



CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS AVANZADOS
DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

Unidad Zacatenco

Departamento de Computación

**Gestión de roles de usuario y recursos compartidos
para reuniones presenciales en agendas
colaborativas**

Tesis que presenta

Ing. Ana Karen Godoy Peña

para obtener el grado de

Maestra en Ciencias en Computación

Directora de Tesis

Dra. Sonia Guadalupe Mendoza Chapa

Resumen

Durante la pandemia de COVID-19, la tecnología tuvo que ser utilizada para trabajar y realizar reuniones por medio de sistemas colaborativos, que permitieran la comunicación entre personas que se encontraban a distancia. En particular, las agendas colaborativas sólo sirvieron como un intermediario de comunicación o simplemente como un medio de notificación de eventos. Al crear una reunión con agendas colaborativas, como la que ofrece Microsoft Teams, el usuario sólo recibe correos de los eventos que ya han sido asignados en su agenda. En la mayoría de estas aplicaciones, a pesar de que el organizador de una reunión puede visualizar la disponibilidad de un potencial participante, el organizador puede asignar la reunión sin el consentimiento del participante en cualquier horario, incluso traslapando eventos. Esto crea en la agenda del participante una potencial sobrecarga de trabajo. Además, estas aplicaciones se encuentran siempre ligadas a un correo electrónico, saturando así las bandejas de mensajes con correos de confirmación o cambio que, si son ignorados, no desencadenarán actualizaciones en la agenda. Ahora que se han establecido normas sanitarias para controlar la pandemia, las personas tienen nuevamente la opción de realizar reuniones presenciales. En el presente trabajo se propone desarrollar una agenda colaborativa, cuya finalidad es facilitar la organización de reuniones presenciales en las que se requieran reservar no sólo recursos físicos, como salas, auditorios, salones, laptops, proyectores y cables, sino también servicios proporcionados por el personal de ayuda o soporte antes, durante y después de la reunión programada. Todos los recursos potencialmente reservables son visibles a través de la agenda colaborativa y aquellos que sean seleccionados por el organizador serán parte de la definición de la reunión. Por otro lado, la agenda propuesta no está ligada a un correo electrónico para tener acceso a cambios o actualizaciones sino que, desde la propia agenda colaborativa, el usuario puede decidir si acepta o no participar en una reunión. Además, si el organizador agenda un evento en un horario en el que uno de los participantes ya tiene un evento registrado, la agenda colaborativa hará las notificaciones correspondientes a los participantes afectados en pro de evitar traslapes. En este mismo tenor, la agenda de un colaborador sólo muestra sus horarios disponibles para salvaguardar su privacidad. La agenda colaborativa propuesta es independiente de la nube, por lo que los datos de los usuarios no serán compartidos con las compañías desarrolladoras de software, sino que, siguiendo un modelo *peer to peer* con replicación, la información es mantenida en las laptops de los colaboradores y en los sitios de la organización.

Palabras clave: agendas colaborativas, recursos compartidos, roles de usuario, reuniones presenciales.

Abstract

During the COVID-19 pandemic, technology had to be used to enable holding meetings through groupware systems that allowed communication between people physically distributed. In particular, collaborative agendas only served as an intermediary for communication or simply as a means of event notification. When creating a meeting with collaborative agendas, such as the one offered by Microsoft Teams, the user only receives notification emails for events that have already been assigned to their schedule. In most of these applications, although the organizer of a meeting can see the availability of a potential participant, the organizer can schedule the meeting without the participant's consent at any time, even overlapping events. This potentially creates an overload of work in the participant's schedule. Furthermore, these applications are always linked to an email address, thus saturating email inboxes with confirmation or change emails, which, if ignored, will not update the schedule. Now that sanitary regulations have been established to control the pandemic, people once again have the option of holding in-person meetings. This master thesis aims to develop a collaborative agenda, whose purpose is to facilitate the organization of in-person meetings that require booking not only physical resources, such as rooms, auditoriums, halls, laptops, projectors, but also services provided by support staff before, during, and after the scheduled meeting. All potentially bookable resources are visible through the collaborative agenda, and those selected by the organizer will be part of the definition of the meeting. Moreover, the proposed agenda is not linked to an email address to access changes or updates; instead, from the collaborative agenda itself, the user can decide whether to accept or decline participation in a meeting. Additionally, if the organizer schedules an event at a time when one of the participants already has a scheduled event, the collaborative agenda will make the corresponding notifications to the affected participants in order to avoid overlaps. In the same vein, a collaborator's agenda only shows their available time slots to safeguard their privacy. The proposed collaborative agenda is independent of the cloud, so user data will not be shared with software developers. Instead, following a *peer to peer* model with replication, information is maintained on the collaborators' laptops and the organization's sites.

Keywords: cooperative agendas, shared resources, user roles, face to face meetings.

Agradecimientos

A mis padres Martín y Maribel

Gracias por ser mi mayor apoyo y mis más grandes ejemplos de fortaleza y amor incondicional. Por creer siempre en mí, incluso cuando yo misma dudaba. Papá, gracias por ser el primero en recordarme que puedo alcanzar mis sueños y por impulsarme a dar lo mejor de mí. Mamá, gracias por forjar en mí el carácter y la resiliencia que me han permitido enfrentar cada desafío. Todo lo que he logrado es gracias a los valores y la confianza que sembraron en mí.

A mi hermana Diana

Aunque venimos de mundos diferentes, siempre ha hecho un esfuerzo por entenderme, apoyarme y defenderme cuando más lo necesito. Tu forma de ser única me ha enseñado que el amor entre hermanas trasciende las diferencias, y por eso siempre te llevaré en mi corazón.

A mi asesora de Tesis Dra. Sonia Guadalupe Mendoza Chapa

Dra. Sonia, gracias por brindarme la oportunidad de realizar mi servicio social bajo su guía. Su confianza y dedicación no solo me permitieron avanzar en mi formación académica, sino que también me inspiraron a seguir adelante y dar más de lo que creía posible. Su paciencia y ejemplo son algo que atesoraré siempre.

A mi primo Alejandro Mata

Alejandro, gracias por estar conmigo en mi momento más vulnerable, por sostenerme cuando parecía que no podía más y por recordarme que aún tenía una meta que cumplir. Tu ejemplo de esfuerzo y perseverancia me enseñó que si podía superar un reto físico, también podía con cualquier desafío mental. Tu apoyo fue un pilar esencial en este camino.

A mis compañeros de generación

Gracias por ser mi compañía en este ciclo inolvidable. Compartimos no solo clases y aprendizajes, sino también noches interminables de esfuerzo, a veces sin siquiera llegar a casa o poder descansar. Cada uno de ustedes dejó una huella en esta etapa de mi vida, y por ello siempre tendrán un lugar especial en mi memoria.

A Erika Rios

Erika, gracias no solo por ser una parte fundamental del personal administrativo que nos guió en los procesos necesarios, sino también por convertirte en una amiga invaluable. Siempre estuviste dispuesta a escucharme, a motivarme ya dar un poco más de ti misma, tanto en tu trabajo como en nuestras charlas. Tu dedicación y calidez humana son un ejemplo que admira profundamente.

A mis amigos de toda la vida

A ustedes, mis amigos de siempre, gracias por estar ahí en los momentos más difíciles y en los más felices, escuchándome, aconsejándome y recordándome que no debía rendirme. Sé que estará conmigo el día de mi defensa de tesis, como siempre lo han estado. Y yo, por supuesto, estaré ahí para ustedes en cada paso que den. Son parte fundamental de mi historia, y les agradezco de corazón.

Al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCyT)

Agradezco al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCyT) por el invaluable apoyo otorgado a lo largo de mis estudios. Su respaldo, a través de la beca para la realización de este proyecto, no solo representó un incentivo económico, sino también una motivación para contribuir al avance del conocimiento en nuestra sociedad.

A los investigadores del Departamento de Computación

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todos los doctores del Departamento de Computación, quienes, a través de sus clases, me han brindado no solo los conocimientos fundamentales para mi desarrollo profesional, sino también una gran inspiración. Gracias por su dedicación y por transmitir la teoría de manera clara y accesible. Cada uno de ustedes, con su estilo único de enseñanza, ha sido clave en mi formación académica. Agradezco sus enseñanzas, su paciencia y su capacidad para despertar en mí la curiosidad y el deseo de seguir aprendiendo. Sin su apoyo y orientación, este camino no habría sido tan enriquecedor.

Índice general

Agradecimientos	v
Índice de figuras	ix
Índice de cuadros	xiii
1 Introducción	1
1.1 Antecedentes	2
1.2 Planteamiento del problema	4
1.3 Hipótesis	5
1.4 Objetivos generales y específicos del proyecto	5
1.5 Metodología	6
1.6 Organización de la tesis	8
2 Marco Teórico	9
2.1 Experiencia de usuario y carga de trabajo	9
2.1.1 Experiencia de usuario	10
2.1.2 Carga de trabajo	11
2.2 Mecanismos de control de concurrencia	12
2.3 Redes <i>peer-to-peer</i>	14
2.3.1 Elementos de las redes P2P	14
2.3.2 Arquitectura de las redes P2P	15
2.3.3 Búsqueda de pares, contenidos y servicios	18
3 Trabajos relacionados	21
3.1 Microsoft Teams	21
3.2 Google Calendar	26
3.3 Calendario de Zoom	31
3.4 Brevo	32
3.5 Google Keep	33
3.6 Trello	35
3.7 Análisis comparativo	39
4 Análisis y diseño de la agenda colaborativa	43
4.1 Casos de uso de la agenda colaborativa	43

4.2	Modelado de la estructura y relaciones de clases del sistema	54
4.3	Escenarios de la agenda colaborativa	58
4.4	Especificación de las tablas de la base de datos	67
4.4.1	Base de datos del registro de usuarios	67
4.4.2	Base de datos del registro de eventos en la agenda	68
4.4.3	Base de datos del registro de recursos físicos	68
4.4.4	Relación general	69
5	Implementación	71
5.1	Implementación del sistema P2P	71
5.1.1	Arquitectura de distribución de datos	72
5.1.2	Comunicación entre los sitios	73
5.1.3	Replicación de las bases de datos de los clientes	74
5.1.4	Implementación de algoritmos de control de concurrencia	75
5.2	Interacción y flujo de usuarios en la agenda colaborativa	78
5.2.1	Autenticación de usuarios	78
5.2.2	Menu inicial para cada usuario	80
5.2.3	Calendario de la agenda colaborativa	81
5.2.4	Notificaciones de los eventos creados	87
5.2.5	Registro de usuarios	90
5.2.6	Registro de recursos físicos	94
6	Pruebas y resultados	99
6.1	Análisis de experiencia de usuario	99
6.1.1	Aplicación de pruebas	100
6.1.2	Cuestionario de evaluación	100
6.1.3	Resultados de la evaluación	101
6.2	Carga de trabajo percibida	104
6.2.1	Escalas para evaluación de la carga de trabajo	104
6.2.2	Resultados de la evaluación	105
7	Conclusiones y trabajo a futuro	107
7.1	Conclusiones	107
7.2	Trabajo futuro	109
	Bibliografía	110

Índice de figuras

1.1	Metodología de la investigación	6
1.2	Organización del documento de tesis	8
2.1	Modelo híbrido o centralizado	16
2.2	Modelo distribuido	17
2.3	Modelo mixto o semicentralizado	17
3.1	Vista principal del calendario Microsoft Teams	22
3.2	Vista del organizador (a) y vista de los participantes (b) del evento .	22
3.3	Correo electrónico enviado por Microsoft Teams al crear el evento . .	23
3.4	Creación de un nuevo evento	24
3.5	Nivel de prioridad de un evento	25
3.6	Solicitud de registro de los participantes	25
3.7	Correo del participante referente a la solicitud de cambio del evento .	26
3.8	Vista principal de Google Calendar	26
3.9	Creación de un evento en Google Calendar	27
3.10	Eventos registrados en Google Calendar	28
3.11	Opciones de confirmación del evento	29
3.12	Solicitud de cambio de horario del evento creado por el organizador .	29
3.13	Correo enviado por un participante para un cambio de hora	30
3.14	Detalles de la nueva propuesta con un cambio de fecha y hora	30
3.15	Correo electrónico enviado por Google Calendar con la nueva propuesta	30
3.16	Vista de la creación del evento en Zoom	31
3.17	Continuación de la vista para la creación de un evento en Zoom . . .	32
3.18	Creación de un evento en Brevo	33
3.19	Vista principal de Google Keep	34
3.20	Creación de una nota en Google Keep	35
3.21	Horario establecido para una nota en Google Keep	35
3.22	Vista principal de los tableros en Trello	36

3.23	Vista de las tareas asignadas en Trello	36
3.24	Vista del calendario en Trello	37
3.25	Atributos para la creación de una tarjeta en Trello	37
3.26	Activación de notificaciones de las tareas de Trello	38
3.27	Vistas de la creación del <i>checklist</i>	38
3.28	Asignación de fecha y hora para la conclusión de la tarea	39
3.29	Color de prioridad de cada tarjeta	39
4.1	Autenticación de usuarios	45
4.2	Acceso a los eventos en el calendario de la agenda colaborativa	46
4.3	Creación de un evento presencial en la agenda colaborativa.	47
4.4	Manejo de una invitación a un evento.	48
4.5	Administración de usuarios	51
4.6	Administración de recursos físicos	53
4.7	Diagrama de clases de la agenda colaborativa	57
4.8	Autenticación de usuarios	58
4.9	Acceso a los eventos de un día específico del calendario	59
4.10	Creación de un evento presencial	61
4.11	Manejo de invitaciones de eventos	62
4.12	Registro de un nuevo usuario	63
4.13	Modificación de un usuario existente	64
4.14	Eliminación de un usuario existente	65
4.15	Registro de un nuevo recurso físico	65
4.16	Modificación de un recurso físico existente	66
4.17	Eliminación de un recurso físico	67
4.18	Representación gráfica de relaciones	70
5.1	Implementación del sistema P2P	72
5.2	Implementación del sistema P2P	73
5.3	Implementación del sistema P2P	73
5.4	Diagrama de implementación de algoritmos de control de concurrencia	77
5.5	Interfaz del inicio de la aplicación	79
5.6	Usuario administrador selecciona su rol y se le da acceso a un panel para ingresar credenciales	79
5.7	Errores de autenticación	80
5.8	Cada usuario tiene asignado un sistema de acuerdo a su rol	81
5.9	Ventana del menu principal de la agenda	81
5.10	Selección del día para comenzar a crear un evento.	82
5.11	Formulario para la creación de un evento.	83
5.12	Notificaciones del sistema acerca de los recursos físicos, participantes y lugares que ya se encuentran ocupados.	84
5.13	Notificación del evento creado y guardado con éxito.	84
5.14	Evento registrado en el calendario.	85
5.15	Detalles del evento registrado.	85

5.16	Evento modificado con éxito.	86
5.17	Evento modificado registrado en el calendario.	86
5.18	Eventos registrados en las notificaciones del participante.	87
5.19	Eventos registrados en el calendario del usuario organizador como aceptados	87
5.20	Detalles del evento seleccionado que puede visualizar el participante. .	88
5.21	Detalles del evento seleccionado que puede visualizar el organizador. .	89
5.22	Eventos declinados marcados en rojo	89
5.23	Vista del formulario de registro para nuevos usuarios.	90
5.24	Registro exitoso de un nuevo usuario.	91
5.25	Lista de usuarios registrados en el sistema.	91
5.26	Notificaciones de sistema al realizar la eliminación de un usuario. . .	92
5.27	Usuario eliminado del sistema.	92
5.28	Detalles de un usuario registrado.	93
5.29	Notificación de usuario modificado de manera exitosa.	93
5.30	Vista del registro de recursos físicos	94
5.31	Notificación del registro exitoso de un nuevo recurso físico	95
5.32	Visualización del nuevo recurso físico registrado	96
5.33	Modificación de las características de un recurso físico	96
5.34	Recurso físico eliminado	97
6.1	Pares semánticos en AttrakDiff	100
6.2	Cuestionario de AttrakDiff	101
6.3	Diagrama de pares semánticos	102
6.4	Diagrama de valores promedio	103
6.5	Diagrama de calidades pragmática y hedónica	104
6.6	Dimensiones de la evaluación de carga de trabajo	105
6.7	Evaluaciones de las seis escalas de carga de trabajo percibida	105
6.8	Resultados de la evaluación de carga de trabajo percibida para un usuario	106

Índice de cuadros

3.1	Comparación de funcionalidades de las aplicaciones analizadas (Parte I)	41
3.2	Comparación de funcionalidades de las aplicaciones analizadas (Parte II)	41
4.1	Autenticación de usuarios	44
4.2	Acceso a los eventos en el calendario de la agenda colaborativa	45
4.3	Creación de un evento presencial en la agenda colaborativa.	47
4.4	Manejo de una invitación a un evento.	48
4.5	Registro de un nuevo usuario y asignación de un rol	49
4.6	Modificación de los datos de un usuario registrado.	49
4.7	Eliminación del registro de un usuario.	50
4.8	Registrar un nuevo recurso físico.	50
4.9	Modificación de los datos de un recurso físico.	52
4.10	Eliminación del registro de un recurso físico.	54
4.11	Base de datos para el registro de usuarios	68
4.12	Base de datos para almacenar los eventos registrados en la agenda	68
4.13	Base de datos para el registro de los recursos físicos	69

Capítulo 1

Introducción

Los progresos recientes en las tecnologías computacionales y comunicacionales han revolucionado la forma de utilizar las computadoras. Esta revolución tecnológica refleja un cambio en el énfasis de emplear sistemas computacionales para facilitar la interacción humana, además de utilizarlos para resolver problemas [Cruz-García, 2009]. El presente trabajo de investigación se inscribe en el área de Trabajo Cooperativo Asistido por Computadora (TCAC), que estudia los aspectos sociales de las actividades individuales y colectivas, así como los aspectos tecnológicos de los soportes de información y comunicación.

El principal objetivo del TCAC es permitir a un grupo de personas realizar un proyecto común, de manera concertada, aún cuando estas no puedan reunirse físicamente en el mismo lugar y/o al mismo tiempo [Ribes et al., 2023]. Para lograr este objetivo, los desarrolladores de sistemas colaborativos han concentrado sus esfuerzos en la construcción de soluciones que faciliten el trabajo entre personas distribuidas en diferentes partes del mundo.

Desde el punto de vista conceptual, los servicios de un sistema colaborativo abarcan tres espacios funcionales [Ellis and Wainer, 1994]: producción, coordinación y comunicación.

- El espacio de producción designa los objetos que resultan de la actividad del grupo, como un artículo, un diagrama, un reporte técnico o un programa de cómputo.
- El espacio de coordinación define actores, identifica actividades y tareas, así como sus relaciones temporales y designa los actores responsables de dichas actividades y tareas.
- El espacio de comunicación ofrece a los actores los medios para intercambiar información.

Según el dominio de aplicación de un sistema colaborativo, los tres espacios funcionales no tienen la misma importancia, e.g., los sistemas de edición de documentos privilegian el espacio de producción; los sistemas de flujo de trabajo hacen hincapié en la coordinación; y los espacios de medios enfatizan la comunicación.

1.1. Antecedentes

Debido a la necesidad que tienen las personas de trabajar de manera colaborativa y tomando en cuenta una de las aplicaciones menos valoradas, como lo es la agenda colaborativa, surge un trabajo titulado “Diseño e implementación de una agenda cooperativa flexible en un entorno no confiable”, la cual fue desarrollada por el M. en C. Daniel Cruz García [Cruz-García, 2009]. Fueron tres aspectos los que motivaron el desarrollo de este trabajo:

1. La desvalorización de estas aplicaciones se debe principalmente a dos razones: a) han sido utilizadas como “prototipo de prueba para estudiar algunos problemas fundamentales de los sistemas colaborativos, como la distribución de objetos en tiempo real, e.g., RTCAL [Sarin and Greif, 1985]; y 2) han sido diseñadas como una funcionalidad secundaria de los sistemas de conferencia por computadora (e.g., Microsoft TEAMS) y de administración de documentos (e.g., HCL Notes [HCL, 2023]).
2. La mayoría de las agendas colaborativas, propuestas hasta el momento en que se desarrolló este trabajo de investigación, solían ser utilizadas en el entorno local de una organización para planificar reuniones de trabajo cara a cara. No obstante, el efecto de la globalización había conducido, por una parte, a la descentralización de las organizaciones y, por otra parte, a la colaboración entre organizaciones distribuidas. En consecuencia, las reuniones de trabajo cara a cara debían ser traspasadas a un entorno virtual soportado por tecnologías especializadas como los sistemas de conferencia por computadora.
3. En general, las agendas colaborativas habían sido implantadas en entornos fiables de LANs. Estas aplicaciones suelen seguir una arquitectura cliente/servidor, que consiste en un servidor central y varios sitios cliente que permiten a los usuarios interactuar entre sí, a través del servidor central. Sin embargo, estas arquitecturas resultaban inadecuadas en un entorno como el de Internet, ya que las fallas potenciales de redes de computadoras o sitios podrían eventualmente imposibilitar a los usuarios el acceso a la información sobre sus reuniones.

La agenda colaborativa, propuesta en el trabajo de maestría del M. en C. Cruz García, está diseñada para asistir a grupos pequeños, entre 3 y 15 individuos, en la planificación de reuniones. Dado que los miembros del grupo pueden estar distribuidos en diferentes partes del mundo y conectados mediante Internet, la agenda colaborativa les permite interactuar tanto en forma síncrona (al mismo tiempo) como asíncrona (en diferentes momentos) a través del mismo soporte de colaboración. Dicha agenda está destinada a los colaboradores que desean: 1) que la información de sus citas sea manejada por ellos mismos y almacenada en su propia computadora y 2) que la información de su tiempo libre sólo sea accesible a los miembros de sus grupos de trabajo.

