Edgar puede agregar, modificar y eliminar comentarios desde la vista detallada del mapa mental mostrada en su tableta.

Cuando Diego agrega elementos al mapa mental desde el pizarrón interactivo, estas actualizaciones son inmediatamente desplegadas en los dispositivos de todos los usuarios, observando el nivel de detalle adecuado para cada vista. De la misma manera, tanto las modificaciones concurrentes de Alicia y Roberto, como los comentarios de Edgar también se muestran en tiempo real en todas las vistas”.

3.2.2 Requerimientos funcionales y no funcionales

De igual manera, como parte del análisis, se presentan los requerimientos del *editor colaborativo de mapas mentales*, con el fin de expresar las características y las restricciones del mismo. En las Tablas 3.14 y 3.15, se describen respectivamente los requerimientos funcionales y no funcionales:

No.	Requerimientos funcionales
1	Identificar al <i>administrador</i> del mapa mental.
2	Permitir que el <i>administrador</i> pueda crear un nuevo mapa mental, seleccionar a los participantes y asignar un rol a cada uno.
3	Adaptar su interfaz de usuario de acuerdo al rol del usuario, a las dimensiones de la pantalla de su dispositivo y a la configuración del grupo, i.e., si se encuentra trabajando co-localizadamente o de manera remota.
4	Permitir agregar, modificar o eliminar elementos o comentarios desde una vista detallada mostrada en un pizarrón interactivo o una tableta.
5	Permitir agregar, modificar o eliminar elementos o comentarios desde una vista radar interactiva mostrada en un dispositivo móvil.

Sigue en la página siguiente.

No.	Requerimientos funcionales
6	Mostrar una barra de desplazamiento horizontal y una vertical cuando las dimensiones del mapa mental sobrepasen a las del pizarrón interactivo.
7	Permitir exportar el mapa mental a una imagen en formato png.

Tabla 3.14: Requerimientos funcionales del *editor colaborativo de mapas mentales*

No.	Requerimientos no funcionales
1	Permitir que dos o más usuarios puedan agregar elementos al mapa mental simultáneamente.
2	Maximizar la eficiencia mediante la navegación con un lápiz (en caso de utilizar un pizarrón interactivo) o una pantalla táctil (en caso de utilizar dispositivos móviles).
3	Tanto en el pizarrón interactivo como en una tableta, se deben distinguir claramente los detalles del mapa mental a una distancia considerable.
4	Reflejar inmediatamente, en todos los dispositivos, las modificaciones hechas por un usuario sobre el área de dibujo del mapa mental.

Tabla 3.15: Requerimientos no funcionales del *editor colaborativo de mapas mentales*

3.2.3 Diagramas de casos de uso

En esta sección, describimos primeramente el diagrama general de casos de uso (ver Figura 3.2) y posteriormente se presentan los diagramas detallados de casos de uso del *editor colaborativo de mapas mentales*.

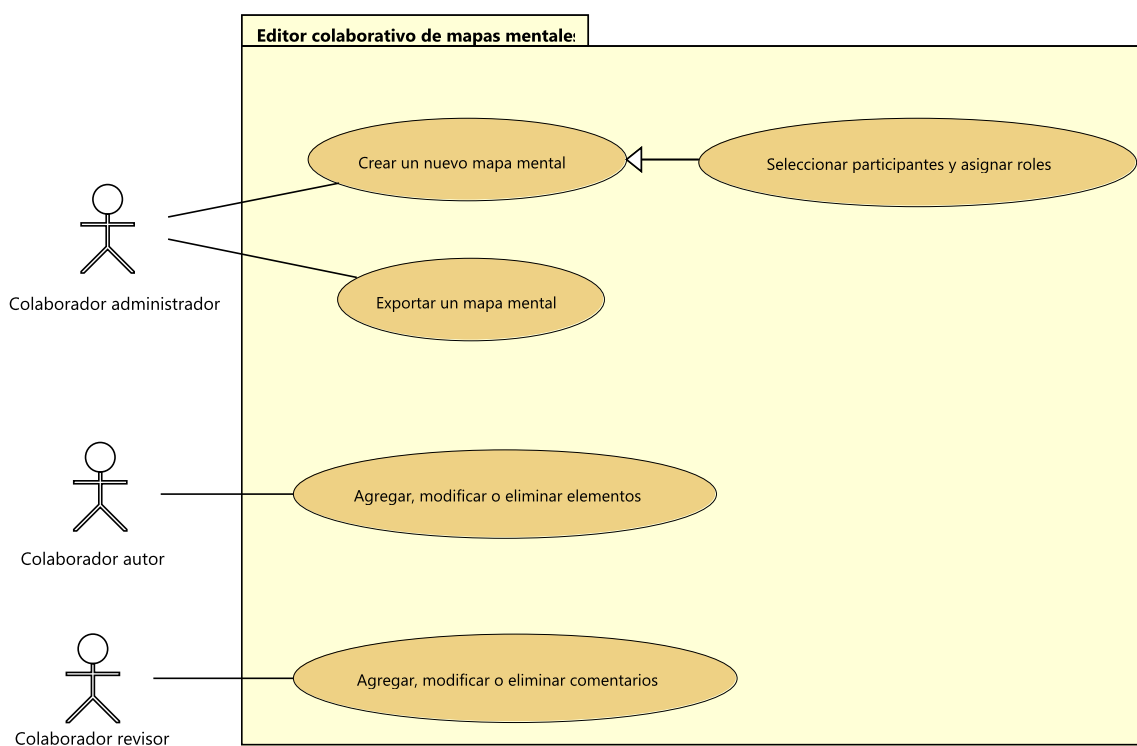
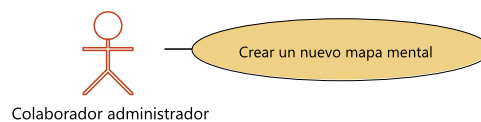


Figura 3.2: Diagrama general de casos de uso del *editor colaborativo de mapas mentales*

CASO DE USO: *Crear un nuevo mapa mental.*

Actor: colaborador *administrador*.

Descripción: un colaborador con el rol de *administrador* crea un nuevo mapa mental.



Precondiciones:

- el colaborador debe estar registrado y haber iniciado sesión en el sistema,
- la aplicación debe haber asignado el rol de *administrador* al colaborador.

Flujo de eventos normales:

Actor (<i>administrador</i>)		Aplicación		
Paso	Acción	Paso	Acción	Excepción
1	Ejecuta el <i>editor colaborativo de mapas mentales</i> .	2	Adapta su interfaz de usuario de manera que muestra las opciones para el <i>administrador</i> .	
3	Selecciona a los colaboradores participantes, les asigna un rol a cada uno y presiona el botón “Crear un nuevo mapa mental”.	5	Envía una notificación a los colaboradores física y virtualmente presentes, donde se solicita su participación en la elaboración del mapa mental.	E1

Flujo de eventos alternativos:

Id	Nombre	Acción
E1	La conexión entre la aplicación y el servidor no se pudo establecer o se interrumpió.	La aplicación muestra un mensaje de error, el cual indica que no se ha podido crear el nuevo mapa mental, debido a que no hay conexión con el servidor o la base de datos.

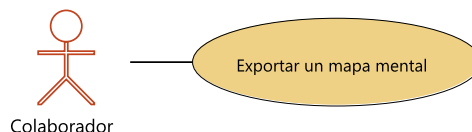
Poscondiciones:

- la aplicación adapta su interfaz de usuario en los dispositivos, de tal manera que muestra únicamente las opciones correspondientes al rol del usuario,
- de acuerdo a las dimensiones de la pantalla del dispositivo y a la configuración del grupo, la aplicación muestra ya sea una vista radar interactiva o una vista detallada del mapa mental,
- si el colaborador se encuentra trabajando de manera distribuida y las dimensiones de la pantalla de su dispositivo lo permiten, la aplicación presenta en su interfaz de usuario una barra que muestra los colaboradores presentes en el lugar de reunión, virtualmente presentes y ausentes,
- en el pizarrón interactivo, se presenta una vista detallada donde se puede observar el mapa mental y una barra que muestra los colaboradores virtualmente presentes y ausentes.

CASO DE USO: *Exportar un mapa mental.*

Actor: colaborador.

Descripción: un colaborador exporta el mapa mental a una imagen.



Precondiciones:

- el colaborador debe estar registrado y haber iniciado sesión en el sistema,
- debe haber un mapa mental abierto en el editor.

Flujo de eventos normales:

Actor (<i>administrador</i>)		Aplicación		
Paso	Acción	Paso	Acción	Excepción
1	Selecciona la opción “Exportar mapa mental” de la interfaz de usuario de la aplicación.	2	Solicita al colaborador que seleccione la ubicación donde se guardará el mapa mental y el nombre del archivo.	
3	Selecciona la ubicación donde se guardará el mapa mental e ingresa el nombre del archivo.	4	Guarda el mapa mental actual como una imagen en formato png, en la ubicación indicada por el <i>administrador</i> .	

Poscondiciones:

- la aplicación muestra un mensaje que indica que el mapa mental ha sido exportado correctamente.

CASO DE USO: *Agregar, modificar, mover o eliminar elementos en un mapa mental.*

Actor: colaborador *autor*.

Descripción: un colaborador con el rol de *autor* agrega, modifica, desplaza o elimina elementos en un mapa mental.



Precondiciones:

- el colaborador debe estar registrado y haber iniciado sesión en el sistema,
- el colaborador debe ser parte del grupo de colaboradores a cargo de la creación del mapa mental,
- la aplicación debe haber asignado el rol de *autor* al colaborador.

Flujo de eventos normales: *agregar elementos*

Actor (<i>autor</i>)		Aplicación		
Paso	Acción	Paso	Acción	Excepción
1	Selecciona un elemento del mapa mental y presiona el botón que permite agregar nuevos elementos.	2	Muestra una ventana de diálogo, donde solicita al <i>autor</i> que escriba el texto del elemento.	
3	Escribe el texto del elemento y presiona el botón “Aceptar” de la ventana de diálogo.	4	Agrega el elemento a la vista radar interactiva mostrada en los dispositivos móviles de todos los colaboradores y a la vista detallada mostrada en el pizarrón interactivo y las tabletas.	E1

Flujo de eventos normales: *eliminar elementos*

Actor (<i>autor</i>)		Aplicación		
Paso	Acción	Paso	Acción	Excepción
1	Selecciona un elemento del mapa mental y presiona el botón que permite eliminar elementos.	2	Elimina el elemento de la vista radar interactiva mostrada en los dispositivos móviles de todos los colaboradores y de la vista detallada mostrada en el pizarrón interactivo y las tabletas.	E1

Flujo de eventos normales: *editar elementos*

Actor (<i>autor</i>)		Aplicación		
Paso	Acción	Paso	Acción	Excepción
1	Selecciona un elemento del mapa mental y presiona el botón que permite editar elementos.	2	Muestra una ventana de diálogo, donde solicita al <i>autor</i> que escriba el nuevo texto del elemento.	
3	Escribe el nuevo texto del elemento y presiona el botón “Aceptar” de la ventana de diálogo.	4	Actualiza el texto del elemento en la vista detallada mostrada en el pizarrón interactivo y las tabletas.	E1

Flujo de eventos alternativos:

Id	Nombre	Acción
E1	La conexión entre la aplicación y el servidor no se pudo establecer o se interrumpió.	La aplicación muestra un mensaje de error, el cual indica que no se ha podido realizar la actualización en el mapa mental, debido a que no hay conexión con el servidor.

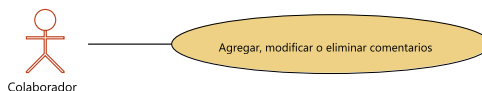
Poscondiciones:

- las actualizaciones en el mapa mental deben reflejarse en las vistas de los dispositivos móviles de todos los colaboradores y en la vista detallada mostrada en el pizarrón interactivo.

CASO DE USO: *Agregar, modificar o eliminar comentarios en los elementos de un mapa mental.*

Actor: colaborador *revisor*.

Descripción: un colaborador con el rol de *revisor* agrega, modifica o elimina comentarios en los elementos de un mapa mental.



Precondiciones:

- el colaborador debe estar registrado y haber iniciado sesión en el sistema,
- el colaborador debe ser parte del grupo de colaboradores a cargo de la creación del mapa mental,
- la aplicación debe haber asignado el rol de *revisor* al colaborador.

Flujo de eventos normales: *agregar comentarios*

Actor (<i>revisor</i>)		Aplicación		
Paso	Acción	Paso	Acción	Excepción
1	Selecciona un elemento del mapa mental y presiona el botón que permite asociar un comentario a dicho elemento.	2	Muestra una ventana de diálogo, donde se solicita al <i>revisor</i> que escriba el texto del comentario.	
3	Escribe el texto del comentario y presiona el botón "Aceptar" de la ventana de diálogo.	4	Agrega un ícono que indica que hay un comentario asociado al elemento seleccionado, tanto en la vista radar interactiva mostrada en los dispositivos móviles de todos los colaboradores como en la vista detallada mostrada en el pizarrón interactivo y las tabletas.	E1

Flujo de eventos normales: *editar comentarios*

Actor (<i>revisor</i>)		Aplicación		
Paso	Acción	Paso	Acción	Excepción
1	Selecciona un comentario en el mapa mental y presiona el botón que permite editar comentarios.	2	Muestra una ventana de diálogo, donde solicita al <i>revisor</i> que escriba el nuevo texto del comentario.	
3	Escribe el nuevo texto del comentario y presiona el botón “Aceptar” de la ventana de diálogo.	4	Actualiza el texto del comentario en la vista detallada mostrada en el pizarrón interactivo y las tabletas.	E1

Flujo de eventos normales: *eliminar comentarios*

Actor (<i>revisor</i>)		Aplicación		
Paso	Acción	Paso	Acción	Excepción
1	Selecciona un comentario en el mapa mental y presiona el botón que permite eliminar comentarios.	2	Elimina el ícono que representa al comentario, tanto de la vista radar mostrada en los dispositivos móviles de todos los colaboradores, como de la vista detallada mostrada en el pizarrón interactivo y las tabletas.	E1

Flujo de eventos alternativos:

Id	Nombre	Acción
E1	La conexión entre la aplicación y el servidor no se pudo establecer o se interrumpió.	La aplicación muestra un mensaje de error, el cual indica que no se ha podido realizar la actualización en el mapa mental, debido a que no hay conexión con el servidor.

Poscondiciones:

- las actualizaciones en el mapa mental deben reflejarse en la vista radar interactiva mostrada en los dispositivos móviles de todos los colaboradores y en la vista detallada mostrada tanto en el pizarrón interactivo como en las tabletas.

3.3 Administrador de contenidos vía NFC

Esta aplicación permite facilitar a los usuarios la información que se va a tratar en una reunión previamente planificada. Dicha información se refiere al objetivo de la reunión, los temas a tratar y los archivos relevantes a la misma. Al entrar al lugar de reunión, los colaboradores podrán recibir automáticamente en sus dispositivos móviles toda la información sobre la reunión y los archivos que se discutirán durante la misma. A continuación se presenta el escenario de uso de la aplicación.

3.3.1 Escenario

“Supongamos que Edgar, el jefe del Departamento de Computación de una universidad, y sus colegas organizan una cita en la sala de reuniones de dicho departamento, con el fin de discutir algunos temas relativos al desarrollo de un proyecto.

Edgar entra a la habitación unos minutos antes de la hora acordada, con el fin de establecer algunos detalles de la reunión. En su dispositivo móvil, Edgar ejecuta la herramienta de *administración de contenidos*, con el fin de establecer cada asunto a discutir y seleccionar los documentos a ser revisados durante la reunión. Al final de este proceso, Edgar acerca su dispositivo móvil a la etiqueta NFC situada en la entrada de la sala de reuniones y selecciona la opción para grabar la información sobre la reunión en dicha etiqueta. Debido a las limitaciones de almacenamiento de las etiquetas NFC, la herramienta de *administración de contenidos* sube a un servidor de contenidos, a través de Wi-Fi, los documentos relacionados con cada asunto en todos los formatos disponibles (e.g., html, pdf, doc).

Al entrar a la sala de reuniones, cada participante acerca su dispositivo a la etiqueta NFC, de tal manera que cuando la distancia entre ambos es de 3 cm o menos, se establece entre ellos una comunicación a través de NFC. Como resultado de dicha comunicación, varias acciones tienen lugar automáticamente: 1) la herramienta de *administración de contenidos* es ejecutada, 2) la sesión del participante es iniciada, y finalmente 3) la etiqueta NFC transfiere a los dispositivos móviles de los participantes la información necesaria.

Con el fin de descargar documentos adaptados a las características de cada dispositivo, la herramienta de *administración de contenidos* toma en cuenta el espacio de almacenamiento y los visores de documentos disponibles en los dispositivos. De esta manera, por ejemplo, si no hay suficiente

espacio de almacenamiento para guardar todo el documento, se proporciona únicamente un resumen. Del mismo modo, si el dispositivo destino tiene sólo visores postscript, un documento en este formato es descargado desde el servidor de contenidos, a través de Wi-Fi.

Una vez finalizado este proceso, en la interfaz de usuario del *administrador de contenidos* se añaden íconos que representan los documentos descargados, con el fin de que sean fácilmente accesibles por el usuario”.

3.3.2 Requerimientos funcionales y no funcionales

A continuación se presentan los requerimientos del *administrador de contenidos vía NFC*, con el fin de expresar las características y restricciones del mismo. En las Tablas 3.27 y 3.28, se muestran respectivamente los requerimientos funcionales y no funcionales:

No.	Requerimientos funcionales
1	Permitir que un colaborador ingrese la información relacionada a una reunión y suba a un servidor de contenidos, los documentos que son relevantes a la misma.
2	Permitir que un colaborador pueda grabar en una etiqueta NFC la información relacionada a una reunión.
3	Permitir que un colaborador, al acercarse su dispositivo a una etiqueta NFC, inicie automáticamente su sesión y reciba en su dispositivo la información referente a una reunión.
4	Ejecutarse automáticamente cuando un colaborador inicie su sesión a través de una etiqueta NFC y haya información sobre una reunión grabada en dicha etiqueta.
5	Detectar qué tipos de formato de documentos son soportados por las herramientas de visualización instaladas en el dispositivo.
6	Iniciar la descarga de los documentos que es necesario revisar durante una reunión. Durante la solicitud de documentos, se debe indicar qué tipos de formato son soportados, de tal manera que los documentos a descargar sean en un formato soportado.
7	Mostrar en la interfaz de usuario de la aplicación un ícono por cada documento descargado y permitir abrir dicho documento al hacer click sobre su ícono.

Tabla 3.27: Requerimientos funcionales del *administrador de contenidos vía NFC*

No.	Requerimientos no funcionales
1	Habilitar el adaptador de red inalámbrico Wi-Fi, si éste se encuentra deshabilitado.
2	Permitir la apertura de los documentos descargados.
3	No permitir la transmisión de información a dispositivos de usuarios que no estén registrados.

Tabla 3.28: Requerimientos no funcionales del *administrador de contenidos vía NFC*

3.3.3 Diagramas de casos de uso

En esta sección, describimos primeramente el diagrama general de casos de uso (ver Figura 3.3) y posteriormente se presentan los diagramas detallados de casos de uso del *administrador de contenidos vía NFC*.

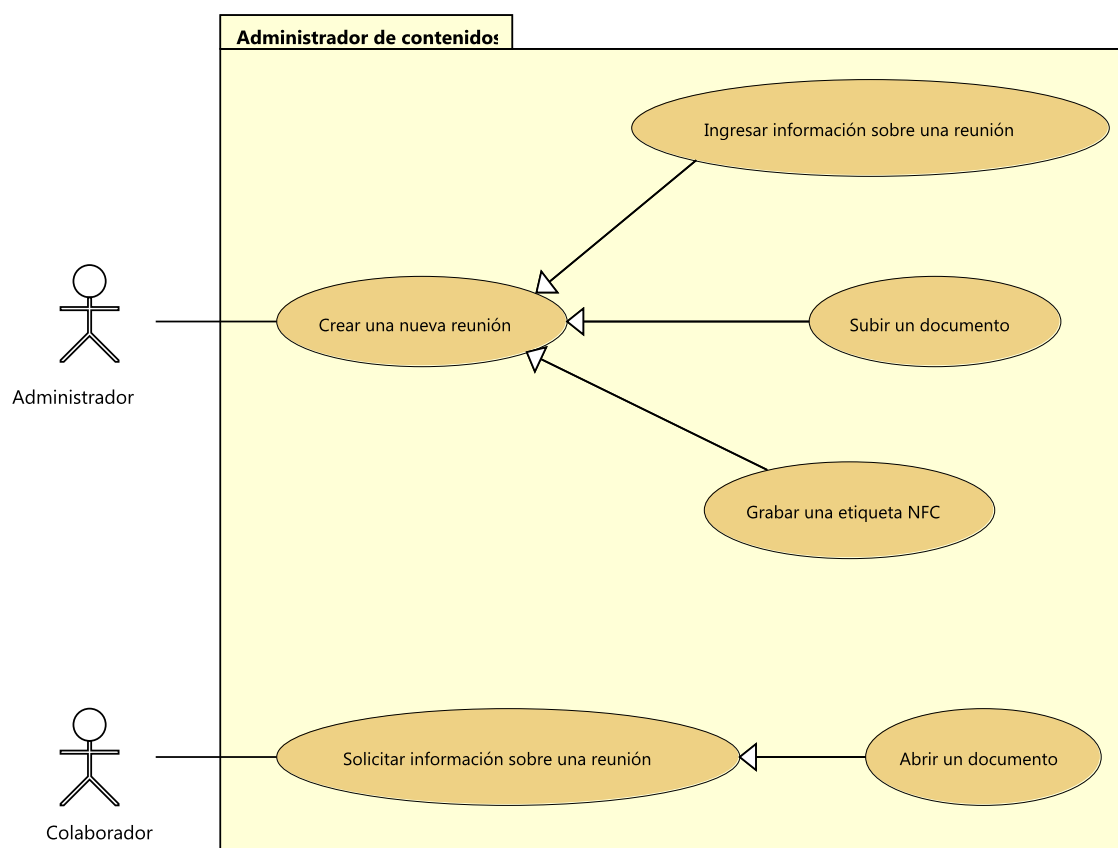
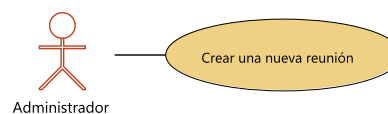


Figura 3.3: Diagrama general de casos de uso del *administrador de contenidos vía NFC*

CASO DE USO: *Crear una nueva reunión.*

Actor: administrador.

Descripción: un administrador crea una nueva reunión.



Precondiciones:

- el colaborador debe estar registrado y haber iniciado sesión en el sistema,
- el dispositivo del colaborador debe contar con un chip NFC.

Flujo de eventos normales:

Actor (<i>administrador</i>)		Aplicación		
Paso	Acción	Paso	Acción	Excepción
1	Abre el <i>administrador de contenidos vía NFC</i> .	2	Muestra las opciones para el <i>administrador</i> .	
3	Ingresa la información relacionada a una reunión, sube al servidor documentos en diferentes formatos que son relevantes a la misma y presiona el botón “Grabar etiqueta”.	4	Graba la información sobre la reunión en la etiqueta NFC.	E1

Flujo de eventos alternativos:

Id	Nombre	Acción
E1	No es posible grabar la información en la etiqueta NFC.	La aplicación muestra un mensaje de error, el cual indica que no se ha podido grabar la etiqueta NFC, debido a que no se detectó la misma o el dispositivo se retiró antes de que se llevara a cabo la grabación de la información.

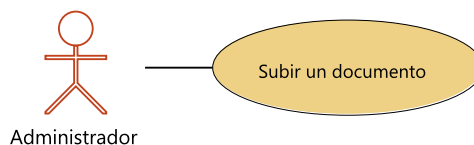
Poscondiciones:

- la etiqueta NFC contiene la información sobre la reunión.

CASO DE USO: *Subir un documento al servidor.*

Actor: administrador.

Descripción: un administrador sube al servidor de contenidos, un documento a revisar durante una nueva reunión.



Precondiciones:

- el colaborador debe estar registrado y haber iniciado sesión en el sistema,
- el dispositivo del colaborador debe contar con un chip NFC,
- el documento a subir al servidor debe estar almacenado en el dispositivo del colaborador.

Flujo de eventos normales:

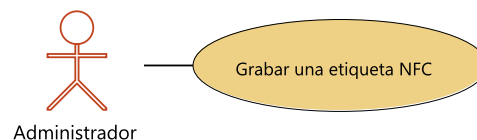
Actor (<i>administrador</i>)		Aplicación		
Paso	Acción	Paso	Acción	Excepción
1	Presiona el botón que permite subir un documento al servidor.	2	Ejecuta un explorador de archivos instalado en el dispositivo, con el fin de que el <i>administrador</i> pueda seleccionar el documento a subir.	
3	Selecciona el documento que desea subir al servidor.	4	Sube el documento al servidor.	E1

Flujo de eventos alternativos:

Id	Nombre	Acción
E1	La conexión entre la aplicación y el servidor no se pudo establecer o se interrumpió.	La aplicación muestra un mensaje de error, el cual indica que no se ha podido subir el documento al servidor, debido a que no hay conexión con el mismo.

Poscondiciones:

- el documento es almacenado en el servidor.

CASO DE USO: *Grabar una etiqueta NFC.***Actor:** administrador.**Descripción:** un administrador graba la información correspondiente a una nueva reunión en una etiqueta NFC.**Precondiciones:**

- el colaborador debe estar registrado y haber iniciado sesión en el sistema,
- el dispositivo del colaborador debe contar con un chip NFC,
- el colaborador debe haber ingresado la información correspondiente a la reunión.

Flujo de eventos normales:

Actor (administrador)		Aplicación		
Paso	Acción	Paso	Acción	Excepción
1	Acerca su dispositivo a una etiqueta NFC y presiona el botón “Grabar etiqueta” mostrado en la interfaz de usuario del <i>administrador de contenidos</i> .	2	Graba la información sobre la reunión en la etiqueta NFC, i.e., los temas a tratar, la lista de documentos, la hora y la duración.	E1

Flujo de eventos alternativos:

Id	Nombre	Acción
E1	No es posible grabar la información en la etiqueta NFC.	La aplicación muestra un mensaje de error, el cual indica que no se ha podido grabar la etiqueta NFC, debido a que no se detectó la misma o el dispositivo se retiró antes de que se llevara a cabo la grabación de la información.

Poscondiciones:

- la etiqueta almacena la información correspondiente a la reunión.

CASO DE USO: *Solicitar información sobre una reunión.*

Actor: colaborador.

Descripción: por medio de su dispositivo, un colaborador solicita a una etiqueta NFC, la información correspondiente a una reunión.



Precondiciones:

- el colaborador debe estar registrado,
- el dispositivo del colaborador debe contar con un chip NFC,
- en el lugar de reunión, debe haber una etiqueta NFC con información grabada al menos sobre una reunión.

Flujo de eventos normales:

Actor (colaborador)		Aplicación		
Paso	Acción	Paso	Acción	Excepción
1	Acerca su dispositivo (a una distancia de 3 cm o menos) a una etiqueta NFC colocada en la entrada de una habitación.	2	Inicia automáticamente y la etiqueta NFC le transfiere la información sobre la reunión. Adapta su interfaz de usuario de acuerdo a la información recibida e inicia la descarga de los documentos a revisar en la reunión.	E1

Flujo de eventos alternativos:

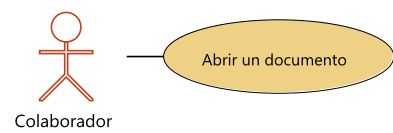
Id	Nombre	Acción
E1	La conexión entre la aplicación y el servidor no se pudo establecer o se interrumpió.	La aplicación muestra un mensaje de error, el cual indica que no se han podido descargar los documentos, debido a que no hay conexión con el servidor.

Poscondiciones:

- la interfaz de usuario de la aplicación contiene toda la información sobre la reunión.

CASO DE USO: *Abrir un documento.*

Actor: colaborador.
Descripción: un colaborador abre uno de los documentos descargados para la reunión.



Precondiciones:

- el colaborador debe estar registrado y haber iniciado sesión en el sistema,
- el colaborador debe estar participando en la reunión en curso.

Flujo de eventos normales:

Actor (colaborador)		Aplicación		
Paso	Acción	Paso	Acción	Excepción
1	Hace click en uno de los íconos que representan a los documentos descargados.	2	Solicita a una herramienta instalada en el dispositivo la apertura del documento.	

Poscondiciones:

- se visualiza el documento en la herramienta seleccionada.

3.4 Marco XARE

El marco XARE tiene como objetivo ayudar a los desarrolladores a crear aplicaciones colaborativas que son capaces de adaptarse a cambios en el contexto de uso. Este marco propone una re-conceptualización del “contexto de uso” para sistemas colaborativos adaptativos [4], en función de los siguientes tres componentes: *grupo de colaboradores*, *conjunto de plataformas* y *entorno común*. Por lo tanto, un sistema colaborativo adaptativo al menos se asocia con dos contextos de uso, de manera que cada uno se compone de:

- Un *grupo de colaboradores* el cual denota a los arquetipos humanos que van a utilizar el sistema, con el fin de llevar a cabo un proyecto común.
- Un *conjunto de plataformas* el cual describe las características de hardware y software de los dispositivos que alojan el sistema colaborativo.
- Un *entorno común* el cual se refiere a las condiciones de interacción físicas y sociales.

Después de haber presentado la definición de “contexto de uso” en la que se basa el marco XARE, en la sección 3.4.1 se describe la especificación de los contextos de uso de un sistema colaborativo con base en el patrón de diseño Decorator [27]. En la sección 3.4.2 se presentan las extensiones del contexto de uso referentes a los componentes *colaboradores* y *plataformas*, mediante un diagrama de clases. En la sección 3.4.3 se describen las capas del marco XARE y por último, en la sección 3.4.4 se presenta la asociación entre las clases y capas del marco.