A continuación, se listan las conclusiones referentes al diseño de la agenda colaborativa con base en una arquitectura de distribución híbrida para garantizar a los usuarios el acceso oportuno a información coherente y actualizada sobre sus citas [Cruz-García, 2009]:

1. La arquitectura de distribución propuesta podría considerarse como una extensión del estudio de las arquitecturas de distribución, realizado por Roth y Unger [Roth and Unger, 2000], ya que se eliminó por completo el uso de un servidor central, distribuyendo el procesamiento de las solicitudes entre los sitios de los colaboradores.
2. La duplicación del estado compartido y de los componentes de la agenda colaborativa, en los sitios de todos los colaboradores, elimino la necesidad de un servidor central, tanto para el procesamiento de las solicitudes como para el almacenamiento de la información, de manera similar a una arquitectura *peer to peer*.
3. La duplicación de los componentes de la agenda colaborativa mejora el tiempo de respuesta en el tratamiento de operaciones (e.g., crear, modificar, cancelar, reservar y confirmar una reunión), puesto que cada una es procesada localmente en vez de ser enviada a un servidor central. Además, una falla en el sitio de algún colaborador no afecta la interacción entre los demás miembros del grupo porque no existe dependencia entre componentes.
4. La duplicación del estado compartido, en los sitios de todos los colaboradores, aumenta su grado de disponibilidad debido a que no se almacena un solo ejemplar en un servidor central. De esta manera, cuando alguno de los colaboradores no está conectado a la red, otro miembro del grupo puede brindar una réplica de la información requerida.
5. La distribución del estado privado garantiza la privacidad de cada colaborador, ya que dicho estado es almacenado únicamente en el sitio del colaborador propietario y no puede ser accedido por ningún otro miembro del grupo de trabajo. De esta manera, no sólo se mantiene la privacidad del colaborador, sino también se evita que sus colegas sean interrumpidos con información irrelevante.
6. El uso de la tecnología de *servlets* en la implementación de la agenda colaborativa resultó ser una solución que tiene más ventajas que otras tecnologías (e.g., los *scripts* CGI). Aunque los *servlets* requieren de un ambiente Java para poder ser ejecutados, pueden atender peticiones que provienen de aplicaciones Web desarrolladas en cualquier lenguaje de programación. Además, los *servlets* constituyen una de las tecnologías Web más utilizadas en la actualidad.

1.2. Planteamiento del problema

Citadas generalmente como ejemplos triviales en la literatura científica [Amor et al., 2004], las agendas colaborativas han sido descritas, de manera superficial, como aplicaciones que ofrecen funciones carentes de las complejidades que presentan otros sistemas diseñados para el soporte del trabajo en grupo. Excepto por algunos productos comerciales (e.g., Apple iCal, HCL Notes y Microsoft Outlook) y de software libre (e.g, Darwin Calendar Server, Opengroupware.org y Open-Xchange), estas aplicaciones han sido raramente consideradas como sistemas colaborativos en todo el sentido de la palabra. En el presente trabajo de tesis se abordan algunas de sus complejidades.

Las soluciones para la planificación de reuniones en entornos virtuales han recibido una atención considerable, tanto en la academia como en la industria, en especial durante la pandemia de COVID-19. Empresas de la talla de Google, Apple y Microsoft han desarrollado soluciones basadas en la nube para facilitar reuniones virtuales. Sin embargo, estas soluciones se enfocan primordialmente en el soporte de interacciones síncronas y distribuidas, ignorando los desafíos computacionales que conlleva la planificación de reuniones presenciales.

En el caso de reuniones cara a cara, uno de los principales retos computacionales reside en la reservación de recursos físicos y humanos. Aquí no sólo se trata de verificar su disponibilidad, sino de hacerlo en un entorno en el que múltiples usuarios, con distintos niveles de prioridad y roles, puedan interactuar de manera concurrente. Este problema va más allá de un simple algoritmo de asignación de recursos, pues implica garantizar coherencia de datos, manejo de conflictos y control de acceso en tiempo real.

Otra limitación computacional radica en la dependencia de la arquitectura SOA (*Service-Oriented Architecture*) [Erl, 2005b], subyacente en la mayoría de las propuestas basadas en la nube, las cuales almacenan la información de los usuarios en servidores propietarios de las compañías que desarrollan agendas colaborativas. Esto plantea problemas de privacidad y control de datos, ya que todos los datos del usuario quedan almacenados en servidores de terceros, exponiendo información sensible. A pesar de que algunos servidores cuentan con la norma ISO/IEC 27018, que está relacionada con la privacidad de los datos en la nube, los clientes son los responsables de cumplir con la normativa, debido a que los administradores de los servidores no tienen la visibilidad de lo que los clientes deciden guardar.

Por otra parte, la mayoría de las soluciones existentes requieren que el usuario interactúe con múltiples aplicaciones (e.g., la agenda colaborativa y el correo electrónico, al menos) para completar el proceso de planificación, lo cual podría incrementar su carga cognitiva y afectar negativamente la experiencia de usuario en el desarrollo de la tarea, por medio de estas múltiples aplicaciones.

La solución propuesta en esta tesis busca abordar estos retos computacionales mediante una agenda colaborativa que integre la gestión de recursos físicos y humanos, así como de roles de usuario, de manera eficiente y segura, mejorando la experiencia de

usuario y reduciendo su carga cognitiva en la planificación de reuniones presenciales.

Para este trabajo de investigación uno de los retos computacionales principales es la asignación y reservación de recursos físicos y humanos. Por una parte, se pretende corroborar la disponibilidad del colaborador con respecto a la participación y papel que pueda desempeñar en la reunión. Por otra parte, se busca verificar la disponibilidad de los recursos físicos (e.g., proyectores, cables HDMI, pantallas, salones, aulas, auditorios, etc.) además de los recursos humanos necesarios, como asistentes y personal de apoyo técnico y administrativo, para el buen y correcto desarrollo de las reuniones de trabajo. necesarios para el buen y correcto desarrollo de las reuniones de trabajo. De esta manera, un grupo de personas podrá reunirse de manera presencial, organizando los tiempos, roles y recursos que serán requeridos mediante una agenda colaborativa.

1.3. Hipótesis

El desarrollo de la solución colaborativa propuesta en este proyecto resultará en una mejora cuantificable de la experiencia de usuario y en una reducción mensurable de la carga cognitiva en la planificación de reuniones presenciales, en comparación con enfoques convencionales o soluciones existentes.

1.4. Objetivos generales y específicos del proyecto

General

Desarrollar una agenda colaborativa para corroborar la disponibilidad de usuarios y recursos físicos, con el fin planificar en reuniones presenciales, sin tener que recurrir a otros sistemas para recibir notificaciones y confirmar citas o modificarlas.

Particulares

1. Definir los roles y sus tareas para identificar las funcionalidades de agenda colaborativa.
2. Diseñar e implementar el módulo para el manejo de los recursos físicos que son necesarios para una reunión presencial.
3. Diseñar e implementar una interfaz que permita a los usuarios interactuar directamente con la agenda colaborativa, sin tener que ser redireccionados a una aplicación distinta.
4. Implementar un algoritmo para manejar la coherencia de las entidades compartidas de la agenda colaborativa, e.g., un lapso o periodo.

5. Implementar una red *peer-to-peer* con replicación que facilite el intercambio directo de información entre los dispositivos de los colaboradores.
6. Diseñar un estudio con usuarios finales para medir la carga de trabajo y la experiencia de uso de la agenda colaborativa.

1.5. Metodología

La finalidad de crear una agenda colaborativa es eliminar la dependencia de aplicaciones o sistemas ajenos para recibir notificaciones o para realizar cambios en los eventos. Además, la agenda propuesta debe permitir a los organizadores estar conscientes de la disponibilidad de los participantes, al momento de agendar una reunión, así como reservar los recursos físicos y humanos que puedan ser necesarios durante dicha reunión. Mediante la implementación de un algoritmo de control de concurrencia y de una arquitectura *peer-to-peer*, la agenda colaborativa puede llevar a cabo la administración de las entidades compartidas. En la Figura 1.1, se muestra la metodología de investigación que se sigue en este trabajo de tesis.

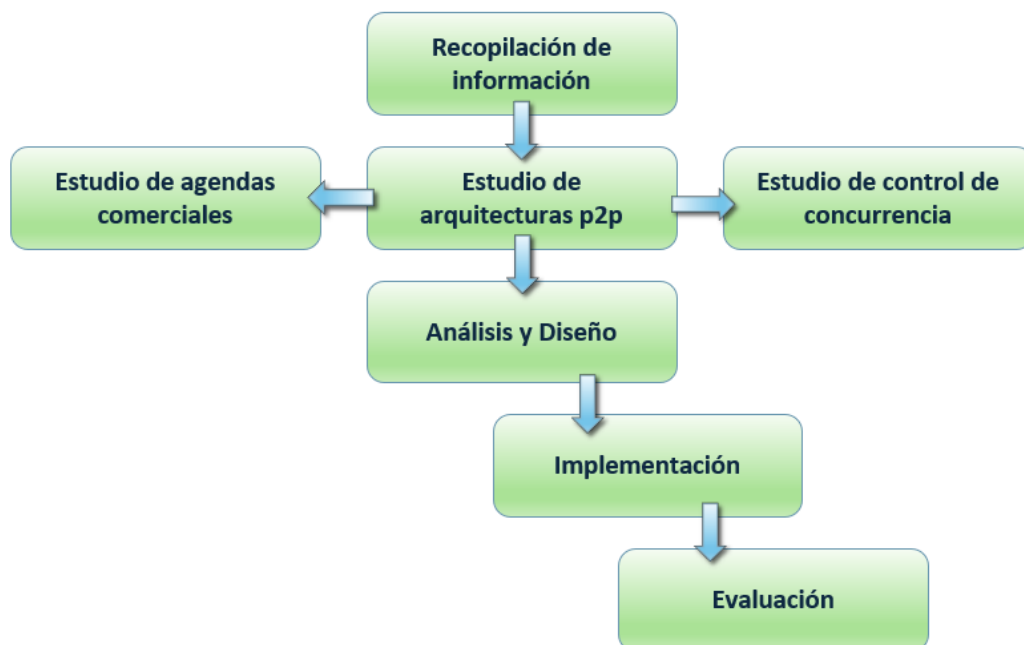


Figura 1.1: Metodología de la investigación

Primera etapa: se realiza una recopilación de información, seleccionando artículos de la literatura científica enfocados en agendas colaborativas, sistemas distribuidos e interacción humano-computadora.

Segunda etapa: se realiza un estudio de agendas comerciales que implica comprender sus funciones y su forma de ejecución para poder crear una agenda que no utilice programas o plataformas adicionales para registrar reuniones presenciales. Adicionalmente, se lleva a cabo un estudio de arquitecturas *peer-to-peer* para poder establecer la comunicación entre las computadoras de los colaboradores. Finalmente, se incluye un estudio de mecanismos de control de concurrencia para poder seleccionar alguno que ayude con los bloqueos de recursos compartidos cuando sea registrada una reunión en la agenda colaborativa.

Tercera etapa: la interfaz de usuario debe mostrar la disponibilidad de los usuarios, recursos físicos y recursos humanos al registrar una reunión en la agenda y las opciones de confirmación o rechazo de los participantes en la reunión. Una de las funcionalidades de la agenda debe permitir la alta y baja de recursos físicos y otra debe permitir el registro de usuarios y la asignación de sus roles. Se debe tomar en cuenta que el envío y la recepción de notificaciones debe ser únicamente por la misma agenda, sin tener que recurrir a aplicaciones de correo electrónico o sistemas ajenos.

Cuarta etapa: para el desarrollo de la agenda se utiliza el lenguaje de programación Python, que permite crear una interfaz de usuario mediante la cual un usuario podrá acceder a las funcionalidades de la agenda colaborativa. La arquitectura *peer-to-peer* se implementa utilizando la biblioteca Twisted de Python que permite que varios usuarios interactúen con la agenda de forma concurrente, asegurando que los cambios realizados se reflejen en tiempo real en las agendas de todos los usuarios. Cada colaborador tiene su propio espacio, con funcionalidades específicas según su rol. La base de datos se implementa con SQLite, utilizando bibliotecas como sqlite3 de Python, lo que permite crear, modificar y consultar las tablas que representan eventos, registros de recursos y usuarios.

Quinta etapa: se realizan estudios con usuarios finales, utilizando herramientas de medición para evaluar la carga de trabajo y la experiencia de usuario al interactuar con la agenda colaborativa.

1.6. Organización de la tesis

El presente documento de tesis está organizado de la siguiente manera (ver Figura 1.2). En el Capítulo 2, se establecen las definiciones de los trabajos existentes que fueron estudiados para proporcionar un marco conceptual y así poder definir los conceptos clave y la relación que existe entre cada uno de ellos. En el Capítulo 3, se presentan los trabajos relacionados con las agendas colaborativas que, en su mayoría, provienen de organizaciones comerciales. En el Capítulo 4, se describen el análisis y diseño del sistema en donde se definen las funciones que tiene cada una de las secciones, así como la interfaz de usuario de la agenda colaborativa. En el Capítulo 5, se muestran los resultados de la implementación, haciendo énfasis en las interacciones que tiene cada uno de los participantes con cada una de las funcionalidades. En el Capítulo 6, se explican las pruebas realizadas con usuarios finales para evaluar la carga de trabajo y la experiencia de usuario con la agenda colaborativa y se detallan los resultados que fueron obtenidos en cada evaluación. En el Capítulo 7, se describen las conclusiones que se obtuvieron al realizar el presente trabajo de tesis, así como algunas de las posibles mejoras o trabajos a futuro que puedan desarrollarse en la agenda colaborativa.

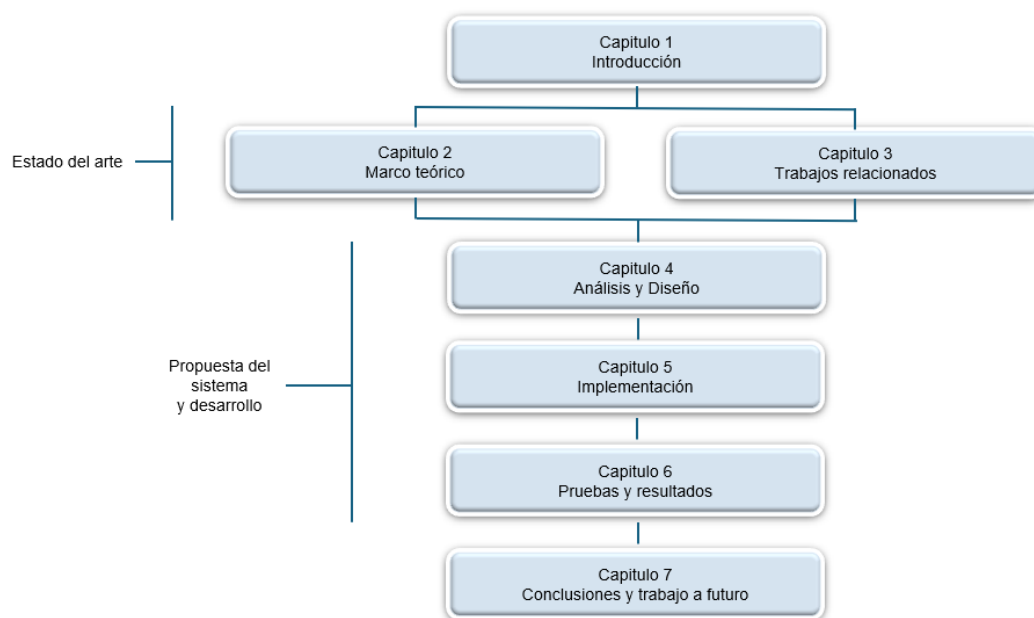


Figura 1.2: Organización del documento de tesis

Capítulo 2

Marco Teórico

En el mundo actual de la tecnología, la experiencia de usuario se ha convertido en un factor crucial para el éxito de las aplicaciones. Un diseño centrado en el usuario no sólo mejora la satisfacción del cliente, sino también optimiza la eficiencia operativa. Pero a medida que las aplicaciones se vuelven más complejas, la gestión de la carga de trabajo y la implementación de mecanismos de control como los candados (*locks*) se vuelven esenciales para mantener la integridad y la coherencia de los datos. Esto es importante al hacer uso de las redes *peer to peer*, donde la descentralización de recursos y la interacción entre múltiples nodos requieren una coordinación precisa para evitar conflictos y asegurar un rendimiento óptimo. La integración entre la experiencia de usuario, una gestión efectiva de la carga de trabajo y el uso adecuado de candados en entornos *peer to peer* es fundamental para construir sistemas eficientes.

2.1. Experiencia de usuario y carga de trabajo

A pesar de que las agendas colaborativas generalmente tienen una interfaz de usuario que permite saber la disponibilidad de los colaboradores para una reunión, no impiden que las reuniones sean asignadas en fechas y horas en los que ya hay eventos registrados. Esto hace que la carga de trabajo de los colaboradores se incremente con respecto al número de eventos en los que deben decidir si existirán o no, haciendo que también tengan que ingresar a su correo electrónico para poder responder a estas solicitudes. En este caso, la experiencia de usuario se desarrolla no sólo con la agenda colaborativa, sino también con las aplicaciones que se encuentran ligadas a dicha agenda para poder responder a las notificaciones o cambios en los eventos. Además, para la planificación de reuniones presenciales, ninguna agenda cuenta con una funcionalidad que permita reservar los recursos necesarios para una reunión, haciendo que los organizadores tengan que buscarlos por sus propios medios. En esta sección se describe los conceptos de experiencia de usuario (cf. Sección 2.1.1) y carga de trabajo (cf. Sección 2.1.2).

2.1.1. Experiencia de usuario

La experiencia de usuario surge de la interacción entre un usuario y un entorno de trabajo o dispositivos específicos. Está influenciada por factores como diseño de hardware y software, usabilidad, diseño gráfico, accesibilidad, así como por aspectos subjetivos como emociones y percepción. Inicialmente estuvo enfocada en sistemas informáticos, pero con el tiempo se ha expandido a cualquier producto o servicio con el objetivo de maximizar la satisfacción del consumidor [MacKenzie, 2024].

La experiencia de usuario evolucionó a partir de la usabilidad tradicional para incluir aspectos estéticos, hedónicos y afectivos, destacando la belleza y la experiencia emocional en el uso de la tecnología [MacKenzie, 2024]. A diferencia de la usabilidad, que se centra en la eficiencia y efectividad de las tareas, la experiencia de usuario se enfoca en la percepción y vivencia del usuario en el momento, considerando elementos como estado de ánimo, expectativas y objetivos.

Las pruebas de usabilidad y la investigación en Interacción Humano-Computadora (HCI) se han orientado hacia objetivos conductuales en entornos laborales. La experiencia de usuario también considera la contextualidad y temporalidad del uso de la tecnología, creando una combinación única de elementos que interactúan y se modifican a lo largo del proceso. Busca satisfacer necesidades más allá de lo instrumental, reconociendo el uso de la tecnología de manera subjetiva, compleja y dinámica, y apunta a crear experiencias de calidad que prevengan problemas de usabilidad [MacKenzie, 2024].

El interés en la experiencia de usuario ha llevado a investigadores y profesionales de HCI a reconocer las limitaciones de la usabilidad, centrada en la cognición y rendimiento del usuario [Law et al., 2009]. Se busca una definición de experiencia de usuario que facilite la participación interdisciplinaria y permita aplicaciones prácticas para evaluar y comprender su naturaleza y alcance. Esta búsqueda puede agruparse en cuatro áreas principales:

- **Temporalidad:** interacción del usuario con el sistema antes, durante y después del uso.
- **Marco:** comprensión a través del diseño y de la crítica de los objetos de interés, basándose en el diseño de interacción.
- **Elementos:** aspectos medibles como respuestas fisiológicas, tareas realizadas, pasión y percepción del consumidor.
- **Alcance :** más allá de la simple interacción, aborda la experiencia de usuario en profundidad.

Evaluar la experiencia de usuario desde el inicio del desarrollo de un producto es esencial, utilizando métodos apropiados. El concepto de experiencia de usuario es dinámico, dependiente del contexto y subjetivo, mostrando una amplia gama de beneficios y siendo parte integral de la HCI.

2.1.2. Carga de trabajo

La carga de trabajo se define como la cantidad de actividad que se puede asignar sin complicar el desarrollo de las tareas y está relacionada con el tiempo necesario para completarlas. Esta noción surge cuando diseñadores y administradores de sistemas se preguntan sobre la cantidad y complejidad de las tareas del operador, la posibilidad de añadir más tareas y cómo manejar eventos inesperados [Young et al., 2014]. Estas preguntas se responden midiendo la carga de trabajo mental. Los modelos pueden evaluar la habilidad del operador y su procesamiento cognitivo, que puede ser automático (rápido e inconsciente) o controlado (consciente y deliberado). La carga de trabajo mental se determina por el equilibrio entre estos tipos de procesamiento.

Los indicadores de carga de trabajo mental incluyen medidas de desempeño en tareas primarias y secundarias, informes subjetivos y métricas fisiológicas, las cuales permiten una evaluación integral del esfuerzo cognitivo [Young et al., 2014]. Las primeras se basan en técnicas de registro directo de la capacidad del participante para realizar la tarea principal eficientemente. Los informes subjetivos permiten expresar percepciones sobre la carga de trabajo mental. Métodos como la técnica de evaluación de carga de trabajo subjetiva (SWAT) [García, 2004] y la escala rápida de calificación del esfuerzo mental (RSME) [Lecca et al., 2013] son ejemplos utilizados para evaluar esta carga, aunque son complejos y consumen tiempo. Las métricas fisiológicas también sirven como índice de carga de trabajo, monitoreando la atención mediante sistemas como la espectroscopia de infrarrojo, que permite un monitoreo accesible y no invasivo de las funciones cerebrales. Sin embargo, puede haber disociación si las mediciones no correlacionan con la percepción subjetiva.

Actualmente, las organizaciones se enfocan en evaluar el desempeño y la eficiencia, buscando una medición precisa de la carga de trabajo mental mediante medidas subjetivas y fisiológicas. Comprender la carga de trabajo mental implica entender las operaciones neurocognitivas, aunque aún falta determinar completamente las competencias y los recursos necesarios para medir la carga de trabajo de manera holística [Young et al., 2014].

La carga de trabajo mental se mide a menudo en entornos controlados, como laboratorios, utilizando herramientas que emplean escalas visuales analógicas para obtener una evaluación rápida [Casali, 2021]. Sin embargo, en situaciones del mundo real, mantener un rendimiento óptimo durante periodos prolongados resulta más complicado, debido a las diversas variables que pueden afectar el desempeño. Los avances en computación han facilitado el desarrollo de sistemas automatizados, que pueden reducir el estrés asociado a la carga de trabajo mental al asumir tareas complejas. Sin embargo, esto ha transformado el rol humano, que ha pasado a ser más supervisor o colaborador de estos sistemas, lo que puede generar otros problemas como subcarga, falta de atención o fatiga. Por tanto, sigue siendo crucial investigar cómo equilibrar la carga de trabajo en entornos cada vez más automatizados y comprender mejor las capacidades humanas para asegurar una medición precisa de la carga de trabajo mental en escenarios de trabajo complejos.

Los cuestionarios se utilizan después de las pruebas para obtener retroalimentación

cualitativa sobre las opiniones y sentimientos de los participantes en relación con las interfaces o técnicas de interacción [Hassenzahl and Tractinsky, 2006]. Estos cuestionarios suelen usar escalas para facilitar el análisis de respuestas, como el NASA-TLX ([Barrera-Gálvez et al., 2017]), que evalúa la carga de trabajo percibida en seis subescalas: demanda mental, demanda física, demanda temporal, rendimiento, esfuerzo y frustración. La norma ISO 9241-411 también emplea un cuestionario con 12 ítems para evaluar el confort y el cansancio en dispositivos de entrada sin teclado. Este cuestionario, aunque similar al NASA-TLX, se adapta específicamente a dispositivos físicos como ratones y joysticks. Las pruebas pueden administrarse “dentro de los sujetos” (medidas repetidas, donde cada participante se evalúa en todos los niveles de un factor) o “entre sujetos” (donde cada participante se evalúa en un solo nivel de un factor). Por ejemplo, la práctica se investiga evaluando a los participantes en múltiples bloques de ensayos, siendo un factor que se analiza dentro de los sujetos.

2.2. Mecanismos de control de concurrencia

Los sistemas colaborativos en tiempo real permiten que dos o más personas, ubicadas en diferentes lugares geográficos, trabajen juntas simultáneamente a través de un entorno computarizado. Estos sistemas suelen permitir a un grupo manipular documentos y otros artefactos a través de un espacio de trabajo compartido. Este software, que controla dicho espacio, generalmente se distribuye o replica en cada sitio participante y se sincroniza mediante el intercambio de mensajes de control. Sin un manejo adecuado de dichos mensajes, los sistemas colaborativos pueden sufrir problemas de control de concurrencia debido a eventos que llegan fuera de orden, lo que puede causar inconsistencias en los documentos, en la representación visual y en la comprensión compartida del grupo [Greenberg and Marwood, 1994].

El control de concurrencia es clave en los sistemas distribuidos, pero en el caso de los sistemas colaborativos, su gestión involucra no sólo computadoras, sino también personas. Estos sistemas presentan múltiples copias del espacio de trabajo y de los objetos en él, lo que puede generar retrasos en la actualización de las acciones realizadas por otros usuarios. Además, las limitaciones físicas de los objetos suelen ser simuladas, no naturales, lo que añade complejidad.

Los problemas de control de concurrencia suelen surgir cuando el software, los datos y la interfaz de usuario están distribuidos en varias computadoras, lo que complica la sincronización y el acceso simultáneo a los recursos [Bernstein et al., 1987]. Los retrasos en la ejecución de acciones conflictivas son particularmente preocupantes, ya que la latencia de las redes de área amplia aumenta las probabilidades de operaciones conflictivas. Si no se establece un control de concurrencia adecuado, los usuarios pueden generar acciones conflictivas, provocando confusión en el grupo debido a visualizaciones inconsistentes o a la ejecución fuera de orden de los eventos.

El control de concurrencia, por tanto, es un desafío tanto técnico como humano. Desde un enfoque técnico, es un problema que puede resolverse con los métodos convencionales de los sistemas distribuidos, pero también es un problema humano,

ya que el diseño de la interfaz de usuario debe reflejar cómo las personas quieren y esperan trabajar juntas. Así, el diseño de la interfaz y la elección del algoritmo de control de concurrencia deben comprometerse mutuamente.

En el ámbito de las bases de datos distribuidas y la simulación paralela, la gestión de conflictos ha sido ampliamente investigada. Sin embargo, la aplicación de control de concurrencia en los sistemas colaborativos suele pasarse por alto [Bernstein et al., 1987]. Aunque los investigadores de este tipo de sistemas reconocen su importancia, los desarrolladores de aplicaciones tienden a ignorarlo o tratan de resolverlo con soluciones estándar. En un sistema distribuido, los eventos pasan por varias etapas: creación, ejecución local, transmisión, recepción y ejecución remota. Sin un mecanismo de control de concurrencia, estos eventos se ejecutan localmente cuando se crean y se transmiten para ser ejecutados en sitios remotos, lo que puede llevar a que se entrelacen fuera de orden, generando inconsistencias.

El control de concurrencia implica coordinar acciones potencialmente conflictivas de procesos que operan en paralelo [Page and Nance, 1994]. Los algoritmos de concurrencia sincronizan los eventos para que las transacciones atómicas se ejecuten en serie o bien corrigen las inconsistencias cuando los eventos se procesan fuera de orden. Existen dos enfoques principales: la serialización pesimista y la serialización optimista.

La serialización pesimista garantiza que los eventos se ejecutarán en el orden correcto en todos los sitios, mientras que la serialización optimista asume que los conflictos serán raros y que es más eficiente proceder con la ejecución y luego reparar las inconsistencias cuando surjan. Sin embargo, la reparación de eventos fuera de orden puede ser compleja, ya que puede desfazar otros eventos entrantes y requerir la restauración del sistema a un estado anterior.

Otro enfoque para la gestión de concurrencia es el bloqueo, que concede acceso exclusivo a un objeto durante un periodo de tiempo. En los sistemas que usan bloqueo pesimista, un sitio debe esperar a recibir un bloqueo antes de manipular un objeto. En cambio, en los sistemas que usan bloqueo optimista, un sitio puede comenzar a manipular el objeto antes de ser confirmado el bloqueo y si luego se niega, el sitio debe revertir el objeto a su estado original.

El bloqueo y la serialización son esenciales en sistemas distribuidos, pero en sistemas colaborativos, el proceso de transacción también incluye a las personas. Estas pueden ser más flexibles en cuanto a los problemas de concurrencia que las computadoras, mediando con sus colegas de forma natural en sus interacciones y resolviendo conflictos cuando surjan.

En algunos sistemas colaborativos, los conflictos de concurrencia pueden ser raros, ya que las personas suelen seguir protocolos sociales para gestionar las interacciones. Por tanto, el papel del sistema colaborativo puede limitarse a proporcionar retroalimentación suficiente y permitir que las personas gestionen sus propias acciones y conflictos. Si se implementa control de concurrencia en un sistema colaborativo, su función sería evitar o resolver conflictos poco comunes.

El diseño de la interfaz de usuario y la elección del mecanismo de control de con-

currencia en sistemas colaborativos deben tener en cuenta no sólo las consideraciones técnicas, sino también cómo los usuarios perciben e interactúan con el sistema. La elección entre enfoques optimistas o pesimistas debe equilibrar los beneficios de mantener la integridad de los datos con los efectos que puede tener en la experiencia de usuario [Greenberg, 1991].

2.3. Redes *peer-to-peer*

Una red *Peer-to-Peer*(P2P) es un conjunto de nodos que pueden actuar de manera simultánea como clientes y servidores, permitiendo el intercambio directo de la información, entre las computadoras conectadas.

Básicamente una red P2P se refiere a una red que no tiene clientes y servidores fijos, sino una serie de nodos que se comportan a la vez como clientes y como servidores de los demás nodos de la red [Millán Tejedor, 2006]. Este modelo de red contrasta con el modelo cliente-servidor tradicionalmente empleado en las aplicaciones de Internet.

Así, en una red P2P todos los nodos se comportan igual y pueden realizar el mismo tipo de operaciones, pudiendo no obstante diferir en configuración local, velocidad de proceso, ancho de banda y capacidad de almacenamiento.

El modelo P2P no es un concepto nuevo, aunque gracias a múltiples factores como la gran explosión de computadoras conectadas a Internet, el rápido aumento de la cantidad de ancho de banda accesible a los usuarios, la mayor potencia de cálculo y la capacidad de almacenamiento de las computadoras personales y la proliferación de fuentes de información y contenidos diversos a través de Internet han hecho que esta tecnología sea conocida por la inmensa mayoría de los internautas [Millán Tejedor, 2006].

2.3.1. Elementos de las redes P2P

El elemento fundamental de toda red P2P es un par, que es la unidad de procesamiento básico de cualquier red P2P. Un par es una entidad capaz de desarrollar algún trabajo útil y de comunicar los resultados de ese trabajo a otra entidad de la red, ya sea directa o indirectamente [Maymounkov and Mazières, 2002]. Existen dos tipos de pares:

- **Pares simples:** sirven a un único usuario final, permitiéndolo proporcionar servicios desde su dispositivo y empleando los servicios ofrecidos por otros pares de la red. Los pares suelen tener una naturaleza dinámica y heterogénea, i.e., se conectan a la red de forma intermitente y tienen capacidades distintas.
- **Superpares:** ayudan a los pares simples a que encuentre otros pares o a otros recursos de los pares. Los pares lanzan solicitudes de búsqueda de recursos a los superpares, los cuales les indican donde conseguirlos. Generalmente los superpares tienen una naturaleza estática, se encuentran conectados normalmente a la red y son fácilmente accesibles.

Otro elemento es el concepto de **grupo de pares**. Un grupo de pares es un conjunto de pares formado para servir a un interés común u objetivo dictado por el resto de pares implicados. Los grupos de pares pueden proporcionar servicios a sus miembros pares que no son accesibles a otros pares de la red P2P. Considerando un sistema P2P en el que todos los pares pueden hablar el mismo conjunto de protocolos (JXTA) el concepto de grupo de pares es necesario para dividir el espacio de la red, e.g., por protocolos utilizados (TCP o UDP).

Los servicios proporcionan una funcionalidad útil que se consigue mediante la comunicación de los distintos pares. Esta funcionalidad o aplicación para el usuario puede ser transferir un fichero, proporcionarle información de estado, realizar un cálculo o comunicarse con otro usuario.

Los servicios se pueden clasificar en dos tipos:

- **Servicios de pares:** funcionalidades ofrecidas por un par concreto de la red a otros pares, si el par se desconecta el servicio se vuelve indisponible.
- **Servicios de grupo de pares:** funcionalidades proporcionadas por varios miembros del grupo, consiguiendo así acceso redundante al servicio. Si un par del grupo se desconecta el servicio sigue estando disponible.

2.3.2. Arquitectura de las redes P2P

Existen tres tipos de arquitecturas de redes P2P, las cuales se describen a continuación.

Modelo híbrido o centralizado

La primera generación de redes P2P (Napster) emplea una estructura de red cliente-servidor (ver Figura 2.1). El nodo central mantiene una base de datos con información de los archivos ofrecidos por cada par. Cada vez que un par se conecta o desconecta de la red, la base de datos se actualiza. Todos los mensajes de búsqueda y control son enviados al nodo central. Cuando un par envía una solicitud de recurso, el nodo central la compara con el contenido de su base de datos y le envía las correspondencias. De esta manera, el par solicitante contacta al par proveedor para acceder al recurso solicitado.

Esta arquitectura proporciona un alto rendimiento a la hora de localizar recursos, siempre y cuando el nodo central pueda hacer búsquedas eficientes, sin embargo también constituye un potencial cuello de botella.

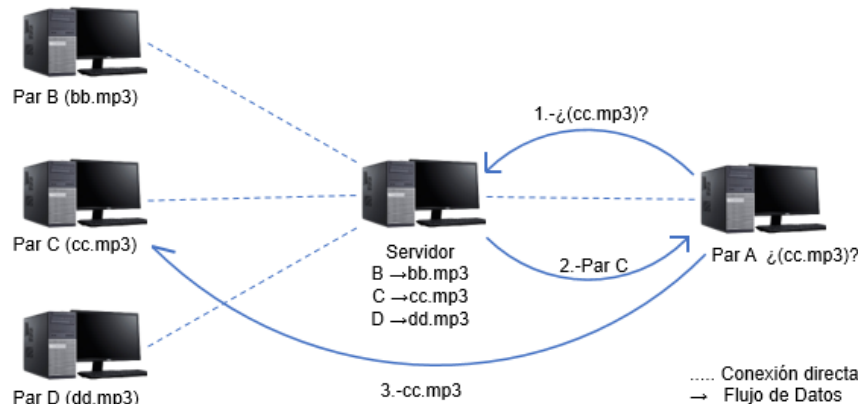


Figura 2.1: Modelo híbrido o centralizado

Modelo P2P puro o totalmente descentralizado

La segunda generación de redes P2P (Gnutella) usa un modelo distribuido donde no existe ningún nodo central y todos los pares tienen el mismo estatus. En esta arquitectura, cada par actúa como servidor y como cliente en la red y trata de mantener un cierto número de conexiones con otros pares en todo momento. Este conjunto de pares conectados transporta el tráfico de red, que está conformado esencialmente por peticiones y respuestas a esas peticiones, así como mensajes de control que facilitan el descubrimiento de otros pares (mensajes ping en Gnutella).

A pesar de que el número de saltos de la red es potencialmente infinito, permanece limitado por un tiempo de vida máximo o TTL, el cual está relacionado con el máximo número de saltos que puede dar un mensaje. Por cada par por el que circula el mensaje de petición, el TTL se decrementa en una unidad descartándose la petición si este llega a cero.

En la Figura 2.2, se muestra cómo el par A solicita el recurso ccc.mp3 al par B, que es el único al que está conectado. Este a su vez distribuye la petición a todos los pares con los que tiene conexión y así sucesivamente hasta que la petición alcance al dueño del recurso o su TTL llegue a cero. Cada par que recibe la solicitud y puede atenderla, responde incluyendo información de interés adicional (nombre del archivo, tamaño, extensión, etc.) y todas las respuestas son reenviadas de vuelta al origen de la solicitud (línea azul). Una vez que el par A tiene la respuesta, puede establecer una conexión con alguno de los pares que responda (Par C).

El modelo P2P puro es más robusto al no depender de un nodo central, además es más económico. La principal desventaja es el elevado tiempo y sobrecarga de ancho de banda que suponen las búsquedas de información en la red. Además puede ser que el recurso buscado y existente ni siquiera pueda ser encontrado.

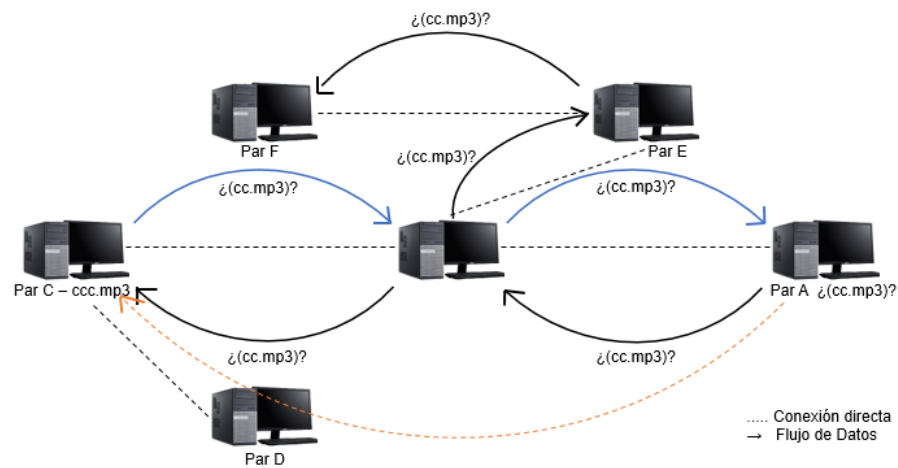


Figura 2.2: Modelo distribuido

Modelo P2P mixto o semicentralizado

Hoy en día, la mayoría de las redes P2P consideradas de tercera generación emplean un modelo mixto. Dentro de este modelo, ciertos pares de la red son seleccionados como superpares y ayudan a gestionar el tráfico dirigido hacia otros pares (ver Figura 2.3). Los superpares cambian dinámicamente a medida que nuevos pares se conectan.

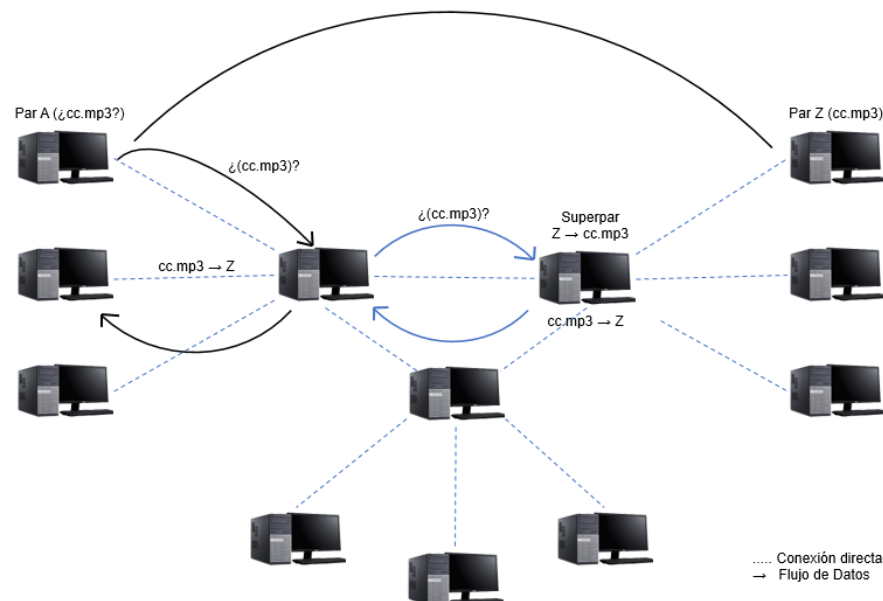


Figura 2.3: Modelo mixto o semicentralizado

En este modelo cada nodo simple mantiene sólo un pequeño número de conexiones abiertas y cada una de ellas es a un superpar. Así mismo los superpares están conectados entre sí.

Esta topología virtual tiene el efecto de hacer la red escalable, mediante la reducción del número de pares involucrados en el encaminamiento y manejo de los mensajes, así como la disminución del volumen de tráfico entre ellos. Además la velocidad de respuesta a las solicitudes en un modelo mixto es comparable al de un modelo P2P híbrido o centralizado.

2.3.3. Búsqueda de pares, contenidos y servicios

La búsqueda de información (pares, recursos y servicios), dada la ausencia de un conocimiento global de los elementos involucrados, es un aspecto fundamental en redes P2P, así como uno de sus grandes problemas. Un sistema de búsqueda de información en una red P2P debe soportar búsquedas flexibles, eficientes, tolerantes a fallos, así como ofrecer garantías de que todo lo que existe puede ser encontrado; también debe ser capaz de tratar con escalabilidad, dinamismo y heterogeneidad [Maymounkov and Mazières, 2002] de estos entornos distribuidos.

La búsqueda se realiza en tres niveles:

- **Búsqueda en caché (sin descubrimiento):** cada par mantiene una caché de recursos previamente descubiertos. Este método es fácil de implementar y reduce, en gran medida, la cantidad de tráfico generado por cada par de la red. La caché debe eliminar las entradas que han superado un tiempo de vida máximo o aquellos recursos que dejan de estar disponibles. Se suele implementar como una cola FIFO. Este método es el más usado para encontrar superpares y pares en el momento previo de conexión a la red. En la mayoría de las redes P2P, la forma más sencilla de asegurar que un par en concreto pueda encontrar a un superpar es descargar en el par un listado actualizado de superpares.
- **Búsqueda directa:** en caso de no encontrar la información en su caché, los pares preguntarán a otros pares de la red con los que tengan una conexión directa, usando métodos de *broadcast* y *multicast*. Es la forma de búsqueda usada en modelos P2P puros o totalmente descentralizados.
- **Búsqueda indirecta:** los superpares actúan como fuente de información de localización de pares y otros recursos conocidos. Además esos hacen la búsqueda en nombre del par. Es la búsqueda usada en arquitecturas mixtas o semidescentralizadas.

Identificación de pares en las redes P2P

Para que la comunicación tenga lugar es importante poder identificar los pares, grupos de pares y recursos en la red. En las redes P2P tradicionales, algunos de estos

identificadores se basaban en detalles específicos de los protocolos de transporte, e.g., un par puede ser identificado mediante su dirección IP y puerto. Sin embargo, esta representación es inflexible e incapaz de proporcionar un sistema de identificación independiente de la red de transporte subyacente.

Capítulo 3

Trabajos relacionados

Las agendas electrónicas, que han sido incorporadas a las empresas, organizaciones e instituciones académicas, suelen ser utilizadas como recordatorios por los participantes a una reunión. Para el organizador de la reunión, dichas agendas resultan un medio adicional de comunicación con los miembros de su equipo de trabajo [Lengwe et al., 2022], gracias a las notificaciones y a los mensajes enviados, ya sea por medio de la misma agenda o del sistema de correo electrónico, al crearse una reunión.

Las agendas actuales tienen una interfaz de usuario sofisticada y la capacidad de ser asociadas con otras aplicaciones, como el sistema de correo electrónico [Mosier and Tammam, 1997]. Estas herramientas de escritorio incluyen funcionalidades para el mantenimiento de los eventos personales y grupales. Además de facilitar la organización de reuniones, las agendas electrónicas pretenden facilitar la comunicación entre los miembros de un grupo, quienes pueden estar distribuidos geográficamente, ya que los mantienen actualizados sobre eventos y actividades dentro de sus espacios de trabajo [Collazos et al., 2019]. Por lo tanto, se ha desarrollado múltiples herramientas de este tipo, bajo la premisa de que el soporte de la coordinación y la comunicación es, en general, un aspecto fundamental de su diseño e implementación [Cheng and Olechowski, 2024].

Durante de la pandemia de COVID-19, la forma de comunicación en reuniones o conferencias tuvo un gran impacto, ya que había una mezcla de actividades laborales y personales, en un mismo espacio físico, que requerían de planificación. Grandes empresas ofrecieron herramientas de videoconferencias y agendas electrónicas que agilizaron el trabajo colaborativo entre grupos considerables de personas. En la siguientes secciones, se analizan las funcionalidades de las principales agendas propuestas en el ámbito comercial.

3.1. Microsoft Teams

Microsoft Teams [Mic, 2023] es uno de los sistemas de software más utilizados para realizar videoconferencias y cuenta con un calendario que, a su vez, está enlazado con el correo electrónico de Outlook para permitir a los invitados aceptar o rechazar un

evento programado por el anfitrión. Su lanzamiento mundial fue el 14 de marzo del 2017, como un proyecto interno de la compañía, pero el 12 de julio del 2018 fue lanzada su versión gratuita.

La vista que ofrece este sistema permite visualizar los eventos ya asignados por día, semana y mes, llevando un orden cronológico (ver Figura 3.1). De esta manera, el invitado puede incluso tener varios eventos programados para un mismo día a la misma hora.