3.4.1 Contextos de uso de un sistema colaborativo

Como se muestra en la Figura 3.4, el contexto de uso para sistemas colaborativos ha sido modelado mediante el patrón de diseño Decorator [27], que nos permite definir dinámicamente nuevos contextos de uso (clase abstracta *ContextOfUse*), con el fin de que un sistema colaborativo se adapte a cambios contextuales (clase abstracta *AdaptiveGroupwareSystem*). Debido a la estructura abstracta y concreta de las clases del patrón Decorator, el sistema colaborativo no necesita ser modificado. Por lo tanto, es posible incluso que los sistemas colaborativos no adaptativos existentes (clase *ConcreteGroupwareApplication*) sean conscientes de diferentes contextos de uso (clases *ContextOfUse_1 ... ContextOfUse_n*).

Un contexto de uso puede incluir algunos o todos los componentes de adaptación (i.e., *grupo de colaboradores*, *conjunto de plataformas*, *entorno común*) en función de los requerimientos del sistema colaborativo. De esta manera, este patrón estructural proporciona a los programadores un soporte de desarrollo flexible que les permite enriquecer sus aplicaciones colaborativas con capacidades de adaptación que implican uno, algunos o todos estos componentes (clases *GroupOfCollaborators*, *SetOfPlatforms*, and *CommonEnvironment*).

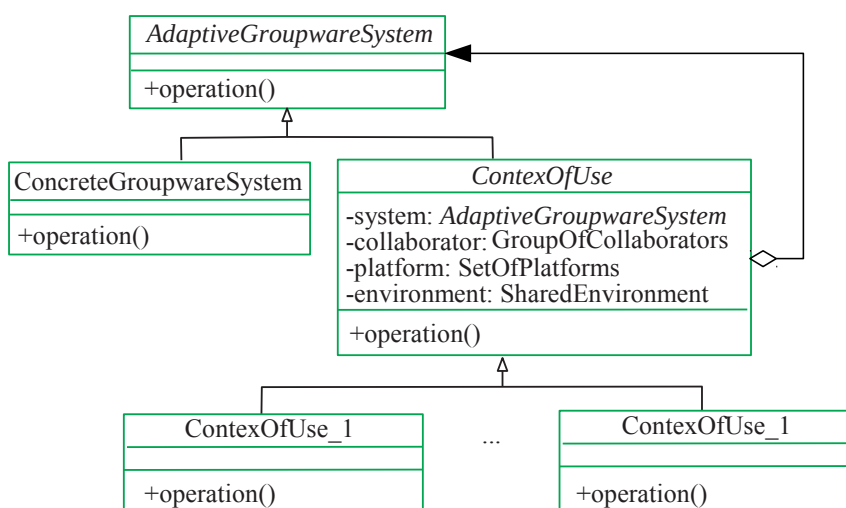


Figura 3.4: Especificación de los contextos de uso de un sistema colaborativo

3.4.2 Clases de XARE

La Figura 3.5 muestra que un grupo de colaboradores (clase `GroupOfCollaborators`) está compuesto de al menos un colaborador (clase `Collaborator`) quien puede tener un perfil y varios roles. Según Gauch et al., un perfil (clase `Profile`) permite la definición de las habilidades y preferencias de una persona [28]. Las habilidades de un colaborador (clase `Skill`) se refieren a su capacidad para llevar a cabo un conjunto de actividades con un cierto nivel de destreza (atributo `dexterityLevel`). El rol de un colaborador (clase `Role`) es un conjunto de actividades que definen su responsabilidad y alcance. Por consiguiente, es posible inferir los roles de un colaborador a partir de sus habilidades.

Una actividad (clase `Activity`) es un conjunto de acciones significativas (clase `Action`), sobre un objeto compartido (clase `SharedObject`), que tienen un objetivo común (atributo `goal`). Una actividad se caracteriza también por un tipo y un límite de tiempo (atributos `sortActivity` y `deadline`).

Las preferencias de un colaborador (clase `Preferences`) se refieren a la selección de valores para las opciones que ofrece un sistema colaborativo, e.g., su disponibilidad, medios de contacto y formas de notificación. La disponibilidad de un colaborador (clase `Availability`) puede pasar a través de los siguientes estados (atributo `state`): *presente* o *ausente*, pero si el colaborador está presente, puede estar *ocupado*, *accesible*, *alcanzable si es posible* o *libre*.

Los medios de contacto de un colaborador (clase `ContactMeans`) se refieren a la forma en que él prefiere ser contactado por sus colegas en un momento dado, e.g., videoconferencia, mensajería instantánea, correo electrónico o voz IP. Los medios de contacto de un colaborador pueden ser determinados de forma automática por el sistema colaborativo, pero el colaborador tiene la posibilidad de modificarlos si es necesario. Por lo tanto, cada colaborador puede ser contactado por varios medios de

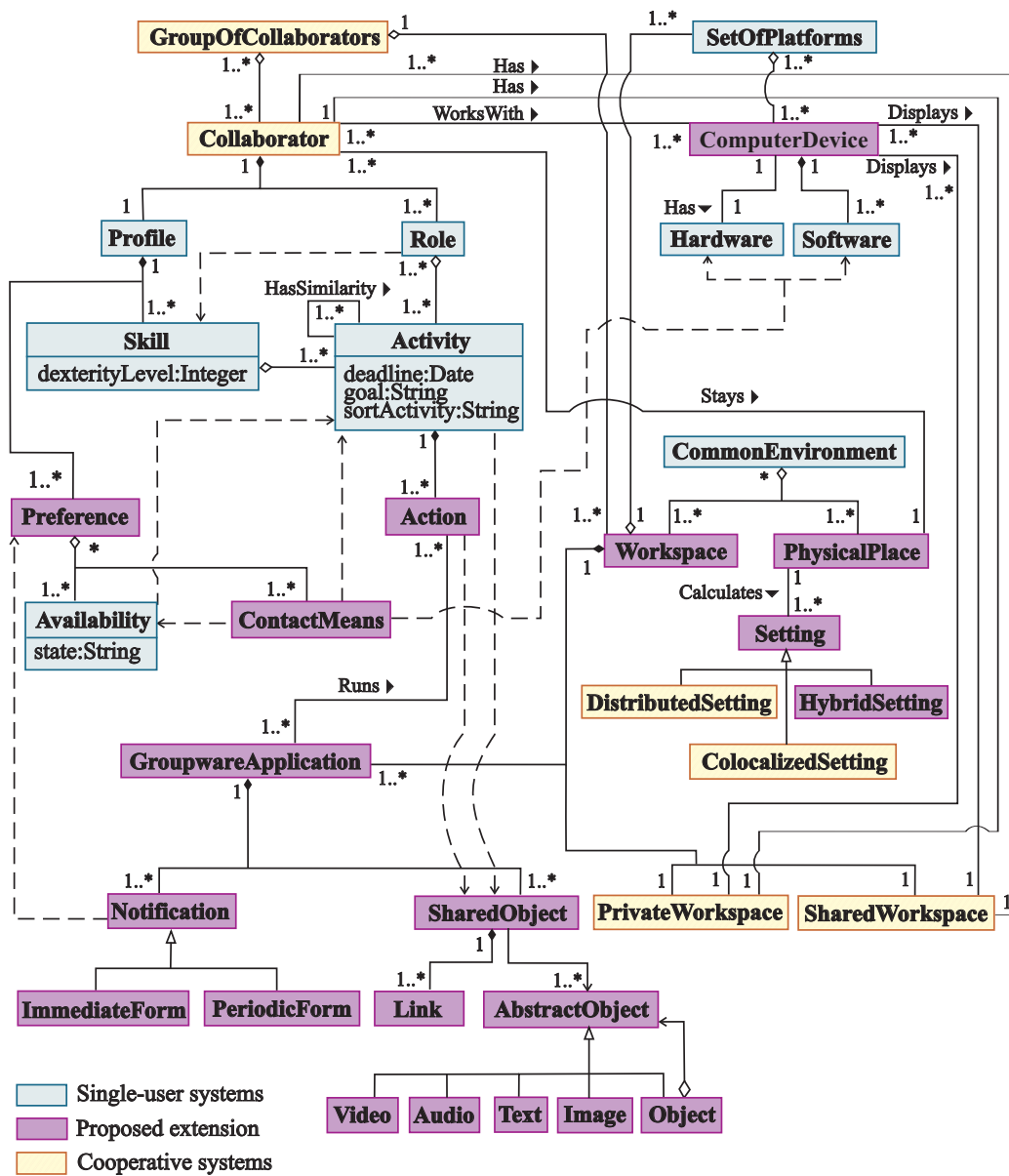


Figura 3.5: Especificaciones del contexto de uso relativas a los componentes *colaboradores* y *plataformas* del marco XARE

comunicación, dependiendo de:

1. El hardware y software (clases **Hardware** y **Software**) disponible en sus dispositivos actuales (clase **ComputerDevice**), i.e., los dispositivos que está utilizando con el fin de completar una actividad.
2. Su estado de disponibilidad (atributo **state** de la clase **Availability**) o la *similitud* entre su actividad actual y la actividad actual o actividades potenciales de los colegas que pueden ponerse en contacto con él (relación **hasSimilarity** de la clase **Activity**).

Un colaborador tiene a su disposición un espacio de trabajo privado (clase **PrivateWorkspace**) donde realiza contribuciones personales. Además, puede compartir con su grupo de colegas un espacio de trabajo común (clase **SharedWorkspace**) donde cada uno puede publicar su propia producción. De acuerdo al rol actual de cada colaborador, el espacio de trabajo (clase **Workspace**) le proporciona aplicaciones colaborativas destinadas a facilitar las actividades correspondientes a su rol.

Una aplicación colaborativa (clase **GroupwareApplication**) proporciona acciones válidas (clase **Action**) que permiten a los colaboradores crear, modificar, anotar y eliminar objetos compartidos (clase **SharedObject**) de manera concurrente. Una aplicación colaborativa puede estar relacionada con otras por medio de sus respectivos objetos compartidos (clase **Link**). Un objeto compartido sigue el patrón de diseño Composite [27] porque el marco tiene como objetivo proporcionar soporte al dominio de aplicaciones de edición cooperativa. Por lo tanto, un documento multimedia compartido tiene una estructura de árbol.

La Figura 3.5 también ilustra las formas de notificación (clase **Notification**) implementadas por cada aplicación colaborativa, con el fin de proporcionar información de conciencia de grupo a los colaboradores. Por medio de sus preferencias, cada colaborador puede expresar no sólo su interés en recibir información acerca de sus colegas y en enviarles información acerca de sí mismo, sino también la forma en que esta información es notificada, i.e., qué tipo de información de conciencia, de/para quien, cuándo y cómo. En particular, la recepción y el envío de información puede llevarse a cabo de dos formas:

1. La *forma instantánea* (clase **ImmediateForm**), la cual consiste en la notificación de la información justo en el momento en que se genera.
2. La *forma periódica* (clase **PeriodicForm**), la cual consiste en la notificación de la información en un tiempo predefinido.

El entorno común (clase **CommonEnvironment**) donde la colaboración se lleva a cabo, involucra una gran cantidad de variables contextuales, pero por razones de simplificación, sólo se consideran los lugares físicos (clase **PhysicalPlace**) desde donde los colaboradores están interactuando. Por lo tanto, son posibles tres configuraciones:

1. Todos los colaboradores están distribuidos, por lo que cada uno se encuentra en un lugar físico diferente (clase `DistributedSetting`).
2. Todos los colaboradores están ubicados en el mismo lugar físico (clase `ColocatedSetting`).
3. Una forma mixta de las anteriormente mencionadas, i.e., algunos colaboradores están co-localizados, mientras que otros están distribuidos (clase `HybridSetting`).

La implementación de un entorno multi-dispositivo y multi-usuario implica que cada colaborador debe tener la posibilidad de interactuar con otros colaboradores, mientras utiliza simultáneamente varios dispositivos [29], con el fin de realizar sus actividades.

Por ejemplo, en un entorno co-localizado (clase `ColocatedSetting`), cada colaborador podría tener una laptop (clase `ComputerDevice`) donde se muestre su espacio de trabajo privado (clase `PrivateWorkspace`); además, cada colaborador podría tener un teléfono inteligente que actúe como un control remoto para interactuar con un pizarrón interactivo común, donde el espacio de trabajo compartido (clase `SharedWorkspace`) es visualizado por todos los miembros del grupo.

3.4.3 Capas de XARE

El marco XARE se compone de tres capas: la *Capa de detección*, la *Capa de adaptación* y la *Capa espacio de trabajo*. La *Capa de detección* es la capa más baja del marco y se encarga de reconocer los cambios en las variables contextuales, por medio de perceptores lógicos y físicos. La *Capa de adaptación* se encuentra entre las capas inferior y superior del marco. Esta capa intermedia es la encargada de analizar la información recopilada por la *Capa de detección*, con el fin de determinar si los nuevos cambios detectados en el contexto del uso requieren que los espacios de trabajo privados y compartidos de una aplicación colaborativa sean adaptados o no. Si la *Capa de adaptación* determina que es necesaria cierta adaptación, esta capa informará a la *Capa espacio de trabajo* cómo tiene que ser implementada. Esta última es la capa superior del marco y se encarga de llevar a cabo los ajustes indicados por la *Capa de adaptación*.

La *Capa de detección* se compone de dos tipos de perceptores (ver Figura 3.6):

1. **Perceptores lógicos:** son mecanismos de software capaces de identificar cambios en las siguientes variables contextuales lógicas:
 - Variable *dispositivos*: representa las plataformas actuales de interacción de cada colaborador, donde se ejecutan las aplicaciones colaborativas. Utilizando esta variable, es posible obtener las características de hardware y software de estos dispositivos, con el fin de adaptar las aplicaciones colaborativas al componente “plataforma” del contexto de uso.

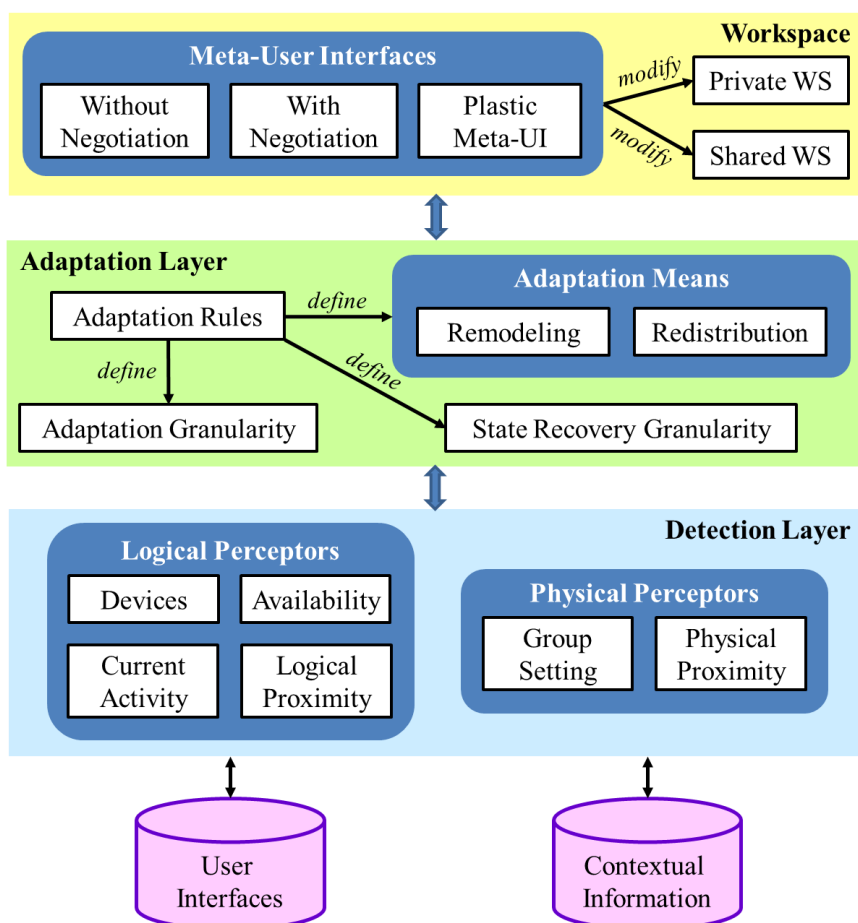


Figura 3.6: Capas del marco XARE.

- Variable *disponibilidad*: denota la disponibilidad de cada colaborador, la cual puede ser definida manualmente por el propio colaborador o inferida automáticamente por una aplicación colaborativa. Como se mencionó en la sección 3.4.2, esta variable puede tomar los valores *presente* o *ausente*, pero si el colaborador está físicamente presente, puede estar *ocupado*, *accesible*, *alcanzable si es posible*, o *libre*.
- Variable *actividad actual*: representa la actividad actual de cada colaborador, la cual es inferida automáticamente por una aplicación colaborativa a partir de las acciones realizadas por el colaborador sobre los objetos compartidos.
- Variable *proximidad lógica*: denota la cercanía entre un colaborador y sus colegas en el espacio de trabajo compartido.

2. **Perceptores físicos:** son principalmente sensores que son capaces de reconocer los cambios en las siguientes variables contextuales físicas:

- Variable *configuración del grupo*: por medio de sensores RFID y de la tecnología Bluetooth, es posible descubrir la entrada y salida de cada colaborador de un lugar específico, con el fin para determinar si un grupo de trabajo está colaborando de una manera distribuida o co-localizada.
- Variable *proximidad física*: denota la cercanía entre los dispositivos de un colaborador y los de sus colegas. Por medio de esta variable, es posible que dos colaboradores coloquen sus respectivas tabletas en un modo acoplado, con el fin de crear un espacio de trabajo compartido a partir de los dos privados, como en Connectables [23], o de extender un espacio de trabajo compartido existente.

La *Capa de adaptación* está compuesta de los siguientes módulos (ver Figura 3.6):

1. **Reglas de adaptación**: con base en los cambios detectados en el contexto de uso, este módulo analiza si la aplicación colaborativa objetivo necesita ser adaptada o no. En caso de que requiera alguna adaptación, este módulo especifica también el tipo de técnicas necesarias para adaptar la aplicación colaborativa, así como la granularidad de adaptación y de recuperación del estado.
2. **Medios de adaptación**: se refieren a la forma en cómo son percibidos los resultados del proceso de adaptación, en la interfaz de usuario (IU). Por lo tanto, el proceso de adaptación puede utilizar una o una combinación de las siguientes técnicas [26]:
 - *Redistribución*: consiste en la reorganización de la IU en diferentes plataformas. Se han identificado cuatro tipos: a) de una *organización centralizada a otra*, cuyo objetivo es preservar el estado de centralización de la IU, e.g., la migración de un PC a una PDA; b) de una *organización centralizada a una distribuida*, la cual distribuye la IU entre varias plataformas, c) de una *organización distribuida a una centralizado*, cuyo efecto es el de concentrar la IU en una sola plataforma; y d) de una *organización distribuida a otra distribuida*, la cual modifica el estado de distribución de la IU.
 - *Remodelado*: implica volver a configurar la IU a través de inserciones, supresiones, sustituciones y nuevas organizaciones de todos o algunos de los componentes de la IU. Las transformaciones se aplican a diferentes niveles de abstracción: a) *intra-modal*, cuando los componentes conservan la misma modalidad, e.g., de interacción gráfica a gráfica; b) *inter-modal*, cuando los componentes cambian a una modalidad diferente, e.g., de interacción gráfica a táctil; y c) *multi-modal*, cuando la remodelación usa una combinación de transformaciones intra-e inter-modal.
3. **Granularidad de adaptación**: denota la unidad más pequeña de la IU que puede ser remodelada y redistribuida. Se identifican tres granos de adaptación [26]: a) *interactor*, el cual representa la unidad más pequeña de la IU que

lleva a cabo una tarea, e.g., el botón “Guardar” de un editor; b) *espacio de trabajo*, el cual se refiere a un espacio que soporta la ejecución de un conjunto de tareas relacionadas lógicamente, e.g., una ventana de impresión; y c) *total*, la cual implica que toda la IU se ve afectada por las modificaciones. Hay otro grano, llamado *pixel*, el cual se refiere a que cualquier componente de la IU puede ser dividido en múltiples pantallas, sin embargo, esta granularidad de adaptación sólo concierne a la técnica de la redistribución.

4. **Granularidad de recuperación de estado:** representa el esfuerzo realizado por el usuario para llevar a cabo su actividad después de la adaptación de la IU. Se consideran tres granos de recuperación [26]: a) *acción física*, el cual asume que el usuario no pierde ninguna acción, b) *tarea*, el cual asegura que todas las tareas terminadas son validadas, a excepción de la tarea interrumpida, y c) *sesión*, el cual obliga al usuario a reiniciar, perdiendo los efectos de todas sus acciones realizadas.

La *Capa espacio de trabajo* está compuesta de los siguientes módulos (ver Figura 3.6):

1. **Meta-interfaz de usuario:** se compone de un conjunto de funciones, cuyo objetivo es evaluar y controlar el estado de un sistema interactivo plástico. Coutaz y Calvary [14] identifican tres tipos de meta-IUs: a) *meta-IU sin negociación*, la cual hace observable el proceso de adaptación, pero no permite que el usuario participe, b) *meta-IU con negociación*, la cual es requerida cuando el sistema no puede decidir entre las diferentes formas de adaptación, o cuando el usuario desea controlar el resultado del proceso y c) *meta-IU plástica*, la cual es capaz de crear la instancia de la meta-IU adecuada cuando se inicia el sistema.
2. **Espacio de trabajo privado:** representa el espacio personal donde un colaborador produce sus propias contribuciones, las cuales no son visibles por sus colegas.
3. **Espacio de trabajo compartido:** denota el espacio común donde los miembros de un grupo cooperan al hacer sus contribuciones perceptibles por todos los miembros cuando la estratificación no existe, o por algunos de los miembros de otra manera.

El soporte de almacenamiento del marco XARE se compone de dos repositorios (ver Figura 3.6):

1. El repositorio de **Información contextual** principalmente gestiona y almacena información estable, como las preferencias de cada colaborador, perfil, así como las tareas y actividades potenciales. Cuando el dispositivo de un colaborador no tiene suficiente capacidad de almacenamiento para guardar información dinámica (e.g., la ubicación del colaborador actual, los objetos compartidos en uso y las características de los dispositivos de interacción actuales), esta base de datos está a cargo de guardarla.

2. Para los dispositivos con baja capacidad de almacenamiento, el repositorio de **Interfaces de usuario** gestiona y almacena la información necesaria para llevar a cabo el despliegue de la interfaz de usuario (e.g., diferentes vistas de interactores y espacios de trabajo, y la frecuencia de uso de algunos interactores) y la recuperación del estado (e.g., todas las acciones ejecutadas o tareas terminadas durante una sesión de trabajo).

3.4.4 Asociación entre las clases y capas de XARE

Después de haber mostrado tanto el diagrama de extensiones del contexto de uso como las capas del marco XARE, se presenta la asociación que existe entre ambos. Como se mencionó previamente, el contexto de uso para los sistemas colaborativos adaptativos está definido en función de los siguientes tres componentes <grupo de colaboradores, conjunto de plataformas, entorno común>. Por lo cual, la asociación se lleva a cabo con base en estos componentes:

- **Grupo de colaboradores** (clase `GroupOfCollaborators`): las clases pertenecientes a este elemento se encuentran en la *Capa de detección* del marco. Dichas clases son: `Collaborator`, `Role`, `Activity`, `Profile`, `Skill`, `Action`, `Preference` y `Availability`. En particular, la clase `Collaborator` se encuentra en el módulo *Perceptores lógicos*, la clase `Activity` corresponde a la variable contextual lógica *actividad actual* y la clase `Availability` corresponde a la variable contextual lógica *disponibilidad*.
- **Conjunto de plataformas** (clase `SetOfPlatforms`): las clases pertenecientes a este elemento se encuentran en la *Capa de detección* del marco. Dichas clases son: `ComputerDevice`, `Hardware` y `Software`. Asimismo, estas clases corresponden a la variable contextual lógica *dispositivos* del módulo *Perceptores lógicos*.
- **Entorno común** (clase `CommonEnvironment`): en este caso, algunas de las clases pertenecientes a este elemento se encuentran en la *Capa de detección* y otras en la *Capa espacio de trabajo* del marco. Las clases `Workspace`, `PrivateWorkspace`, `SharedWorkspace`, `SharedObject` y `AbstractObject`, se encuentran en la *Capa espacio de trabajo*. En particular, las clases `SharedObject` y `SharedWorkspace` se encuentran en el módulo *Espacio de trabajo compartido*, la clase `PrivateWorkspace` se localiza en el módulo *Espacio de trabajo privado* y la clase `AbstractObject` se encuentra tanto en el módulo *Espacio de trabajo privado*, como en el módulo *Espacio de trabajo compartido*. Por otro lado, la clase `PhysicalPlace` está ubicada en la *Capa de detección*, en el módulo *Perceptores físicos*. Por último, la clase `Setting` y las clases que heredan de la misma (`DistributedSetting`, `HybridSetting` y `ColocalizedSetting`), se localizan en la *Capa de detección* y representan la variable contextual física *configuración del grupo*.

3.5 Marco XARE-F2F

En esta nueva generalización sobre el contexto de uso en aplicaciones colaborativas adaptativas, se incluyen no sólo los tres componentes del contexto de uso propuestos en el marco XARE [4] (*grupo de colaboradores, conjunto de plataformas y entorno común*), sino también el contexto de uso modelado mediante el patrón de diseño Decorator [27] y asociado a una aplicación colaborativa concreta.

Debido a la estructura abstracta y concreta de las clases del patrón Decorator, una aplicación colaborativa no necesita ser modificada, ya que permite dinámicamente agregar nuevos contextos de uso o eliminar contextos de uso existentes, con el fin de adaptarse a los nuevos requerimientos de los usuarios de la aplicación. Por lo tanto, es posible incluso que aplicaciones colaborativas no adaptativas se vuelvan conscientes de diferentes contextos de uso.

En lo que resta de la sección se provee una descripción del marco XARE-F2F. En la sección 3.5.1 se presenta el diagrama de clases de XARE-F2F, así como los cambios realizados en los componentes *colaboradores* y *plataformas* del marco XARE (sección 3.4.2). Finalmente, en la sección 3.5.2 se presenta la asociación entre las clases de XARE-F2F y las capas de XARE.

3.5.1 Clases de XARE-F2F

Como parte del nuevo enfoque propuesto mediante el marco XARE-F2F, se han agregado nuevas clases y relaciones entre las mismas. A continuación se describen los cambios realizados al marco XARE.

La Figura 3.7 muestra que un espacio de trabajo provee una interfaz de usuario (clase `UserInterface`) desde la cual un colaborador o un grupo de colaboradores (clases `Collaborator` o `GroupOfCollaborators`) pueden ejecutar acciones válidas (clase `Action`) sobre objetos privados o compartidos (clases `PrivateObject` y `SharedObject`). En particular, un espacio de trabajo compartido provee consciencia de grupo (clase `GroupAwareness`) por medio de una barra de colaboradores (clase `CollaboratorsBar`) que muestra a los colaboradores virtualmente presentes o ausentes del lugar de reunión.

Una aplicación colaborativa adaptativa envía notificaciones (clase `Notification`) a otras instancias, con el fin de proveer información a los colaboradores (e.g., informar sobre alguna actualización o solicitar la participación en otra actividad). La comunicación entre las instancias de una aplicación (clase `Communication`) permite recuperar información nueva o almacenada, usando diferentes tecnologías (e.g., Wi-Fi o NFC).

De igual manera, algunas aplicaciones necesitan conocer el hardware y software (clases `Hardware` y `Software`) disponible en los dispositivos de interacción (clase `ComputerDevice`), con el fin de hacer uso de algunos sensores integrados en dichos dispositivos (clase `Sensor`).