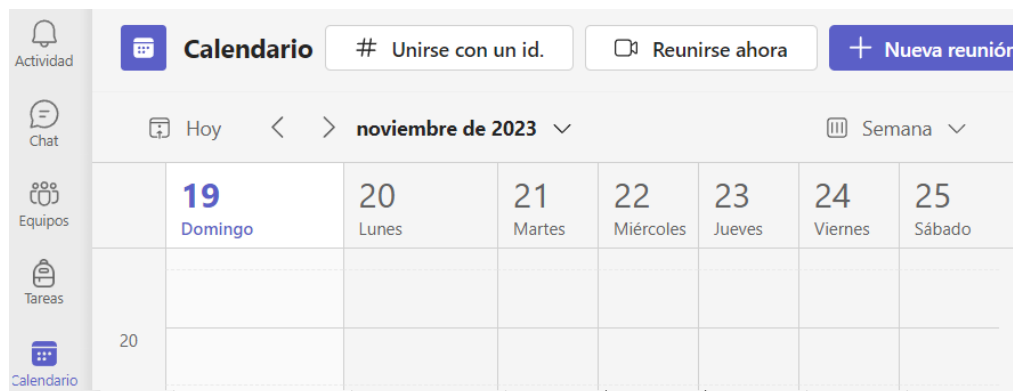
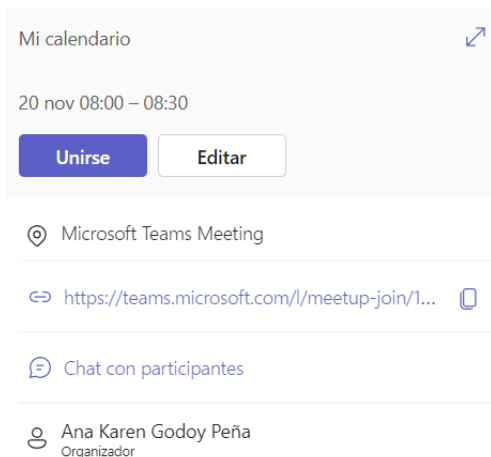
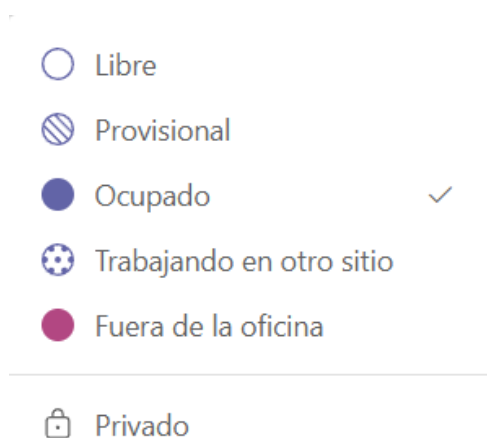


Figura 3.1: Vista principal del calendario Microsoft Teams

Una vez creado un evento, este aparece en el calendario del organizador y de los participantes. Al seleccionar el evento, el organizador puede editarlo, mientras que los invitados sólo tienen la opción de unirse al evento, como se muestra en la Figura 3.2(a). Además, el organizador de la reunión puede establecer su disponibilidad con diferentes opciones, como se muestra en la Figura 3.2(b).



(a) Información sobre el evento



(b) Disponibilidad del organizador

Figura 3.2: Vista del organizador (a) y vista de los participantes (b) del evento

Al crear una reunión en Microsoft Teams, se genera un enlace URL que funciona como invitación para los participantes (ver Figura 3.3). Este enlace es enviado por

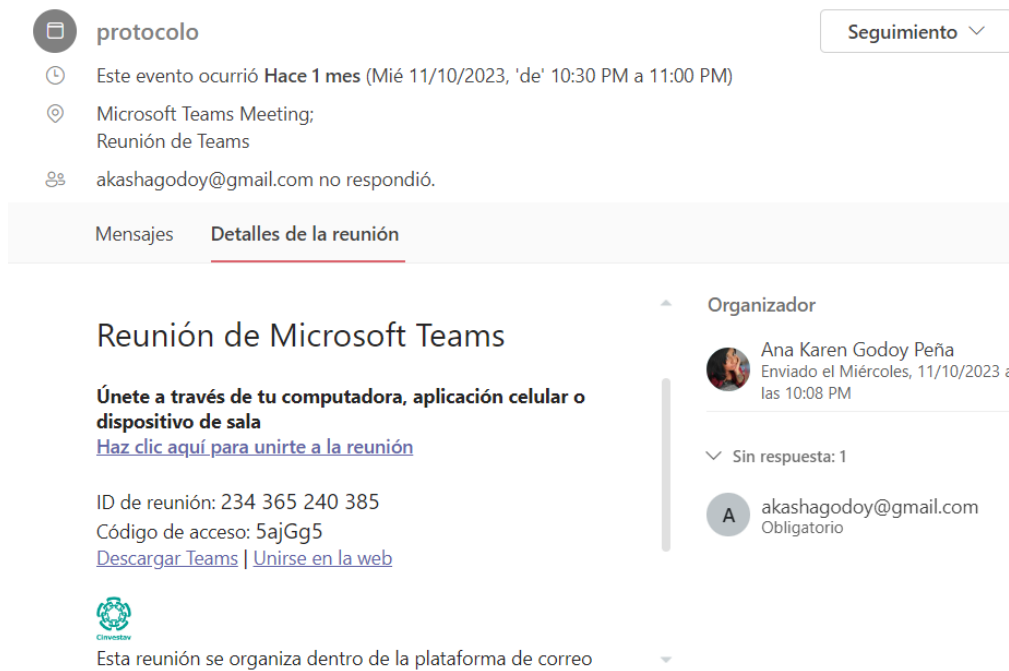


Figura 3.3: Correo electrónico enviado por Microsoft Teams al crear el evento

Microsoft Teams a cada persona mediante correo electrónico. Los participantes pueden utilizar este enlace para unirse a la reunión en la fecha y hora programadas. Cuando el evento ya está registrado en el calendario, el organizador puede visualizar y copiar este enlace para compartirlo con los participantes, en caso de ser necesario.

El organizador puede definir la fecha y hora del evento, incluyendo su duración. Microsoft Teams también ofrece la opción de indicar a los participantes si deberán asistir a una ubicación física o si la reunión será en línea. Además, el organizador puede iniciar un chat con los participantes antes, durante o al finalizar el evento.

Si un participante intenta contactar al organizador a través del chat, el primero podrá ver la disponibilidad actual del segundo, pero no podrá acceder a la disponibilidad de los demás participantes del evento. Esta visibilidad es útil para saber si el organizador está disponible para responder.

En caso de organizarse un nuevo evento (ver Figura 3.4) o de tener una reunión ya agendada en el mismo horario, los eventos podrían empalmarse en el calendario de algún participante, teniendo así dos o más juntas en el mismo día y a la misma hora.

El organizador puede cambiar el color de los eventos, asignando una categoría que define la prioridad o importancia (ver Figura 3.5). De esta manera, el participante tendrá una mejor visualización y organización de sus eventos. El color rojo marca la prioridad de “urgente”, siendo la más alta, y va disminuyendo hasta el color púrpura, que denota la prioridad más baja.

Figura 3.4: Creación de un nuevo evento

Al estar sincronizado el calendario con el correo electrónico de Outlook, el organizador puede requerir una confirmación de cada participante. Cuando un evento es creado, Microsoft Teams envía un correo electrónico con una invitación, solicitando una confirmación a cada participante para saber si asistirá o no al evento. El participante tiene tres opciones a elegir:

- Aceptar
- Declinar
- Dejar pendiente

Si el evento es creado con miembros de una organización, e.g., escuela, trabajo o familia, el registro (i.e., la confirmación de asistencia) podrá solicitarse sólo a algunos o a todos los participantes que han sido invitados al evento (ver Figura 3.6).

Cada participante tiene la opción, si así lo requiere, de proponer una hora o fecha diferente a la establecida por el organizador (ver Figura 3.7). Esta propuesta es enviada mediante el correo electrónico de Outlook. Si el organizador acepta la propuesta, se envía nuevamente un correo al participante con la aceptación de la propuesta sobre la nueva fecha y hora, que se registrará en su calendario [Tea, 2023]. En el correo, no sólo se visualiza la aceptación del organizador, sino también se podrá revisar si el organizador aceptó todos cambios propuestos por el participante o si

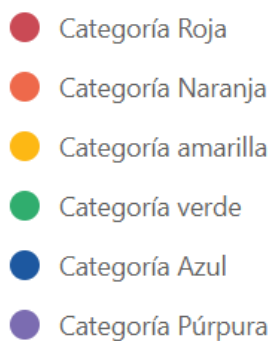


Figura 3.5: Nivel de prioridad de un evento

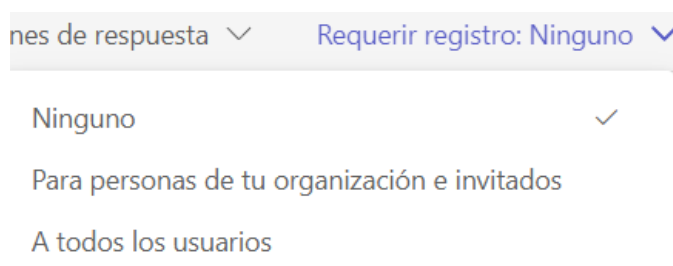


Figura 3.6: Solicitud de registro de los participantes

realizó ajustes, los cuales podrán ser aceptados o rechazados por el participante. Si el organizador acepta los cambios propuestos, el evento se actualiza de manera automática, en los calendarios de todos los implicados y nuevamente se les envía un correo electrónico [Age, 2023].

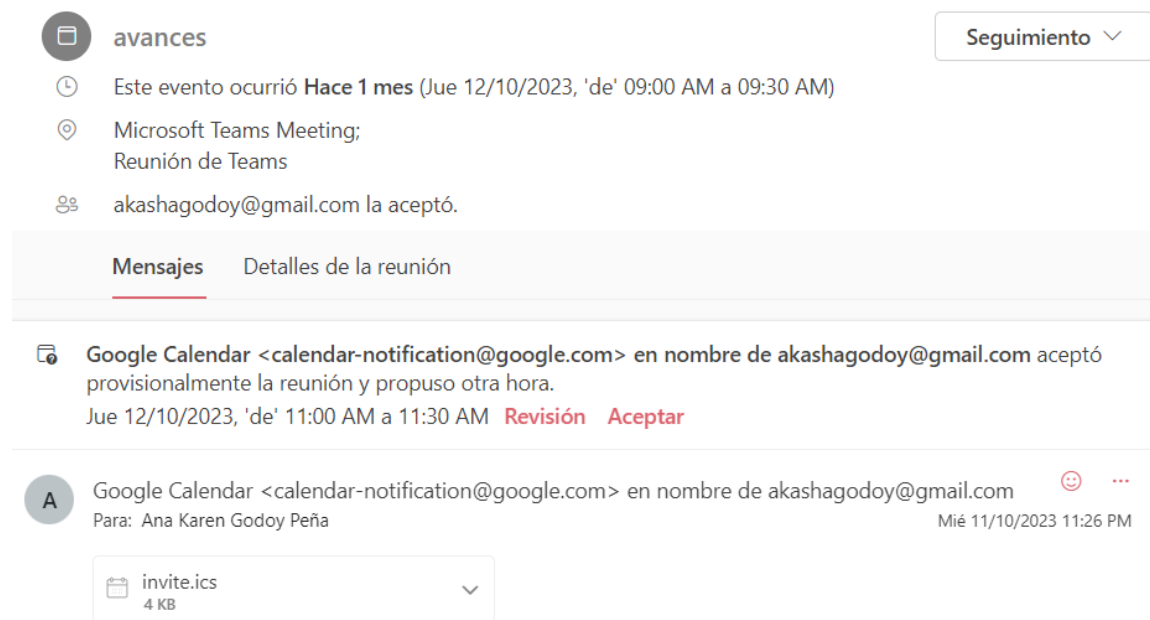


Figura 3.7: Correo del participante referente a la solicitud de cambio del evento

3.2. Google Calendar

Google [Goo, 2023a] lanzó en 2004 su servicio de correo electrónico Gmail y en 2006 su servicio de Google Calendar (ver Figura 3.8). Sin embargo, el 7 de julio de 2009, Google deja atrás la versión Beta para que los usuarios no estuvieran obligados a tener una cuenta de Gmail para poder usar Google Calendar.

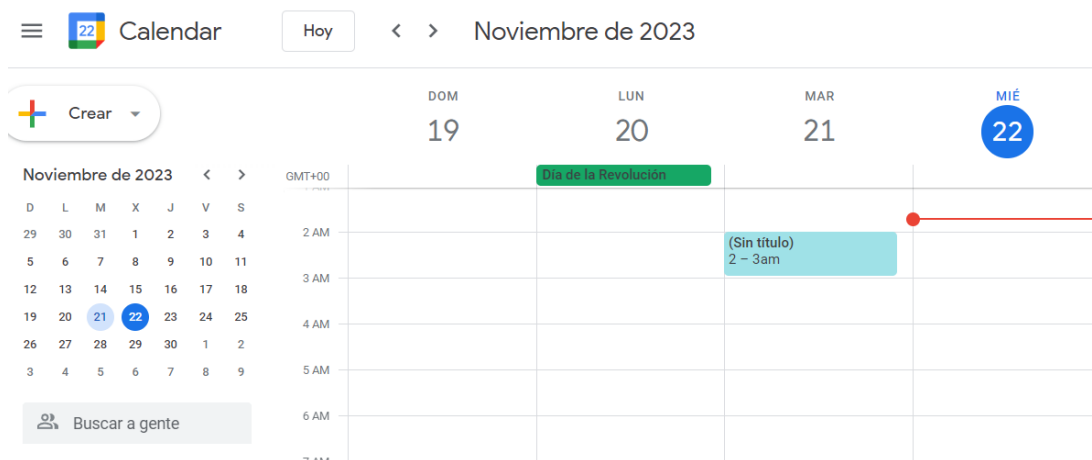


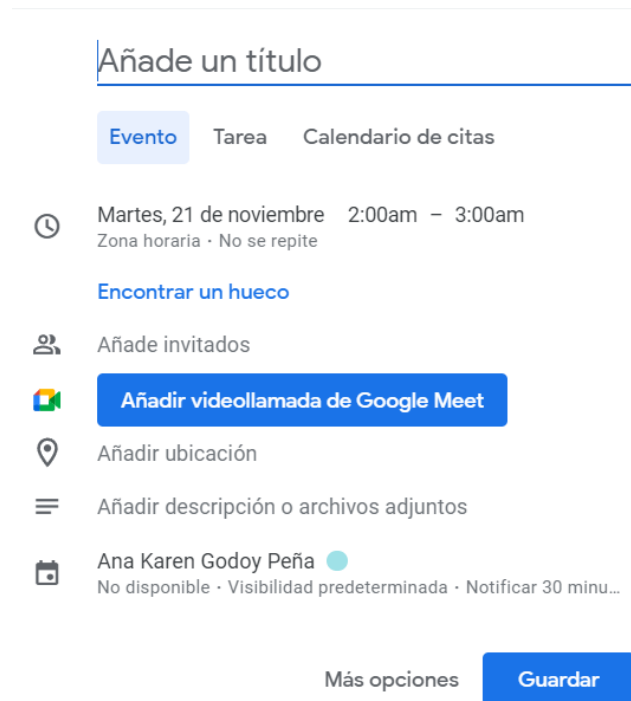
Figura 3.8: Vista principal de Google Calendar

Para recibir notificaciones y recordatorios de los eventos programados, los usuarios pueden configurar avisos personalizados, lo que ayuda a estar al tanto de las actividades pendientes. Además, Google Calendar ha sido creado con un enfoque colaborativo, permitiendo compartir información de dos maneras:

- **Calendario completo:** los usuarios pueden compartir su calendario entero con otras personas, otorgándoles diferentes niveles de acceso, como la capacidad de visualizar o incluso modificar los eventos.
- **Eventos individuales:** también es posible compartir únicamente eventos específicos, añadiendo a otras personas como invitados, quienes recibirán la información de dichos eventos, sin necesidad de acceder a todo el calendario.

En ambos casos, se genera automáticamente un enlace URL que se envía a los participantes a través de un correo electrónico. Además, para eventos públicos, Google Calendar permite utilizar la opción “publicar evento”, que crea un código HTML o enlace URL que puede compartirse para que otros usuarios puedan ingresar al evento.

Cuando el organizador crea un evento (ver Figura 3.9), él puede establecer la fecha y hora, incluyendo la opción de horario laboral, que permite al organizador hacer visible su disponibilidad en horas de trabajo para que los usuarios estén conscientes de ella. Es posible que los participantes no tengan un horario disponible para el evento creado por el organizador, no obstante el evento será asignado en su calendario.



The image shows the Google Calendar 'Create Event' interface. At the top is a text input field labeled 'Añade un título'. Below it are three tabs: 'Evento' (selected), 'Tarea', and 'Calendario de citas'. The event details section includes a clock icon, the date and time 'Martes, 21 de noviembre 2:00am - 3:00am', and the text 'Zona horaria · No se repite'. Below this is a link 'Encontrar un hueco'. The 'Add invitees' section has a person icon and the text 'Añade invitados'. The 'Add Google Meet link' section has a Google Meet icon and a blue button labeled 'Añadir videollamada de Google Meet'. The 'Add location' section has a location pin icon and the text 'Añadir ubicación'. The 'Add description or attachments' section has a list icon and the text 'Añadir descripción o archivos adjuntos'. At the bottom, there is a calendar icon, the name 'Ana Karen Godoy Peña' with a blue status dot, and the text 'No disponible · Visibilidad predeterminada · Notificar 30 minu...'. At the very bottom are two buttons: 'Más opciones' and a blue 'Guardar' button.

Figura 3.9: Creación de un evento en Google Calendar

El uso compartido del calendario permite a los participantes no sólo visualizar la disponibilidad de sus colegas (si están libres u ocupados), sino también acceder a todos los detalles de los eventos, según el nivel de permiso otorgado por el organizador.

Al crear un evento, el organizador puede ajustar la disponibilidad (si estará libre u ocupado) y modificar el tiempo de anticipación de las notificaciones que recibirán los participantes. Además, al crear un evento en Google Calendar, el organizador tiene la opción de agregar automáticamente un enlace de Google Meet, la aplicación de Google para videollamadas, lo que facilita la participación en reuniones virtuales [Goo, 2023c]. Una vez creado el evento, este queda registrado en el calendario del organizador en la hora y fecha establecida.

Cuando un participante acepta la invitación a un evento, de igual manera aparece en su calendario personal. También puede crear una sección en “otros calendarios” para visualizar, si así lo desea, los eventos o tareas que registre el organizador.

El inconveniente que presenta Google Calendar es que un evento no siempre se registra en el horario programado por el organizador. Por ejemplo, en la Figura 3.10, el evento fue creado para el 11 de octubre del 2023 a las 23:00 hrs y en el calendario del participante se registró a las 17:00 hrs.

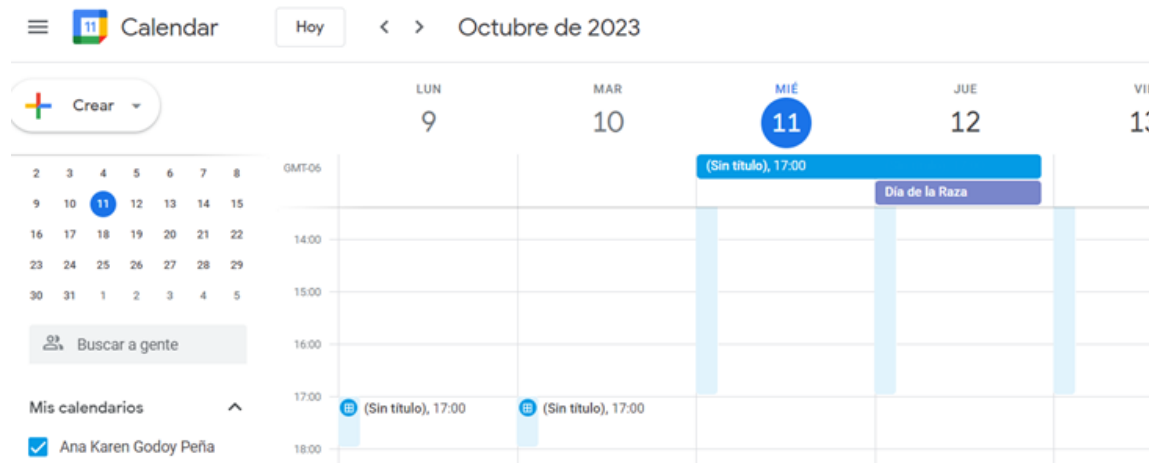


Figura 3.10: Eventos registrados en Google Calendar

El correo que es enviado a cada participante, le permite elegir una de tres opciones de asistencia: si, no o quizás, pero si este evento le presenta inconvenientes, el participante puede indicar al organizador que desea proponer una hora distinta o añadir una nota (ver Figura 3.11). Cuando un participante selecciona la opción “proponer otra hora”, él podrá visualizar en dónde agendará el cambio que le proponga al organizador (ver Figura 3.12).