Dependiendo de la configuración del grupo, algunos componentes de la interfaz de usuario pueden ser mostrados u ocultados. Por ejemplo, si todos los colaborado-

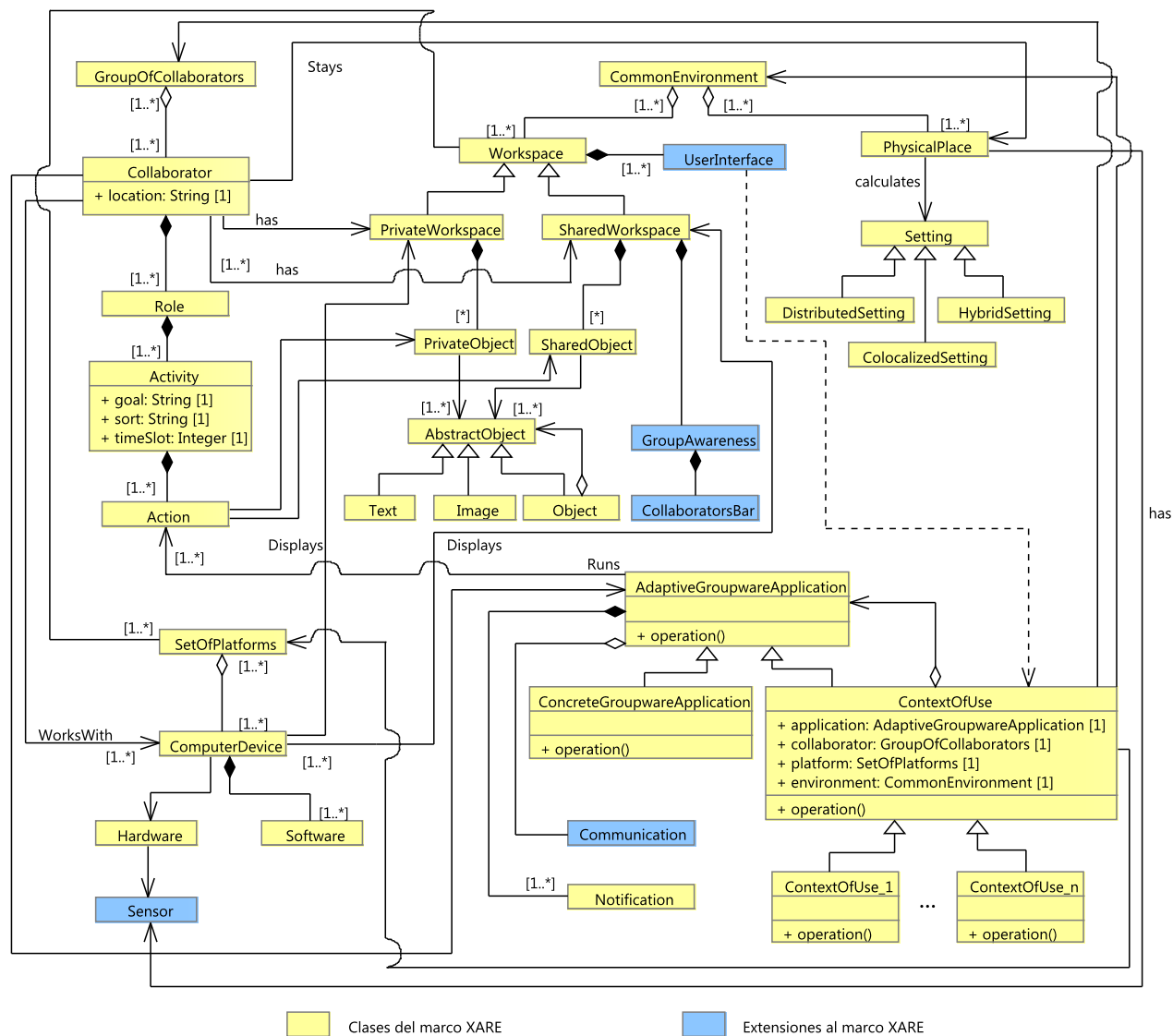


Figura 3.7: Contexto de uso de aplicaciones colaborativas adaptativas para el trabajo co-localizado según el marco XARE-F2F

res están co-localizados, no es necesario mostrar su estado. Así mismo, debido a las limitaciones de la pantalla de despliegue en algunos dispositivos, la interfaz de usuario tiene que ser adaptada a tales características, con el fin de obtener una mejor visualización de la información y de las funcionalidades que ofrece la aplicación.

Como podemos observar, los contextos de uso están dados por el *grupo de colaboradores*, el *conjunto de plataformas* y el *entorno común*. Así mismo, una vez obtenido el contexto de uso y definido tanto el tipo como los medios de adaptación, ésta última se llevará a cabo modificando la interfaz de usuario del espacio de trabajo.

3.5.2 Asociación entre las clases de XARE-F2F y las capas de XARE

Después de haber mostrado el diagrama de clases para representar el contexto de uso en aplicaciones colaborativas adaptativas para el trabajo co-localizado, se presenta la asociación que existe entre las clases del marco XARE-F2F (sección 3.5.1) y las capas del marco XARE (sección 3.4.3). Debido a que anteriormente ya se describió gran parte de dicha asociación (sección 3.4.4), en esta sección sólo se describe la asociación de las clases que han sido incorporadas al marco XARE-F2F.

La asociación se lleva a cabo con base los tres componentes que definen el contexto de uso para los sistemas colaborativos adaptativos (*grupo de colaboradores*, *conjunto de plataformas*, *entorno común*). Sin embargo, en el componente *grupo de colaboradores* no se incorporan nuevas clases, por lo que sólo se describen los dos componentes restantes:

- **Conjunto de plataformas** (clase `SetOfPlataforms`): la única clase perteneciente a este componente se encuentra en la *Capa de detección* del marco. Dicha clase es `Sensor` y es útil para calcular las variables contextuales físicas *configuración del grupo* y *proximidad física* del módulo *Perceptores físicos*.
- **Entorno común** (clase `CommonEnvironment`): en este caso, las clases pertenecientes a este componente se encuentran en la *Capa espacio de trabajo* del marco. Dichas clases son `UserInterface`, `PrivateObject`, `GroupAwareness` y `CollaboratorsBar`. En particular, las clases `GroupAwareness` y `CollaboratorsBar` se encuentran en el módulo *Espacio de trabajo compartido* y la clase `PrivateObject` se localiza en el módulo *Espacio de trabajo privado*.

Finalmente, la clase `Communication`, la cual es parte de la definición de una aplicación colaborativa adaptativa (clase `AdaptiveGroupwareApplication`), se encuentra en la *Capa de detección* del marco XARE.

Capítulo 4

Implementación del marco XARE-F2F

En este capítulo se describe la implementación del marco XARE-F2F. Primeramente, se expone la arquitectura cliente-servidor empleada para llevar a cabo las comunicaciones entre las instancias de cada aplicación (sección 4.1). Después se explica el mecanismo de ubicación propuesto para determinar si los miembros de un grupo están trabajando cara a cara (sección 4.2). Así mismo, se presentan las herramientas utilizadas para la implementación del marco propuesto (sección 4.3) y los módulos que son comunes a las aplicaciones de prueba (sección 4.4).

4.1 Arquitectura

Como se explicó en el capítulo anterior, el marco XARE-F2F permite el desarrollo de aplicaciones adaptativas para el trabajo co-localizado. Para facilitar la implementación de dichas aplicaciones se ha tomado como base el patrón de desarrollo de software Modelo-Vista-Controlador (MVC) [27].

El patrón MVC consiste en dividir la implementación de una aplicación en tres componentes: 1) un *modelo*, el cual gestiona la información que se maneja en la aplicación, 2) una *vista*, que permite la interacción entre el usuario y la aplicación y 3) un *controlador*, el cual maneja las peticiones de los usuarios, con el fin de ejecutar la acción adecuada y crear el modelo pertinente.

En el marco XARE-F2F, el patrón MVC se implementó de la siguiente forma. Existe un servidor común a todas las aplicaciones desarrolladas mediante este marco, el cual contiene: 1) un controlador global, que acepta y responde a las peticiones de todos los clientes, 2) un modelo de datos global, el cual centraliza la información generada por las aplicaciones en una base de datos relacional y 3) una vista global, donde se muestran las aplicaciones disponibles, así como una barra de colaboradores que exhibe quiénes son los miembros del grupo que están ausentes o virtualmente presentes.

Por otro lado, los clientes de cada aplicación desarrollada por medio del marco

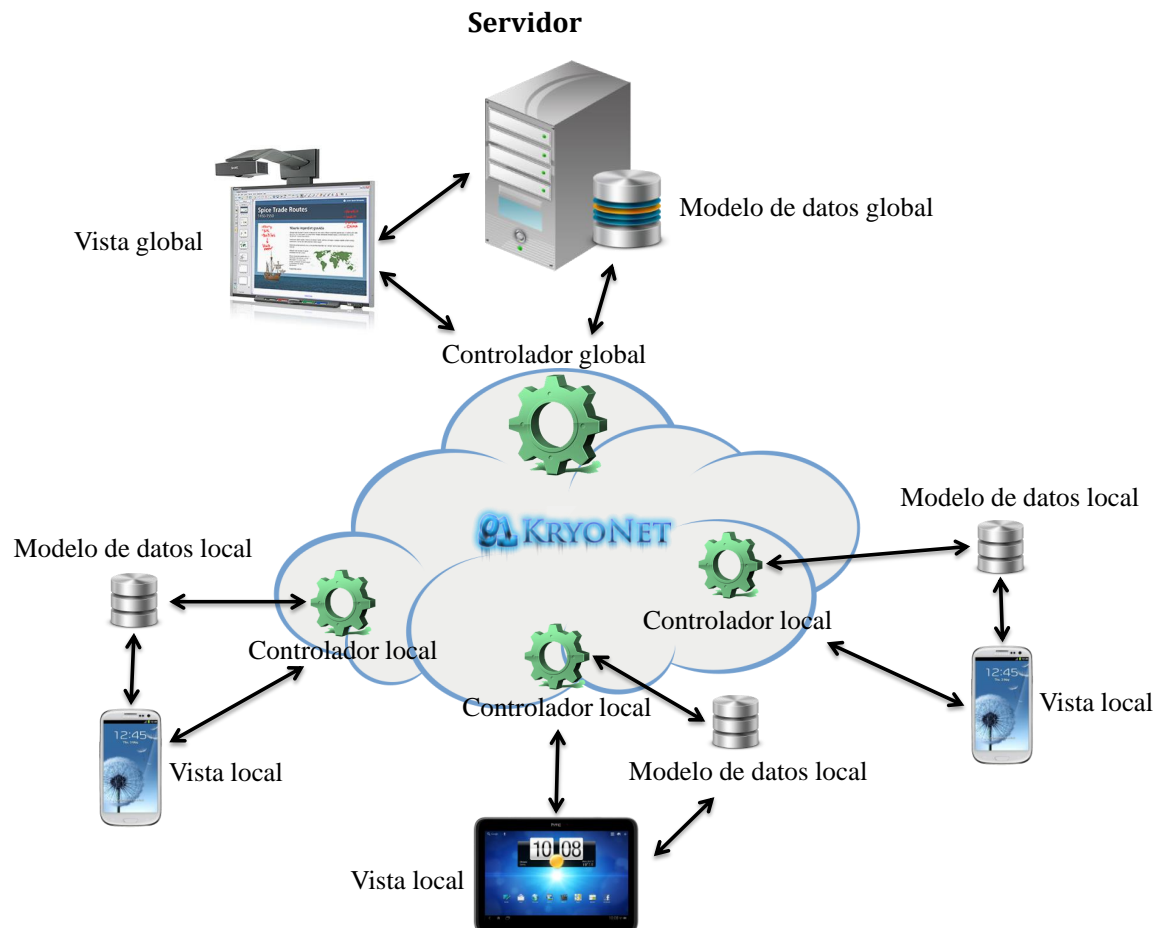


Figura 4.1: Arquitectura cliente-servidor diseñada siguiendo el patrón MVC

XARE-F2F contienen: 1) una vista local, la cual se refiere a la interfaz de usuario de la aplicación, 2) un modelo de datos local, que contiene información contextual del usuario, del dispositivo y del entorno, e.g., la ubicación del usuario o las características de su dispositivo y 3) un controlador local, el cual se comunica con el servidor. En la Figura 4.1 se ilustran los componentes de la arquitectura previamente mencionada.

La comunicación entre los clientes y el servidor se realiza mediante la biblioteca *KryoNet*, a través de la cual se envían objetos Java que contienen la información relacionada a las peticiones realizadas (ver Algoritmo 1). Esta biblioteca permite el uso de los protocolos de comunicación TCP y UDP para la transmisión de paquetes a través de la red. Así mismo, *KryoNet* utiliza la biblioteca Kryo para serializar y transferir eficientemente objetos.

Por otro lado, con el fin de que un usuario pueda hacer uso de las aplicaciones disponibles y de notificar su presencia física o virtual, primeramente debe ser autenticado en el servidor (ver Algoritmo 2).

Algoritmo 1 Comunicación entre un cliente y el servidor

Entrada: dirección IP del servidor (*serverAddress*), mensaje (*message*), nombre del colaborador (*username*) y su estado (*status*)

Salida: ninguna

```
1: while runningServer do
2:   if newClient then
3:     obtener datos del nuevo cliente (username, status)
4:     agregar cliente nuevo a la lista de clientes conectados
5:     notificar su ingreso a los demás clientes
6:   end if
7:   if receivedMessage then
8:     procesar mensaje (message)
9:     reenviar mensaje ya sea a todos los demás clientes, a algunos o a ninguno
10:  end if
11: end while

12: procedure CONNECTCLIENT(serverAddress, username, status)
13:   crear objeto cliente
14:   iniciar cliente
15:   registrar cliente en el servidor
16:   agregar listeners al cliente para eventos de conexión, desconexión y recepción
    de mensajes
17: end procedure
```

Algoritmo 2 Autenticación

Entrada: nombre del colaborador (*username*), contraseña del colaborador (*password*)

Salida: colaborador autenticado (*authenticated = true*)

```

1: authenticated = false
2: cliente solicita autenticación en el servidor (username, password)
3: cliente espera respuesta
                                                                    ▷ Servidor
4: servidor recibe mensaje (username, password)
5: if username = registered_user and password = registered_userPassword
   then
6:   autenticación exitosa (authenticated = true)
7: else
8:   error en la autenticación
9: end if
                                                                    ▷ Cliente
10: if authenticated = true then
11:   cerrar interfaz de autenticación y mostrar la pantalla principal
12: else
13:   enviar mensaje de error
14: end if

```

4.2 Mecanismo de ubicación física

Este mecanismo se encarga de determinar si los integrantes de un grupo se encuentran trabajando en el mismo lugar físico y al mismo tiempo (ver Figura 4.2). Los parámetros requeridos por este mecanismo son: el *tiempo* y la *ubicación* de cada colaborador.

- El *tiempo* es empleado para registrar el momento en que entra y sale cada colaborador de un lugar específico.
- La *ubicación* es el lugar físico donde se encuentra el colaborador.

Ambos parámetros se obtienen a través del dispositivo móvil de cada colaborador. La ubicación de los colaboradores se obtiene por hardware, mediante la tecnología de comunicación inalámbrica NFC (*Near Field Communication*) [9]. En la entrada de cada habitación se coloca una etiqueta NFC que representa al lugar físico. Al momento en que un colaborador llega al lugar y lee, mediante su dispositivo móvil, la etiqueta asociada al mismo, se registra su presencia en ese lugar y la hora en que ingresó.

Dado que la ubicación de un colaborador se conoce cuando éste lee la etiqueta NFC asociada a la habitación, no es posible realizar el seguimiento de su posición dentro de ese lugar físico. Por lo tanto, esta información tiene que ser almacenada en una base de datos al momento en que el colaborador ingrese al lugar.

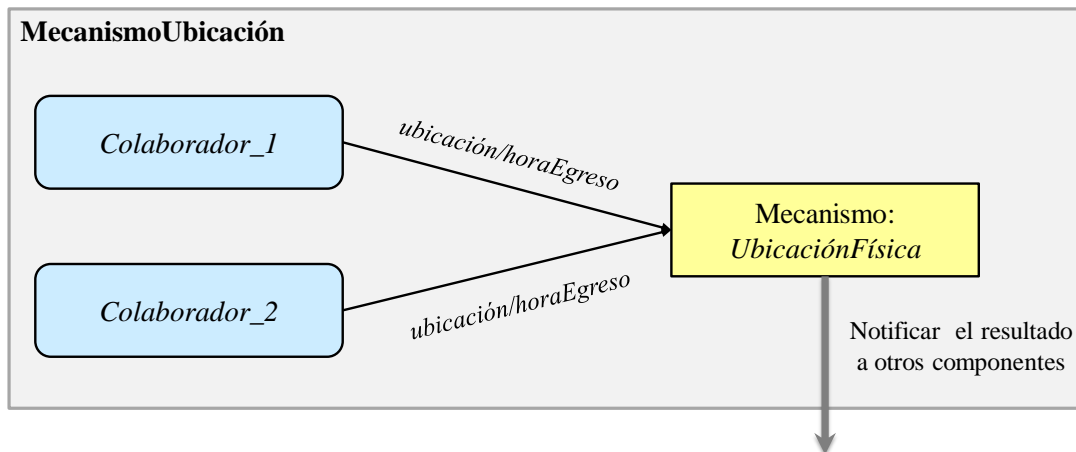


Figura 4.2: Mecanismo de ubicación física

Dados dos colaboradores identificados como 1 y 2, el mecanismo propuesto comprueba si la ubicación del colaborador_1 es igual a la ubicación del colaborador_2 y si el tiempo de egreso de los colaboradores no ha sido registrado. Si ambas condiciones son afirmativas, entonces se deduce que ambos colaboradores se encuentran **co-localizados**.

Se decidió emplear la tecnología NFC debido a que está siendo incluida en la mayoría de los dispositivos móviles nuevos, por lo tanto no tenemos que incorporar hardware externo al dispositivo. Además, se hace uso de etiquetas NFC, las cuales son de bajo costo. Así mismo, se espera que para el año 2014 uno de cada cinco dispositivos móviles cuenten con dicha tecnología [32]. Estas razones hacen que la implementación de este mecanismo sea rentable y factible.

Se podría utilizar otras tecnologías de comunicación para obtener la ubicación física, e.g., sensores infrarrojos o sensores de Identificación por Radio-Frecuencia (RFID). Asimismo, se podría implementar algún mecanismo por software, e.g., detección de rostros.

4.3 Herramientas de desarrollo empleadas

En esta sección se describen las herramientas seleccionadas para llevar a cabo la implementación del marco XARE-F2F. Primeramente, se describen las plataformas elegidas, así como el lenguaje de programación utilizado (sección 4.3.1). Posteriormente, se expone el sistema de gestión de bases de datos seleccionado para almacenar la información (sección 4.3.2). Finalmente, se presenta el hardware utilizado en la implementación de XARE-F2F (sección 4.3.3).

4.3.1 Plataformas y lenguajes de programación

Existe una gran variedad de lenguajes de programación tales como: Python, Java, Objective-C, C, C++, C# y Perl. Cada lenguaje posee características propias, así como ventajas y desventajas con respecto a los demás. De todos ellos, sólo algunos proveen soporte para el desarrollo de aplicaciones en dispositivos móviles, e.g., Objective-C, Java o C#.

De acuerdo a un estudio realizado por la IDC (*International Data Corporation*) [30], hasta el segundo cuatrimestre del año 2013 las plataformas móviles Android (79.3%) y iOS (13.2%) son las más usadas, abarcando el 92.5% del total de dispositivos móviles en el mundo (ver Tabla 4.1). Asimismo, a partir del nivel 9 de su API (*Application Programming Interface*), la plataforma Android incorporó soporte nativo para la tecnología de comunicación inalámbrica NFC. Como se mencionó previamente, el marco propuesto se apoya de esta tecnología para calcular variables físicas, como la ubicación de los usuarios y la proximidad a objetos. Android, además es de código abierto y su entorno es fácil de configurar. Hasta el momento, iOS no ofrece soporte para la tecnología NFC, siendo esta la principal razón de seleccionar la plataforma Android.

Sistema operativo	2Q-2013	2Q-2012
Android	79.3 %	69.1 %
iOS	13.2 %	16.6 %
Windows Phone	3.7 %	3.1 %
BlackBerry OS	2.9 %	4.9 %
Linux	0.8 %	1.8 %
Symbian	0.2 %	4.2 %
Otros	0.0 %	0.2 %

Tabla 4.1: Sistemas operativos móviles más usados hasta el segundo cuatrimestre del 2012 y del 2013

Para implementar el servidor común a todas las aplicaciones desarrolladas mediante el marco XARE-F2F, se seleccionó el lenguaje de programación Java bajo la plataforma J2SE, con el fin de reutilizar código y facilitar la comunicación con aplicaciones desarrolladas sobre la plataforma Android. Asimismo, se usó dicho lenguaje debido a que, junto con C y C++, se encuentra dentro de los tres primeros lugares de popularidad entre los desarrolladores [31]. Además, posee características muy importantes que influyeron en su elección, e.g., es orientado a objetos, portable, distribuido, multihilo, dinámico y seguro.

4.3.2 Base de datos

En la actualidad existen muchos manejadores de base de datos, e.g., Oracle, PostgreSQL, Microsoft SQL Server, Sybase, entre otros. Sin embargo, la mayoría de ellos son comerciales, además de que generan un amplio consumo de recursos.

MySQL es el manejador de bases de datos de código abierto más ampliamente utilizado. Este manejador puede ser utilizado libremente bajo una licencia pública general (GPL) y modificado, con el fin de maximizar su funcionamiento. A continuación se mencionan algunas de las ventajas más importantes de MySQL con respecto a otros manejadores de bases de datos:

- facilidad de uso;
- seguridad;
- rentabilidad;
- rapidez;
- escalabilidad;
- operabilidad en diferentes plataformas.

Por lo tanto, para administrar y organizar los usuarios y sus roles, los dispositivos usados, los documentos y otra información necesaria para el funcionamiento de las aplicaciones de prueba, se decidió que el modelo de datos global del servidor esté conformado por una base de datos MySQL.

En la base de datos, se guarda el nombre y la contraseña de cada usuario, con el fin de restringir el acceso a usuarios no registrados. De igual manera, se almacena el *id* del dispositivo móvil de cada usuario, para permitir el inicio automático de su sesión mediante su dispositivo. En la base de datos también se guarda el estado de cada usuario (i.e., si el usuario está presente, virtual o ausente del lugar de reunión), con el fin de proveer consciencia de grupo. Finalmente, podemos relacionar un usuario con uno o más roles que pudiera asumir en una aplicación específica. A este respecto, en la base de datos se guarda el conjunto de roles disponibles (con su respectiva descripción) por cada aplicación, así como el o los roles que jugará cada usuario.

4.3.3 Hardware

En esta subsección se presenta el hardware utilizado durante la implementación del marco XARE-F2F. Primeramente, se describe la tecnología NFC empleada para identificar lugares y objetos, así como para obtener la ubicación de cada colaborador. Asimismo, se mencionan las características principales de los dispositivos utilizados.

Tecnología NFC

NFC (*Near Field Communication*) es una tecnología de comunicación inalámbrica de corto alcance y alta frecuencia que está basada en RFID (*Radio Frequency IDentification*). Esta tecnología habilita una interacción simple y segura entre dispositivos electrónicos, permitiendo a los usuarios acceder a contenidos digitales y conectar dispositivos con un simple “toque”. Un dispositivo con soporte para la tecnología NFC

tiene la capacidad de leer y escribir información en un chip RFID, así como de establecer comunicaciones *peer-to-peer* con otros dispositivos similares.

La tecnología NFC puede ser usada para recuperar información sobre lugares y objetos. En este trabajo se emplean etiquetas NFC para ambos fines. Por un lado, cuando un usuario acerca (a una distancia de 3 cm o menos) su dispositivo a la etiqueta asociada a una sala, el dispositivo lee la información sobre dicho lugar (e.g., nombre del lugar e información sobre las actividades en curso o próximas). Por lo tanto, la aplicación provee consciencia de localización de grano grueso (e.g., un auditorio, una oficina, un salón de clases o una sala de juntas). Además del lugar físico que una etiqueta NFC puede representar, es posible proveer información adicional.

También es posible que un usuario obtenga información sobre algún objeto o dispositivo, e.g., un pizarrón interactivo o una impresora, cuando aproxime su dispositivo a la etiqueta NFC asociada al mismo. Por esta razón, mediante NFC también es posible proveer consciencia de localización de grano fino.

En particular, en este trabajo se utilizó una etiqueta NFC para identificar un pizarrón interactivo, el cual funge como despliegue compartido por un grupo de colaboradores. Cuando un usuario se acerca al pizarrón interactivo y lee mediante su dispositivo la etiqueta asociada a dicho pizarrón, el sistema asume su presencia al frente del grupo y le asigna el rol de *administrador* o *proponente*, mediante el cual el usuario puede realizar acciones específicas en las aplicaciones disponibles.

Sin embargo, antes de poder leer la información almacenada en una etiqueta NFC, se debe escribir dicha información en la misma. Para esto, es necesario un dispositivo que soporte la tecnología NFC y una aplicación que permita la escritura de las etiquetas.

NFC también puede ser usado como habilitador de otros tipos de comunicaciones como Bluetooth o Wi-Fi. Mediante NFC, la configuración de una interfaz Wi-Fi se puede reducir a un solo paso. Por ejemplo, cuando el usuario acerca su dispositivo a la etiqueta, automáticamente se habilitará la interfaz Wi-Fi y se proporcionará la información (i.e., nombre de la red y clave de acceso) para establecer la conexión con el punto de acceso. Por el contrario, sin NFC se necesitarían tres pasos para establecer la conexión: 1) activar manualmente la interfaz Wi-Fi, 2) seleccionar una red e 3) ingresar la contraseña (si se requiriera).

Con el fin de poder hacer uso de la tecnología NFC en aplicaciones desarrolladas mediante el marco XARE-F2F, es necesario contar con los siguientes elementos:

- **Etiquetas NFC:** en estas etiquetas se almacenará el nombre del lugar físico al cual está asociada la etiqueta e información adicional sobre dicho lugar. En este trabajo se usaron etiquetas NFC Mifare Classic (ver Figura 4.3(a)), las cuales cuentan con un chip de memoria de 1Kbyte (752 bytes utilizables). Estas etiquetas pueden ser grabadas muchas veces.
- **Dispositivo Android con tecnología NFC:** con este dispositivo podemos leer y escribir etiquetas NFC, mediante un simple “toque” (ver Figura 4.3(b)).



(a) Etiquetas NFC Mifare Classic



(b) Dispositivo con tecnología NFC

Figura 4.3: Elementos necesarios para el uso de la tecnología NFC.

Características de los dispositivos utilizados

Con el fin de proveer un espacio de trabajo compartido a un grupo de colaboradores, se utilizó un pizarrón interactivo SMART Board 600i (ver Figura 4.4). Dicho pizarrón cuenta con una pantalla de 64 pulgadas y permite la interacción de un usuario a la vez, mediante uno de sus dedos o a través de un marcador. Durante la implementación del marco XARE-F2F sólo se contó con dicho pizarrón, aunque para fines del trabajo colaborativo sería más conveniente la interacción de más de un usuario a la vez, a través de dicho pizarrón interactivo.



Figura 4.4: Pizarrón interactivo SMART Board 600i

Como se mencionó previamente, para el desarrollo de aplicaciones mediante el marco XARE-F2F se eligió la plataforma Android (sección 4.3.1). Por lo tanto, para la selección de los dispositivos se tomó en cuenta principalmente esta característica. Así mismo, se consideró que los dispositivos contarán con la tecnología NFC, con el fin de poder calcular algunas variables contextuales físicas, como la ubicación de los usuarios o la proximidad a objetos. Algunos dispositivos utilizados durante la implementación del marco XARE-F2F son: Asus Nexus 7, Samsung Galaxy S III I9300 y Samsung Galaxy Note II N7100 (ver Figura 4.8).

4.4 Módulos comunes a las aplicaciones desarrolladas mediante el marco XARE-F2F

En esta sección se describen los módulos comunes a las aplicaciones desarrolladas a partir del marco XARE-F2F. Primeramente, se describe una barra de colaboradores mediante la cual las aplicaciones pueden proveer consciencia de grupo a los usuarios (sección 4.4.1). Después, se presentan las principales variables contextuales que pueden ser tomadas en cuenta por las aplicaciones, con el fin de adaptar su comportamiento (sección 4.4.2). Finalmente, se explica la comunicación NFC entre un dispositivo móvil y una etiqueta NFC (sección 4.4.3).

4.4.1 Barra de colaboradores

Con el fin de proveer consciencia de grupo a un grupo de usuarios, se implementó una barra de colaboradores, la cual puede mostrar a los miembros física y virtualmente presentes, así como a los ausentes del lugar de reunión (ver Algoritmo 3). En función de la variable contextual *configuración del grupo*, una aplicación puede mostrar en su totalidad, mostrar parcialmente u ocultar completamente dicha barra (ver Figuras 4.9 y 4.10).

La barra de colaboradores consta de tres secciones: 1) *Presentes*, la cual muestra a los miembros de un grupo de trabajo que se encuentran físicamente en el lugar de reunión, 2) *Virtuales*, la cual muestra a los miembros que se encuentran virtualmente presentes en el lugar de reunión, i.e., los que ingresaron al sistema desde un lugar diferente al de reunión y 3) *Ausentes*, la cual muestra a los miembros ausentes del lugar de reunión que no ingresaron de manera remota.

Así mismo, la barra de colaboradores es capaz de adaptarse a los siguientes cambios contextuales:

- *Un colaborador entra al lugar de reunión*: el sistema quita su foto y nombre de la sección *Ausentes* (miembros ausentes) y los coloca en la sección *Presentes* (miembros físicamente presentes).
- *Un colaborador sale del lugar de reunión*: el sistema quita su foto y nombre de la sección *Presentes* (miembros físicamente presentes) y los coloca en la sección



Figura 4.5: Asus Nexus 7

Procesador: Quad-core 1.2 GHz Cortex-A9.
RAM: 1 GB.
Pantalla: 7.0", 800 x 1280 pixeles (216 ppi).
Android nativo: 4.1 Jelly Bean.
NFC: Sí.



Figura 4.6: Samsung Galaxy S III I9300

Procesador: Quad-core 1.2 GHz Cortex-A9.
RAM: 1 GB.
Pantalla: 4.8", 720 x 1280 pixeles (306 ppi).
Android nativo: 4.0.4 Ice Cream Sandwich.
NFC: Sí.



Figura 4.7: Samsung Galaxy Note II N7100

Procesador: Quad-core 1.6 GHz Cortex-A9.
RAM: 2 GB.
Pantalla: 5.5", 720 x 1280 pixeles (267 ppi).
Android nativo: 4.1 Jelly Bean.
NFC: Sí.

Figura 4.8: Algunos de los dispositivos móviles utilizados durante la implementación del marco XARE-F2F

Algoritmo 3 Actualizar barra de colaboradores

Entrada: nombre del colaborador (*username*), su estado previo (*prevStatus*) y su nuevo estado (*newStatus*)

Salida: ninguna

```
1: if prevStatus = virtual and virtualSection then
2:   quitar foto y nombre del colaborador de la sección “Virtuales” de la barra de
   colaboradores
3:   if newStatus = ausente and ausentSection then
4:     agregar foto y nombre del colaborador a la sección “Ausentes” de la barra
   de colaboradores
5:   else
6:     no se lleva a cabo la actualización
7:   end if
8: else if prevStatus = presente and presentSection then
9:   quitar foto y nombre del colaborador de la sección “Presentes” de la barra de
   colaboradores
10:  if newStatus = ausente and ausentSection then
11:    agregar foto y nombre del colaborador a la sección “Ausentes” de la barra
   de colaboradores
12:  else
13:    no se lleva a cabo la actualización
14:  end if
15: else if prevStatus = ausente and ausentSection then
16:  quitar foto y nombre del colaborador de la sección “Ausentes” de la barra de
   colaboradores
17:  if newStatus = presente and presentSection then
18:    agregar foto y nombre del colaborador a la sección “Presentes” de la barra
   de colaboradores
19:  else if newStatus = virtual and virtualSection then
20:    agregar foto y nombre del colaborador a la sección “Virtuales” de la barra
   de colaboradores
21:  else
22:    no se lleva a cabo la actualización
23:  end if
24: else
25:   no se lleva a cabo la actualización
26: end if
```

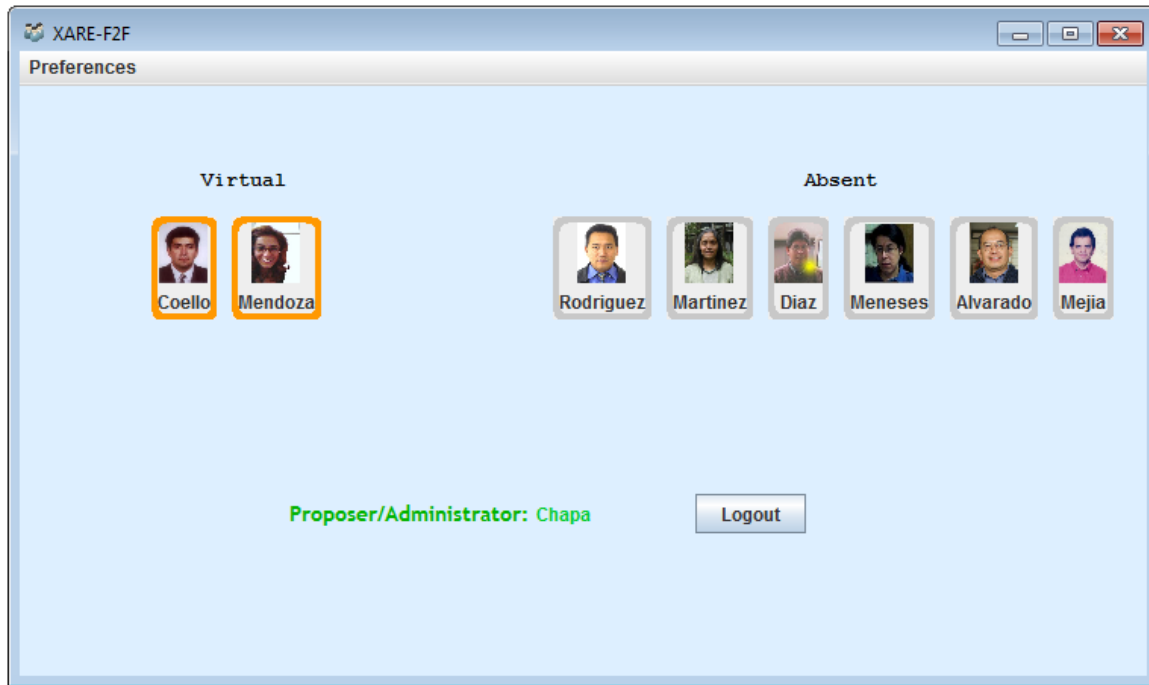


Figura 4.9: Miembros virtualmente presentes y ausentes en la barra de colaboradores mostrada en el pizarrón interactivo

Ausentes (miembros ausentes).

- *Un colaborador inicia sesión en el sistema de manera remota*: el sistema quita su foto y nombre de la sección *Ausentes* (miembros ausentes) y los coloca en la sección *Virtuales* (miembros virtualmente presentes).
- *Un colaborador virtualmente presente cierra sesión en el sistema*: el sistema quita su foto y nombre de la sección *Virtuales* (miembros virtualmente presentes) y los coloca en la sección *Ausentes* (miembros ausentes).

4.4.2 Variables contextuales

Para llevar a cabo la adaptación de su interfaz de usuario, las aplicaciones desarrolladas mediante el marco XARE-F2F pueden hacer uso de diferentes variables contextuales de cualquiera de los componentes del contexto de uso para sistemas colaborativos adaptativos (*grupo de colaboradores*, *entorno común* y *conjunto de plataformas*). Sin embargo, consideramos que las variables contextuales más importantes que debemos tomar en cuenta para el trabajo colaborativo son las siguientes:

- **Rol (*grupo de colaboradores*)**: según el rol del colaborador, la interfaz de usuario debe mostrar únicamente las acciones que son permitidas a su rol actual (e.g., un *revisor* sólo debería poder agregar, eliminar o editar comentarios en un documento).

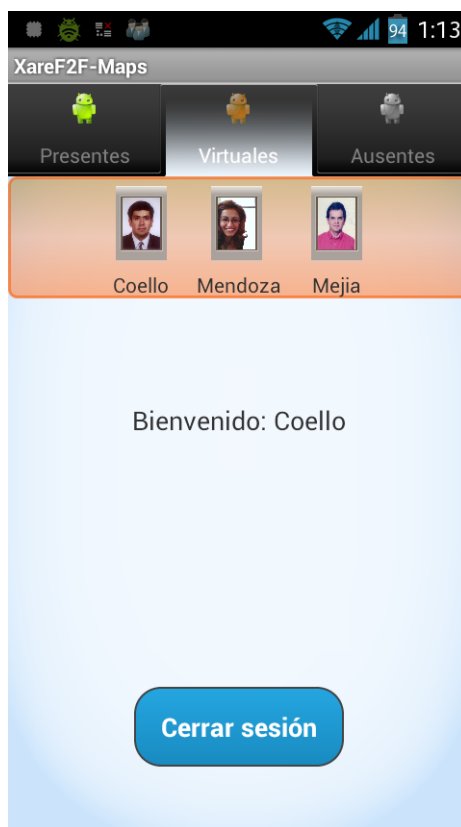


Figura 4.10: Miembros físicamente presentes, virtualmente presentes y ausentes en la barra de colaboradores mostrada en un dispositivo móvil

- **Configuración del grupo (*entorno común*):** cuando los colaboradores se encuentran trabajando co-localizadamente es posible hacer uso de despliegues compartidos (e.g., un pizarrón interactivo), con el fin de mostrar en dicho despliegue información común a los usuarios.
- **Dimensiones de la pantalla de los dispositivos (*conjunto de plataformas*):** al considerar las dimensiones de la pantalla de un dispositivo, es posible mostrar mayor o menor detalle de información en la interfaz de usuario.

Estas variables contextuales pueden ser establecidas de manera manual por un *administrador* (e.g., asigna el rol de cada colaborador) o de manera automática por la aplicación (e.g., obtiene automáticamente las dimensiones de la pantalla del dispositivo).

El mecanismo para obtener características de los dispositivos (ver Figura 4.11) permite beneficiarse del hardware y software disponible en un dispositivo, con el fin de proporcionar los recursos, las acciones o las funcionalidades adecuadas a sus características, e.g., es posible detectar si un dispositivo posee pantalla grande o pequeña (hardware) o identificar las herramientas de visualización de documentos con las que cuenta el dispositivo (software).

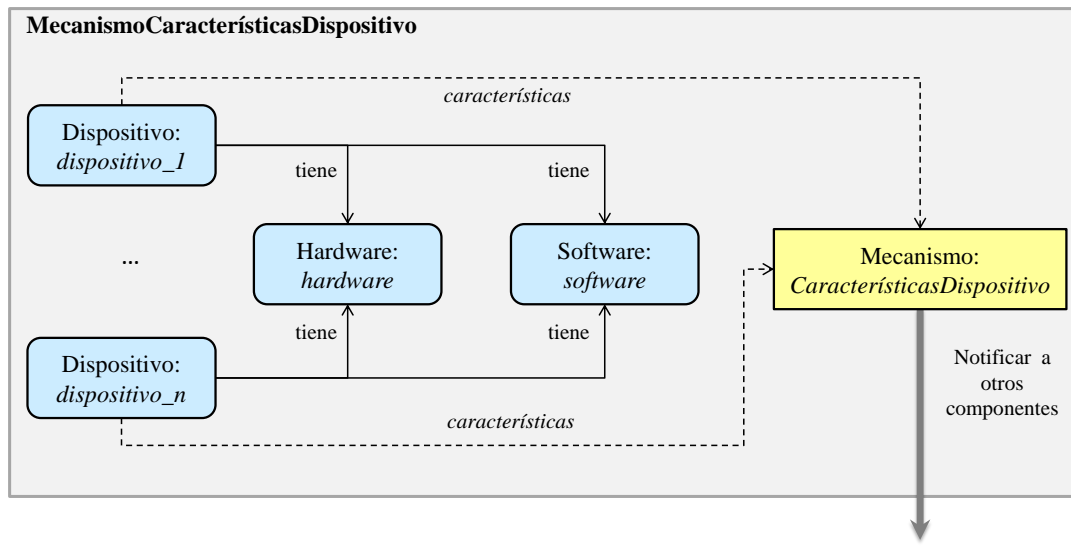


Figura 4.11: Mecanismo para obtener características de los dispositivos

4.4.3 Comunicación NFC

En esta sección se describe el proceso que se lleva a cabo para realizar la lectura y escritura de una etiqueta NFC. Por medio de la tecnología NFC es posible enviar mensajes (NDEF) entre dispositivo-etiqueta o dispositivo-dispositivo. La plataforma Android soporta ambos modos:

1. Lectura y escritura de datos NDEF en una etiqueta NFC.
2. Transmisión de mensajes NDEF de un dispositivo a otro con Android Beam™.

Este trabajo se enfoca en el primer modo. Cuando se escribe una etiqueta NFC (ver Algoritmo 4), se guardan dos registros: 1) el lugar u objeto al cual estará asociada la etiqueta escrita y 2) la información sobre el lugar u objeto representado por la etiqueta. En el caso de guardar información sobre un lugar, los datos pueden ser de una actividad que se llevará a cabo en dicho lugar, e.g., una reunión donde se facilite a los participantes documentos que se tratarán durante la misma, adaptados a las características de sus dispositivos. En el caso de que sea un objeto, los datos pueden ser acciones o servicios proporcionados por el sistema cuando se detecte dicho objeto, e.g., al leer una etiqueta asociada a un pizarrón interactivo, se puede asignar un rol al usuario que leyó la etiqueta.

Por otro lado, cuando se detecta una etiqueta NFC, el sistema de lectura de etiquetas lee los datos NDEF, los clasifica adecuadamente e inicia la aplicación que está interesada en dichos datos (ver Algoritmo 5).

Algoritmo 4 Escritura de una etiqueta NFC

Entrada: mensaje a escribir en la etiqueta (*message*)

- 1: registrar la actividad para que perciba cuando una etiqueta NFC es detectada
 - 2: registrar un *callback* para mensajes NDEF
 - 3: registrar un *callback* para escuchar el estado de los mensajes enviados
 - 4: guardar la actividad actual en un objeto *PendingIntent*, para dar prioridad a esta actividad en la detección de una etiqueta
 - 5: crear un filtro para evitar que al momento de la detección de una etiqueta para su escritura, se ejecute alguna otra aplicación (al filtro se agrega un objeto *IntentFilter* con el parámetro *NfcAdapter.ACTION_TAG_DISCOVERED*)
 - 6: habilitar el modo de escritura en el adaptador
 - 7: **if** se detectó una etiqueta NFC **and** el modo de escritura está habilitado **then**
 - 8: crear registros NDEF con la información a escribir en la etiqueta
 - 9: obtener una instancia de NDEF para la etiqueta
 - 10: habilitar las operaciones I/O en la etiqueta NFC
 - 11: escribir el mensaje (*message*) en la etiqueta NFC
 - 12: deshabilitar las operaciones I/O en la etiqueta NFC
 - 13: **else**
 - 14: mostrar un mensaje de error en la escritura de la etiqueta NFC
 - 15: **end if**
-

Algoritmo 5 Lectura de una etiqueta NFC

- 1: registrar la actividad para que perciba cuando una etiqueta NFC es detectada
 - 2: **if** actividad iniciada debido a la detección de una etiqueta NFC **then**
 - 3: leer mensaje de la etiqueta
 - 4: **else**
 - 5: **end if**
-

Capítulo 5

Desarrollo de aplicaciones mediante el marco XARE-F2F

El objetivo del presente capítulo es describir las aplicaciones de prueba del marco XARE-F2F. Como se mencionó en capítulos previos, las aplicaciones de prueba son las siguientes: 1) una *herramienta de votación* (sección 5.1), 2) un *editor colaborativo de mapas mentales* (sección 5.2) y 3) un *administrador de contenidos vía NFC* (sección 5.3). Por cada aplicación se describe el objetivo principal, las variables consideradas para la adaptación al contexto de uso, el proceso requerido para explotar sus funcionalidades y, por último, los eventos contextuales que provocan la adaptación de la aplicación.

5.1 Herramienta de votación

Esta aplicación intenta facilitar y agilizar el proceso de una sesión de votación, permitiendo a los votantes sufragar de manera electrónica, mediante sus dispositivos móviles, sin importar si se encuentran juntos en el lugar de reunión (co-localizados) o en un cualquier otro lugar (distribuidos).

Para la adaptación de la aplicación al contexto de uso se consideran las siguientes variables: 1) el rol del colaborador y 2) la configuración del grupo. Los roles que puede asumir un usuario son: 1) *proponente*, el cual le permite plantear una pregunta hacia un grupo de colaboradores y establecer las reglas de la sesión de votación en curso y 2) *votante*, el cual le autoriza la emisión de su voto durante dicha sesión. La configuración del grupo puede ser: 1) *co-localizada (físicamente presente)*, cuando todos los miembros se encuentran en el mismo lugar físico donde se va a llevar a cabo la votación y 2) *distribuida (virtualmente presente)*, cuando algún usuario se encuentra en un lugar diferente al de reunión.

Para mostrar, de manera general, las interacciones que tienen lugar durante una sesión de votación, en las Figuras 5.1 y 5.2 se muestran los diagramas de interacciones de un *proponente* y un *votante*, respectivamente, con la *herramienta de votación*.

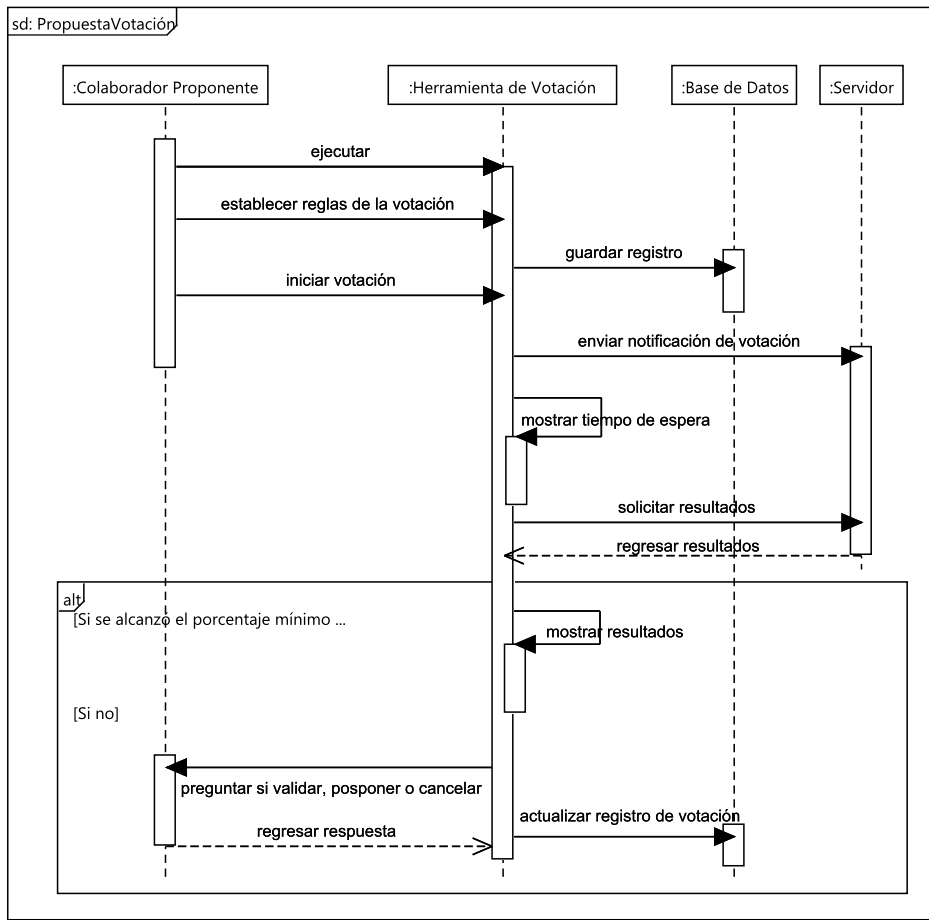


Figura 5.1: Interacción de un *proponente* con la *herramienta de votación*.

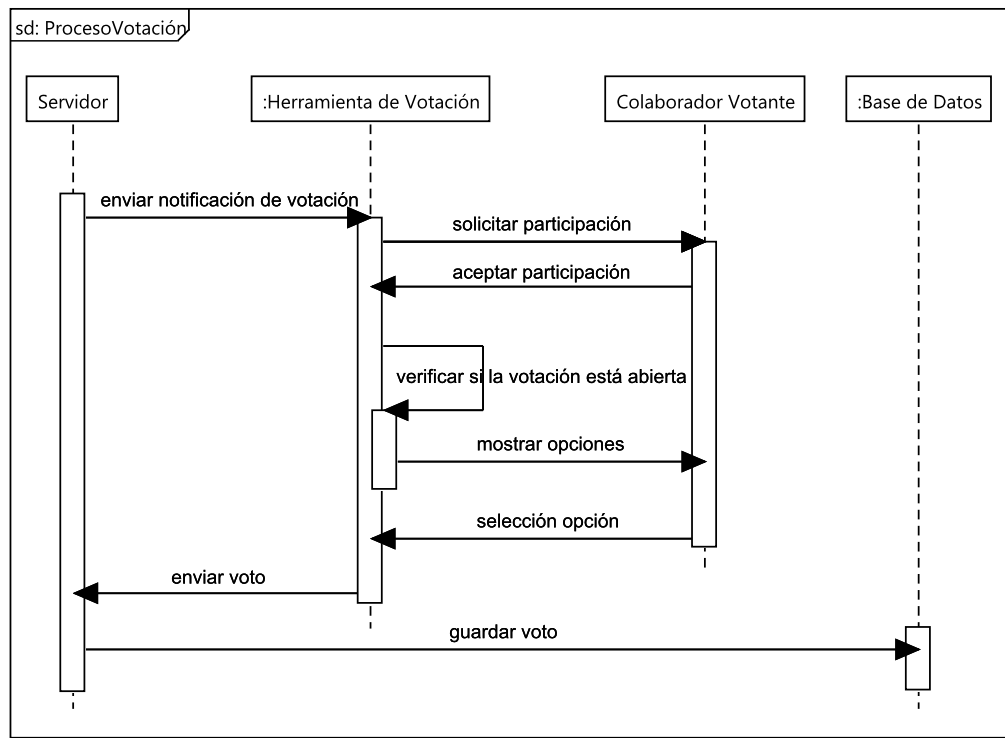


Figura 5.2: Interacción de un *votante* con la *herramienta de votación*.

A continuación se describe con mayor detalle el proceso que se realiza durante una sesión de votación. Se asume que un grupo de colaboradores se reúne en una sala de juntas que cuenta con un pizarrón interactivo. Durante el proceso de votación, la aplicación pasa a través de tres fases principales:

1. **Definición de la propuesta y las reglas de votación:** cuando uno de los colaboradores pasa a la zona donde se encuentra el pizarrón interactivo, su presencia es detectada al acercar su dispositivo móvil a la etiqueta NFC asociada a dicho pizarrón y, como resultado de esta acción, su sesión es iniciada automáticamente. Desde el pizarrón interactivo, el colaborador selecciona la *herramienta de votación*, la cual le otorga el rol de *proponente*. Mediante este rol, el colaborador procede a plantear la pregunta sujeta a elección y a establecer tanto las opciones de respuesta como las reglas de votación.
2. **Votación:** cuando el *proponente* confirma la información ingresada, se envía una notificación de votación a los dispositivos móviles de los participantes física y virtualmente presentes, a quienes se les asigna el rol de *votante*. Al seleccionar dicha notificación de votación, la aplicación se ejecuta automáticamente y muestra una interfaz de usuario adaptada al contexto de uso del *votante*, i.e., si éste se encuentra co-localizado o distribuido (ver Figura 5.3). Mediante esta interfaz de usuario adaptada, el usuario puede emitir su voto, el cual será enviado posteriormente al servidor.

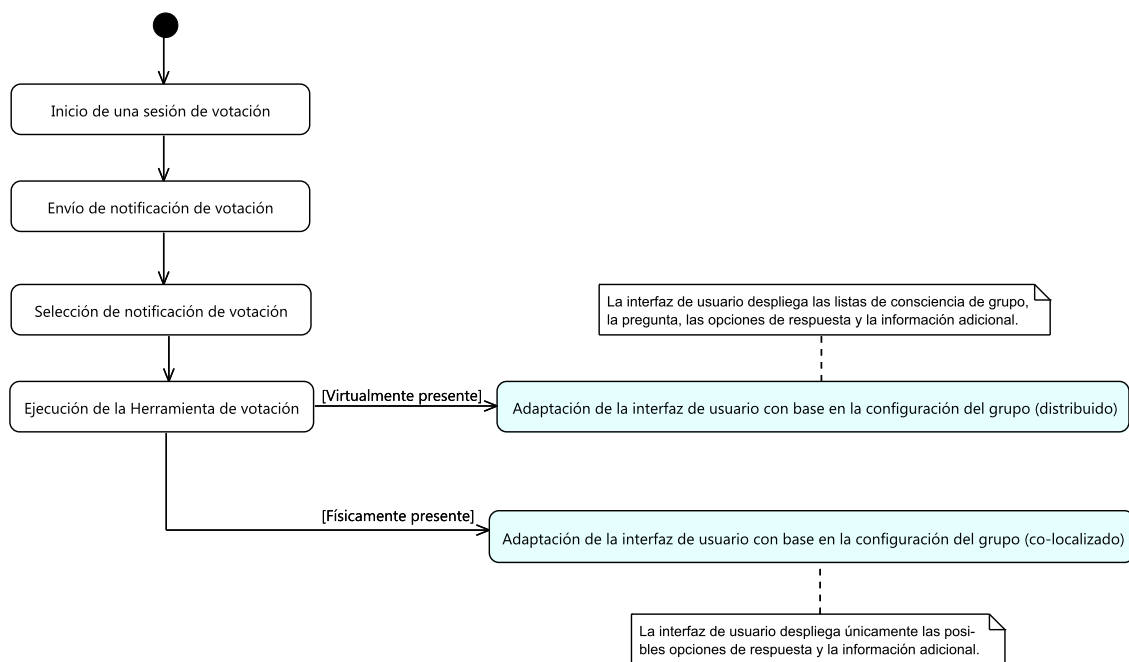


Figura 5.3: Actividades durante una sesión de votación y posibles adaptaciones de la interfaz de usuario en función de la configuración del grupo.

3. **Conteo y publicación de resultados:** después de finalizar el tiempo de espera, la aplicación lleva a cabo el conteo de votos. Si el porcentaje de votación fue alcanzado, los resultados son mostrados en el pizarrón interactivo y enviados a los dispositivos móviles de los usuarios que votaron de manera remota. Por el contrario, si el porcentaje mínimo no fue alcanzado, se muestra un diálogo donde el *proponente* puede elegir si desea validar la votación con el porcentaje actual, posponerla o cancelarla (ver Figura 5.4).

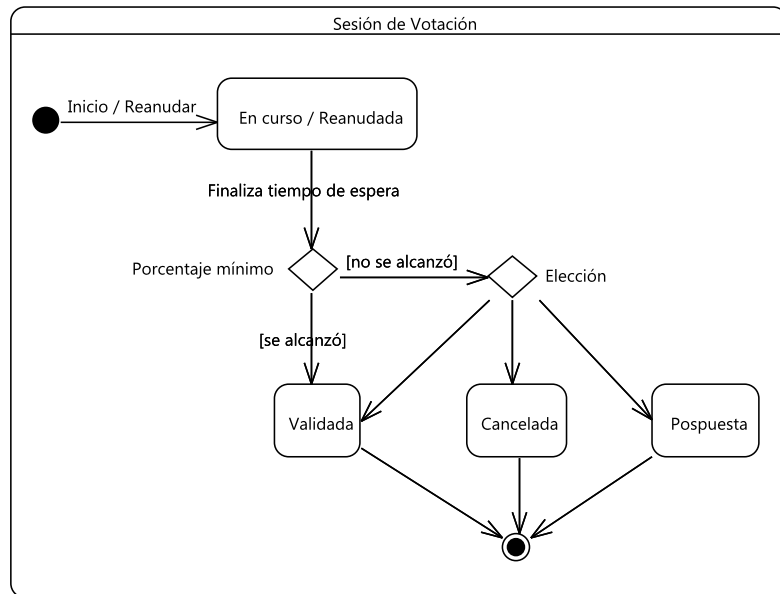


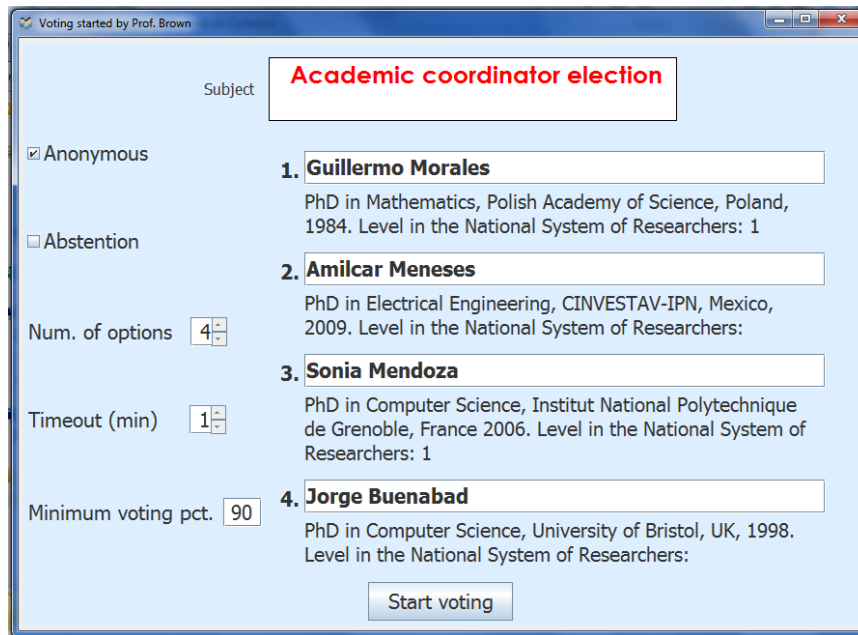
Figura 5.4: Estados de una sesión de votación

Por otro lado, para mostrar la manera en que la *herramienta de votación* puede adaptarse a cambios contextuales, se describe una lista de eventos que provocan la adaptación de dicha aplicación:

1. **Un *proponente* inicia una nueva sesión de votación:** después de que el *proponente* selecciona la *herramienta de votación* desde el pizarrón interactivo (ver Figura 5.5(a)), se muestra una ventana donde puede ingresar la información referente a la votación (ver Figura 5.5(b)). Una vez confirmada dicha información, los usuarios reciben en sus dispositivos una notificación de votación. En el pizarrón interactivo (ver Figura 5.6(a)), los usuarios co-localizados pueden observar la pregunta, las opciones de respuesta, el tiempo de espera y las reglas de la votación, i.e., debe participar al menos el 90% del total de usuarios registrados y los *votes* pueden sufragar de manera anónima, pero no pueden abstenerse de votar.
2. **Un *voteante* físicamente presente participa en la sesión de votación en curso:** cuando un participante físicamente presente selecciona la notificación de votación, se ejecuta la *herramienta de votación* en su dispositivo. La interfaz de usuario de esta herramienta se adapta a fin de desplegar únicamente las posibles opciones de respuesta para la pregunta actual, y, si es el caso, una opción para votar como anónimo y un botón de abstención (ver Figura 5.6(b)). En el pizarrón interactivo, los *votes* pueden observar información de consciencia de grupo, i.e., los colaboradores ausentes y virtualmente presentes en la reunión (ver Figura 5.5(a)).



(a) Pantalla principal donde se muestran las aplicaciones disponibles y una barra de colaboradores que exhibe a los miembros ausentes y virtualmente presentes



(b) Datos de la votación en curso ingresados por el *proponente* en el pizarrón interactivo

Figura 5.5: Vistas del pizarrón interactivo para los *votes* co-localizados durante una sesión de votación.