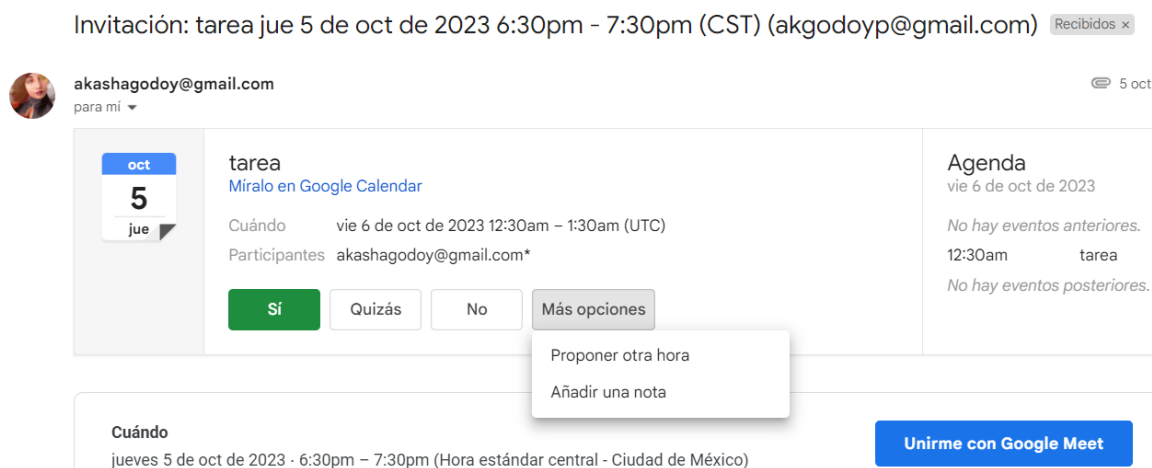


Figura 3.11: Opciones de confirmación del evento

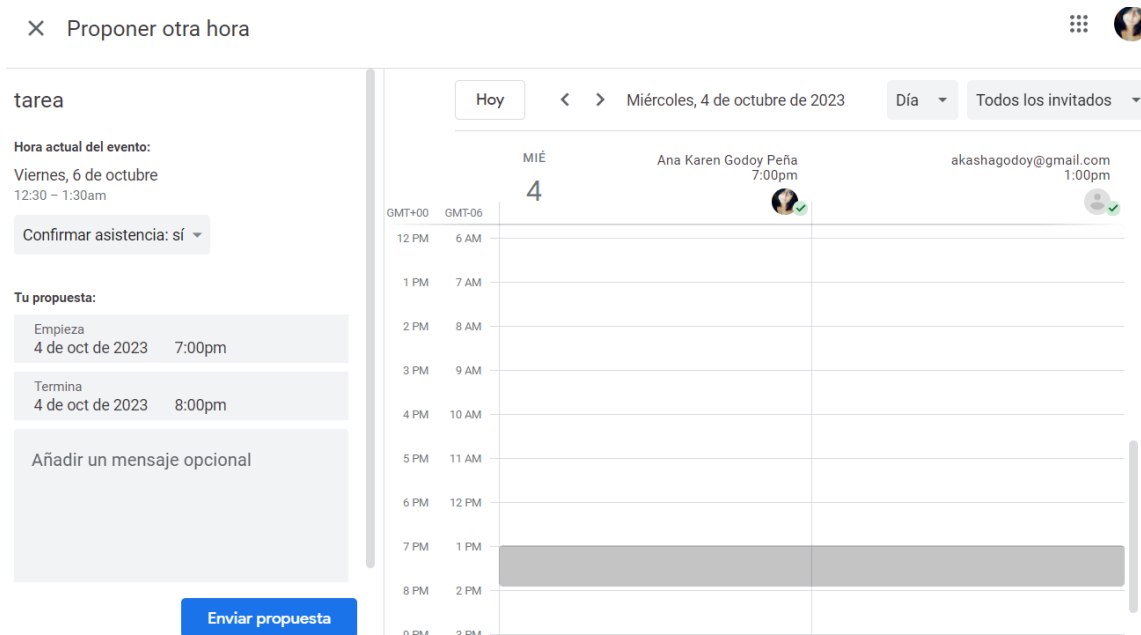


Figura 3.12: Solicitud de cambio de horario del evento creado por el organizador

Todos los cambios y notas que se pueden hacer, respecto al evento programado, serán notificadas por medio del correo electrónico (ver Figura 3.13). Si el participante acepta la primera invitación, aún así podrá proponer una nueva fecha y hora.

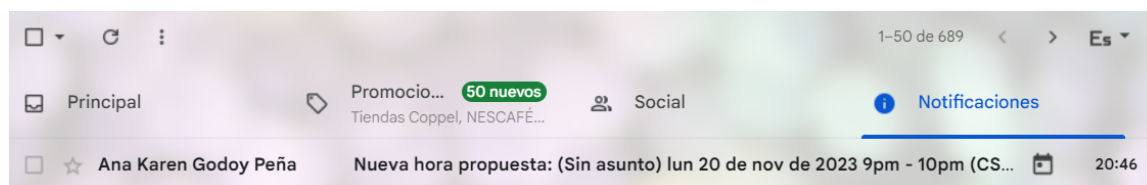


Figura 3.13: Correo enviado por un participante para un cambio de hora

Si el evento es cambiado por la propuesta (ver Figura 3.14), Google Calendar enviará un correo electrónico indicando la hora y fecha originales, así como las nuevas sugeridas (ver Figura 3.15).

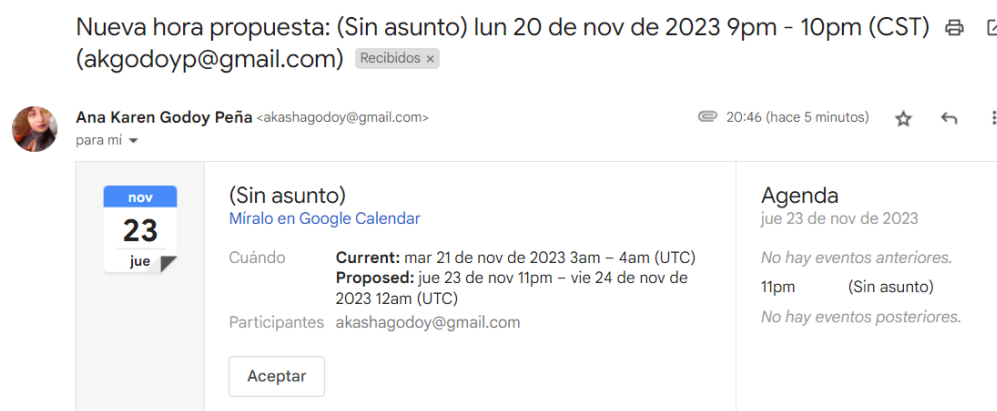


Figura 3.14: Detalles de la nueva propuesta con un cambio de fecha y hora



Figura 3.15: Correo electrónico enviado por Google Calendar con la nueva propuesta

3.3. Calendario de Zoom

Además de los calendarios descritos anteriormente, también se tienen el calendario de Zoom (ver Figura 3.16). La primera versión, que se lanzó el 10 de septiembre de 2012, fue para una empresa con una capacidad de 15 participantes, pero el 25 de enero del 2013 lograron ampliar el número de participantes, logrando llamar la atención de nuevas empresas y aumentando a 1 millón de usuarios en 2013 [Zoo, 2023].

La programación de eventos puede hacerse directamente desde la aplicación de escritorio, móvil o desde el mismo servidor web de Zoom. Sin embargo, para poder visualizar estos eventos, se debe sincronizar con el calendario de Outlook, iCal o Google Calendar. Para otros calendarios, existe un archivo ICS que puede ser abierto en la mayoría de las aplicaciones de correo electrónico [Reu, 2023].

Figura 3.16: Vista de la creación del evento en Zoom

Una característica de Zoom que distingue la forma de registrar un evento es que al crearlo, se proporciona el enlace URL y una clave de acceso para poder unirse al evento, una vez confirmado por correo electrónico (ver Figura 3.17). El organizador puede seleccionar qué características pueden habilitarse al unirse al evento [Des, 2023].

The image shows the Zoom meeting creation settings page. It includes sections for 'ID de reunión' (Meeting ID) with radio buttons for 'Generar automáticamente' (selected) and 'ID personal de la reunión 937 427 8081'. The 'Plantilla' (Template) section has a dropdown menu labeled 'Seleccionar una plantilla'. The 'Whiteboard' section has a button 'Añadir pizarra'. The 'Seguridad' (Security) section has a checked checkbox for 'Clave de acceso' (Access Key) with a text input field containing 'b7WpT3', and an unchecked checkbox for 'Sala de espera' (Waiting Room). Below these are instructions: 'Solo pueden unirse a la reunión los usuarios que tienen un código de acceso o un enlace de invitación' and 'Solo pueden unirse a la reunión los usuarios admitidos por el anfitrión'. The 'Video' section has radio buttons for 'Anfitrión' (Host) and 'Participante' (Participant), both with 'Encendido' (On) and 'Apagado' (Off) options, where 'Apagado' is selected for both. The 'Opciones' (Options) section has a link 'Mostrar'. At the bottom are 'Guardar' (Save) and 'Cancelar' (Cancel) buttons.

ID de reunión ☒ Generar automáticamente ☐ ID personal de la reunión 937 427 8081

Plantilla

Whiteboard

Seguridad ☒ Clave de acceso
Solo pueden unirse a la reunión los usuarios que tienen un código de acceso o un enlace de invitación
☐ Sala de espera
Solo pueden unirse a la reunión los usuarios admitidos por el anfitrión

Video Anfitrión ☐ Encendido ☒ Apagado
Participante ☐ Encendido ☒ Apagado

Opciones [Mostrar](#)

Figura 3.17: Continuación de la vista para la creación de un evento en Zoom

3.4. Brevo

Después del distanciamiento físico, debido a la pandemia de la enfermedad del nuevo coronavirus (COVID-19), se desarrollaron muchas más aplicaciones que ayudaron a que las empresas y escuelas pudieran realizar entrevistas semiestructuradas [Santhosh et al., 2021]. Algunas de estas aplicaciones pueden describirse con base al estudio de su funcionamiento.

Una plataforma que funciona de la misma manera es Brevo (ver Figura 3.18) producto de la empresa eMarketing que fue fundada en 2007 [Bre, 2023]. Antes conocido como Sendinblue, Brevo es una plataforma gratuita que permite al usuario sincronizar su correo y calendario de Google u Outlook, permitiendo compartir eventos por medio de un enlace URL. Al crear un evento, Brevo permite elegir si la reunión será en persona o por videoconferencia, ofreciendo vincular las cuentas del usuario en cualquiera de las plataformas mencionadas anteriormente.

Brevo

- Inicio
- Contactos
- Campañas
- Automatizaciones
- Transaccional
- Conversaciones
- Oportunidades
- Meetings**
 - Reuniones programadas
 - Editor de página
 - Disponibilidad
 - Ajustes

Protocolo

¿Qué tipo de reunión quiere ofrecer?

Nombre del tipo de reunión*

Herramienta de comunicación o ubicación

☐ Usar dirección para reunión en persona

Descripción

La descripción estará visible en su página de reservas. Procure que sea breve y que destaque. Describa lo que ofrecerá durante la reunión.

Duración *

☒ Mostrar en la página de reservas principal

☐ Cobrar por esta reunión y muestre el precio

Figura 3.18: Creación de un evento en Brevo

Esta plataforma puede convertir los eventos gratuitos en eventos de paga al activar la opción, solicitando a los participantes el pago establecido por el organizador para poder acceder a la reunión.

3.5. Google Keep

Google Keep forma parte de Google Inc. y fue lanzada el 20 de marzo del 2013 [Kep, 2023]. Google Keep permite a los usuarios controlar los límites interpersonales, configurando quién puede acceder o colaborar en sus notas, lo que refleja la gestión de privacidad. Además, su diseño ha evolucionado en respuesta a las nuevas exigencias tecnológicas y de privacidad, adaptándose al entorno cambiante con un enfoque en simplicidad y seguridad [Gonzalez Diaz et al., 2022].

Google Keep permite agendar una reunión, sincronizándose automáticamente por medio de Google Calendar, Google Assistant, OneNote, entre otros. Sin embargo, también existen agendas electrónicas que permiten asignar tareas o eventos y que no dependen de dichos calendarios para mantener al usuario informado de su día a día. Cabe mencionar que si existe la sincronización opcional para algunos calendarios, ya que Google Keep envía notificaciones de los eventos. En este tipo de agendas, la interfaz de usuario es más fácil de manejar, ya que pueden aparecer los eventos como notas adhesivas electrónicas o un calendario por semana o mes. Esta interfaz de usuario aparece al acceder Google Keep, sin tener que redireccionar a una página

nueva, correo, calendario o aplicación (ver Figura 3.19).



Figura 3.19: Vista principal de Google Keep

Al crear una nota, el usuario puede indicar si esta es personal o compartida. Cuando es compartida, el organizador puede registrar el evento con la hora y fecha deseadas y la opción de visualizar si los participantes están libres u ocupados. En la vista del participante, la nota aparecerá con un horario distinto, ya que Google Keep registra el evento cinco minutos antes, creando una diferencia de tiempos en las vistas de los usuarios: si el organizador registra un evento en tiempo real a las 17:00 hrs y en la nota lo programa a las 17:30 hrs, al participante se le registrará a las 17:25 hrs. Las notificaciones se realizan por medio de la aplicación móvil o del servidor web de Google Keep, pero para ambos deben otorgarse los permisos necesarios para que puedan aparecer en segundo plano. También se envía un correo electrónico al participante indicando que se han compartido notas.

Las notas o eventos se clasifican conforme se van creando y se pueden generar varias notas con la misma fecha y hora [Goo, 2023b]. Las notas pueden conservarse, en la interfaz de usuario, el tiempo que el usuario desee (ver Figura 3.20) ya que no son eliminadas al concluir los eventos y su nivel de prioridad sólo está definido si el usuario fija las notas en el tablero para que estas siempre aparezcan al inicio (ver Figura 3.21).

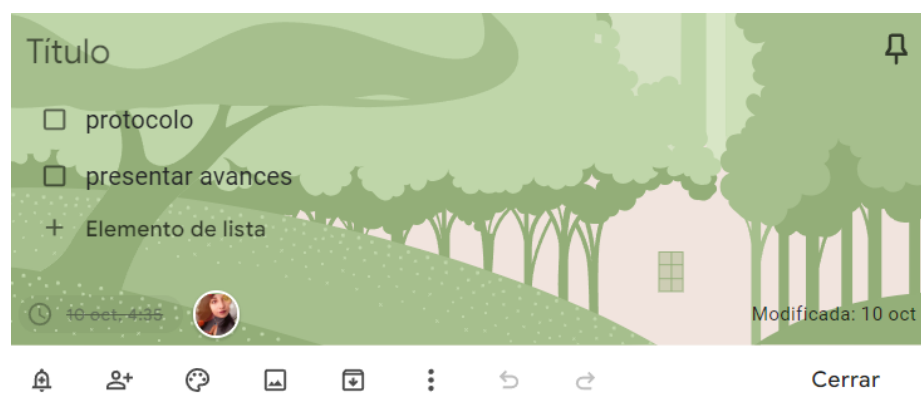


Figura 3.20: Creación de una nota en Google Keep

Recordatorio:

Mañana	8:00
--------	------

Próxima semana	lun, 8:00
----------------	-----------

Casa	Bosques De Ibiza - Davivir
------	----------------------------

🕒 Elegir fecha y hora

📍 Elegir sitio

Figura 3.21: Horario establecido para una nota en Google Keep

3.6. Trello

Trello es una plataforma que también cuenta con un organizador que muestra, en su interfaz de usuario, las tarjetas que se crean para trabajar de manera personal o colaborativa (ver Figura 3.22). Al inicio, se pueden visualizar los espacios de trabajo donde se encontrarán los tableros creados por el usuario y los que han sido compartidos con el usuario por sus colegas.

En un espacio de trabajo colaborativo, se puede ver a los miembros del grupo. Las tarjetas pueden clasificarse en dos secciones, “en proceso” y “en hecho”, mostrando en colores distintos las fechas en que deben cumplirse. Si aún no se cumplen las tareas descritas en las tarjetas y siguen en el apartado “en proceso”, sus fechas se volverán de color rojo para que se les pueda dar prioridad (ver Figura 3.23).



Figura 3.22: Vista principal de los tableros en Trello

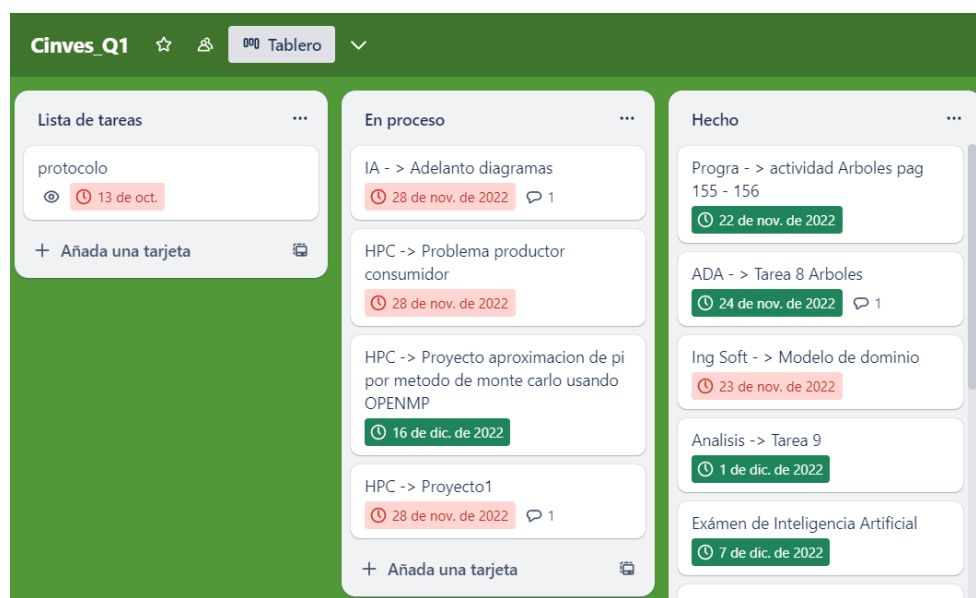


Figura 3.23: Vista de las tareas asignadas en Trello

Al mostrar el calendario, las tarjetas aparecerán por día y por color de prioridad (ver Figura 3.24). Cuando se crea una lista de tareas (ver Figura 3.25) se tiene una opción para cambiar tanto a los miembros que tienen asignada una tarea, como la fecha límite para concluir las. Si el usuario ya no desea ver la tarjeta puede eliminarla o archivarla.

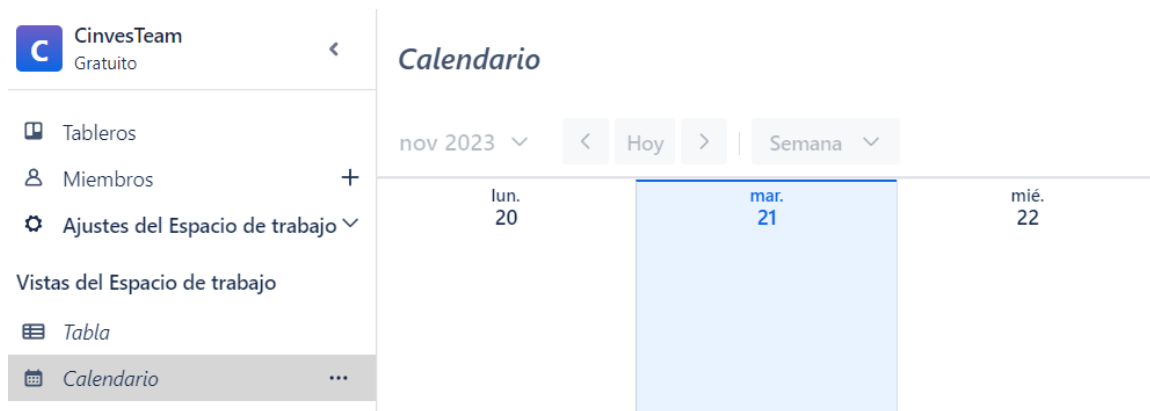


Figura 3.24: Vista del calendario en Trello

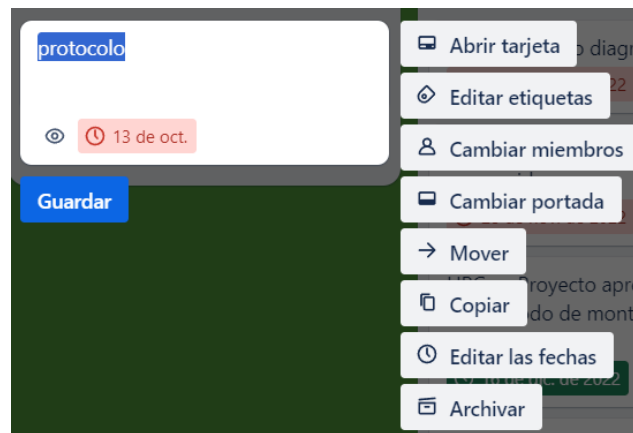


Figura 3.25: Atributos para la creación de una tarjeta en Trello

Al contar con la sincronización del correo electrónico (ver Figura 3.26) se puede dar un seguimiento más específico, enviando notificaciones con cada modificación que se realice en el tablero. Si se crea una tarjeta en modo de *checklist* (ver Figura 3.27(a)) se pueden asignar ciertas tareas a miembros específicos que estén en la lista de tareas (ver Figura 3.27(b)), dando un tiempo determinado para que el colaborador asignado pueda cumplir con la tarea descrita en la tarjeta.

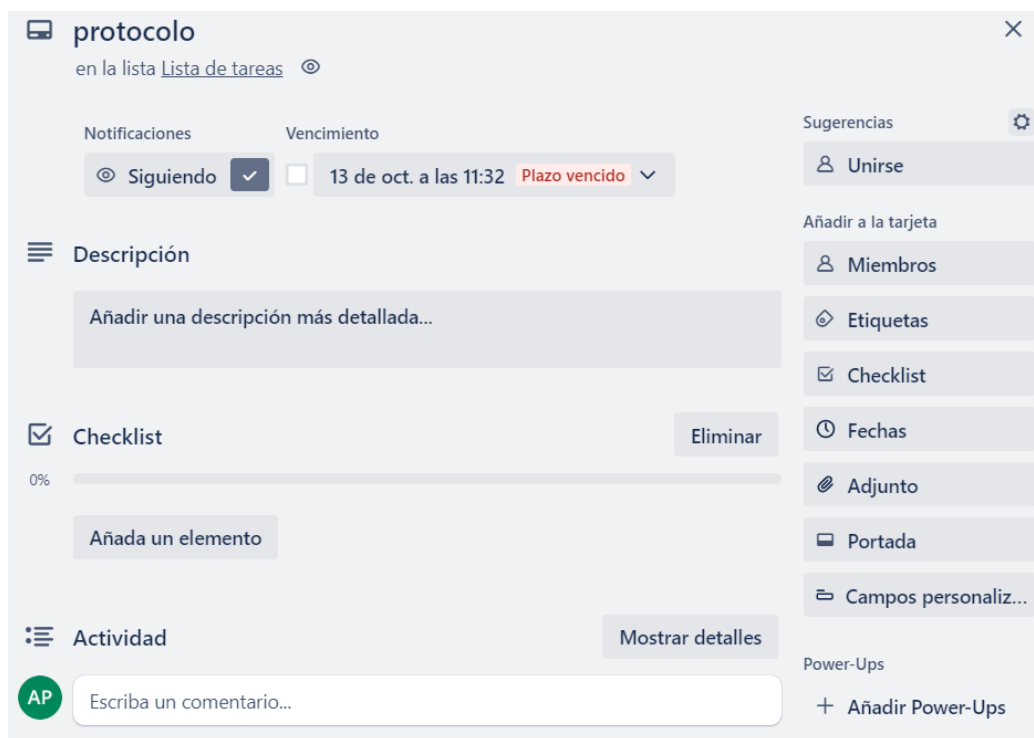
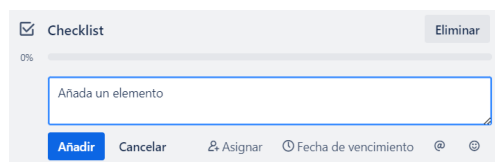
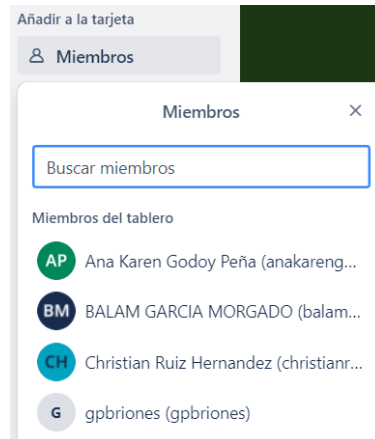


Figura 3.26: Activación de notificaciones de las tareas de Trello

(a) Creación de la tarjeta en modo *checklist*

(b) Colaboradores registrados en el calendario

Figura 3.27: Vistas de la creación del *checklist*

Las notificaciones de vencimiento de las tareas (ver Figura 3.28) pueden registrarse en momentos específicos, cambiando el color de la tarjeta por una etiqueta de “vence pronto” (ver Figura 3.29) para que el usuario pueda tomarlo en cuenta y darle prioridad.

protocolo
en la lista [Lista de tareas](#) ⓘ

Notificaciones Vencimiento
 ⓘ Siguiendo ✓ ☐ 13 de oct. a las 11:32 Plazo vencido ▼

Descripción
 Añadir una descripción más detallada...

Checklist Eliminar
 0%
 Añade un elemento
 Añadir Cancelar & Asignar ⌚ Fecha de vencimiento @ ⓘ

Actividad Mostrar detalles
 AP Escriba un comentario...

Fechas ×
 < octubre 2023 >

LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIE	SÁB	DOM
25	26	27	28	29	30	1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31	1	2	3	4	5

Fecha de inicio
☐ D/M/AAAA

Fecha de vencimiento
 ✓ 13/10/2023 11:32

Crear recordatorio
 1 día antes ▼

Se enviarán recordatorios a todos los miembros y seguidores de esta tarjeta.

Guardar

Figura 3.28: Asignación de fecha y hora para la conclusión de la tarea

protocolo
en la lista [Lista de tareas](#) ⓘ

Notificaciones Vencimiento
 ⓘ Siguiendo ✓ ☐ 13 de oct. a las 11:32 Plazo vencido ▼

Figura 3.29: Color de prioridad de cada tarjeta

3.7. Análisis comparativo

Las conclusiones generales en investigaciones anteriores han indicado que un gran número de personas aún prefieren hacer uso de agendas de papel [Tomitsch et al., 2006]. Sin embargo, el objetivo de este estudio es recopilar datos cualitativos que nos ayuden a mejorar la planificación de reuniones presenciales con reservación de recursos físicos y humanos (personal de apoyo), así como mejorar el manejo de la disponibilidad de los colaboradores que participarán en la reunión, introduciendo candados en los horarios de los participantes y de los recursos que se necesitarán.

En una agenda electrónica, los recordatorios y las alarmas son una de las principales características distintivas de los modernos sistemas de gestión del tiempo y

planificación de eventos. Algunos usuarios, al ver este tipo de opciones, han cambiado de una agenda en papel a una en línea, porque la agenda de papel no puede tener una función de alarma [Palen, 1999]. La arquitectura SOA (*Service-Oriented Architecture*) es un enfoque de diseño de software en el que la funcionalidad se agrupa en torno a procesos de negocios y se empaqueta como servicios interoperables. Estos servicios se comunican entre sí de forma independiente, lo que permite flexibilidad, reutilización y un acoplamiento flexible entre servicios [Erl, 2005a].

En plataformas como Google, Microsoft Teams y Zoom, los colaboradores se representan como servicios que intercambian mensajes, ya sea de audio, video o texto. Además de estos servicios de usuario, los servidores que gestionan las conferencias funcionan como nodos que proporcionan servicios esenciales, tales como la autenticación de usuarios, el almacenamiento temporal de mensajes y el uso compartido de archivos. Estos sistemas de comunicación permiten a cada servicio participar activamente en la colaboración, manteniendo el flujo de información continuo y seguro [Lonauer et al., 2021].

Brevo también puede entenderse bajo una arquitectura SOA. Los servidores que gestionan el envío masivo de correos electrónicos y SMS actúan como servicios de comunicación, transfiriendo mensajes entre los usuarios (clientes y destinatarios).

En Trello, cada usuario que colabora en un tablero de proyectos es un servicio que interactúa con otros servicios, como las tarjetas de tareas y los tableros, permitiendo la transmisión de información y acciones en tiempo real. Esta plataforma también incorpora servicios de almacenamiento de datos, permitiendo la creación y conservación de información relacionada con la gestión de proyectos, lo que facilita la colaboración y la organización del trabajo en equipo.

Google Keep, por su parte, funciona de manera que cada usuario es un servicio que interactúa en tiempo real con notas colaborativas. Estas notas se sincronizan a través de servidores que actúan como nodos, encargándose de la gestión y almacenamiento de las notas y otros contenidos. La plataforma permite que los usuarios creen, editen y compartan notas, manteniendo una colaboración fluida y sincronizada entre dispositivos y colaboradores.

A partir del análisis de las plataformas actuales que incluyen agendas electrónicas para facilitar la comunicación entre colaboradores y la planificación de reuniones, se logró observar que sus interfaces de usuario agendan eventos sin importar si existe traslape de horarios. Otro aspecto es que todas estas agendas aún se encuentran ligadas a aplicaciones de correo electrónico para poder enviar notificaciones o realizar cambios en los eventos. Finalmente, estas propuestas no contemplan la reservación de los recursos físicos necesarios para realizar reuniones presenciales (ver Tabla 3.2).

Aplicación	Definición	Ejemplos de nodos	Beneficios
Microsoft TEAMS	Plataforma de colaboración que integra videollamadas, chats y gestión de documentos.	- Servicios de usuario en conferencias y chats. - Servidores de almacenamiento de documentos.	Permite la colaboración en tiempo real mediante videollamadas y gestión de documentos.
Google Calendar	Sistema para la gestión de eventos y recordatorios con alarmas.	- Servicios que crean y gestionan eventos. - Servicios de alarmas y recordatorios.	Facilita la organización de eventos con notificaciones y recordatorios automáticos.
Zoom Meeting	Plataforma de videoconferencias para la comunicación en tiempo real.	- Servicios de usuario en videollamadas. - Servidores que gestionan transmisión de video/audio.	Facilita la comunicación en tiempo real a través de videollamadas, con posibilidad de compartir pantallas.
Brevo	Plataforma de <i>marketing</i> digital que gestiona el envío masivo de correos y SMS.	- Servicios de comunicación que envían emails/SMS. - Servicios de personalización de mensajes.	Permite automatizar el <i>marketing</i> con mensajes personalizados y masivos.
Trello	Herramienta de gestión de proyectos basada en tableros visuales.	- Servicios de usuarios, listas y tarjetas de tareas.	Proporciona una visualización clara de las tareas y permite la colaboración en proyectos.
Google Keep	Plataforma de notas colaborativas que permite crear, editar y compartir notas en tiempo real.	- Servicios de usuario que crean y gestionan notas. - Servicios que sincronizan las notas en varios dispositivos.	Facilita la toma de notas colaborativas, con sincronización en tiempo real entre múltiples usuarios y dispositivos.

Tabla 3.1: Comparación de funcionalidades de las aplicaciones analizadas (Parte I)

Aplicación	Reservación de recursos físicos	Dependencia de otras aplicaciones	Disponibilidad de colaboradores
Microsoft TEAMS	X	✓	✓
Google Calendar	X	✓	✓
Zoom Meeting	X	✓	X
Brevo	X	✓	X
Trello	X	✓	X
Google Keep	X	✓	X

Tabla 3.2: Comparación de funcionalidades de las aplicaciones analizadas (Parte II)

Capítulo 4

Análisis y diseño de la agenda colaborativa

Para especificar el análisis y diseño de la agenda colaborativa, se hizo uso de diagramas UML, ya que proporcionan diferentes vistas del sistema para definir su comportamiento y su arquitectura. Primeramente, se presentan los principales casos de uso de la agenda colaborativa (ver Sección 4.1). A continuación, se realizó un modelado de la estructura del sistema en términos de las clases que lo conforman y los diferentes tipos de relaciones entre dichas clases (ver Sección 4.2). En este sentido, se elaboraron diagramas de clases que describen las entidades clave, junto con sus atributos y métodos, así como las interacciones entre ellas y para detallar el comportamiento dinámico del sistema, se crearon diagramas de secuencia, los cuales ilustran la interacción entre objetos en escenarios como la creación de un evento o el envío de notificaciones (ver Sección 4.3). Además, se especificaron las tablas de la base de datos utilizando SQLite, para garantizar la persistencia de los datos del sistema, definiendo las tablas y las relaciones entre ellas (ver Sección 4.4).

4.1. Casos de uso de la agenda colaborativa

Los diagramas de casos de uso se emplearon para representar de manera clara las interacciones entre los usuarios y la agenda colaborativa. Estos diagramas permiten denotar las acciones que cada tipo de usuario puede realizar, como el registro de recursos físicos, la organización de reuniones y la aceptación o rechazo de invitaciones. Cabe mencionar que estos diagramas facilitan la comunicación entre el equipo de desarrollo y el cliente, y ayudan en la identificación de los requerimientos funcionales del sistema.

En la Tabla 4.1 se muestra el primer caso de uso, en el cual los actores involucrados son los usuarios del sistema, quienes pueden desempeñar diferentes roles, como administrador, organizador o participante. Además, el caso de uso detalla el flujo principal del proceso, que comienza con la selección de un rol y culmina con el inicio de sesión, una vez validadas las credenciales. Asimismo, se incluye un flujo alternativo

para gestionar situaciones en las que las credenciales ingresadas son incorrectas o el usuario no está registrado.

Caso de uso	CU 1: Autenticación de usuarios
Actores	Usuario
Propósito	Permite al usuario ser autenticado para acceder a la agenda colaborativa.
Descripción	1.- El sistema muestra las opciones de roles (Administrador, Organizador y Participante). 2.- El usuario selecciona uno de los roles. 3.- El sistema despliega un formulario de inicio de sesión. 4.- El usuario ingresa su nombre de usuario y contraseña. 5.- El sistema valida las credenciales del usuario. 6.- El sistema inicia la sesión.
Flujo alternativo	5.1- El sistema indica al usuario que no está registrado o que sus credenciales son incorrectas. 5.2- El sistema ofrece al usuario la posibilidad de ingresar nuevamente sus credenciales, por lo que este proceso continúa en el paso 3.
Precondiciones	Para tener acceso a las opciones de la agenda, según el rol seleccionado, el usuario tiene que estar registrado en el sistema.

Tabla 4.1: Autenticación de usuarios

En la Figura 4.1 se observa la interacción entre el actor principal (usuario) y las funcionalidades del sistema. El usuario puede seleccionar un rol e ingresar sus credenciales para iniciar sesión. Además, se incluye un manejo de excepciones que notifica al usuario en caso de que sus credenciales sean incorrectas o bien que el usuario no esté registrado.

Para el caso de uso especificado en la Tabla 4.2, los actores involucrados son los usuarios que han sido autenticados previamente en el sistema y tienen asignado el rol de organizador o participante. El flujo principal describe desde la selección del calendario hasta el despliegue de los eventos asociados a un día específico, destacando en el calendario los días del mes actual que contienen eventos.

La Figura 4.2 muestra el caso de uso que describe las interacciones entre el usuario y el sistema para acceder al calendario. Se observa cómo el usuario selecciona el calendario y un día específico, lo que lleva al sistema a abrir el calendario, mostrar los días del mes actual y presentar los eventos registrados en el día elegido. También se incluye un manejo de excepciones que notifica al usuario en caso de no encontrar eventos registrados en el día seleccionado.

En la Tabla 4.3, el caso de uso muestra cómo el organizador realiza el proceso de creación del evento, definiendo la fecha y hora, seleccionando los recursos físicos necesarios, eligiendo a los participantes, y especificando el lugar donde se realizará. En respuesta, el sistema verifica la disponibilidad de los elementos seleccionados y presenta aquellos que están libres y ocupados de manera clara. Si alguno de los elementos

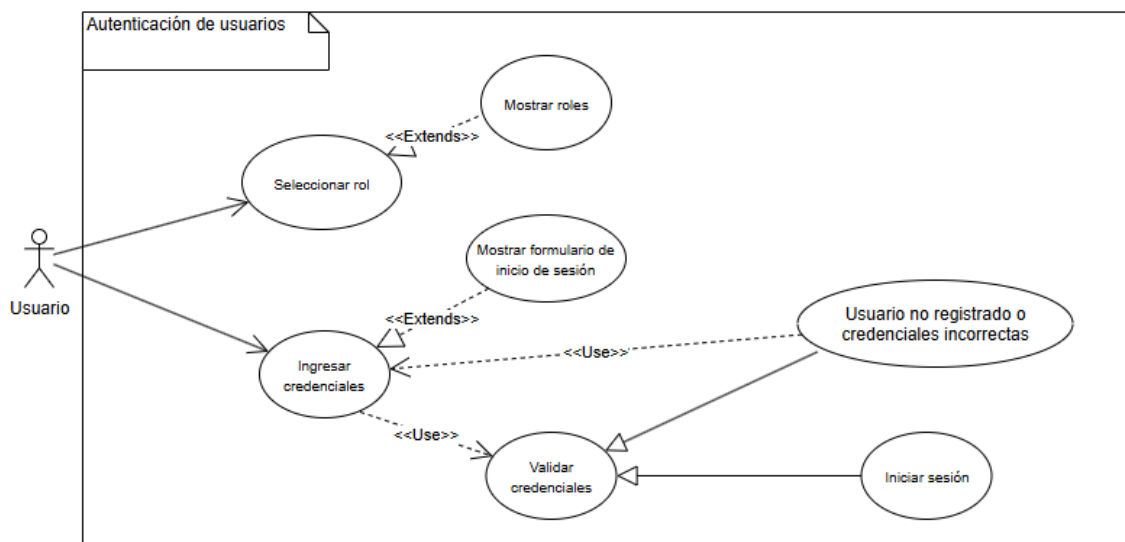


Figura 4.1: Autenticación de usuarios

Caso de uso	CU 2: Acceso a los eventos en el calendario de la agenda colaborativa.
Actores	Usuario
Propósito	Permite al usuario acceder al calendario de la agenda colaborativa.
Descripción	1.-El usuario selecciona el calendario en la agenda colaborativa. 2.-El sistema abre el calendario. 3.-El sistema muestra los días del mes actual con los eventos marcados de manera distintiva. 4.-El usuario selecciona un día específico. 5. El sistema muestra, de manera distintiva, los eventos registrados en el día seleccionado.
Flujo alternativo	5.1. El sistema indica al usuario que no hay eventos registrados en el día seleccionado.
Precondiciones	El usuario ha sido autenticado correctamente y tiene acceso al sistema. El usuario tiene el rol de organizador o participante.

Tabla 4.2: Acceso a los eventos en el calendario de la agenda colaborativa

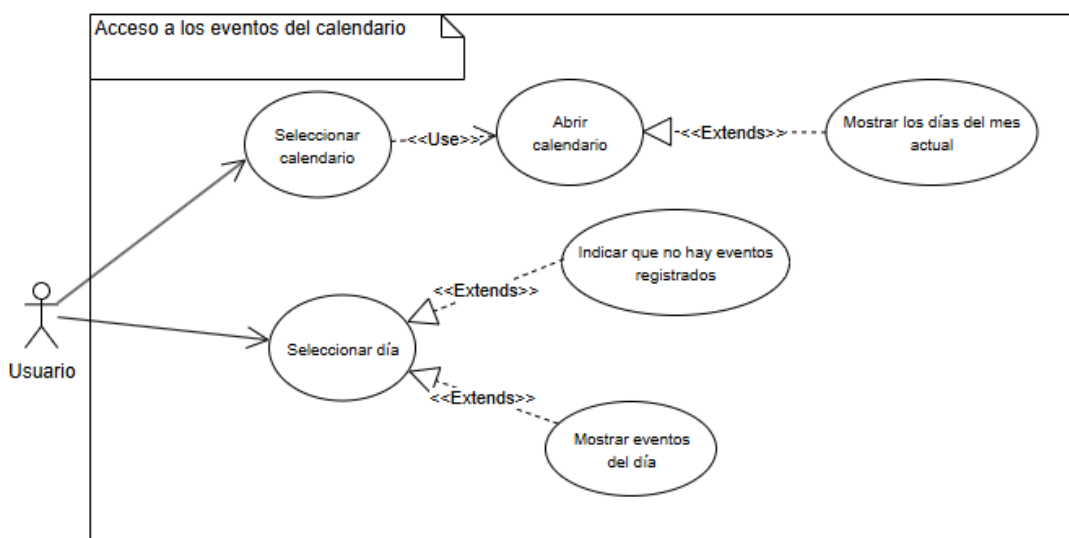


Figura 4.2: Acceso a los eventos en el calendario de la agenda colaborativa

necesarios, como recursos, participantes o lugar, no está disponible, el sistema sugiere al organizador elegir opciones alternativas. Finalmente, el organizador confirma el registro del evento y el sistema lo registra en la agenda de todos los participantes.

En la Figura 4.3, se representa el caso de uso que muestra la interacción entre el organizador y el sistema para la creación de un evento presencial. Se detalla cómo el organizador especifica los elementos del evento (recursos físicos, participantes y lugar) y confirma el registro del evento, tras la verificación de disponibilidad. También se ilustra cómo el sistema maneja las excepciones, ofreciendo alternativas para recursos ocupados o no disponibles.

En el caso de uso de la Tabla 4.4 se tiene la descripción detallada del manejo de una invitación a un evento, desde el acceso a las notificaciones hasta la aceptación o rechazo de una invitación y el impacto de estas acciones en el sistema. Asimismo, se incluye un flujo alternativo para el caso de rechazo.

En la Figura 4.4 se muestra el casos de uso asociado al manejo de invitaciones a eventos. Se representan las interacciones entre el participante y las funciones del sistema, como acceder a la sección de notificaciones, seleccionar un evento y tomar una decisión de aceptación o rechazo.

En la Tabla 4.5, el caso de uso permite al administrador agregar nuevos usuarios al sistema, especificando roles como administrador, organizador o participante que les permitirán realizar funciones específicas en el sistema. El flujo describe desde el acceso al formulario de registro, la introducción de los datos del usuario, la asignación del rol correspondiente, hasta la confirmación y notificación del registro exitoso por parte del sistema.

Caso de uso	CU 3: Creación de un evento presencial en la agenda colaborativa.
Actores	Organizador
Propósito	Permitir a un usuario, con el rol de organizador, crear un evento presencial en la agenda colaborativa.
Descripción	<p>1.-El organizador inicia el proceso de creación de un nuevo evento.</p> <p>2.-El organizador especifica la fecha y hora del evento.</p> <p>3.-El organizador selecciona los recursos físicos que necesita.</p> <p>4.-El organizador elige a los participantes del evento.</p> <p>5.-El organizador indica el lugar donde se realizará el evento.</p> <p>6.-El sistema verifica la disponibilidad del lugar, de los recursos físicos y de los participantes seleccionados.</p> <p>7.-El sistema muestra que la disponibilidad de cada recurso, participante y lugar seleccionado, de manera distintiva, para denotar los recursos libres y ocupados.</p> <p>8.-El organizador confirma el registro del evento.</p> <p>9.- El sistema guarda el evento en la agenda de todos los participantes.</p>
Flujo alternativo	7.1 No todos los elementos que definen una cita están libres, por lo que el sistema da la posibilidad al usuario elegir otros elementos para substituir aquellos que están ocupados, regresando al paso 1.
Precondiciones	El usuario ha sido autenticado correctamente y tiene acceso al sistema.

Tabla 4.3: Creación de un evento presencial en la agenda colaborativa.

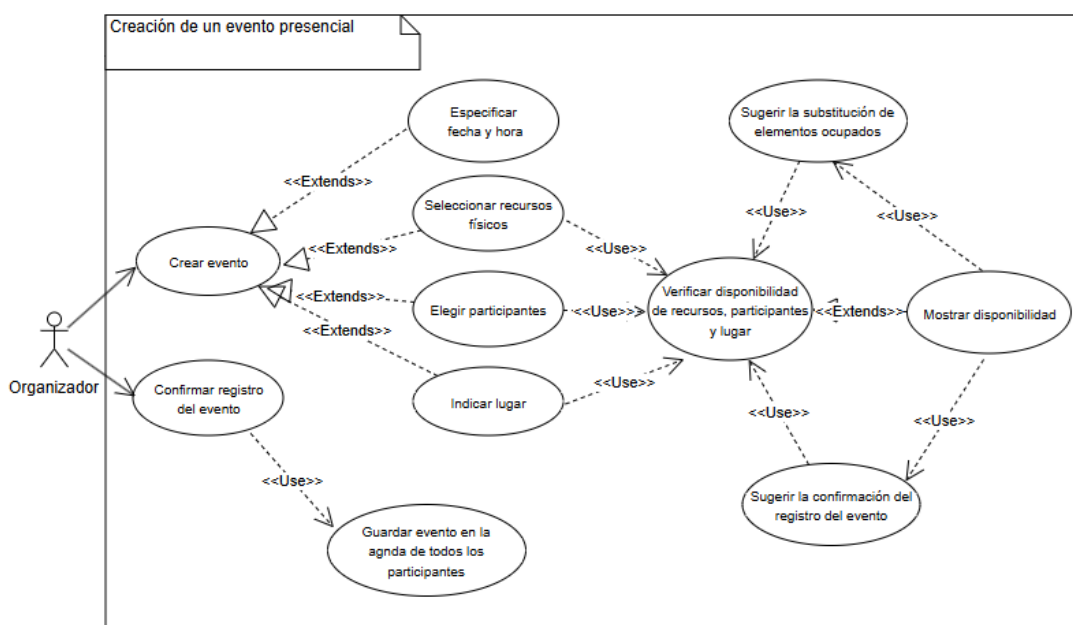


Figura 4.3: Creación de un evento presencial en la agenda colaborativa.

Caso de uso	CU 4: Manejo de una invitación a un evento.
Actores	Usuario con el rol de participante.
Propósito	Permitir a un usuario, con el rol de participante, manejar la invitación a un evento al que ha sido invitado.
Descripción	1.-El participante accede al apartado de notificaciones en la agenda colaborativa. 2.-El sistema muestra la lista de eventos a los que ha sido invitado a participar. 3.-El usuario selecciona un evento. 3.-El participante acepta la invitación al evento. 4.-El sistema registra el evento en el calendario y lo muestra en verde.
Flujo alternativo	3.1- El participante rechaza la invitación a un evento. 4.1- El sistema muestra el evento rechazado en rojo en el apartado de notificaciones
Precondiciones	El usuario tiene que ser agregado como invitado a un evento.

Tabla 4.4: Manejo de una invitación a un evento.