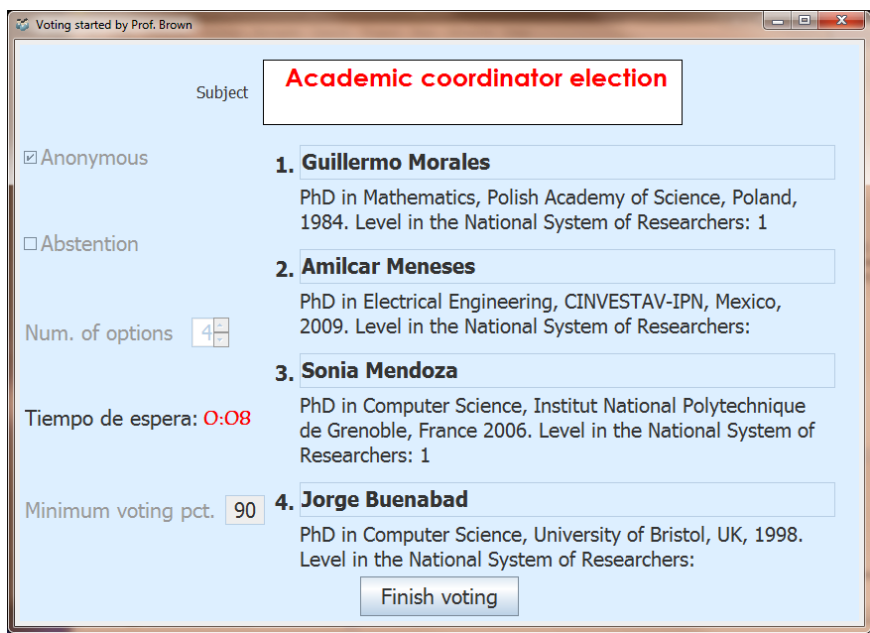
3. **Un *voteante* virtualmente presente participa en la sesión de votación en curso:** cuando un participante virtualmente presente selecciona la notificación de votación, se ejecuta la *herramienta de votación* en su dispositivo. La interfaz de usuario de la herramienta se adapta de manera que muestra tres listas de consciencia de grupo: 1) ausentes, 2) virtualmente presentes y 3) físicamente presentes en la reunión; además, muestra la pregunta, sus opciones de respuesta e información adicional, e.g., si la votación puede ser anónima o no. Cuando un participante presiona durante 1 o 2 segundos una de las opciones de respuesta, se muestra un mensaje emergente que proporciona información adicional sobre la opción seleccionada (ver Figura 5.6(c)).
4. **El tiempo de espera para emitir los votos termina:** si la aplicación detecta que se alcanzó el porcentaje mínimo de participación, la votación es establecida como validada. En caso de que no se haya alcanzado el porcentaje mínimo de votación, la aplicación muestra un mensaje de aviso en el pizarrón interactivo que proporciona las siguientes opciones: 1) validar la votación con el porcentaje actual de votación, 2) posponerla o 3) cancelarla.

Como se mencionó anteriormente, una sesión de votación puede pasar por cuatro estados principales:

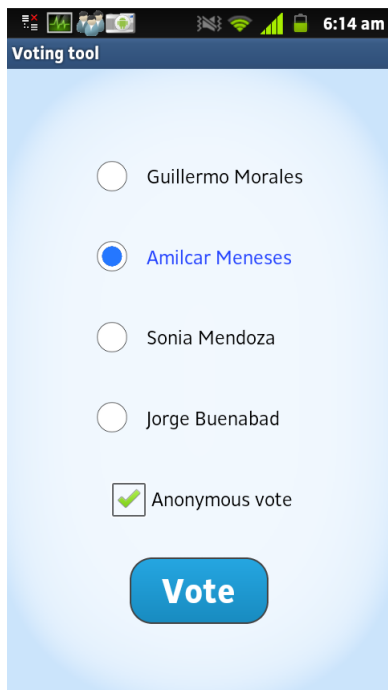
1. **La sesión de votación en curso es validada:** cuando termina una sesión de votación y es validada, ya sea de manera manual o automática, se muestran sus resultados en el pizarrón interactivo (ver Figura 5.7) y se envían a los dispositivos móviles de los participantes virtualmente presentes (ver Figura 5.8). No es necesario enviar los resultados de la votación a los dispositivos de los participantes físicamente presentes, debido a que son mostrados en el pizarrón interactivo.

Además, tanto en el pizarrón interactivo como en los dispositivos móviles de los participantes virtualmente presentes (ver Figuras 5.7 y 5.8 respectivamente), se visualiza el porcentaje de votación de cada opción, así como los participantes que votaron por cada una de ellas. La aplicación adapta la manera en que se muestran los resultados, ya que oculta algunos detalles en los dispositivos móviles, debido a las dimensiones de la pantalla (e.g., no son desplegadas las listas de *voteantes* de cada opción, excepto la lista de la opción seleccionada).

2. **La sesión de votación en curso es pospuesta:** cuando termina una sesión de votación y es establecida como pospuesta, se agrega a la lista de sesiones pendientes, de donde se podrá reanudar en otro momento.
3. **La sesión de votación en curso es cancelada:** cuando termina una sesión de votación y es establecida como cancelada, se elimina la información correspondiente a la misma.



(a) Pregunta sujeta a votación y opciones detalladas de respuesta mostradas a los participantes co-localizados en el pizarrón interactivo



(b) Opciones simplificadas de respuesta en el dispositivo móvil de un votante co-localizado



(c) Opciones detalladas de respuesta en el dispositivo móvil de un votante distribuido

Figura 5.6: Adaptabilidad de la interfaz de usuario de la *herramienta de votación* con base en la configuración del grupo y el rol del usuario.

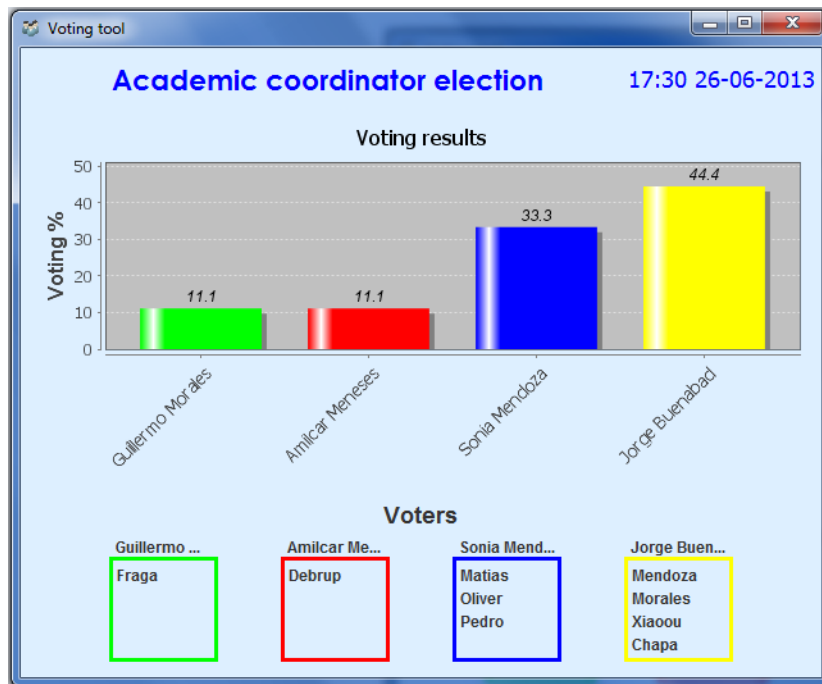


Figura 5.7: Resultados de la votación mostrados a los participantes co-localizados en el pizarrón interactivo

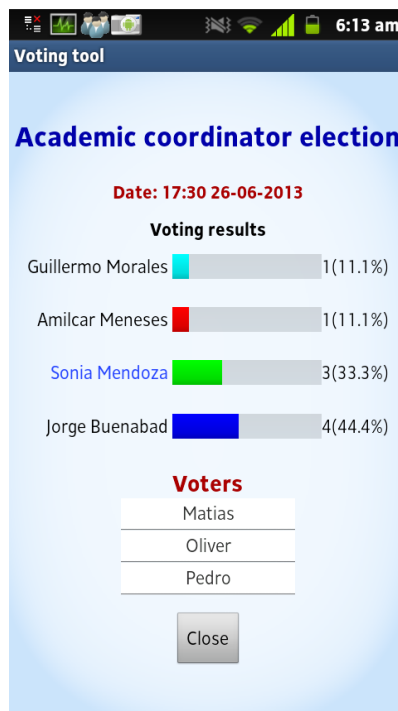


Figura 5.8: Resultados de la votación mostrados en los dispositivos de los participantes distribuidos

4. **Una sesión de votación pospuesta es reanudada:** la aplicación envía una notificación de votación a los dispositivos móviles de los participantes física y virtualmente presentes que no han emitido su voto. Así mismo, el pizarrón interactivo muestra un tiempo de espera para que emitan su voto.

5.2 Editor colaborativo de mapas mentales

La aplicación de edición colaborativa de mapas mentales permite a un grupo de colaboradores trabajar en un documento común de manera simultánea. Por lo tanto, los cambios realizados por un colaborador al documento actual son percibidos de manera inmediata por los demás participantes. Los colaboradores pueden interactuar con el mapa mental, ya sea a través de algún pizarrón interactivo ubicado dentro del lugar de reunión o por medio de sus dispositivos móviles.

Para llevar a cabo la adaptación al contexto, la aplicación considera las siguientes variables: 1) el rol del colaborador, 2) la configuración del grupo y 3) las dimensiones de la pantalla del despliegue. Los roles que puede asumir un usuario son: 1) *administrador*, el cual le permite crear un nuevo mapa mental, elegir a los participantes y asignarles un rol, 2) *autor*, el cual le da la posibilidad de agregar, modificar, mover o eliminar elementos en el mapa mental y 3) *revisor*, el cual le permite agregar, modificar o eliminar comentarios sobre los elementos del mapa mental. La configuración del grupo puede ser: 1) *co-localizado (físicamente presente)*, cuando todo el grupo se encuentra en el mismo lugar de reunión y 2) *distribuido (virtualmente presente)*, cuando algún usuario se encuentra en un lugar diferente al de reunión. La dimensiones de la pantalla de un dispositivo son clasificadas en: 1) *pantalla pequeña*, cuando la pantalla del dispositivo es de un tamaño menor a siete pulgadas y 2) *pantalla grande*, cuando la pantalla del dispositivo es de siete pulgadas o más.

Para ilustrar, de manera general, el proceso que se lleva a cabo en la creación de un mapa mental, en la Figura 5.9 se muestra el diagrama de interacciones del *administrador* del mapa mental con la aplicación. Así mismo, en la Figura 5.10 se muestra el diagrama de interacciones de un *revisor* o *autor* con el *editor colaborativo de mapas mentales*.

A continuación se describe con mayor detalle el proceso que se lleva a cabo para crear un mapa mental. Se asume que un grupo de colaboradores se reúne en una sala de juntas que cuenta con un pizarrón interactivo. Durante el proceso de edición colaborativa, la aplicación pasa a través de tres fases principales:

1. **Inicialización de un nuevo mapa mental:** cuando el organizador de la reunión pasa a la zona donde se encuentra el pizarrón interactivo, su presencia es detectada al acercar su dispositivo móvil a la etiqueta NFC asociada a dicho pizarrón y, como resultado de esta acción, su sesión es iniciada automáticamente.

Desde el pizarrón interactivo, el colaborador selecciona el *editor colaborativo de mapas mentales*, el cual le otorga el rol de *administrador*. En consecuencia, la aplicación muestra una pantalla donde se enlistan los colaboradores tanto físicamente presentes como virtualmente presentes. Desde dicha pantalla el *administrador* puede seleccionar a los colaboradores participantes en la creación del mapa mental y asignar el rol que asumirá cada uno (ver Figura 5.11). Al terminar tal proceso, la aplicación envía una notificación de participación a los dispositivos de los colaboradores elegidos por el *administrador*. Además, la aplicación presenta en el despliegue compartido la vista inicial del mapa mental,

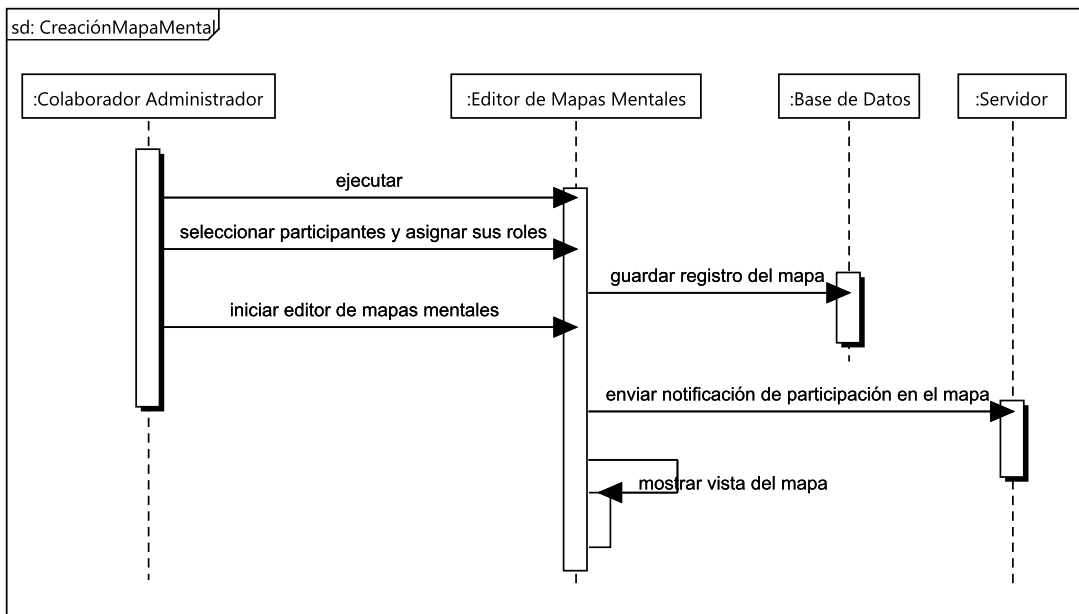


Figura 5.9: Interacción de un *administrador* con el *editor colaborativo de mapas mentales*

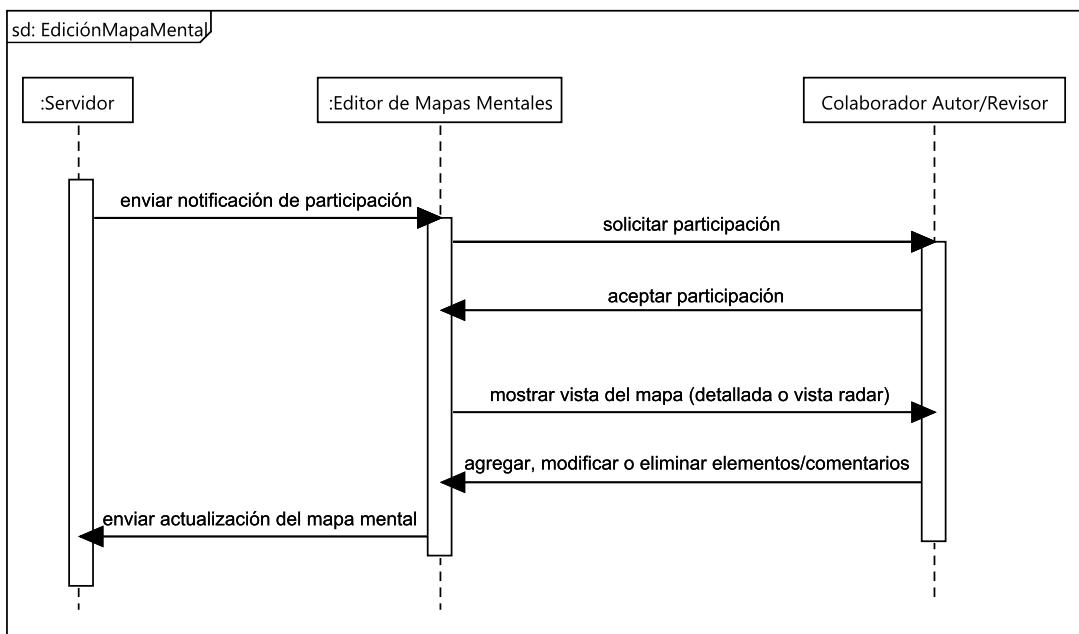


Figura 5.10: Interacción de un *autor o revisor* con el *editor colaborativo de mapas mentales*

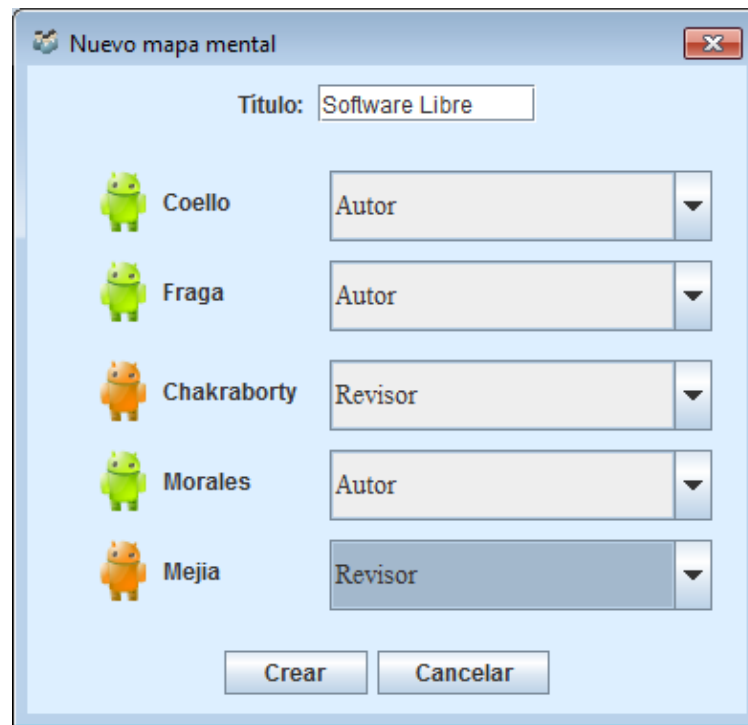


Figura 5.11: Pantalla para elegir a los participantes en la creación del mapa mental y sus roles.

la cual muestra únicamente el nodo raíz desde donde se podrán agregar más elementos.

2. **Edición del mapa mental:** una vez que los colaboradores seleccionaron la notificación de participación en la creación de un mapa mental, la aplicación se ejecuta automáticamente y muestra una interfaz de usuario adaptada de acuerdo al contexto de uso del usuario (ver Figura 5.12). Con base en el rol del usuario (*autor* o *revisor*), la interfaz de usuario muestra las acciones disponibles y oculta las acciones restringidas para ese rol. Además, en función de la configuración del grupo y de las dimensiones de la pantalla del dispositivo, se muestra ya sea una vista radar interactiva o una vista detallada del mapa mental.
3. **Finalización y exportación del mapa mental:** después de que los colaboradores, en común acuerdo, han decidido que el mapa mental está concluido, el *administrador* puede exportar dicho mapa a una imagen en formato png para su impresión o reproducción.

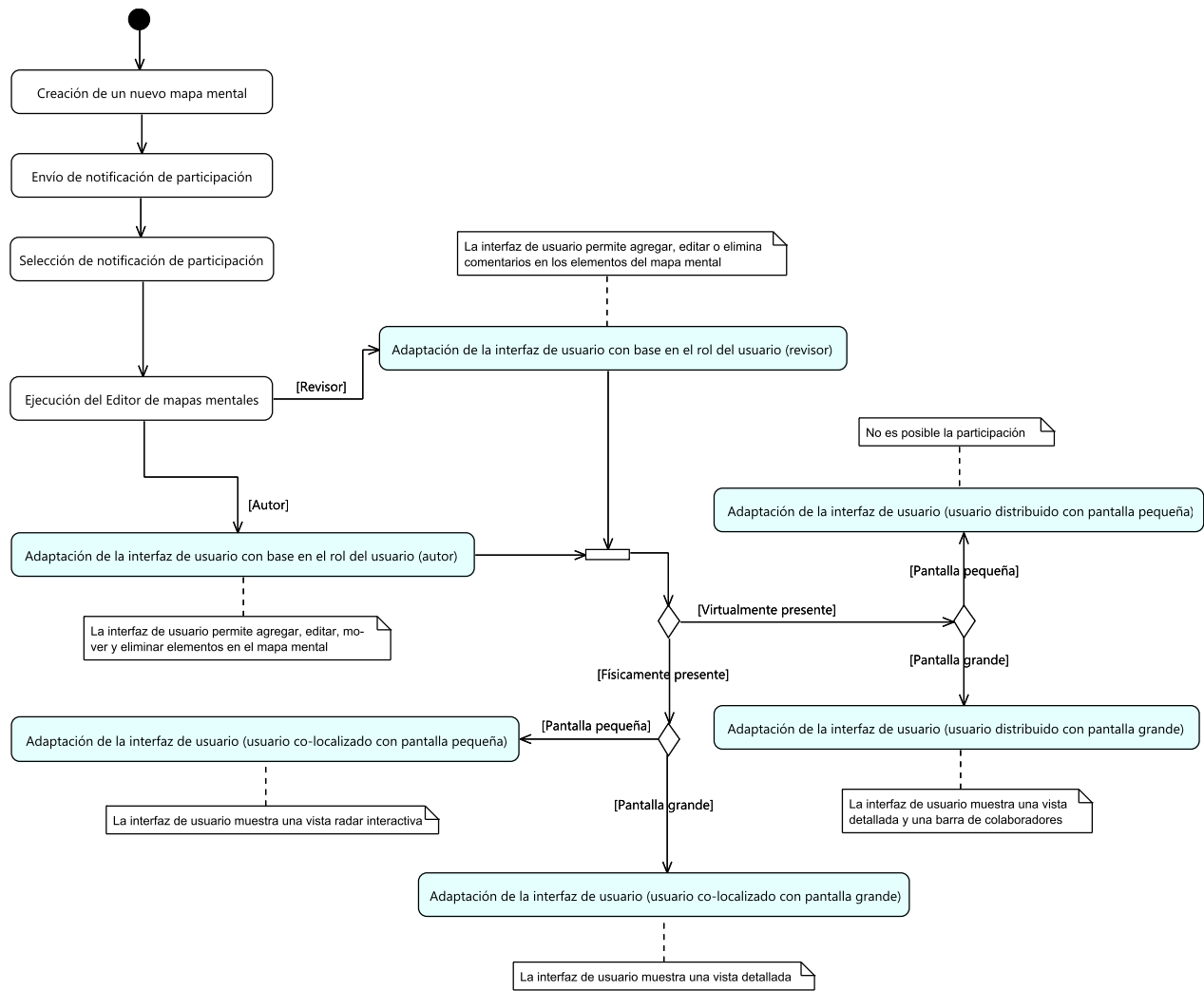


Figura 5.12: Actividades durante la creación de un mapa mental y posibles adaptaciones de la interfaz de usuario en función de la configuración del grupo, las dimensiones de la pantalla de despliegue y el rol del usuario

Con el fin de mostrar la manera en que el *editor colaborativo de mapas mentales* se adapta a los cambios contextuales, se describe una lista de eventos que provocan la adaptación de esta aplicación:

1. **Un administrador crea un nuevo mapa mental:** la aplicación envía una notificación a los dispositivos móviles de los participantes presentes y virtualmente presentes, donde se solicita su participación.
2. **Un colaborador selecciona la notificación de participación en la creación de un mapa mental:** se ejecuta el *editor colaborativo de mapas mentales* en su dispositivo y la interfaz de usuario de dicho editor se adapta de tal manera que despliega únicamente las opciones disponibles para el rol del colaborador (*autor* o *revisor*). En las Figuras 5.13 y 5.14 se muestra la interfaz de usuario del *editor colaborativo de mapas mentales* mostrada en el pizarrón interactivo, cuando dos usuarios juegan los roles de *revisor* y *autor*, respectivamente.

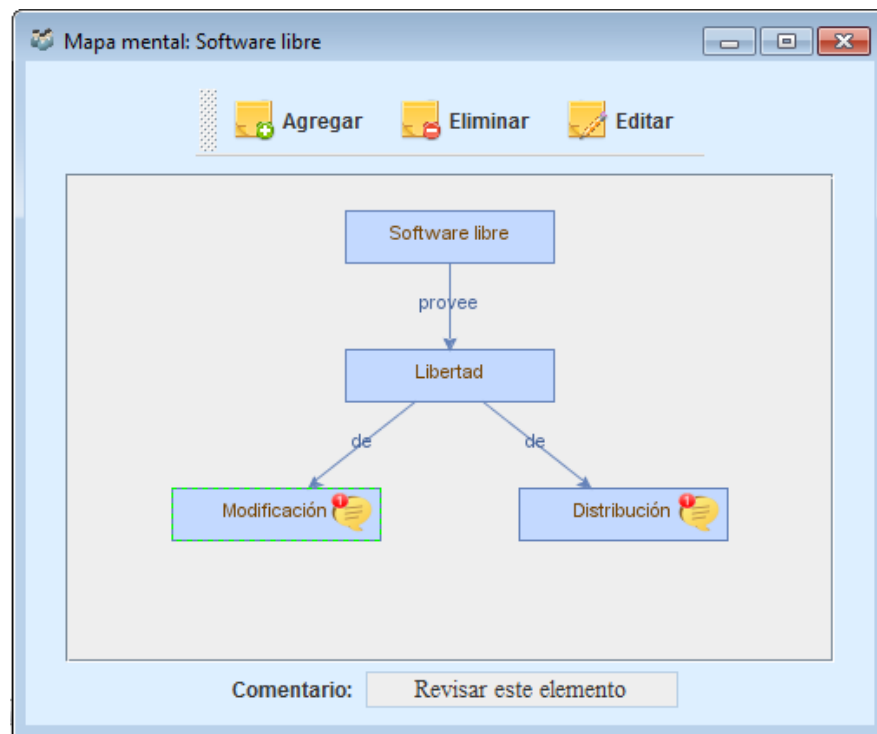


Figura 5.13: Vista del mapa mental cuando un colaborador asume el rol de *revisor*.

De igual manera, la interfaz de usuario se adapta de acuerdo a la combinación de las siguientes variables contextuales: a) configuración del grupo y b) dimensiones de la pantalla de despliegue. En la Figura 5.15, se muestra la manera en la que se lleva a cabo dicha adaptación, de acuerdo a la combinación de las variables previamente mencionadas.

Tanto para los colaboradores co-localizados como para los distribuidos que utilizan dispositivos con pantalla grande, la vista detallada muestra toda la infor-

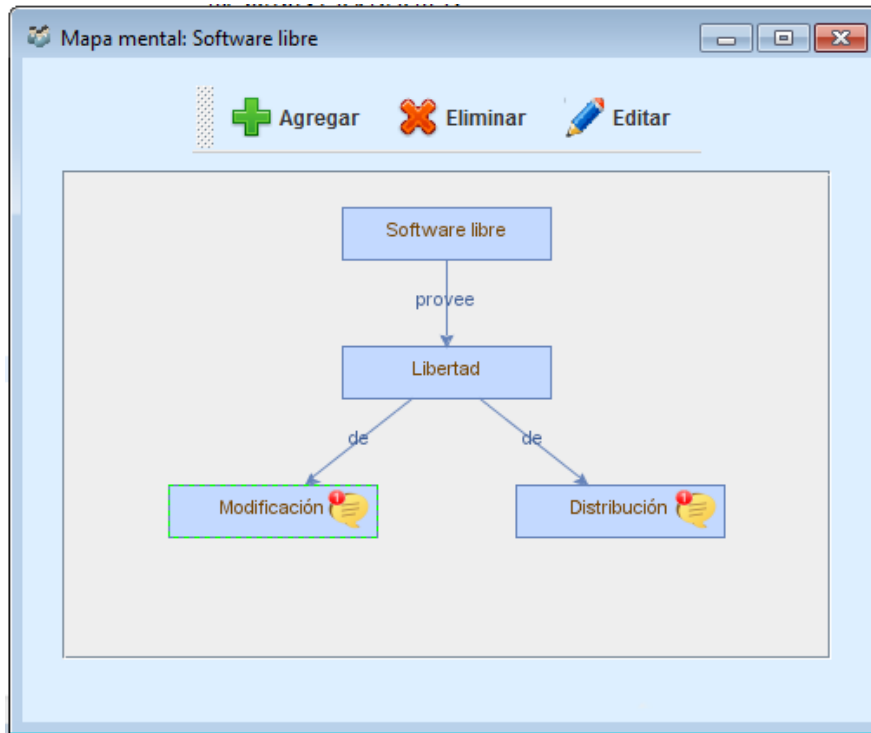


Figura 5.14: Vista del mapa mental cuando un colaborador asume el rol de *autor*.

Dimensiones de la pantalla de despliegue			
Configuración de grupo		Pantalla pequeña	Pantalla grande
	Cara a cara	Vista radar interactiva	Vista detallada
	Distribuido	No es posible la participación	Vista detallada y barra de colaboradores

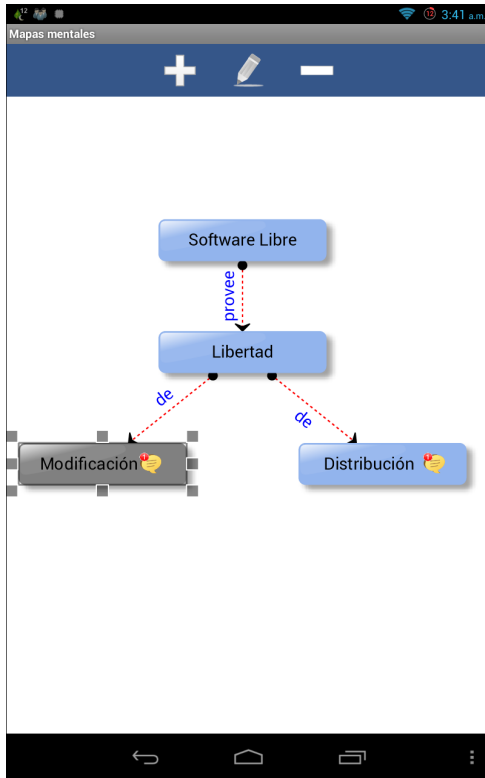
Figura 5.15: Diferentes maneras en que se lleva a cabo la adaptación de la interfaz de usuario del *editor colaborativo de mapas mentales*

mación del mapa mental, i.e., la etiqueta de cada nodo y la etiqueta de cada conexión entre un par de nodos, si existen (ver Figura 5.16(a)). Para los participantes distribuidos, se muestra adicionalmente una barra de los colaboradores físicamente presentes en el lugar de reunión, virtualmente presentes y ausentes (ver Figura 5.16(b)).