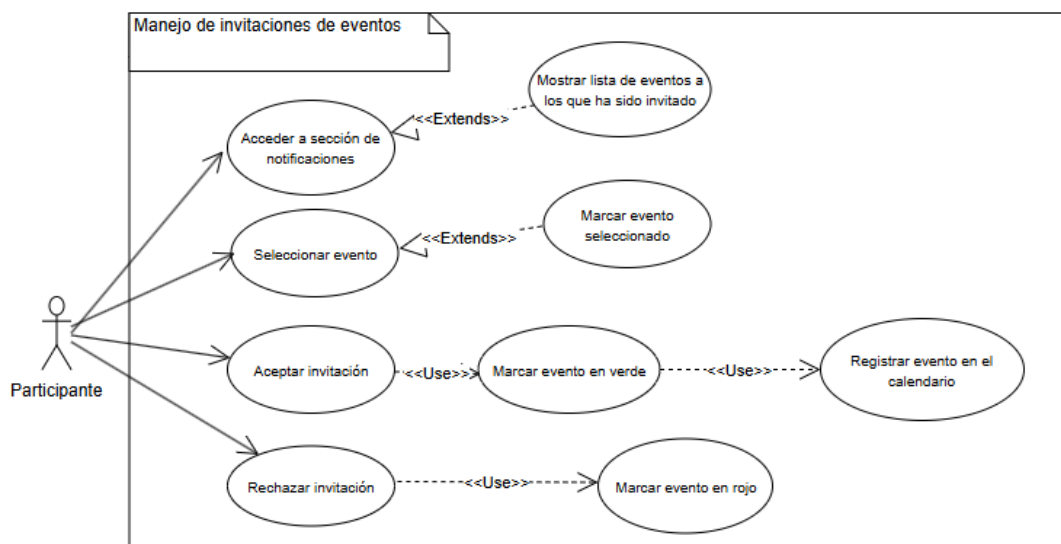


Figura 4.4: Manejo de una invitación a un evento.

Caso de uso	CU 5: Registrar un nuevo usuario y asignarle un rol
Actores	Usuario con el rol de administrador.
Propósito	Permite al administrador agregar un nuevo usuario al sistema y asignarle un rol.
Descripción	<ol style="list-style-type: none"> 1. El administrador accede al apartado de registro de nuevo usuario. 2. El sistema despliega un formulario de registro de usuario. 3. El administrador ingresa los datos del usuario (nombre, correo electrónico y contraseña temporal). 4. El administrador asigna un rol al usuario (administrador, organizador o participante). 5. El administrador confirma la creación del registro del nuevo usuario. 6. El sistema asigna un ID al registro del usuario y lo almacena. 7. El sistema notifica al administrador sobre el registro exitoso.

Tabla 4.5: Registro de un nuevo usuario y asignación de un rol

Para el caso de uso de la Tabla 4.6, el administrador puede actualizar la información de un usuario existente, incluyendo la selección del usuario en el listado del sistema, la edición de los datos susceptibles de modificación, la confirmación de los cambios y la correspondiente notificación al administrador sobre el éxito de la actualización.

Caso de uso	CU 6: Modificar los datos de un usuario registrado.
Actores	Usuario con el rol de administrador.
Propósito	Permite al administrador actualizar los datos de un usuario registrado en el sistema.
Descripción	<ol style="list-style-type: none"> 1. El administrador accede al apartado de modificación de registros de usuarios. 2. El sistema muestra la lista de usuarios registrados en el sistema. 3. El administrador selecciona el usuario cuyos datos desea modificar. 4. El sistema muestra los datos del usuario seleccionado. 5. El administrador actualiza los datos susceptibles de modificación del usuario. 6. El administrador confirma la modificación en los datos del usuario. 7. El sistema guarda los cambios realizados en el registro del usuario. 8. El sistema notifica al administrador sobre la actualización exitosa del registro.

Tabla 4.6: Modificación de los datos de un usuario registrado.

En la Tabla 4.7 se describe como el administrador puede eliminar usuarios del sistema. El flujo explica desde el despliegue del listado de usuarios, la selección del registro a eliminar, la confirmación de la eliminación del registro de usuario hasta la notificación al administrador sobre la eliminación satisfactoria del registro.

Caso de uso	CU 7: Eliminar el registro de un usuario
Actores	Usuario con el rol de administrador.
Propósito	Permite al administrador eliminar el registro de un usuario del sistema.
Descripción	<ol style="list-style-type: none"> 1. El administrador accede al apartado de eliminación de registros de usuarios. 2. El sistema muestra la lista de usuarios registrados en el sistema. 3. El administrador selecciona el usuario cuyo registro desea eliminar. 4. El administrador confirma la eliminación del registro. 5. El sistema elimina el registro del usuario en el sistema. 6. El sistema notifica al administrador sobre la eliminación exitosa del registro.

Tabla 4.7: Eliminación del registro de un usuario.

En la Figura 4.5 se muestra el conjunto de casos de uso relacionados con la administración de usuarios en el sistema, destacando el registro de un nuevo usuario, la modificación de los datos de un usuario registrado y la eliminación un registro de usuario. Cada caso de uso está compuesto por pasos secundarios representados mediante relaciones de extensión y uso, como ingresar datos del nuevo usuario, asignar roles, confirmar registros, guardar cambios y notificar operaciones exitosas.

El proceso especificado en el caso de uso de la Tabla 4.8 incluye al administrador quien accede al formulario de registro de un nuevo recurso físico, ingresa los datos necesarios y confirma la creación del registro. En respuesta, el sistema asigna un identificador único al registro del nuevo recurso físico y finalmente notifica al administrador sobre el éxito de la operación.

Caso de uso	CU 8: Registrar nuevo recurso físico.
Actores	Usuario con el rol de administrador.
Propósito	Permitir al administrador registrar un nuevo recurso físico.
Descripción	<ol style="list-style-type: none"> 1. El administrador accede al apartado de registro de nuevo recurso físico. 2. El sistema despliega un formulario de registro de recursos físico. 3. El administrador ingresa los datos del recurso físico (nombre, cantidad y características). 4. El administrador confirma la creación del registro del nuevo recurso físico. 5. El sistema asigna un ID al registro del recurso físico y lo almacena. 6. El sistema notifica al administrador sobre el registro exitoso.

Tabla 4.8: Registrar un nuevo recurso físico.

En la Tabla 4.9, se detalla la modificación del registro de un recurso físico, en donde el administrador selecciona el recurso físico a modificar, actualizan los datos

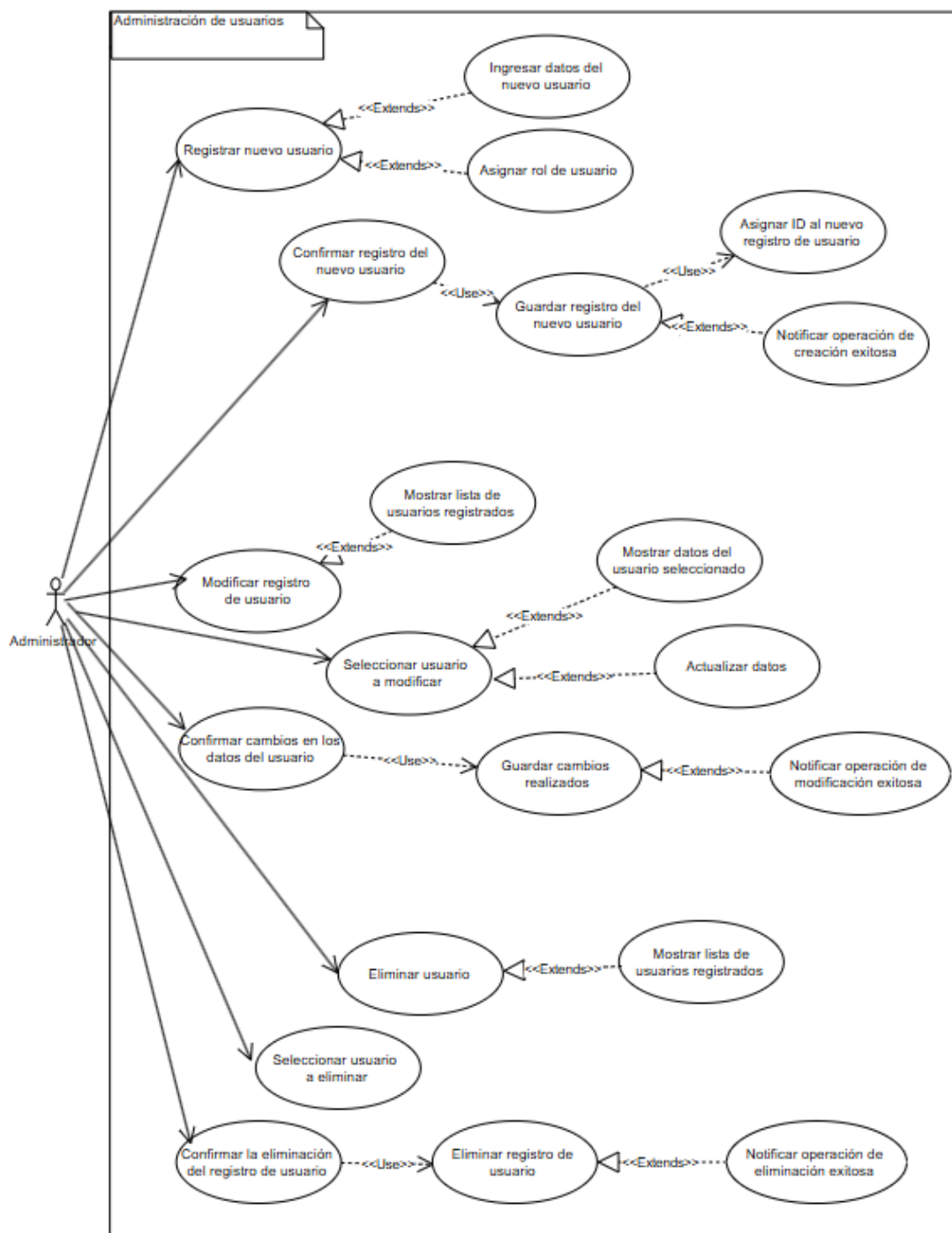


Figura 4.5: Administración de usuarios

necesarios y confirma los cambios. En respuesta, el sistema guarda las modificaciones y notifica al administrador sobre la actualización exitosa.

Caso de uso	CU 9: Modificar los datos de un recurso físico
Actores	Usuario con el rol de administrador.
Propósito	Permitir al administrador actualizar las características de un físico registrado en el sistema.
Descripción	<ol style="list-style-type: none"> 1. El administrador accede al apartado de modificación de registros de recursos físicos. 2. El sistema muestra la lista de recursos físicos registrados en el sistema. 3. El administrador selecciona el recurso físico cuyos datos desea modificar. 4. El sistema muestra los datos del recurso físico seleccionado. 5. El administrador actualiza los datos susceptibles de modificación del recurso físico. 6. El administrador confirma la modificación en los datos del recurso físico. 7. El sistema guarda los cambios realizados en el registro del recurso físico. 8. El sistema notifica al administrador sobre la actualización exitosa del registro.

Tabla 4.9: Modificación de los datos de un recurso físico.

En la Tabla 4.10 se especifica el proceso para eliminar un registro de recurso físico, Primeramente, el administrador debe seleccionar el recurso que desea eliminar y confirmar la acción. Posteriormente, el sistema elimina el registro del sistema y envía una notificación al administrador indicando que la operación fue exitosa.

En la Figura 4.6 el actor principal es el administrador, el cual interactúa con diferentes funcionalidades agrupadas en tres procesos principales: registrar, modificar y eliminar recursos físicos. Cada uno de estos procesos culmina con notificaciones que informan al administrador sobre el éxito de la operación.

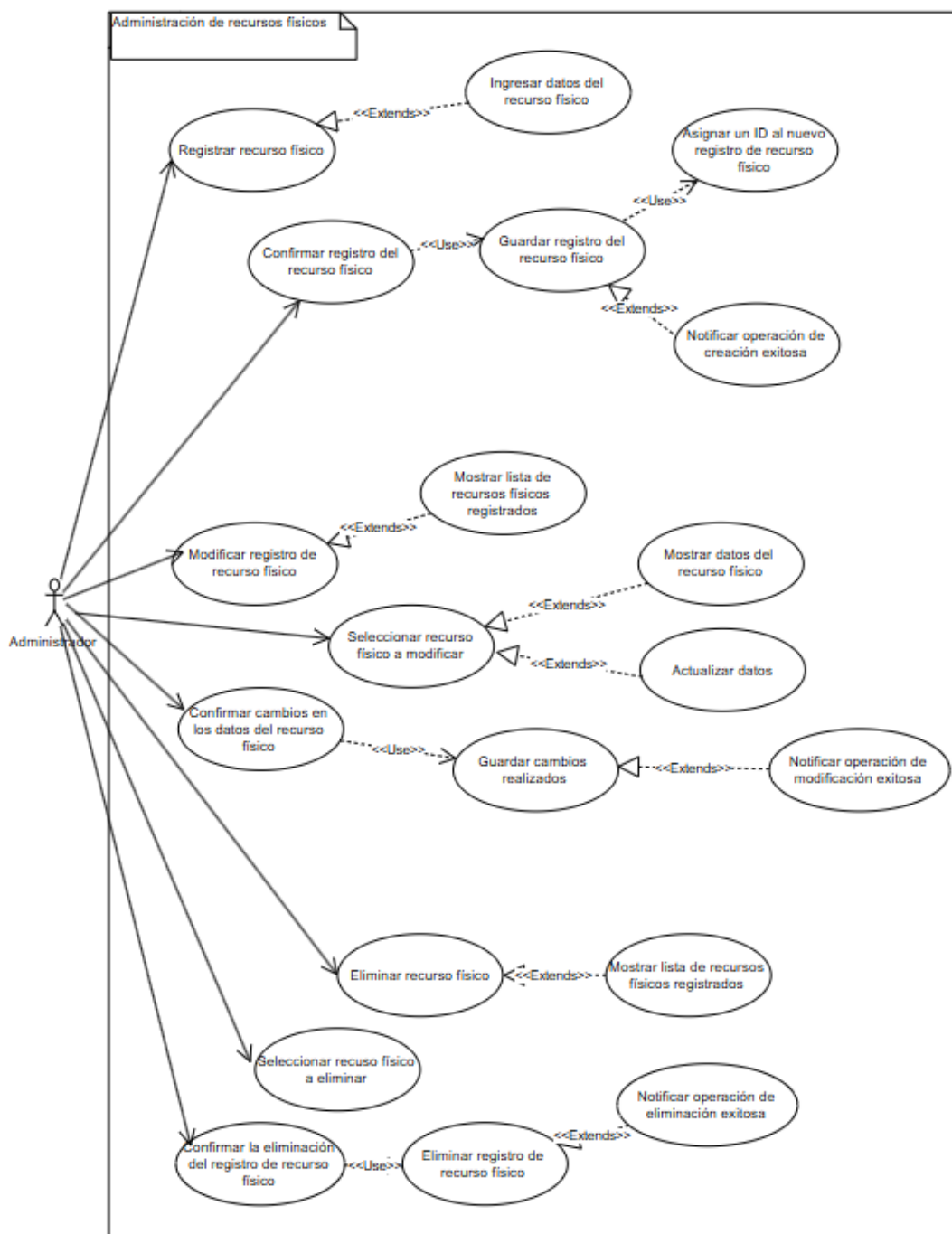


Figura 4.6: Administración de recursos físicos

Caso de uso	CU 10. Eliminar el registro de un recurso físico
Actores	Usuario con el rol de administrador.
Propósito	Permitir al administrador eliminar el registro de un recurso físico.
Descripción	<ol style="list-style-type: none"> 1. El administrador accede al apartado de eliminación de registros de recursos físicos. 2. El sistema muestra la lista de recursos físicos registrados en el sistema. 3. El administrador selecciona el recurso físico cuyo registro desea eliminar. 4. El administrador confirma la eliminación del registro. 5. El sistema elimina el registro del recurso físico en el sistema. 6. El sistema notifica al administrador sobre la eliminación exitosa del registro.

Tabla 4.10: Eliminación del registro de un recurso físico.

4.2. Modelado de la estructura y relaciones de clases del sistema

El propósito de utilizar un diagrama de clases es mostrar cómo se organizan y se interrelacionan los componentes clave del sistema para reflejar su diseño y funcionalidad. Las clases principales de la agenda colaborativa son:

- **Usuario:** un usuario es una persona registrada en el sistema que puede tener uno o más roles asignados, los cuales determinan su nivel de acceso y permisos dentro de la aplicación. Cada usuario tendrá los siguientes atributos:
 - Nombre completo
 - Procedencia
 - Correo electrónico
 - Teléfono
 - Usuario
 - Rol
 - Contraseña
- **Evento:** se definen los eventos que los usuarios pueden crear y gestionar. Cada evento tendrá tres métodos como la creación, edición y eliminación. Para cada evento los atributos incluyen:
 - Nombre del evento
 - Fecha

- Hora
 - Asignación de recursos físicos
 - Asignación de recursos de personal
 - Descripción del evento
 - Lugar del evento
- **Recursos físicos:** estos recursos podrán asociarse a eventos y sus atributos incluyen:
- Nombre del recurso
 - Agregar recurso
 - Eliminar recurso
 - Modificar recurso
 - Disponibilidad
- **Recursos de personal:** en cada uno de los eventos podrán registrar personal que podrá apoyar en el evento como auxiliares y asistentes administrativos, colaboradores, investigadores y estudiantes. Sus atributos incluyen:
- Disponibilidad
 - Nombre completo
- **Tipo de recursos:** esta clase esta asociada principalmente al administrador ya que el puede tener el acceso y control a los recursos físicos. Los atributos para estos recursos son:
- Nombre del recurso
 - Características
 - Disponibilidad
 - Cantidad

Las siguientes relaciones permitirán que el diagrama de clases represente de manera efectiva la lógica de la agenda colaborativa, facilitando su implementación y comprensión, asegurando una interacción coherente entre los distintos elementos del sistema (ver Figura 4.7).

■ **Administrador**

Un administrador puede modificar, habilitar y/o deshabilitar recursos físicos y recursos de personal en este sistema, así como indicar la disponibilidad y cantidad de estos, estos recursos serán visibles al crear un evento, en este evento pueden incluirse uno o más participantes y al organizador. Además, el administrador es el único que puede registrar usuarios a los cuales podrá asignar un rol

en específico para que puedan registrar un evento o solo estar incluidos como participantes.

Este administrador puede comunicarse con el organizador y los participantes que sean incluidos en el evento y a su vez ellos pueden comunicarse con el administrador.

■ **Organizador**

Un organizador tiene las funciones para crear una reunión, para poder reservar los recursos físicos que necesitara como salas, auditorios, cables, etc., así como poder asignar a los participantes que estarán en la reunión y asignar al personal de asistencia como secretarias, soporte, auxiliares, entre otros.

El organizador podrá comunicarse con el administrador y el participante de manera directa.

■ **Participante**

Estos participantes podrán confirmar o rechazar la reunión a la que sean asignados por el organizador, se tendrá una visualización de disponibilidad para que los eventos no sean asignados en días u horarios en los que ya tenga registradas actividades. Los participantes también podrán comunicarse con el organizador y el administrador.

■ **Recurso físico**

Esta clase define la disponibilidad de los recursos físicos que podrán ser habilitados y/o deshabilitados por parte del administrador y que podrán ser asignados a un evento por parte del organizador.

■ **Tipos de recursos**

Cada recurso será registrado tomando en cuenta la cantidad en existencia y la disponibilidad, que estará asociada a los eventos en los cuales ya se haya registrado el recurso.

■ **Evento**

En esta clase el organizador podrá registrar o eliminar un evento en la agenda, los recursos físicos que se registren son asociados a los que habilite y/o deshabilite el administrador, podrá asignar roles a los recursos de personal.

■ **Recurso de personal**

Esta clase se determina por el personal de asistencia como son secretarias, auxiliares y soporte técnico, estos roles podrán ser definidos al crear el evento por parte del organizador, tomando en cuenta la disponibilidad y el registro de este en eventos ya registrados.

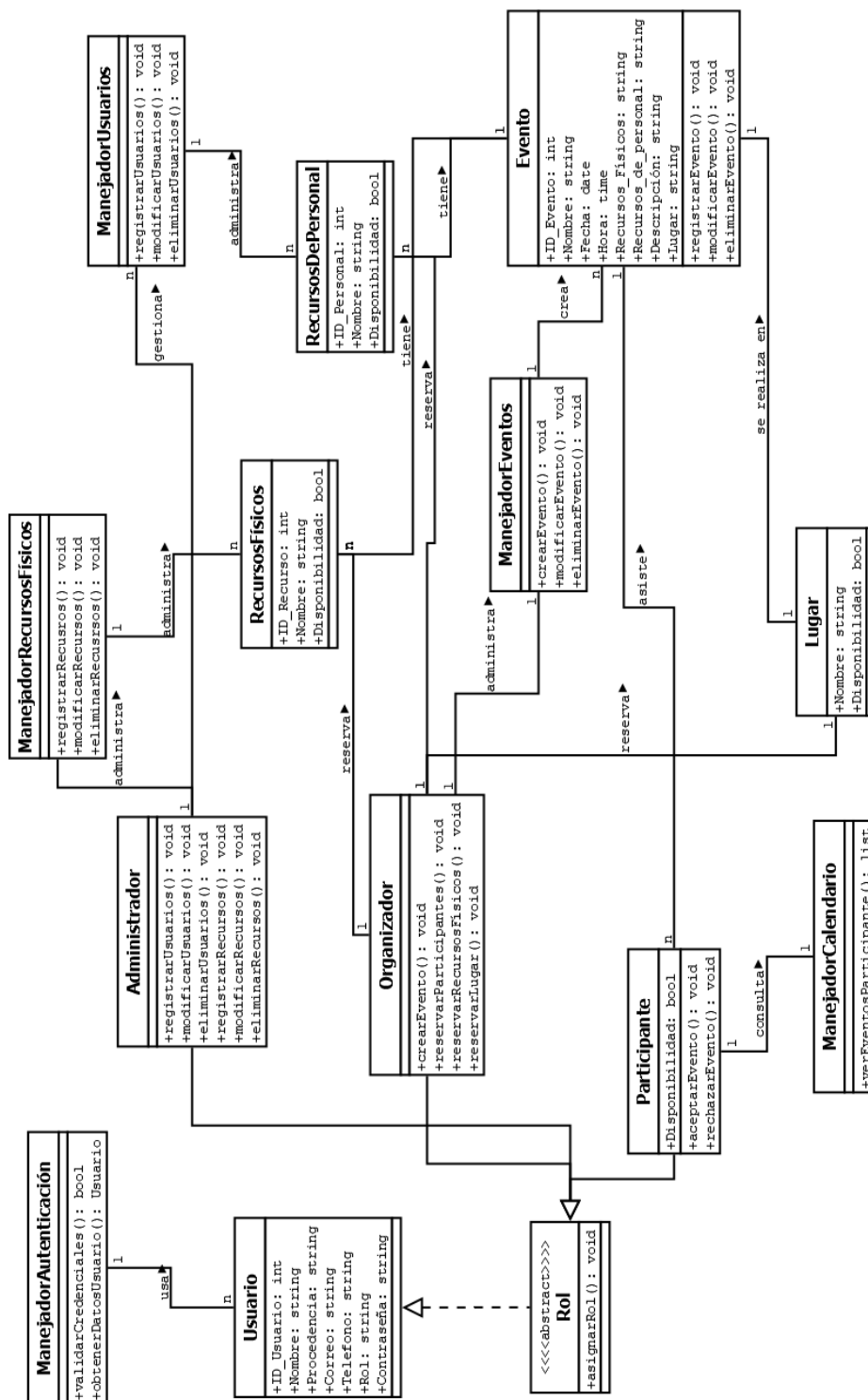


Figura 4.7: Diagrama de clases de la agenda colaborativa

4.3. Escenarios de la agenda colaborativa

La representación de escenarios de la agenda colaborativa, por medio de diagramas de secuencia, permiten especificar un diseño detallado del sistema, que facilita el desarrollo y el mantenimiento del sistema, garantizando que todos componentes del sistema estén bien definidos y interactúen de manera adecuada.