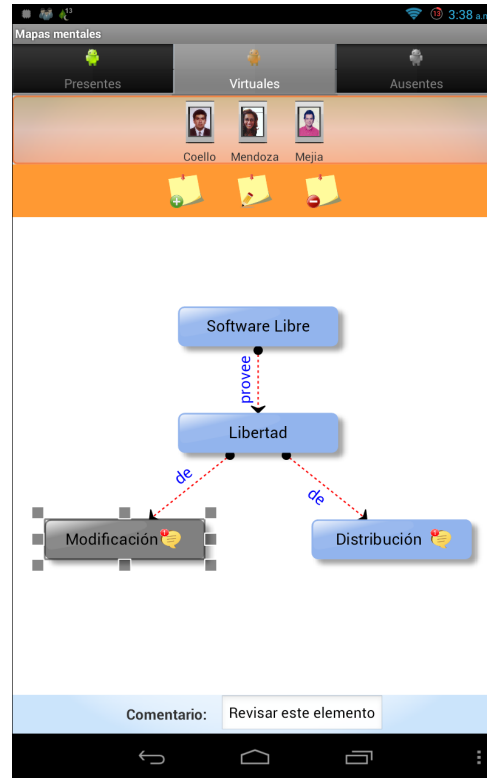
En la vista radar interactiva únicamente se puede observar la estructura del mapa mental, ya que las dimensiones de la pantalla del dispositivo no permiten una buena visibilidad de los detalles del mismo (ver Figura 5.16(c)).

En el caso del pizarrón interactivo, también se presenta una vista donde se puede observar con detalle el mapa mental y una barra que muestra únicamente a los colaboradores ausentes y virtualmente presentes.

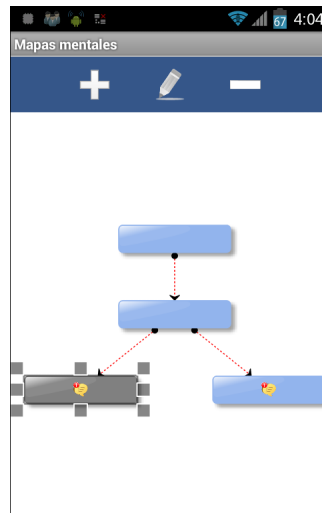
3. **Un colaborador agrega, modifica o elimina elementos o comentarios:** los cambios realizados por un colaborador, ya sea *autor* o *revisor*, se ven reflejados en el pizarrón interactivo y en los dispositivos de todos sus colegas.
4. **El mapa mental sobrepasa las dimensiones del pizarrón interactivo:** la vista del mapa mental presentada en dicho pizarrón muestra una barra de desplazamiento horizontal y una vertical.



(a) Vista detallada en la tableta de un *autor* co-localizado



(b) Vista detallada en la tableta de un *revisor* distribuido



(c) Vista radar interactiva en el teléfono de un *autor* co-localizado

Figura 5.16: Adaptabilidad de la interfaz de usuario del *editor colaborativo de mapas mentales* con base en la configuración del grupo, las dimensiones de la pantalla y el rol del usuario

5.3 Administrador de contenidos vía NFC

Esta aplicación permite facilitar a un grupo de colaboradores la información que se tratará en una reunión previamente planificada. Dicha información se refiere al objetivo de la reunión, los temas a tratar y los archivos relevantes a la misma. Al entrar al lugar de reunión y acercar su dispositivo móvil a la etiqueta NFC asociada a dicho lugar, los colaboradores reciben automáticamente toda la información necesaria sobre la reunión.

La aplicación sólo puede ser ejecutada en dispositivos móviles que cuenten con la tecnología NFC. La información referente a una reunión se escribe en una etiqueta NFC, mientras que los archivos a revisar durante la misma se almacenan en un servidor de contenidos.

La aplicación lleva a cabo la adaptación de la información recibida, ya que es consciente de las herramientas con las que cuenta el dispositivo para visualizar documentos. Hace uso de esta información al solicitar los documentos al servidor, de manera que sólo son descargados aquellos que tienen un formato soportado.

La aplicación consta de un módulo para leer y uno para grabar etiquetas NFC. A continuación se presenta una descripción sobre dichos módulos:

1. **Módulo de escritura:** es usado para grabar en una etiqueta NFC la información relacionada a una reunión, así como la información de los archivos (almacenados en el servidor) que son relevantes a dicha reunión.
2. **Módulo de lectura:** está diseñado para leer las etiquetas NFC, de tal manera que es ejecutado cada vez que un dispositivo reconoce una.

En primer lugar, esta aplicación hace uso de la tecnología NFC como habilitador de otros tipos de comunicaciones (en este caso Wi-Fi) y, en segundo lugar, como proveedor de contenidos digitales.

Además de identificar lugares mediante esta tecnología, también es posible identificar objetos, por lo que la aplicación provee consciencia de localización de grano fino, e.g., un pizarrón interactivo.

Para observar, de manera general, el proceso que se lleva a cabo para adaptar la información en el *administrador de contenidos*, las Figuras 5.17 y 5.18 muestran los diagramas de interacciones cuando un colaborador lee y escribe respectivamente una etiqueta NFC, ubicada en la entrada del lugar donde se llevará a cabo la reunión.

A continuación se describe con mayor detalle el proceso que se lleva a cabo para la carga y descarga de documentos. Durante este proceso, la aplicación pasa a través de tres fases principales:

1. **Planificación de una nueva reunión:** desde su dispositivo móvil, un colaborador ejecuta la aplicación *administrador de contenidos vía NFC*. Una vez iniciada la aplicación, se presenta su módulo de escritura, cuya interfaz de usuario muestra: 1) un campo de texto donde se puede escribir el objetivo de la reunión, 2) un botón y un campo de texto para establecer respectivamente la hora y la

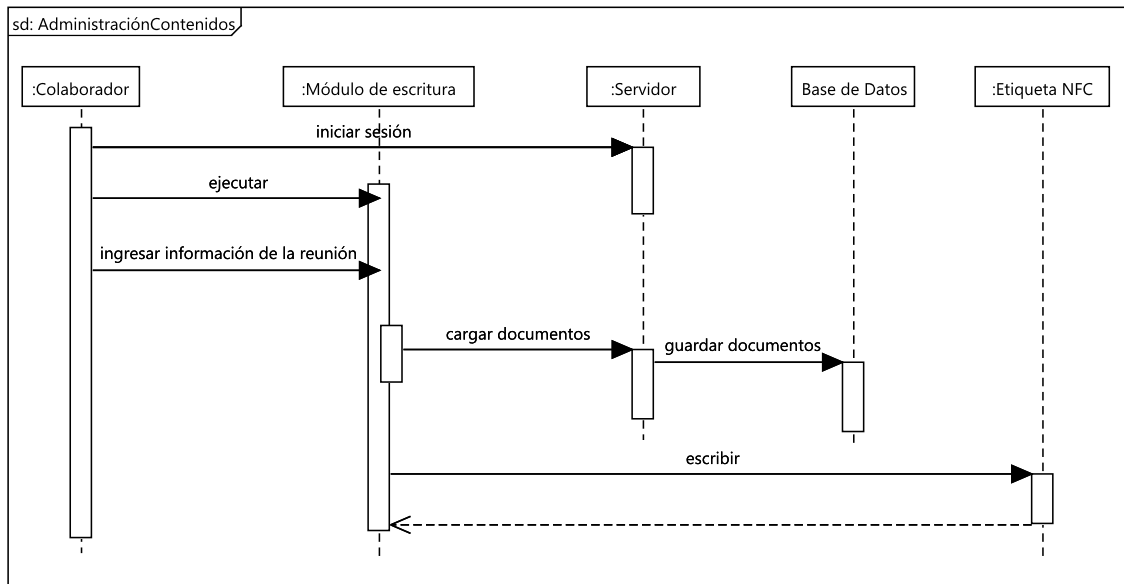


Figura 5.17: Interacción de un colaborador con el módulo de escritura del *administrador de contenidos*.

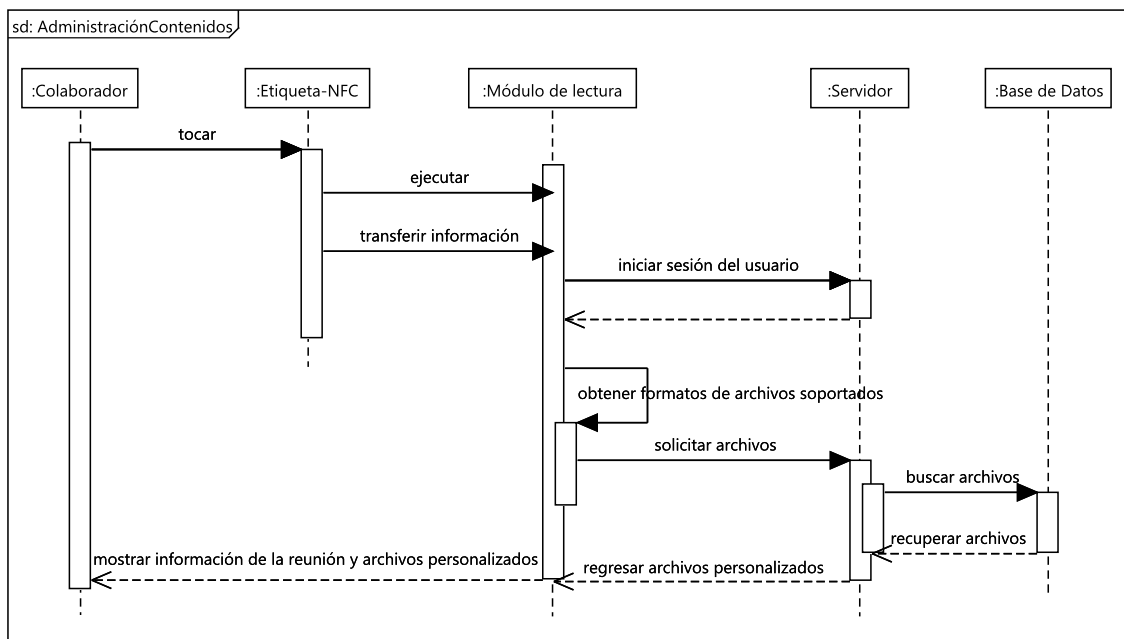


Figura 5.18: Interacción de un colaborador con el módulo de lectura del *administrador de contenidos*.

duración de la reunión, 3) botones para agregar o eliminar temas a tratar durante la reunión, 4) la lista actual de temas, junto con los archivos relacionados a cada uno y 5) un botón para grabar la etiqueta (ver Figura 5.19(a)).

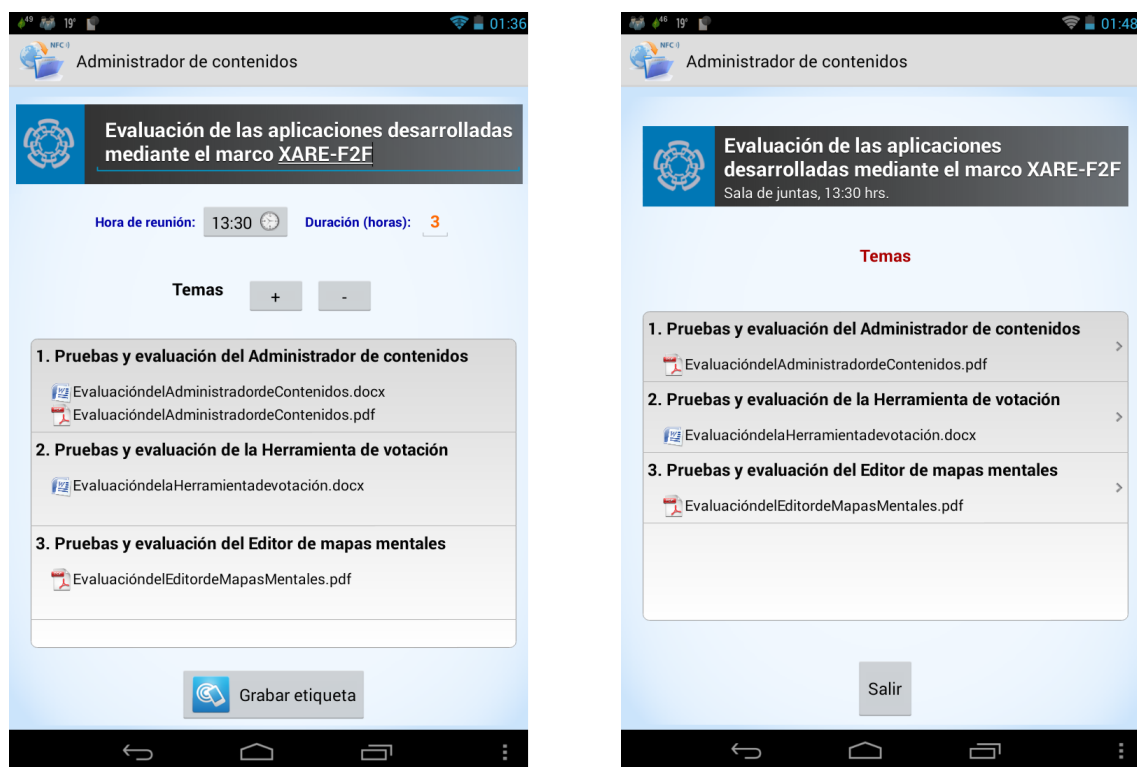
2. **Escritura de una etiqueta:** después de haber ingresado la información de la reunión y haber subido los archivos al servidor, se debe grabar la etiqueta. Para esto, sólo es necesario acercar el dispositivo a la etiqueta y seleccionar la opción “Grabar etiqueta” de la interfaz de usuario.
3. **Lectura de una etiqueta:** cuando el dispositivo de un usuario “toca” alguna de las etiquetas NFC grabadas mediante el módulo de escritura, la aplicación realiza las siguientes acciones: 1) lee la información almacenada en la etiqueta, 2) verifica el estado de la conexión Wi-Fi, de manera que si está deshabilitado el adaptador, lo habilita y trata de conectarse a un punto de acceso, 3) inicia automáticamente la sesión del usuario, 4) ejecuta su módulo de lectura y 5) presenta una ventana de diálogo donde se muestra la lista de reuniones planificadas.

Si el usuario elige participar en la reunión en curso o en la próxima reunión, la interfaz de usuario de la aplicación es adaptada con la información correspondiente, i.e., se muestra la lista de puntos a tratar durante la reunión, el objetivo de la reunión y los archivos que son relevantes a la misma (ver Figura 5.19(b)). En caso de que el usuario decida no participar, su sesión es finalizada.

Los documentos a revisar durante la reunión no están guardados en las etiquetas NFC, debido a sus limitaciones de almacenamiento. Por tal motivo, el módulo de lectura solicita a un servidor de contenidos la descarga de dichos documentos por medio de Wi-Fi.

Con el fin de mostrar la manera en que el *administrador de contenidos* puede adaptarse a los cambios contextuales, se describe una lista de eventos que provocan la adaptación de esta herramienta:

1. **Un colaborador ingresa a una sala de juntas y acerca su dispositivo (a una distancia de 3 cm o menos) a una etiqueta NFC:** la etiqueta transfiere al dispositivo del usuario la información referente a la reunión en curso. A continuación, se ejecuta el módulo de lectura de la aplicación, cuya interfaz de usuario es adaptada de acuerdo a la información recibida, i.e. muestra la lista de puntos a tratar en la reunión e información adicional correspondiente a cada uno de ellos. Finalmente, el módulo de lectura inicia la descarga de los documentos a revisar durante la reunión.
2. **El módulo de lectura de la aplicación detecta qué tipos de formatos de documento son soportados por las herramientas de visualización del dispositivo:** durante la solicitud de descarga de cada documento, el módulo de lectura indica los formatos de documento soportados por el dispositivo,



(a) Módulo de escritura

(b) Módulo de lectura

Figura 5.19: Módulos disponibles en el *Administrador de contenidos* para escribir y leer etiquetas NFC.

de tal manera que el documento a descargar tenga un formato soportado (si está disponible).

3. **Termina la descarga de los documentos a revisar durante la reunión:** la interfaz de usuario de la aplicación muestra junto a cada tema de la reunión, los documentos asociados a cada uno. Por medio de un click sobre uno de los íconos se puede visualizar el contenido del documento correspondiente.

Capítulo 6

Pruebas de las aplicaciones

En este capítulo se describen las pruebas realizadas con usuarios finales a las aplicaciones desarrolladas mediante el marco XARE-F2F. Por medio de estas pruebas se verificó primeramente que las aplicaciones sujetas a evaluación: 1) permitieran que un grupo de colaboradores trabaje adecuadamente de manera co-localizada; y 2) se adaptaran con base en diversas variables contextuales. A continuación, se llevó a cabo el proceso de evaluación propiamente dicho, donde fueron probados los aspectos hedónicos y pragmáticos de dichas aplicaciones (pruebas cuantitativas). Finalmente, se evaluaron las técnicas de interacción usadas en las aplicaciones en términos de naturalidad, facilidad de aprendizaje y usabilidad (pruebas cualitativas).

Estas pruebas se llevaron a cabo en dos sesiones en las que participaron grupos diferentes de alumnos del Departamento de Computación del CINVESTAV-IPN. En las secciones 6.1 y 6.2, se describen respectivamente las pruebas realizadas durante la primera y la segunda sesión.

6.1 Primera sesión de pruebas

En la primera sesión, las pruebas de las aplicaciones *administrador de contenidos* y *editor de mapas mentales* se realizaron con un grupo de siete personas, mientras que las pruebas de la *herramienta de votación* se llevaron a cabo con un grupo de ocho personas. Todos los participantes son estudiantes de computación, en su mayoría del programa de maestría y solo dos del programa de doctorado. Dichos participantes variaron en el género (cinco hombres y tres mujeres) y en la edad (entre 25 y 35 años).

La explicación acerca del funcionamiento, de las pruebas y de la evaluación de cada aplicación tomó alrededor de 40 minutos y la sesión de pruebas propiamente dicha duró más o menos dos horas. Los pasos que se siguieron para evaluar las aplicaciones, se enlistan a continuación: 1) se explicó brevemente el funcionamiento de cada aplicación y sus técnicas de interacción (10 min); 2) se asignó a los participantes una actividad para que la llevaran a cabo usando cada aplicación (15 min); 3) se pidió a los participantes que respondieran el cuestionario AttrakDiff [33] para medir

cuantitativamente los aspectos hedónicos y pragmáticos de cada aplicación (15 min). Así mismo, se solicitó a los participantes que respondieran otro cuestionario, con el fin de que comentaran qué fue lo que les gustó, lo que no les gustó y lo que mejorarían de cada aplicación sujeta a evaluación.

Para realizar las pruebas se usó una laptop con sistema operativo *Windows 7*, en la cual se instaló el servidor común a todas las aplicaciones. Además, se usó un pizarrón interactivo SMART Board 600i como despliegue compartido, así como ocho dispositivos móviles con sistema operativo *Android*, los cuales actuaron como clientes. Los dispositivos móviles que fueron utilizados son:

- 1 Motorola Atrix HD
- 1 Tablet Asus Nexus 7
- 1 Sony Xperia U
- 1 Sony Xperia S
- 2 Samsung Galaxy Ace
- 2 Samsung Galaxy SIII

En cuanto a la red, los clientes se comunicaron con el servidor a través de una red local, utilizando la señal inalámbrica Wi-Fi de la red *Groupware2* del Departamento de Computación.

En las siguientes secciones, se describe con mayor detalle el proceso que se siguió para realizar las pruebas de cada aplicación. Así mismo, se presentan los resultados cuantitativos y cualitativos obtenidos. La aplicación *Administrador de contenidos* fue la primera en ser evaluada, seguida de la *Herramienta de votación* y finalmente, el *Editor de mapas mentales*.

6.1.1 Administrador de contenidos

En primer lugar, se pidió que cada uno de los participantes realizara la grabación de una etiqueta NFC por medio de la aplicación. Los participantes primeramente ingresaron información sobre una reunión ficticia en la interfaz de usuario y posteriormente grabaron la etiqueta. A continuación, se solicitó a cada participante que intentara leer la información de la etiqueta a través de su dispositivo, con el fin de verificar la correcta grabación de la misma. Mediante estas actividades, se buscó demostrar el adecuado funcionamiento de la aplicación, ya que el objetivo de la misma es facilitar la información y los archivos relevantes de una reunión planificada por un usuario.

Las pruebas de esta aplicación no fueron tan sencillas de realizar, ya que solamente uno de los dispositivos disponibles contaba con las características necesarias para soportar la aplicación. Por tal motivo, se estuvo turnando el dispositivo, lo cual

ocasionó que hubiese desinterés en la aplicación, debido al tiempo de espera para poder usarla. Durante el transcurso de las pruebas, algunos de los participantes llegaron incluso a desesperarse por el tiempo requerido para la descarga de los documentos.

Sin embargo, se pudo observar que la aplicación facilita en gran medida este tipo de situaciones, ya que automatiza algunas actividades que normalmente tomarían más pasos para llevarlas a cabo, e.g., para compartir un documento, un usuario tendría que enviarlo a los correos de sus colegas, quienes a su vez deben descargarlo e imprimirlo.

Finalmente, al momento de realizar la evaluación de la aplicación, mediante el cuestionario AttrakDiff, se observó que el grupo tenía inquietudes en cuanto al significado de algunos de los adjetivos utilizados en el mismo. Por esta razón, una parte de los usuarios consensaron algunas de las respuestas de dicho cuestionario.

Resultados cuantitativos

Con respecto a los resultados del cuestionario AttrakDiff (ver Figura 6.1), la interfaz de usuario de la aplicación fue calificada como “claramente práctica” (*fairly practice-oriented*).

Así mismo, los resultados en cuanto a la calidad pragmática (PQ) indican que “existe un margen de mejora en términos de usabilidad” (*there is room for improvement in terms of usability*), debido a que “el usuario es asistido por la aplicación, sin embargo el valor de la calidad pragmática solo llega a la media” (*the user is assisted by the product, however the value of pragmatic quality only reaches the average values*).

Sobre la calidad hedónica (HQ), los resultados muestran que “existe un margen de mejora” (*room for improvement exists in terms of hedonic quality*), ya que “el usuario es estimulado por la aplicación, sin embargo el valor hedónico solo llega a la media” (*the user is stimulated by this product, however the hedonic value is only average*).

En cuanto a la impresión general de la aplicación, esta fue considerada como “muy atractiva” (*the overall impression of the product is very attractive*). El rectángulo de confianza muestra el nivel de concordancia entre los usuarios al responder el cuestionario.

Resultados cualitativos

Todos los participantes (7/7) opinaron positivamente sobre la aplicación. En particular, les agradó su simplicidad y la idea de usar etiquetas NFC. Así mismo, los participantes están de acuerdo en que la aplicación es muy fácil de usar y hace más sencillo el acceso a los datos:

- “Simplicidad y facilidad de uso, el usuario no necesita tener conocimientos técnicos.” [P1]
- “La facilidad de su uso.” [P2]
- “Me gustó la idea de las etiquetas, se me hace muy práctico.” [P3]

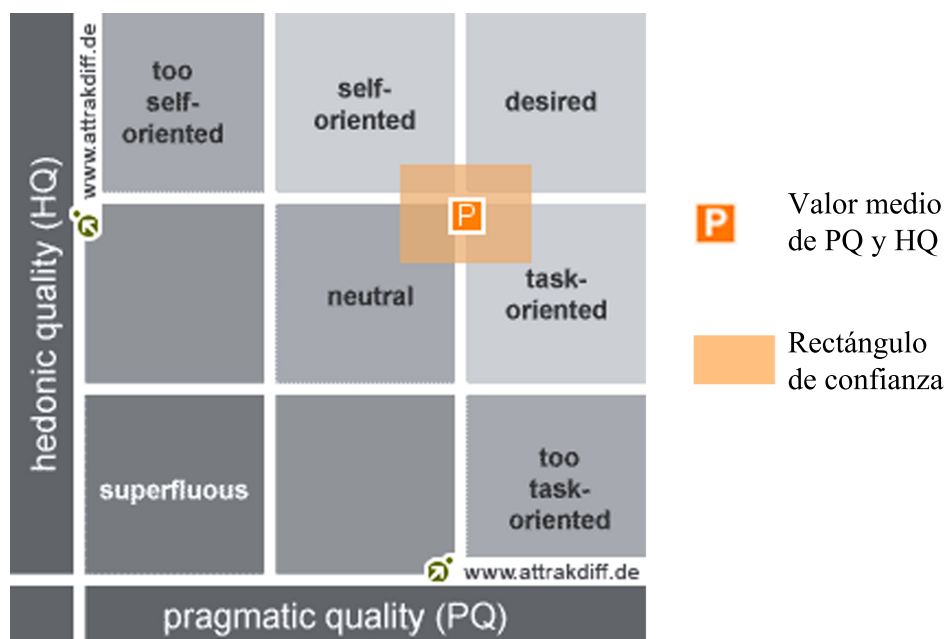


Figura 6.1: Rectángulo de confianza y valores de las dimensiones PQ y HQ para el *administrador de contenidos*

- “... es un sistema muy fácil de llevar a la práctica.” [P4]
- “La sincronización de archivos-usuarios es de manera directa.” [P5]
- “Es muy fácil y práctica, ahora cada dispositivo nuevo tiene la tecnología NFC, así que el costo sería mínimo.” [P6]
- “Fácil acceso a los datos. ” [P7]

Sin embargo, también hubo algunos aspectos de la aplicación que no cumplieron las expectativas de la mayoría de los participantes (6/7). La mayor parte de las opiniones negativas (4/6) tienen que ver con la tecnología NFC usada en la aplicación, pero consideramos que esta limitante no será un problema a corto plazo, ya que la mayoría de los nuevos dispositivos está incorporando dicha tecnología:

- “... se requiere un dispositivo de gama media a alta para usarlo.” [P3]
- “... se necesita un dispositivo con tecnología NFC, pero posiblemente en un futuro muy cercano no habrá problema.” [P4]
- “Se restringe el uso a dispositivos específicos con tecnología NFC.” [P5]
- “La dependencia del dispositivo a la versión.” [P7]

Así mismo, las demás opiniones negativas (2/6) se refieren a aspectos que no afectan el objetivo y la funcionalidad de la aplicación desde nuestro punto de vista. Principalmente tienen que ver con el hecho de que algunos participantes no están del todo familiarizados con el uso de dispositivos móviles:

- *“Pienso que una guía para nuevos usuarios y una opción para modificar la información grabada en una etiqueta podrían ser útiles.”* [P2]
- *“La aplicación debe instalarse en cada dispositivo, sería útil que las etiquetas también la instalaran.”* [P6]

Por esta razón, se implementó una de las recomendaciones (guía para nuevos usuarios), con el fin de facilitar el uso de la aplicación.

Por último, los participantes resaltaron algunas características que podrían mejorar la funcionalidad de la aplicación para hacerla más completa y flexible:

- *“Una opción para descargar la aplicación cuando el dispositivo no la tenga instalada.”* [P1]
- *“Una guía o descripción breve dentro de la aplicación para nuevos usuarios.”* [P2]
- *“Mayor flexibilidad en el manejo de archivos.”* [P3]
- *“Que fuera posible editar las sesiones una vez terminadas o por excepciones volver a subir los archivos que faltaron.”* [P4]
- *“Funciones CRUD en la administración de etiquetas-eventos.”* [P5]
- *“Hacer un poco más editable el menú, si alguien se equivoca, hacer posible la corrección del error sin tener que utilizar otra etiqueta.”* [P6]
- *“Permitir otras opciones para el acceso.”* [P7]

6.1.2 Herramienta de votación

En este caso, se solicitó a uno de los participantes que utilizara la aplicación para llevar a cabo una sesión ficticia de votación, durante la cual los participantes deberían seleccionar al próximo coordinador académico del Departamento de Computación.

Para llevar a cabo la sesión de votación, el *proponente*: 1) introdujo la pregunta y las opciones de respuesta; 2) estableció las reglas de votación, e.g., determinó que los participantes podían votar como anónimo, que el porcentaje mínimo de votación sería del 90 % y que el tiempo de espera para votar sería de 5 minutos; y 3) presionó el botón para iniciar la votación. Como resultado de esta última acción, los demás participantes recibieron en sus dispositivos una notificación de votación. Una vez finalizado el tiempo de espera establecido por el *proponente*, la aplicación mostró un mensaje

de diálogo para validar, posponer o cancelar la votación, ya que el porcentaje mínimo de participación determinado no había sido alcanzado. El *proponente* eligió validar la votación, en consecuencia los resultados fueron mostrados en el despliegue compartido y enviados a los dispositivos de los participantes que simularon estar lejos.

Dado el comportamiento del grupo, se pudo llegar a la conclusión de que esta aplicación fue amigable y fácil de usar. Fue posible observar que dicha aplicación provee un buen soporte para agilizar este tipo de situaciones, ya que facilita en gran medida el proceso. Dentro de algunas particularidades en la sesión de votación, notamos que todos los participantes decidieron votar como “anónimo”.

Los participantes pudieron responder el cuestionario AttrakDiff con poca dificultad, en comparación con la evaluación del *administrador de contenidos*, ya que no hicieron preguntas y no consensaron las respuestas entre ellos.

Resultados cuantitativos

Con respecto a los resultados del cuestionario AttrakDiff (ver Figura 6.2), la interfaz de usuario de la aplicación fue calificada como “práctica” (*practice-oriented*).

Así mismo, la aplicación fue evaluada como “alta” en cuanto a la calidad pragmática (PQ) (*it is very pragmatic*), ya que “ayuda a sus usuarios de manera óptima” (*your product assists its users optimally*).

Sobre la calidad hedónica (HQ), los resultados muestran que “existe un margen de mejora” (*room for improvement exists in terms of hedonic quality*), ya que “el usuario es estimulado por la aplicación, sin embargo el valor hedónico solo llega a la media” (*the user is stimulated by this product, however the hedonic value is only average*).

En cuanto a la impresión general de la aplicación, esta fue evaluada como “muy atractiva” (*the overall impression of the product is very attractive*). Como se mencionó anteriormente, el rectángulo de confianza muestra el nivel de concordancia entre los usuarios al responder el cuestionario.

Resultados cualitativos

En general, todos los participantes (8/8) opinaron positivamente sobre la aplicación. Comentaron que les agradó su simplicidad y facilidad de uso:

- “*Simplicidad.*” [P2]
- “*La facilidad a la hora de votar.*” [P3]
- “*Se me hizo práctica.*” [P4]
- “*La facilidad del uso.*” [P5]
- “*Es muy fácil de utilizar y agiliza este tipo de discusiones, la votación puede ser o no anónima.*” [P6]

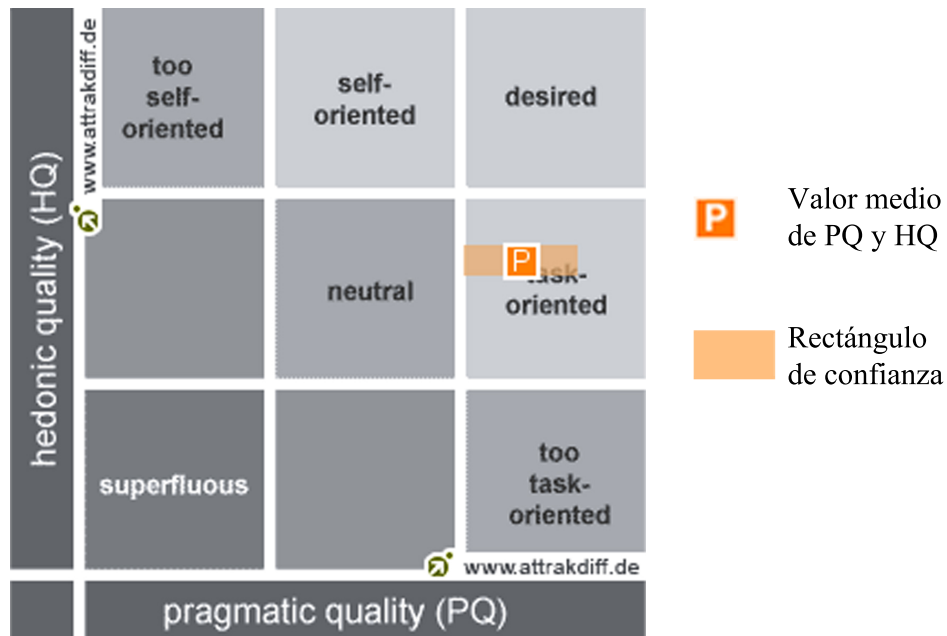


Figura 6.2: Rectángulo de confianza y valores de las dimensiones PQ y HQ para la herramienta de votación

- “La conectividad, la simplicidad y la facilidad de la aplicación para cumplir su tarea.” [P7]
- “... es funcional y sencilla.” [P8]

Uno de los participantes resaltó algunas características específicas de la aplicación que fueron de su agrado:

- “La lista de presencia, el mensaje de finalización, las estadísticas y la posibilidad de añadir opciones de respuesta dinámicamente.” [P1]

Como se puede observar a partir de las opiniones de los participantes, el uso de la aplicación fue claro para ellos. Así mismo, la prueba resultó sin errores causados por la aplicación ni por los usuarios, ya que el proceso se llevó a cabo de manera satisfactoria, después de nuestra breve explicación.

Sin embargo, también hubo algunos aspectos o situaciones que, en principio, dificultaron un poco el uso de la aplicación, algunos debidos a que los participantes no están familiarizados completamente con los dispositivos móviles y otros propios de la aplicación:

- “Falta un mensaje para indicar la no conectividad del dispositivo.” [P1]
- “La notificación de inicio de votación y de los resultados de votación se muestran en la barra de estado... se podrían mostrar en la aplicación.” [P2]

- “Como nuevo usuario, se me complicó ligeramente la funcionalidad de la aplicación.” [P3]
- “... debería validar si ya todos votaron para que finalice automáticamente la votación y no tener que esperar que se termine el tiempo definido.” [P4]
- “Esperar a que termine el tiempo de la votación, siendo que ya todos habíamos votado (los presentes).” [P6]
- “La interfaz de usuario me pareció poco informativa.” [P7]
- “Quizá falta agregar más opciones para los votantes, como pre-seleccionar un candidato.” [P8]

Por último, la mayoría de los participantes (6/8) resaltaron algunas características que podrían facilitar y agilizar aún más el proceso de votación:

- “Terminar la votación en caso de que todos los votantes ya hayan emitido su voto.” [P1]
- “Sería útil la descripción de cada pestaña o elemento y que, una vez que llegara la notificación, se abriera inmediatamente la pestaña de votación.” [P3]
- “Lo del tiempo de espera para enviar los resultados, que [la votación] se valide si ya todos votaron o por el porcentaje mínimo de votación, para que [la sesión] finalice automáticamente.” [P4]
- “Poner más opciones, por ejemplo cuando se termina la votación y resta tiempo, se podría colocar un botón para acelerar el resultado.” [P5]
- “Mejorar la interfaz de usuario en cuanto al despliegue de la información, tal vez un historial de eventos o posibles reuniones futuras.” [P7]
- “Características adicionales sobre el proceso electivo por dispositivo.” [P8]

6.1.3 Editor colaborativo de mapas mentales

Para esta prueba, el grupo de participantes fue dividido en dos subgrupos (uno de cuatro y otro de tres integrantes). Se solicitó a los miembros de cada subgrupo que elaboraran un mapa mental donde expresaran la experiencia que tienen respecto al desarrollo de una tesis.

Para crear el mapa mental, uno de los participantes usó la laptop que controla el despliegue compartido y los participantes restantes usaron sus dispositivos móviles. Así mismo, en ambos subgrupos, uno de los participantes asumió el rol de *revisor* y el resto de los participantes (tres en el primer grupo y dos en el segundo grupo) asumió el rol de *autor*.

A diferencia de las otras aplicaciones, las pruebas de esta aplicación fueron más difíciles de llevar a cabo, ya que se detectaron varios errores causados tanto por los usuarios como por la aplicación. Algunos de los errores de la aplicación identificados durante las pruebas fueron los siguientes:

- La baja intensidad de la señal Wi-Fi utilizada provocó que los dispositivos automáticamente intentaran conectarse a otra red de mayor intensidad, causando desconexiones inesperadas.
- La aplicación permitía al *revisor* mover nodos, lo cual no era parte de las actividades asignadas a dicho rol.
- La aplicación no actualizaba en los dispositivos móviles los cambios hechos a través del despliegue compartido.
- Cuando los usuarios agregaban nodos sobre el nodo raíz, la aplicación generaba dichos nodos en la misma posición (asemejando a una pila de nodos). Una vez que los usuarios intentaron mover el nodo superior, se perdió la sincronización de la vista del mapa en los dispositivos móviles. La causa de este error es que la aplicación permite que dos o más nodos estén posicionados en las mismas coordenadas dentro del mapa. Por lo tanto, cuando un usuario hace una actualización en el nodo superior, dicha actualización no se lleva a cabo de manera correcta en los demás dispositivos, ya que la aplicación no detecta cual nodo fue el que se modificó, debido a que comparten las mismas coordenadas.
- El dispositivo con la pantalla más pequeña (Xperia U de 3.5") no fue buena opción para el usuario, ya que no tenía buena visibilidad.

Por otra parte, los participantes no llevaron a cabo correctamente las actividades que se les indicaron, lo cual no favoreció el proceso. Algunos de los factores percibidos, que influyeron de manera negativa en la realización de estas pruebas, son los siguientes:

- Los participantes nunca se pusieron de acuerdo de manera verbal para distribuirse la actividad asignada. Incluso empezaron a desarrollar un mapa mental diferente al que se les solicitó.
- Los participantes no ponían atención a las indicaciones, ya que estaban interesados en ganar el nodo principal.
- Algunos participantes se desesperaron al querer modificar un nodo que estaba siendo manipulado por otro usuario.

Debido a los problemas anteriores, no fue posible que los participantes concluyeran la actividad asignada.

Posteriormente, se realizó la evaluación de la aplicación mediante el cuestionario AttrakDiff. Se observó que el grupo lo pudo responder sin dificultad, en comparación con la evaluación de las otras aplicaciones.

Resultados cuantitativos

Con respecto a los resultados del cuestionario AttrakDiff (ver Figura 6.3), la interfaz de usuario de la aplicación fue calificada como “claramente personalizada” (*fairly self-oriented*).

Así mismo, los resultados en cuanto a la calidad pragmática (PQ) indican que “existe un claro margen de mejora” (*there is definite room for improvement*), debido a que “el usuario es asistido por la aplicación, sin embargo el valor de la calidad pragmática solo llega a la media” (*the user is assisted by the product, however the value of pragmatic quality only reaches the average values*).

Sobre la calidad hedónica (HQ), los resultados muestran que “existe un margen de mejora” (*room for improvement exists in terms of hedonic quality*), ya que “el usuario es estimulado por la aplicación, pero el valor hedónico solo llega a la media” (*the user is stimulated by this product, however the hedonic value is only average*).

En lo que respecta a la impresión general de la aplicación, esta fue evaluada como “muy atractiva” (*the overall impression of the product is very attractive*). Por último, como se ha mencionado anteriormente, el rectángulo de confianza muestra el nivel de concordancia entre los usuarios al responder el cuestionario.

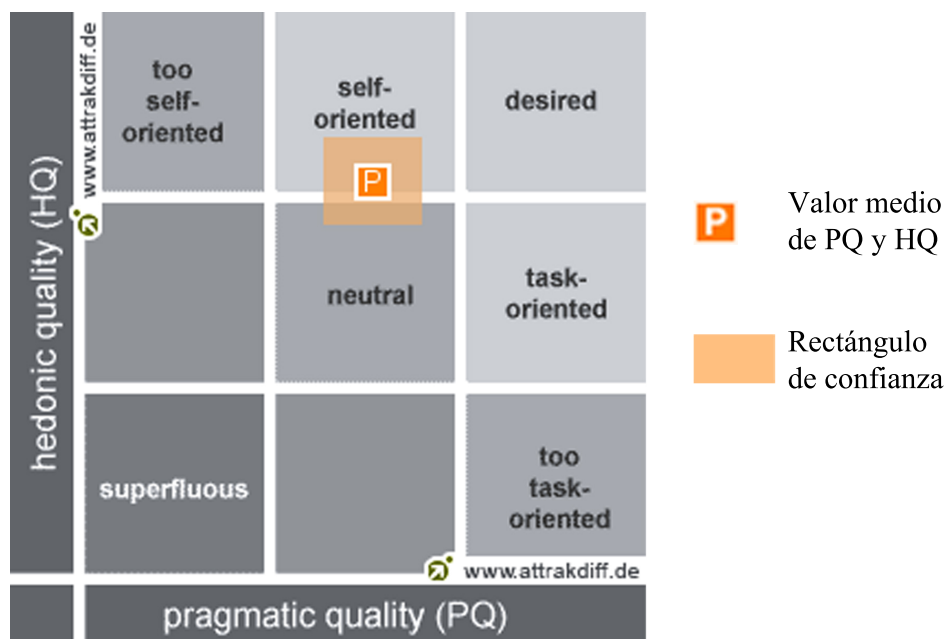


Figura 6.3: Rectángulo de confianza y valores de las dimensiones PQ y HQ para el editor de mapas mentales

Resultados cualitativos

La interacción entre las personas, mediante el uso de un despliegue compartido y de dispositivos móviles, realmente crea un espacio de trabajo común. La mayoría de

los participantes (5/7) dijo que la aplicación permitió la colaboración entre ellos. En particular, lo que más agradó a los participantes fue lo siguiente:

- “La colaboración entre usuarios, si se pusieran de acuerdo.” [P1]
- “Lo fácil que es crear un mapa mental.” [P2]
- “La integración de una aplicación para el control de un fin en común.” [P5]
- “Buena idea, interesante. Parece muy útil y novedoso.” [P6]
- “Permite la realización en grupo de un mapa mental.” [P7]

La aplicación está diseñada para permitir que los usuarios colaboren simultáneamente en la elaboración de un mapa mental, i.e., pueden modificarlo y ver los cambios realizados por otros colaboradores en “tiempo real”. Esto permite acelerar en gran medida la elaboración del mapa, ya que los usuarios no tienen que esperar su turno para hacer modificaciones.

Sin embargo, como se mencionó previamente, la mayoría de los participantes tuvieron dificultades para agregar nodos al mapa. Debido a la falta de coordinación, todos los *autores* intentaban crear al mismo tiempo nodos sobre el nodo raíz. Como resultado, solo el primer *autor* en seleccionar un nodo tenía el control del mismo, mientras permanecía bloqueado para los demás participantes. A este respecto, los participantes se mostraron un poco desesperados al no poder usar la aplicación en ese momento:

- “Se me hizo difícil agregar nodos, ya que dependía de los demás usuarios.” [P3]
- “Quizá sea la dificultad en la coordinación para lograr el diseño del mapa.” [P7]

Así mismo, se presentaron problemas en la comunicación entre la aplicación y el servidor. Como resultado de estos problemas, se tuvieron múltiples desconexiones que causaron la pérdida de sincronización entre las diferentes vistas del mapa. Por lo tanto, no se tenía una vista homogénea en todos los dispositivos:

- “Múltiples desconexiones, múltiples candados entre colaboradores, confusión de actividades.” [P1]
- “Pienso que se debería mejorar la sincronización de los autores.” [P6]
- “Los detalles... al parecer falta mejorarlo un poco, porque no permite trabajar a todos a la vez.” [P2]
- “Problemas recurrentes en el trabajo colaborativo, hay errores que se deben arreglar pero son menores.” [P5]

Por otro lado, se cuestionó a los usuarios si el número de participantes fue adecuado para llevar a cabo la creación del mapa. La mayoría (5/7) consideró que la cantidad de usuarios (3-4) fue adecuada, no obstante los demás participantes (2/7) consideran que sería más conveniente que los grupos de trabajo estuvieran integrados por 2 o 3 personas como máximo.

Finalmente, los participantes describieron algunas características que podrían mejorar la funcionalidad del editor:

- *“Múltiples candados entre colaboradores, múltiples desconexiones.”* [P1]
- *“Corregir errores, como no permitir eliminar el nodo raíz o encimar nodos hojas.”* [P2]
- *“Tal vez la forma en que se agregan los nodos, ya que se me hizo difícil dado que no se refrescaba la imagen correctamente.”* [P3]
- *“Interfaz de usuario para la creación del mapa, no es muy intuitiva la creación de nodos.”* [P4]
- *“La presentación de los mapas. Mostrar la última modificación hecha por cada usuario.”* [P5]
- *“Añadir alguna etiqueta a los nodos ocupados, además, pienso que un cambio de color de un nodo en uso podría mejorar el manejo.”* [P6]
- *“La habilitación sincronizada de vistas de mapas individuales, así como la disposición de un mapa visible y editable por el grupo.”* [P7]

6.1.4 Aspectos positivos y negativos detectados

En cuanto a los aspectos positivos, en general se obtuvieron buenos resultados en las pruebas realizadas. No obstante, se identificaron errores en las aplicaciones que no habían sido detectados por el desarrollador. Dado que en Ingeniería de Software el desarrollo de aplicaciones suele ser iterativo, resulta normal que en las primeras versiones se encuentren errores que no se esperaban. Gracias a este proceso, la mayoría de los errores fueron corregidos. Además, se implementaron algunas de las recomendaciones hechas por los participantes para mejorar las aplicaciones.

Con respecto a los aspectos negativos, no se planearon adecuadamente algunas de las actividades de esta primera sesión de pruebas. Por ejemplo:

- No se utilizaron algunos dispositivos disponibles que cuentan con tecnología NFC. Al momento de las pruebas, solo se disponía de un solo dispositivo con dicha tecnología.
- Las pruebas fueron hechas a partir de las 13:00 horas. Por esta razón, después de un lapso de tiempo, los participantes querían ir a comer.

- No se dio una demostración previa de cómo usar las aplicaciones, lo cual era parte de la prueba. Al menos dos personas debieron haber hecho una demostración, ya que las aplicaciones son cooperativas.

6.1.5 Errores corregidos

Como se mencionó previamente, con base en los resultados obtenidos de esta primera sesión de pruebas, se detectaron algunos errores que son en específico de las aplicaciones desarrolladas. Por lo tanto, antes de llevar a cabo la segunda sesión de pruebas, se corrigieron la mayoría de los errores detectados, además de que se implementaron algunas de las recomendaciones propuestas por los participantes.

En lo que respecta al marco XARE-F2F, no se detectaron errores ni se realizaron cambios, ya que su diseño basado y orientado a este tipo de aplicaciones, permitió desarrollar en su totalidad y de manera exitosa las aplicaciones de validación.

Los errores que fueron corregidos en las aplicaciones son los siguientes:

Editor de mapas mentales

- No permitir la eliminación del nodo raíz.
- No permitir la superposición de nodos.
- No permitir el desplazamiento de nodos al *revisor*.
- Mejor manejo de candados en los nodos.
- Mejor manejo de la sincronización del mapa mental.

Finalmente, las recomendaciones de los participantes que fueron implementadas antes de realizar la segunda sesión de pruebas son las siguientes:

Herramienta de votación

- Poder finalizar la votación de manera manual, antes de que concluya el tiempo de espera definido y, finalizarla de manera automática, cuando ya votaron todos los participantes.

Administrador de contenidos

- Mostrar una ayuda inicial al ejecutar la aplicación para facilitar su uso.
- Poder editar la información de una reunión, cuando ya ha sido grabada en la etiqueta.

6.2 Segunda sesión de pruebas

En la segunda sesión, las pruebas de las tres aplicaciones se realizaron con un grupo de 11 personas, el cual a su vez fue dividido en tres subgrupos (dos de cuatro y uno de tres integrantes). Todos los participantes del primer subgrupo son estudiantes de computación, en su totalidad del programa de doctorado. Dichos participantes variaron en el género (tres mujeres y un hombre) y en la edad (entre 25 y 35 años).

En cuanto al segundo subgrupo, dos de los cuatro participantes son estudiantes de la licenciatura en ciencias de la computación y los otros dos de la licenciatura en ingeniería mecatrónica. Todos tienen edades similares (entre 22 y 25 años) y variaron en el género (tres mujeres y un hombre).

Finalmente, los tres participantes del tercer subgrupo son estudiantes de la licenciatura en informática. Los participantes tienen edades similares (entre 21 y 25 años) y, al igual que en los subgrupos anteriores, variaron en el género (dos mujeres y un hombre).

Los pasos que se siguieron para evaluar las aplicaciones fueron los mismos que en la sesión anterior, solo que además se dio a los usuarios una demostración del funcionamiento de cada aplicación antes de que realizaran la actividad asignada. Por esta razón, el tiempo en llevar a cabo la evaluación de cada aplicación aumentó ligeramente, de modo que dicha evaluación tomó en total un poco más de dos horas por cada subgrupo.

Al igual que en la primera sesión de pruebas, en esta segunda sesión se usó un pizarrón interactivo SMART Board 600i como despliegue compartido, así como una laptop con sistema operativo *Windows 7*, en la cual se instaló el servidor común a todas las aplicaciones. En esta sesión únicamente se utilizaron cuatro dispositivos móviles que actuaron como clientes, todos con sistema operativo *Android*. Los dispositivos móviles que fueron utilizados son:

- 2 Samsung Galaxy SIII
- 1 Tablet Asus Nexus 7
- 1 Samsung Galaxy Note II

En cuanto a la red, nuevamente los clientes se comunicaron con el servidor a través de una red local. En particular, el primer subgrupo utilizó la señal inalámbrica Wi-Fi de la red *Groupware2* del Departamento de Computación y los dos subgrupos restantes usaron la señal de la red *AmILab* del mismo Departamento.

En las siguientes secciones, se describe de manera general el proceso que se siguió para realizar las pruebas de cada aplicación, así como las particularidades que se detectaron en esta sesión. Asimismo, se presentan los resultados cuantitativos y cualitativos obtenidos.

6.2.1 Administrador de contenidos

La actividad que se solicitó que realizaran los participantes fue la misma que en la primera sesión de pruebas. En general, se pidió que cada uno de los participantes llevara a cabo la escritura y lectura de una etiqueta NFC por medio de la aplicación, ingresando información sobre una reunión ficticia.

A diferencia de la primera sesión de pruebas, cada participante contaba con un dispositivo con tecnología NFC, lo cual permitió que todos pudieran interactuar con la aplicación de manera individual. Asimismo, cada uno de los participantes pudo escribir sin problemas su etiqueta NFC, así como leer tanto la suya como la de los demás.

Los únicos problemas que se tuvieron con esta aplicación ocurrieron durante las pruebas realizadas con el primer subgrupo, en particular: 1) la señal inalámbrica Wi-Fi de la red *Groupware2* utilizada estaba muy saturada, lo cual provocó que la carga y descarga de documentos en el servidor se llevara a cabo muy lentamente y 2) uno de los dispositivos no contaba con ningún explorador de archivos, lo cual no permitió que el usuario pudiera subir archivos al servidor.

Finalmente, el cuestionario AttrakDiff empleado para realizar la evaluación de la aplicación, fue resuelto sin problemas por los participantes.

Resultados cuantitativos

Con respecto a los resultados del cuestionario AttrakDiff (ver Figura 6.4), en esta evaluación la interfaz de usuario de la aplicación fue calificada como “bastante deseable” (*rather desired*).

Los resultados en cuanto a la calidad pragmática (PQ) no variaron con respecto a la primera sesión, ya que siguen indicando que “existe un margen de mejora en términos de usabilidad” (*there is room for improvement in terms of usability*).

En cuanto a la calidad hedónica (HQ), los resultados tampoco cambiaron ya que aún muestran que “existe un margen de mejora” (*room for improvement exists in terms of hedonic quality*).

Finalmente, sobre la impresión general de la aplicación, esta sigue siendo considerada como “muy atractiva” (*the overall impression of the product is very attractive*).

Resultados cualitativos

El grupo de participantes (11/11) opinó positivamente sobre la aplicación. En particular, los participantes resaltaron aspectos como el uso de la tecnología NFC, así como el uso compartido de información:

- “Los colores de la interfaz de usuario. La aplicación es sencilla de usar cuando se tiene una guía.” [P1]
- “La interfaz de usuario me parece atractiva y profesional. La aplicación hace sentir al usuario que está utilizando tecnología moderna, me gusta que existan

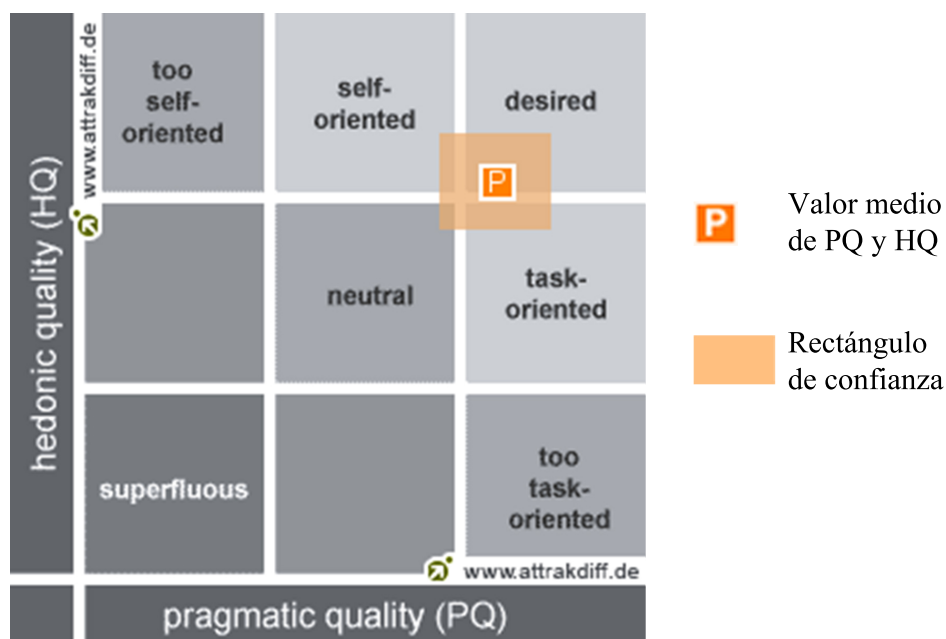


Figura 6.4: Rectángulo de confianza y valores de las dimensiones PQ y HQ para el *administrador de contenidos*

opciones para dispositivos que no soportan todos los formatos de documento.”
[P2]

- *“Es muy útil.”* [P3]
- *“Es fácil de usar, usa tecnología reciente.”* [P4]
- *“El uso de etiquetas es algo muy práctico.”* [P5]
- *“Es muy predecible y amigable para el usuario.”* [P6]
- *“... se puede compartir información y considero que es muy intuitiva.”* [P7]
- *“El manejo de datos mediante los dispositivos, así como el ahorro de papel y trabajo.”* [P8]
- *“La funcionalidad y el uso que se le puede dar a nivel empresa, así como la buena y sencilla navegabilidad.”* [P9]
- *“El uso innovador de los dispositivos móviles Android como fuentes de información.”* [P10]
- *“Es amistoso.”* [P11]

Asimismo, casi todos los participantes (9/11) mencionaron algunos aspectos negativos de la aplicación, los cuales consideraron que dificultaban un poco el uso de la misma:

- *“Tarda mucho tiempo en descargar la información. La interfaz de usuario no se ve bien en dispositivos pequeños.”* [P1]
- *“Me parece que hay algunas opciones que no son claras para nuevos usuarios. Particularmente, la opción del archivo alterno, me parece que podría confundir al usuario y hacerlo pensar que debe subir archivos diferentes.”* [P2]
- *“No se ve lo que se escribe en dispositivos pequeños.”* [P3]
- *“Lo lento de la conexión a la red.”* [P4]
- *“La poca capacidad de almacenamiento de las etiquetas.”* [P5]
- *“Que la aplicación no contiene un explorador de archivos propio, depende de que el dispositivo tenga uno instalado.”* [P6]
- *“Un poco la interfaz de usuario.”* [P9]
- *“Lo incómodo para utilizar en dispositivos pequeños.”* [P10]
- *“El dispositivo tiene que estar muy cerca de la etiqueta para escribir el contenido.”* [P11]

Algunos de los aspectos previamente mencionados tienen que ver con el bajo rendimiento de la red utilizada y con el hecho de que algunos participantes no están familiarizados con el uso de dispositivos móviles.

Por último, se presentan algunas características mencionadas por los participantes, con el fin de mejorar la funcionalidad de la aplicación:

- *“Ajustar la interfaz de usuario para que en cualquier dispositivo se pueda apreciar bien toda la información.”* [P1]
- *“Me gustaría saber si mi tema ha sido agregado, quizás mediante un mensaje. Me gustaría poder seleccionar el tema que deseo eliminar y no simplemente borrar el último agregado.”* [P2]
- *“Simplificar el flujo.”* [P3]
- *“Modificar el área para el título de la reunión, ya que en dispositivos móviles con pantalla pequeña no se observa lo que se está escribiendo.”* [P4]
- *“Tal vez mejorar el almacenamiento.”* [P5]
- *“Establecer un chat para los participantes de las reuniones, con el fin de que puedan debatir acerca de los temas.”* [P6]
- *“Poder ver el número de asistentes a la reunión.”* [P7]

- “Poder ver quien es el que invita al evento, tal vez mejorar un poco la interfaz de usuario.” [P9]
- “Ampliar la gama de dispositivos.” [P10]
- “Que la escritura de las etiquetas pudiera ser a una mayor distancia.” [P11]

6.2.2 Herramienta de votación

Al igual que en la primera sesión de pruebas, se solicitó a uno de los participantes de cada subgrupo que utilizara la aplicación para llevar a cabo una sesión ficticia de votación, durante la cual los participantes deberían seleccionar al próximo coordinador académico del Departamento de Computación.

Los participantes de los tres subgrupos pudieron llevar a cabo sin problema alguno su participación en cada una de las sesiones de votación. Incluso, uno de los subgrupos solicitó realizar una segunda sesión de votación. Asimismo, algunos de los participantes propusieron verbalmente varias mejoras a la aplicación. En síntesis, todas las sesiones de votación se llevaron a cabo sin ningún problema y sin errores.

En la parte del cuestionario AttrakDiff, lo pudieron resolver sin dificultades, ya que no tuvieron dudas sobre las preguntas.

Resultados cuantitativos

Con respecto a los resultados del cuestionario AttrakDiff (ver Figura 6.5), en esta segunda sesión la interfaz de usuario de la aplicación fue calificada como “bastante deseable” (*rather desired*).

Así mismo, la evaluación de la aplicación en cuanto a la calidad pragmática (PQ) no cambio con respecto a la primera sesión, ya que también fue evaluada como “alta” (*it is very pragmatic*).

Sobre la calidad hedónica (HQ), también se mantuvieron sin cambios los resultados, ya que siguen mostrando que “existe un margen de mejora” (*room for improvement exists in terms of hedonic quality*).

En cuanto a la impresión general de la aplicación, esta sigue siendo evaluada como “muy atractiva” (*the overall impression of the product is very attractive*). Como se mencionó anteriormente, el rectángulo de confianza muestra el nivel de concordancia entre los usuarios al responder el cuestionario.

Resultados cualitativos

En general, este grupo de participantes (11/11) también opinó positivamente sobre la aplicación. De igual manera, resaltaron principalmente su facilidad de uso:

- “Es sencilla de usar, no hace falta preguntar cómo funciona.” [P1]
- “Permite una forma fácil de votar, las notificaciones son útiles porque te avisa de una nueva votación.” [P2]

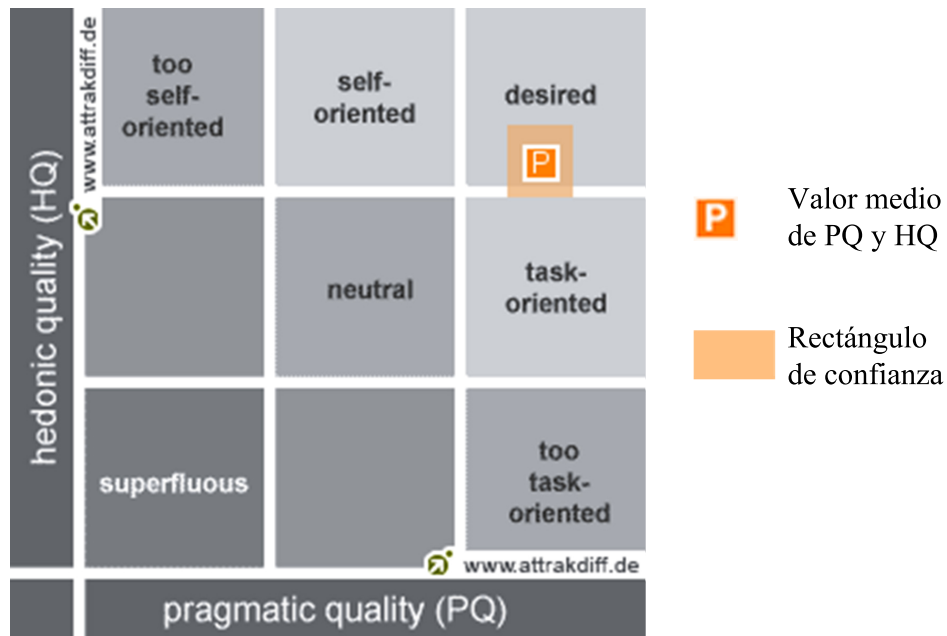


Figura 6.5: Rectángulo de confianza y valores de las dimensiones PQ y HQ para la *herramienta de votación*

- “Es fácil de usar, la interfaz de usuario es atractiva y me gustan las notificaciones que advierten de una nueva votación.” [P3]
- “Es simple y fácil de usar.” [P4]
- “La forma de utilizarla es clara y concisa.” [P5]
- “El poder dar un voto anónimo.” [P6]
- “El poder votar a distancia.” [P7]
- “Es muy práctica.” [P8]
- “La navegabilidad y el buen uso que se le podría dar.” [P9]
- “Que se puede votar incluso no estando presente en el lugar de votación.” [P10]
- “La capacidad de votar mediante un dispositivo móvil.” [P11]

La aplicación fue del agrado de los participantes, todos pudieron usarla adecuadamente y cada sesión de votación finalizó de manera exitosa.

No obstante, también hubo algunos usuarios (6/11) que mencionaron algunos detalles que no fueron del todo de su agrado, aunque no influyeron en el proceso de votación:

- “La opción de anonimato es ilusoria, no es real.” [P4]

- “*Que el proponente tiene que estar interactuando mucho con la aplicación.*” [P7]
- “*Creo que todos los usuarios deberían ver los detalles.*” [P8]
- “*La interfaz de usuario podría ser más atractiva.*” [P9]
- “*Que solo se puede usar por Wi-Fi.*” [P10]
- “*Que no muestra los detalles a todos los usuarios.*” [P11]

Por último, la mayoría de los participantes (9/11) resaltaron algunas características que podrían aumentar las capacidades de la aplicación y mejorar aún más el proceso de votación:

- “*Tal vez quitaría la barra de colaboradores.*” [P1]
- “*Dar soporte a múltiples preguntas en una sesión de votación.*” [P2]
- “*Quizá se podría presentar la foto de las candidatas y mostrar un aviso de que la votación esta por concluir (para apresurar al usuario a votar).*” [P3]
- “*Que ofrezca anonimato real.*” [P4]
- “*Mandar alertas con anticipación, para informar acerca de alguna votación próxima.*” [P5]
- “*Un aviso que indique que la votación está por concluir.*” [P6]
- “*Que la interacción del proponente con la aplicación sea mínima.*” [P7]
- “*Mostrar más información sobre los participantes.*” [P10]
- “*La posibilidad de conexión a través de redes 3G, 4G, etc.*” [P11]

6.2.3 Editor colaborativo de mapas mentales

Al igual que en las otras aplicaciones, la actividad asignada a los participantes en esta segunda sesión de pruebas fue la misma que se pidió durante la primera sesión. Se solicitó a los miembros de cada subgrupo que elaboraran un mapa mental donde expresaran la experiencia que tienen respecto al desarrollo de una tesis. Para crear el mapa mental, uno de los participantes usó la laptop que controla el despliegue compartido y los participantes restantes usaron sus dispositivos móviles.

Durante las pruebas, solo el tercer subgrupo logró realizar adecuadamente la actividad asignada. Los dos primeros subgrupos tuvieron problemas con la conexión de sus dispositivos a la señal inalámbrica Wi-Fi: 1) en el primer subgrupo, el dispositivo de uno de los participantes se desconectaba continuamente y, por lo tanto, dicho participante no pudo interactuar con la aplicación en ninguno de sus tres intentos y

2) en el segundo subgrupo, la actualización en el pizarrón interactivo no se llevaba a cabo rápidamente, lo que provocó la pérdida de sincronización entre las diferentes vistas del mapa mental. Por lo tanto, después de un periodo corto de tiempo la vista del mapa mental mostrada en los dispositivos móviles no coincidía con la mostrada en el pizarrón interactivo.

En cuanto a las pruebas con el tercer subgrupo, todos los participantes interactuaron sin problemas, manteniendo las mismas vistas del mapa mental tanto en sus dispositivos móviles como en el pizarrón interactivo.

Es importante hacer notar que algunos de los participantes no estaban muy familiarizados con el uso de dispositivos móviles, por lo cual se les dificultaba un poco el uso de la aplicación, e.g., mover o agregar nodos.

Posteriormente, se realizó la evaluación de la aplicación mediante el cuestionario AttrakDiff, el cual pudieron responder sin dificultad.

Resultados cuantitativos

Con respecto a los resultados del cuestionario AttrakDiff (ver Figura 6.6), en esta sesión la interfaz de usuario de la aplicación fue calificada como “personalizada” (*self-oriented*).

En cuanto a los resultados sobre la calidad pragmática (PQ), mejoraron con respecto a la primera sesión, ya que indican que “existe un margen de mejora en términos de usabilidad” (*there is room for improvement in terms of usability*), debido a que “el usuario es asistido por la aplicación, sin embargo el valor de la calidad pragmática solo llega a la media” (*the user is assisted by the product, however the value of pragmatic quality only reaches the average values*).

Asimismo, mejoraron los resultados sobre la calidad hedónica (HQ), ya que la aplicación fue evaluada como “alta” (*it is very hedonic*), debido a que “el usuario se identifica con el producto y es motivado y estimulado por él” (*the user identifies with the product and is motivated and stimulated by it*).

En lo que respecta a la impresión general de la aplicación, esta sigue siendo considerada como “muy atractiva” (*the overall impression of the product is very attractive*). Por último, como se ha mencionado anteriormente, el rectángulo de confianza muestra el nivel de concordancia entre los usuarios al responder el cuestionario.

Resultados cualitativos

La mayoría de los participantes (9/11) comentó positivamente sobre la aplicación. Gran parte de las opiniones hacen referencia a que la aplicación permite satisfactoriamente la colaboración entre el grupo de participantes:

- “Me gusta la interfaz de usuario, tiene buen manejo de bloqueo de nodos para que no haya colisiones o errores en la creación de nuevos nodos.” [P1]
- “Permite la interacción grupal.” [P3]

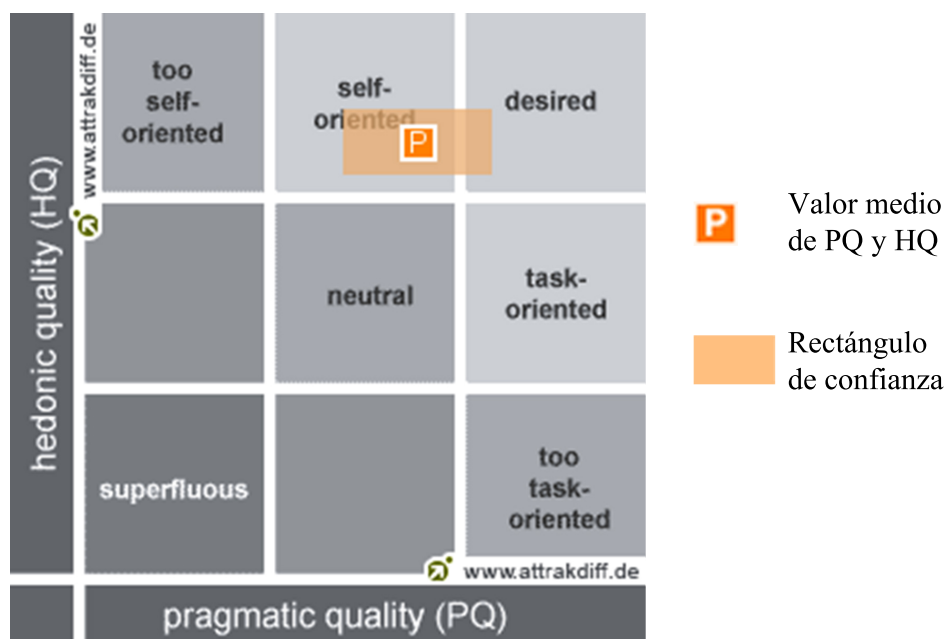


Figura 6.6: Rectángulo de confianza y valores de las dimensiones PQ y HQ para el *editor de mapas mentales*

- *“Tiene una interfaz de usuario amigable y es sencilla de usar cuando te familiarizas con ella.”* [P4]
- *“Su creatividad.”* [P6]
- *“Que es colaborativa.”* [P7]
- *“La manera en que puede interactuar un grupo de colaboradores dando ideas.”* [P8]
- *“El poder dar ideas y crear un mapa mental entre todas las personas participantes.”* [P9]
- *“Que todos los participantes pueden colaborar.”* [P10]
- *“Es muy funcional para trabajar en equipo.”* [P11]

Como se mencionó previamente, el primer subgrupo tuvo problemas con la conexión a la señal inalámbrica Wi-Fi de la red a la cual estaban conectados sus dispositivos. Por esta razón, no pudieron explotar las funcionalidades de la aplicación y se quedaron con una opinión negativa sobre la misma:

- *“No tolera fallas de conexión, no mantiene congruencia de datos y los nodos aparecen bloqueados erróneamente.”* [P2]

- *‘Una vez que alguien se desconecta no puede volver a ingresar fácilmente. Los nodos se quedan bloqueados cuando alguien está usando un nodo y se desconecta de la red.’* [P3]
- *“El único problema es la conexión.”* [P4]

Asimismo, durante las pruebas con el segundo subgrupo, se tuvo el problema de que la vista del mapa mental mostrada en el pizarrón interactivo no se actualizaba al mismo tiempo que las vistas mostradas en los dispositivos móviles. Por lo tanto, las vistas perdieron la sincronización y los participantes no podían ver el mapa actualizado en el pizarrón interactivo:

- *“Que en el pizarrón interactivo no se actualizara rápidamente el mapa.”* [P6]
- *“No poder ver las actualizaciones en el pizarrón interactivo.”* [P7]
- *“Que la vista del mapa mental no se actualiza en el pizarrón interactivo.”* [P10]

Finalmente, el tercer subgrupo pudo llevar a cabo correctamente la elaboración del mapa mental, ya que no hubo problemas con la red y con las actualizaciones en las diferentes vistas. Sin embargo, los participantes coincidieron en que querían ver los detalles del mapa mental (los cuales se muestran en el pizarrón interactivo) en sus dispositivos, sin importar que estuvieran usando uno con pantalla pequeña:

- *“Que no se pueden visualizar los textos en dispositivos pequeños.”* [P8]
- *“Que no aparezcan los textos en los dispositivos de los colaboradores que están presentes.”* [P9]
- *“Que solo una persona puede ocupar un nodo a la vez y que en dispositivos pequeños no se muestran los textos.”* [P11]

Por otro lado, se cuestionó a los usuarios si el número de participantes fue adecuado para llevar a cabo la creación del mapa. Todos los participantes (11/11) consideraron que la cantidad de usuarios (3-4) fue adecuada.

Finalmente, los participantes describieron algunas características que podrían mejorar el funcionamiento del editor:

- *“Desbloquear automáticamente los nodos después de cierto tiempo.”* [P3]
- *“Le agregaría un módulo de ayuda.”* [P4]
- *“La interfaz de usuario.”* [P5]
- *“Poder darle mejor formato al mapa mental y soportar el uso de imágenes.”* [P6]

- “Poder usarlo en grupos grandes.” [P7]
- “La visibilidad en algunos dispositivos.” [P8]
- “Poder ver los textos en todos los dispositivos.” [P9]
- “Que el pizarrón interactivo se actualice rápidamente.” [P10]
- “Que los textos fueran visibles en cualquier dispositivo móvil.” [P11]

6.2.4 Aspectos positivos y negativos detectados

En cuanto a los aspectos positivos, se obtuvieron mejores resultados en comparación con la primera sesión de pruebas. A pesar de que en la primera sesión se detectaron algunos errores en las diferentes aplicaciones, esta segunda sesión ayudó a encontrar errores que no se habían detectado previamente. La resolución de estos errores mejoraría la interacción entre los usuarios, así como el funcionamiento de cada aplicación.

Además, los participantes dieron más recomendaciones sobre como mejorar cada aplicación. La implementación de dichas recomendaciones harían más completas y útiles las aplicaciones para situaciones colaborativas.

Con respecto a los aspectos negativos, lo que ocasionó más dificultades para la realización de las pruebas fue el uso de la señal inalámbrica Wi-Fi de una de las redes disponibles en el lugar donde se llevaron a cabo las pruebas, ya que provocó desconexiones frecuentes en los dispositivos y retardos en algunas actividades.

Capítulo 7

Conclusiones y trabajo a futuro

Antes de dar conclusión al presente trabajo, haremos una recapitulación de la problemática resuelta en esta tesis (sección 7.1). Nos referimos a los campos de investigación en los que se inscribe esta tesis, así como a las limitaciones de los trabajos relacionados, con respecto a las variables contextuales consideradas para proveer consciencia del contexto. En particular, se destaca la poca investigación realizada en cuanto al contexto de un grupo de colaboradores. Después, se presentan las conclusiones a las que se llegó como resultado del desarrollo de este proyecto, destacando las características más importantes que dan soporte a la solución propuesta (sección 7.2). Finalmente, se describe el trabajo que queda por desarrollar, haciendo énfasis en algunas limitaciones y extensiones que se pueden implementar al trabajo realizado (sección 7.3).

7.1 Resumen de la problemática

El presente tema de tesis se inscribe en el campo de investigación denominado Trabajo Cooperativo Asistido por Computadora (TCAC), el cual estudia tanto los aspectos sociales de las actividades individuales y colectivas, como los aspectos tecnológicos de la información, con el objetivo de construir aplicaciones que den soporte a la colaboración entre personas. El interés de la tesis propuesta se centra en los aspectos tecnológicos del TCAC, con el fin de diseñar e implementar un marco que permita el desarrollo de aplicaciones colaborativas conscientes de contexto, mediante las cuales los miembros de un grupo interactúen entre sí y colaboren a través de sus dispositivos.

Este trabajo de tesis también está inmerso en el campo de las aplicaciones conscientes del contexto. Una aplicación de este tipo tiene la capacidad de percibir y captar el mundo que rodea al usuario, con el objetivo de adaptar su comportamiento para proporcionar información y servicios que son útiles y pertinentes en ese lugar y momento [2]. Desafortunadamente, la mayoría de las aplicaciones sensibles al contexto forman parte del dominio de los sistemas mono-usuarios y usan un conjunto reducido de variables contextuales. En general, el contexto de uso considera principalmente elementos físicos, como la ubicación y la plataforma. Muchas otras variables

no se tienen en cuenta, en especial variables lógicas, las cuales son fundamentales al considerar el contexto en entornos colaborativos.

Actualmente existen diversos marcos que dan soluciones teóricas a los sistemas adaptativos [4, 5, 6, 7, 8]. Sin embargo, no existen implementaciones que validen la factibilidad de dichos marcos. Estos marcos se han centrado principalmente en el contexto de un solo usuario, por lo que solo existen pocos trabajos que abordan el contexto de un grupo de colaboradores.

7.2 Conclusiones

La principal contribución de esta tesis es el diseño e implementación del marco de desarrollo XARE-F2F, el cual facilita la implementación de aplicaciones conscientes del contexto que soportan el trabajo colaborativo cara a cara. Los componentes de este marco han sido validados, mediante la implementación de tres aplicaciones destinadas a automatizar algunas actividades comunes en reuniones. Las aplicaciones resultantes son capaces de adaptarse a las plataformas de interacción, al entorno común, a los colaboradores y al grupo mismo.

En cuanto a los tres tipos de adaptación que pueden ser experimentados por los sistemas conscientes del contexto, el marco XARE-F2F permite a los desarrolladores implementar todos ellos en diferentes situaciones. El tipo de adaptación *presentación de información y servicios al usuario* se utiliza cuando las variables contextuales *naturaleza del dispositivo*, *naturaleza de la información* y *configuración del grupo* son tomadas en cuenta. Dichas variables permiten seleccionar los dispositivos destino donde se mostrará información común, e.g., concentrándola en un despliegue compartido por todos los colaboradores co-localizados y replicándola en los dispositivos de todos los colaboradores distribuidos.

El tipo de adaptación *ejecución automática de un servicio* se aplica cuando son consideradas las variables contextuales *software* y *actividad*. Estas variables se utilizan con el fin de descargar automáticamente los documentos relevantes a la reunión en curso, e.g., la capacidad de almacenamiento y las aplicaciones de visualización disponibles en el dispositivo de un colaborador determinan, respectivamente, el grado de detalle (ampliación o resumen) y el formato (pdf, html o doc) de cada documento.

El tipo de adaptación *aumentación de la información* se utiliza cuando se toma en cuenta la variable contextual *configuración del grupo*. Mediante el valor de dicha variable, es posible adaptar los elementos de consciencia de grupo en la interfaz de usuario, en función de la distribución del grupo, e.g., a los colaboradores físicamente presentes, se muestra la información de consciencia, como nombre, foto y disponibilidad, de los colaboradores que están virtualmente presentes, pero se oculta la información de los que están co-localizados.

Con respecto a los elementos del contexto de uso que pueden ser considerados por los sistemas conscientes del contexto (*usuario*, *plataforma* y *entorno*), el marco XARE-F2F también permite considerar cada uno de ellos en diferentes situaciones. El elemento *usuario* se utiliza cuando la variable contextual *rol* se toma en cuenta para

mostrar u ocultar, en la interfaz de usuario, las acciones válidas que se pueden realizar sobre los objetos compartidos, e.g., si el usuario asume el rol de *autor*, él puede agregar, modificar o eliminar elementos; la interfaz de usuario no debe mostrarle las acciones correspondientes al rol de *revisor*, i.e., agregar, modificar o eliminar comentarios.

El elemento *plataforma* se aplica cuando es considerada la variable contextual *dimensiones de la pantalla del dispositivo* para aumentar o disminuir el grado de detalle de la información en la interfaz de usuario, e.g., en el editor colaborativo de mapas mentales, se mostrará ya sea una vista radar interactiva o una vista detallada del mapa mental, de acuerdo a las dimensiones de la pantalla del dispositivo.

Finalmente, el elemento *entorno* se utiliza cuando se toma en cuenta la variable contextual *configuración del grupo* para mostrar u ocultar información, en la interfaz de usuario, en función de la distribución del grupo, e.g., la información común a los colaboradores co-localizados se muestra en un despliegue compartido, pero se oculta de sus dispositivos.

7.3 Trabajo a futuro

Durante el diseño e implementación del marco XARE-F2F, se identificaron múltiples extensiones que lo mejorarían, las cuales se enumeran a continuación:

1. Proveer una especificación formal del marco propuesto, con el fin de probar que el diseño es lo suficientemente general y de mostrar las capacidades del mismo.
2. A pesar de que la tecnología NFC es útil para detectar objetos y colaboradores presentes en un lugar, se podría combinar con alguna otra técnica como la de triangulación Wi-Fi, con el fin de obtener mejores resultados en el seguimiento de la ubicación de los colaboradores.
3. Actualmente el pizarrón interactivo utilizado en las pruebas (*SMART Board 600i*), el cual funciona como despliegue compartido para los colaboradores co-localizados, solo permite la interacción de un usuario a la vez. Sería muy útil para fines del trabajo colaborativo, volver a implementar algunos módulos del marco XARE-F2F usando las bibliotecas JSST o SDG, con el fin de permitir la interacción simultánea de más de un usuario sobre dicho pizarrón interactivo.
4. Implementar una red *peer to peer* para que la comunicación entre las aplicaciones sea directa entre los dispositivos y no se dependa de un servidor.
5. Crear un módulo que permita la redistribución de la interfaz de usuario de centralizada a distribuida, para permitir que dos o más colaboradores puedan agrandar el área de interacción y compartir más fácilmente información, cuando trabajen en alguna tarea de edición colaborativa.
6. Finalmente, desarrollar nuevas aplicaciones de prueba del marco XARE-F2F que permitan demostrar su viabilidad para diferentes tipos de situaciones colaborativas.

Publicación del autor

Romero, M., Mendoza, S., and Sánchez, G., XARE: A Framework for Developing Context-Aware Applications for Co-located Collaborative Work, The 2013 10th International Conference on Electrical Engineering, Computing Science and Automatic Control (CCE'2013). México, D.F. (Mexico). September 30 – October 4, 2013. IEEE Computer Society, ISBN 978-1-4799-1461-6, pp. 336-341.

Bibliografía

- [1] Anind K. Dey and Gregory D. Abowd. Towards a better understanding of context and context-awareness. In *In HUC '99: Proceedings of the 1st international symposium on Handheld and Ubiquitous Computing*, pages 304–307. Springer-Verlag, 1999.
- [2] G.D. Abowd, M. Ebling, G. Hung, Hui Lei, and H.-W. Gellersen. Context-aware computing. *Pervasive Computing, IEEE*, 99(3):22–23, july-sept. 2002.
- [3] Patrick Brézillon, Marcos R. S. Borges, José A. Pino, and Jean-Charles Pomerol. Context and Awareness in Group Work Lessons. Learned from Three Case Studies. *Journal of Decision Systems*, 17(1):27–40, 2008.
- [4] D. Decouchant, S. Mendoza, G. Sánchez, and J. Rodríguez. Adapting groupware systems to changes in the collaborator’s context of use. In *Expert Systems with Applications, Elsevier*, 40:4446–4462, Sep. 2013.
- [5] Gaëlle Calvary, Joëlle Coutaz, David Thevenin, Quentin Limbourg, Laurent Bouillon, and Jean Vanderdonckt. A unifying reference framework for multi-target user interfaces. *Interacting with Computers*, 15:289–308, 2003.
- [6] Lionel Balme, Re Demeure, Nicolas Barralon, Joëlle Coutaz, Gaëlle Calvary, and Université Joseph Fourier. Cameleon-rt: A software architecture reference model for distributed, migratable, and plastic user interfaces. In *In EUSAI*, pages 291–302. Springer-Verlag, 2004.
- [7] Montserrat Sendín and César A. Collazos. Implicit plasticity framework: a client-side generic framework for collaborative activities. In *Proceedings of the 12th international conference on Groupware: design, implementation, and use, CRIWG'06*, pages 219–227, Berlin, Heidelberg, 2006. Springer-Verlag.
- [8] Montserrat Sendín, Víctor López-Jaquero, and César A. Collazos. Collaborative explicit plasticity framework: a conceptual scheme for the generation of plastic and group-aware user interfaces. *J. UCS*, 14(9):1447–1462, 2008.
- [9] NFC Forum. Nfc forum technical specifications. http://www.nfc-forum.org/specs/spec_list/, 2004.

- [10] Carl Gutwin, Saul Greenberg, and Mark Roseman. Workspace awareness support with radar views. In *Conference companion on Human factors in computing systems: common ground*, CHI '96, pages 210–211, New York, NY, USA, 1996. ACM.
- [11] Gabriela Sánchez Morales. *Marco de adaptabilidad para sistemas colaborativos conscientes de contexto*. Documento pre-doctoral, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Unidad Zacatenco. México, D.F., Julio 2012.
- [12] Jörg Haake, Tim Hussein, Björn Joop, Stephan Lukosch, Dirk Veiel, and Jürgen Ziegler. Modeling and exploiting context for adaptive collaboration. *International Journal of Cooperative Information Systems (IJCIS)*, 19(1-2):71–120, 2010.
- [13] Joëlle Coutaz and Gaëtan Rey. Foundations for a theory of contextors. In Christophe Kolski and Jean Vanderdonckt, editors, *Computer-Aided Design of User Interfaces III, Proceedings of the Fourth International Conference on Computer-Aided Design of User Interfaces, May, 15-17, 2002, Valenciennes, France*, pages 13–34. Kluwer, 2002.
- [14] Joëlle Coutaz and Gaëlle Calvary. Human-computer interaction and software engineering for user interface plasticity. In *The Human Computer Interaction Handbook*, chapter 52, pages 1195–1218. CRC Press, 2012.
- [15] Matthias Baldauf, Schahram Dustdar, and Florian Rosenberg. A survey on context-aware systems. *International Journal of Ad Hoc and Ubiquitous Computing*, 2(4):263–277, june 2007.
- [16] R. De Chiara, A. Di Matteo, I. Manno, and V. Scarano. CoFFEE : Cooperative Face2Face educational environment. In *Collaborative Computing: Networking, Applications and Worksharing, 2007. CollaborateCom 2007. International Conference on*, pages 243–252, nov. 2007.
- [17] Harry Brignull, Shahram Izadi, Geraldine Fitzpatrick, Yvonne Rogers, and Tom Rodden. The introduction of a shared interactive surface into a communal space. In *Proceedings of the 2004 ACM conference on Computer supported cooperative work*, CSCW '04, pages 49–58, New York, NY, USA, 2004. ACM.
- [18] Petra Isenberg and Danyel Fisher. Cambiera: collaborative tabletop visual analytics. In *Proceedings of the ACM 2011 conference on Computer supported cooperative work*, CSCW '11, pages 581–582, New York, NY, USA, 2011. ACM.
- [19] Kris Luyten, Kristof Verpoorten, and Karin Coninx. Ad-hoc co-located collaborative work with mobile devices. In *Proceedings of the 9th international conference on Human computer interaction with mobile devices and services*, MobileHCI '07, pages 507–514, New York, NY, USA, 2007. ACM.

-
- [20] Anind K. Dey, Daniel Salber, Gregory D. Abowd, and Masayasu Futakawa. The Conference Assistant: Combining Context-Awareness with Wearable Computing. In *Proceedings of the 3rd IEEE International Symposium on Wearable Computers*, ISWC '99, pages 21–, Washington, DC, USA, 1999. IEEE Computer Society.
- [21] Giuseppe Ghiani, Fabio Paternò, Carmen Santoro, and Lucio Davide Spano. Ubicicero: A location-aware, multi-device museum guide. *Interact. Comput.*, 21(4):288–303, August 2009.
- [22] Nelson A. Baloian, Alexander Berges, Stephan Buschmann, Katrin Gassner, Jens Hardings, Heinz Ulrich Hoppe, and Wolfram Luther. Document management in a computer-integrated classroom. In *Proceedings of the 8th International Workshop on Groupware: Design, Implementation and Use*, CRIWG '02, pages 35–46, London, UK, UK, 2002. Springer-Verlag.
- [23] Peter Tandler, Thorsten Prante, Christian Müller-Tomfelde, Norbert Streitz, and Ralf Steinmetz. Connectables: Dynamic coupling of displays for the flexible creation of shared workspaces. In *Proceedings of the 14th annual ACM symposium on User interface software and technology*, UIST '01, pages 11–20, New York, NY, USA, 2001. ACM.
- [24] H. Egi, N. Ohsuga, A. Nakada, H. Shigeno, and K. Okada. DACS: Distance Aware Collaboration System for face-to-face meetings. In *Applications and the Internet Workshops, 2004. SAINT 2004 Workshops. 2004 International Symposium on*, pages 508 – 514, jan. 2004.
- [25] E.T. Hall. *The hidden dimension*. Doubleday Anchor Books. Doubleday, 1966.
- [26] Jean Vanderdonckt, Joëlle Coutaz, Gaëlle Calvary, and Adrian Stanculescu. *Multimodality for Plastic User Interfaces: Models, Methods, and Principles*, chapter 4, pages 61–84. Springer, 2008. D. Tzovaras (ed.), Lecture Notes in Electrical Engineering, Springer-Verlag, Berlin, 2007.
- [27] Erich Gamma, Richard Helm, Ralph Johnson, and John Vlissides. *Design patterns: elements of reusable object-oriented software*. Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., Boston, MA, USA, 1995.
- [28] Susan Gauch, Mirco Speretta, Aravind Chandramouli, and Alessandro Micarelli. User Profiles for Personalized Information Access The Adaptive Web. In Peter Brusilovsky, Alfred Kobsa, and Wolfgang Nejdl, editors, *The Adaptive Web*, volume 4321 of *Lecture Notes in Computer Science*, chapter 2, pages 54–89. Springer Berlin-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2007.
- [29] Fabio Paternò and Carmen Santoro. A logical framework for multi-device user interfaces. In *Proceedings of the 4th ACM SIGCHI symposium on Engineering interactive computing systems*, EICS '12, pages 45–50, New York, NY, USA, 2012. ACM.

- [30] International Data Corporation (IDC). Top smartphone operating systems. <http://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS24257413>, Q2 2013.
- [31] TIOBE Software. Tiobe programming community index for september 2013. <http://www.tiobe.com/index.php/content/paperinfo/tpci/index.html>, 2013.
- [32] Juniper Research. 1 in 5 smartphones will have nfc by 2014. <http://www.juniperresearch.com/viewpressrelease.php?pr=239>, 2012.
- [33] M. Hassenzahl. Attrakdiff. <http://www.attrakdiff.de/en/Home/>, 2003.