En la Figura 4.8, se presenta el escenario para poder acceder a la agenda colaborativa. El usuario debe primeramente seleccionar un rol (administrador, organizador o participante) y después ingresar sus credenciales (usuario y contraseña) en el formulario desplegado por una instancia de la clase **Interfaz de Usuario**. A continuación, el manejador de autenticación (una instancia de **Manejador de Autenticación**) solicita a la base de datos de usuarios (una instancia de **BD_Usuario**) la búsqueda de dichas credenciales. El manejador de autenticación verifica la coincidencia entre las credenciales proporcionadas por el usuario y por la base de datos. Si las credenciales son correctas, el usuario podrá ingresar a la agenda colaborativa, la cual le permitirá realizar las acciones correspondientes a su rol. Si el usuario se equivoca en el ingreso de sus credenciales, la interfaz de usuario le indicará que sus credenciales son incorrectas, pero le permitirá autenticarse nuevamente. Si el usuario no está registrado en el sistema, la interfaz de usuario le notificará que no se encuentra en el sistema y el usuario deberá acudir con el administrador del sistema para poder ser registrado.

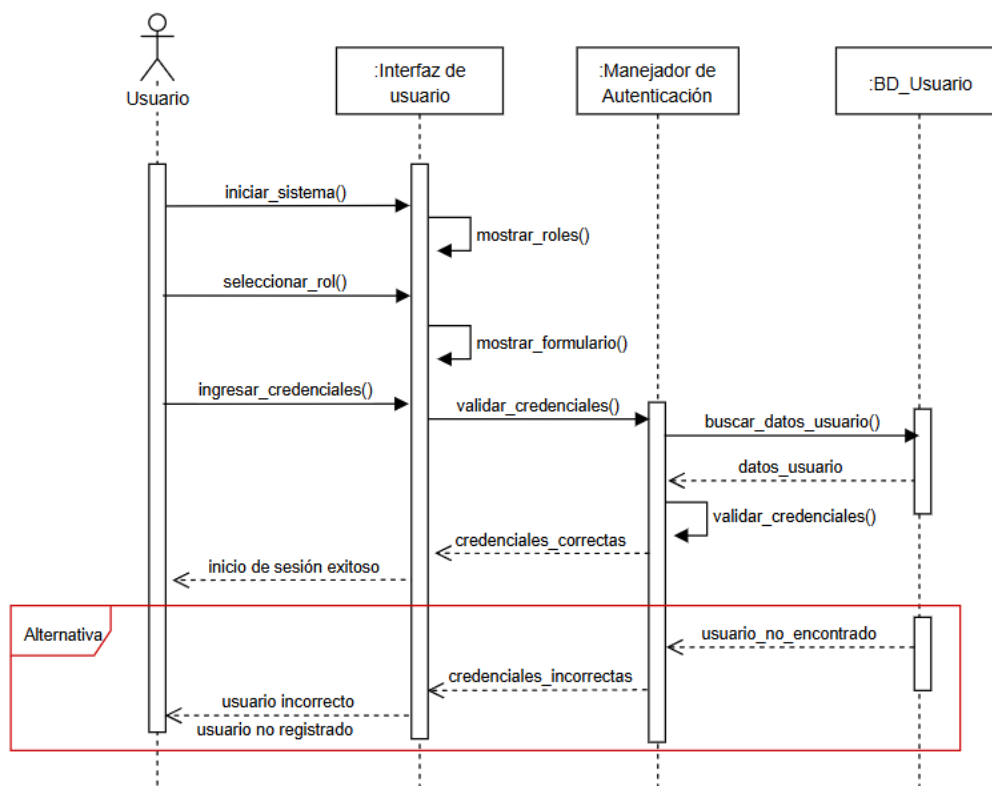


Figura 4.8: Autenticación de usuarios

En la Figura 4.9, se muestra el proceso en el que un usuario, con el rol de participante, interactúa con la agenda colaborativa para consultar los eventos de un día específico del calendario. El proceso inicia cuando el participante selecciona el calendario y, en respuesta, la interfaz de usuario muestra el calendario del mes actual. Posteriormente, el participante selecciona un día y la interfaz de usuario solicita al manejador del calendario (una instancia de **Manejador del Calendario**) la búsqueda de los eventos correspondientes. A su vez, este último hace una consulta a la base de datos de eventos (una instancia de **BD_Eventos**), la cual puede responder con dos posibles resultados: 1) una lista de eventos registrados para el día seleccionado o 2) una notificación de que no hay eventos registrados para ese día.

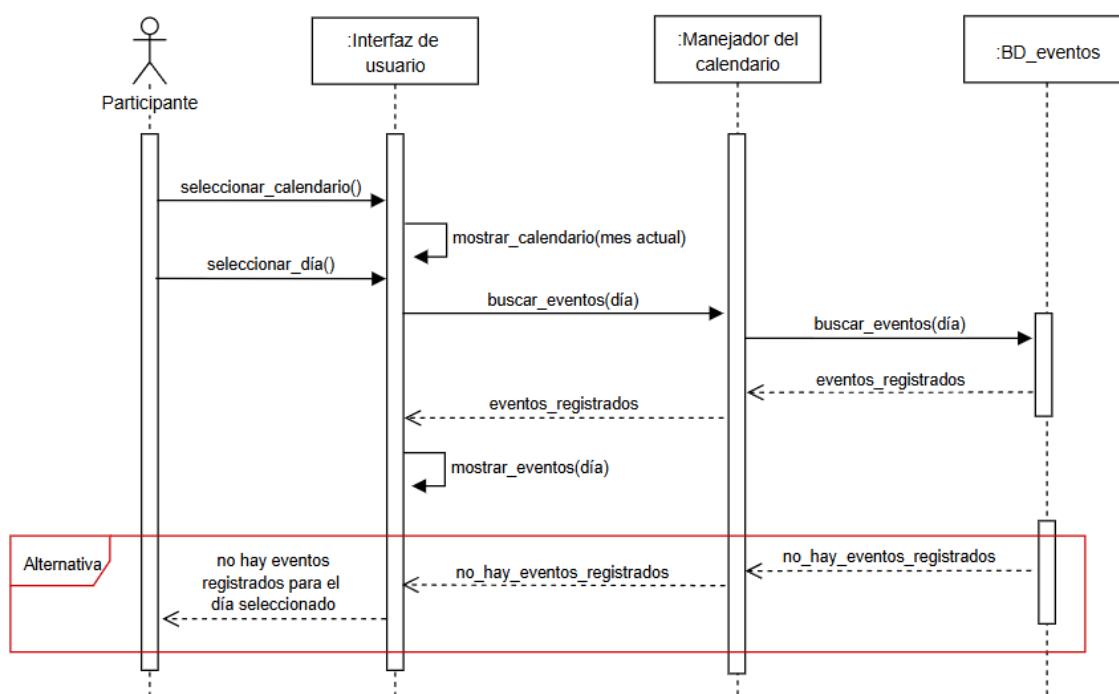


Figura 4.9: Acceso a los eventos de un día específico del calendario

En la Figura 4.10, se describe el proceso mediante el cual un usuario, con el rol de organizador, crea un evento en la agenda colaborativa. El proceso comienza cuando el organizador selecciona la opción de crear un evento. En respuesta, la interfaz de usuario despliega el formulario correspondiente donde el organizador registra el día y la hora del evento. A continuación, el organizador elige a los participantes. Para ello, la interfaz de usuario solicita la lista de usuarios registrados en el sistema al manejador de eventos (una instancia de la clase **Manejador de Eventos**), el cual a su vez solicita dicha lista a la base de datos de usuarios. A continuación, el manejador de eventos verifica la disponibilidad de los usuarios y regresa la lista de usuarios y su disponibilidad a la interfaz de usuario para que esta la muestre. A partir de esta información, el organizador puede registrar a los participantes del evento, seleccionado a aquellos que él considere convenientes.

Posteriormente, el organizador selecciona los recursos físicos necesarios para el evento presencial y el lugar en donde se llevará a cabo, siguiendo el mismo proceso descrito anteriormente para la elección de participantes, pero en este caso están involucradas las bases de datos de recursos físicos y de lugares (instancias de las clases **BD_Recursos Físicos** y **BD_Lugares**, respectivamente).

El organizador también puede agregar una descripción del evento, la cual se registra ante el manejador de eventos y se muestra en la interfaz de usuario. Finalmente, el organizador confirma la creación del evento y, en respuesta, el manejador de eventos lo guarda en la base de datos de eventos (una instancia de la clase **BD_Eventos**). Finalmente, notifica la creación exitosa del evento y lo muestra en el calendario.

En la Figura 4.11, se describe el proceso para gestionar las notificaciones de eventos dirigidos a un usuario con el rol de participante. El proceso comienza cuando el participante selecciona, a través de una instancia de la clase **Interfaz de Usuario**, la opción de revisar sus notificaciones. La interfaz solicita las invitaciones almacenadas en la base de datos de eventos (una instancia de **BD_Eventos**) mediante el manejador de eventos (una instancia de **Manejador de Eventos**). Las invitaciones recuperadas son mostradas al participante, quien selecciona un evento específico para obtener más detalles. El sistema consulta la información del evento seleccionado en la base de datos y la presenta en la interfaz. El participante, tras revisar los detalles, puede optar por aceptar o rechazar la invitación. En caso de aceptar, el sistema actualiza su estado en la base de datos y lo marca en verde en la interfaz. Si el participante rechaza la invitación, el sistema registra la declinación, actualiza el estado del evento y lo marca en rojo.

En la Figura 4.12, se ilustra el proceso mediante el cual un administrador registra un nuevo usuario en el sistema. Este proceso se inicia cuando el administrador accede a una instancia de la clase **Interfaz de Usuario** para realizar el registro. La interfaz solicita los datos del usuario, incluyendo la asignación de un rol, y los envía al manejador de usuarios (una instancia de **Manejador de Usuarios**). Este manejador valida los datos y, una vez verificados, asigna un identificador único al usuario. Los datos validados se almacenan en la base de datos de usuarios (una instancia de **BD_Usuario**). Una vez completado el registro, la interfaz limpia los campos del formulario y notifica al administrador que la operación fue exitosa.

En la Figura 4.13, se detalla el proceso mediante el cual un administrador modifica la información de un usuario existente. El proceso comienza cuando el administrador solicita, a través de una instancia de la clase **Interfaz de Usuario**, realizar modificaciones. La interfaz muestra los registros existentes, permitiendo al administrador seleccionar un usuario específico. Una vez seleccionada, la interfaz solicita los datos del usuario al manejador de usuarios, que a su vez los obtiene de la base de datos. Los datos se presentan al administrador para que realice las modificaciones necesarias. Posteriormente, los cambios son enviados al manejador de usuarios, que valida los datos actualizados y los almacena en la base de datos. Finalmente, la interfaz notifica al administrador sobre la correcta actualización del registro.

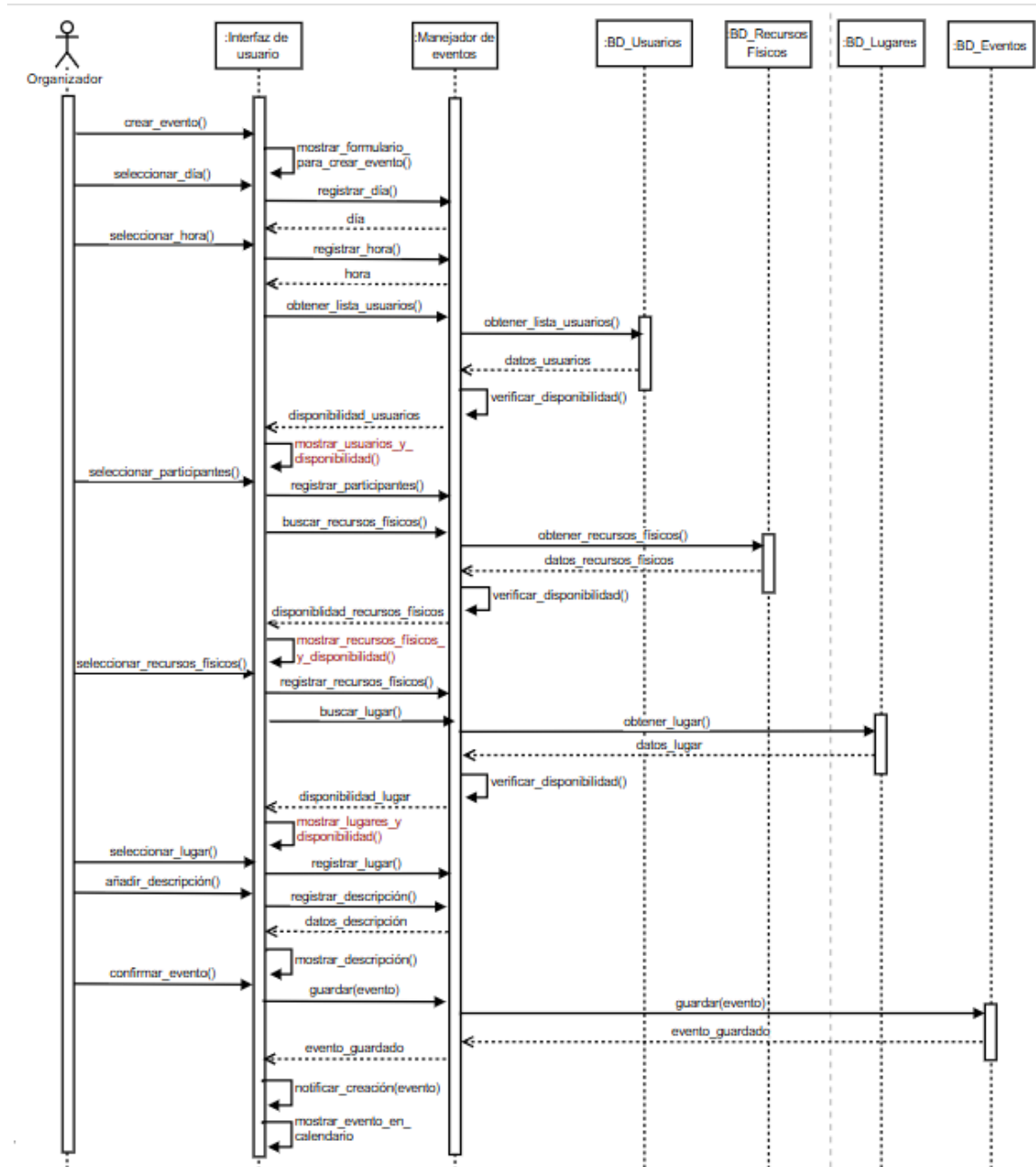


Figura 4.10: Creación de un evento presencial

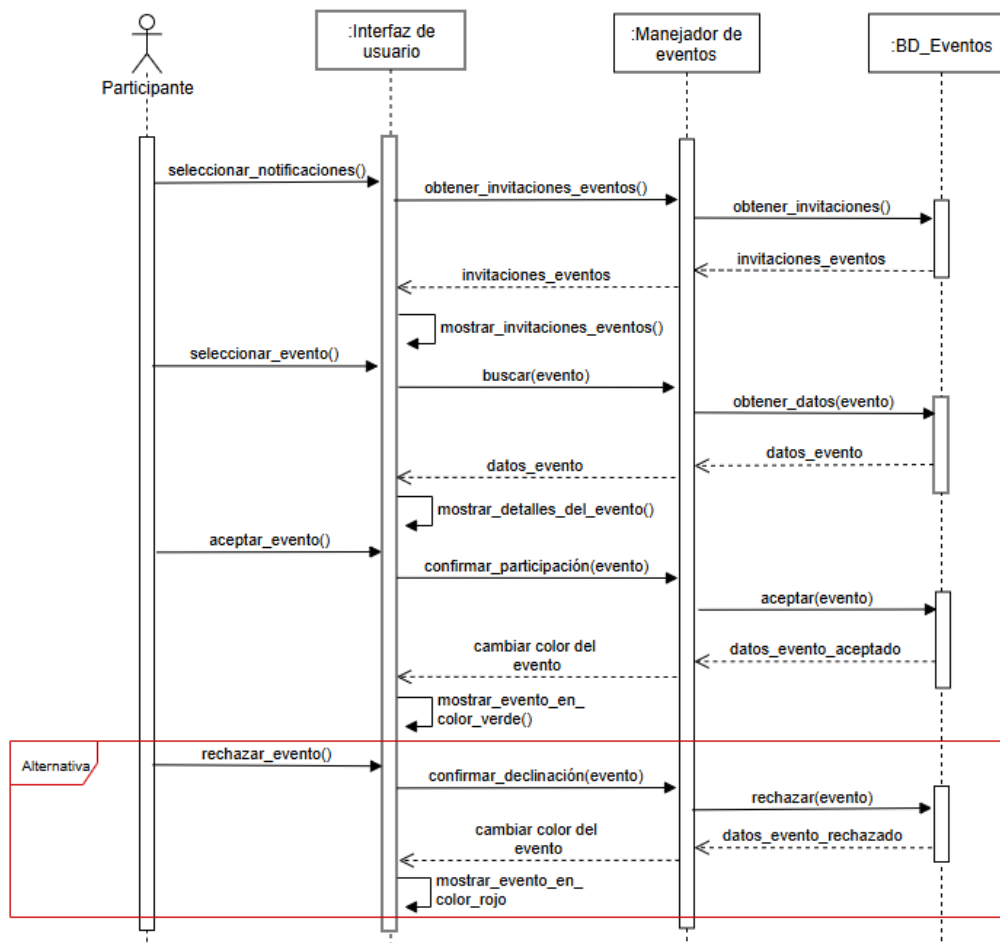


Figura 4.11: Manejo de invitaciones de eventos

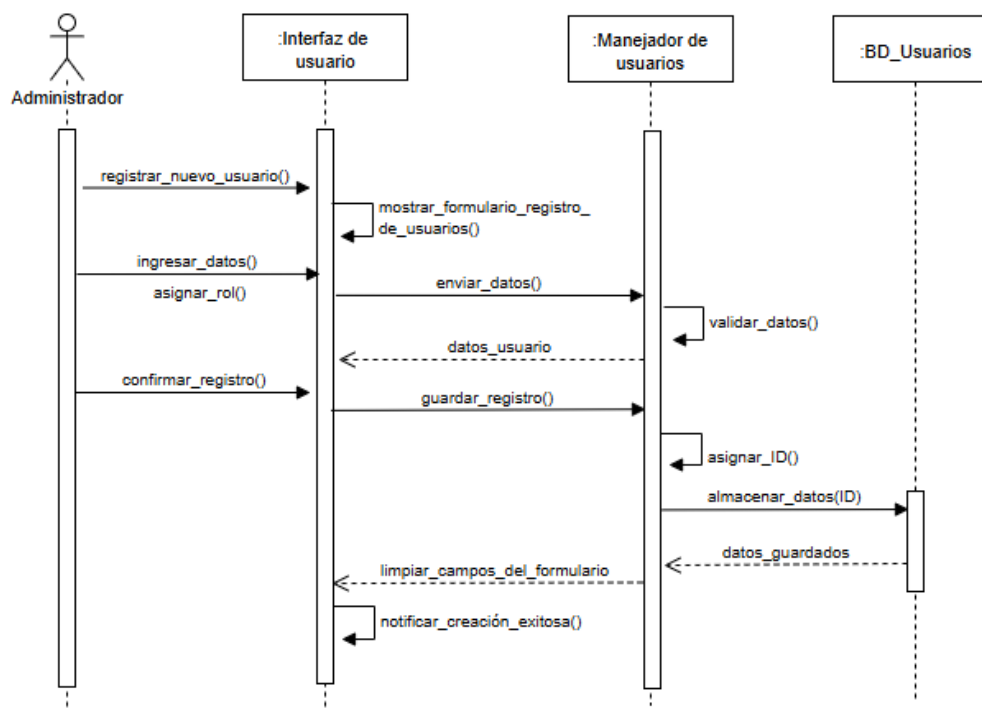


Figura 4.12: Registro de un nuevo usuario

En la Figura 4.14, se describe el proceso mediante el cual un administrador elimina un registro de usuario. El proceso se inicia cuando el administrador solicita la eliminación a través de una instancia de la clase **Interfaz de Usuario**. La interfaz muestra una lista de usuarios existentes para que el administrador seleccione un registro. Una vez elegida, la interfaz consulta al manejador de usuarios, quien recupera los datos del usuario desde la base de datos. La información se presenta al administrador para confirmar la eliminación. Tras la confirmación, el manejador elimina el registro y notifica a la interfaz, que a su vez informa al administrador sobre la finalización exitosa de la operación.

En la Figura 4.15, se presenta el proceso que sigue un administrador para registrar recursos físicos en el sistema. El administrador accede a una instancia de la clase **Interfaz de Usuario**, la cual despliega un formulario para la captura de datos del recurso. La información proporcionada es enviada al manejador de recursos físicos (una instancia de **Manejador de Recursos Físicos**), que valida los datos y asigna un identificador único. Posteriormente, los datos se almacenan en la base de datos de recursos físicos (una instancia de **BD_Recursos**). La interfaz limpia los campos del formulario y notifica al administrador sobre el registro exitoso.

En la Figura 4.16, se describe el proceso para modificar la información de un recurso físico. Esto comienza cuando el administrador solicita, a través de una instancia de la clase **Interfaz de Usuario**, realizar modificaciones.

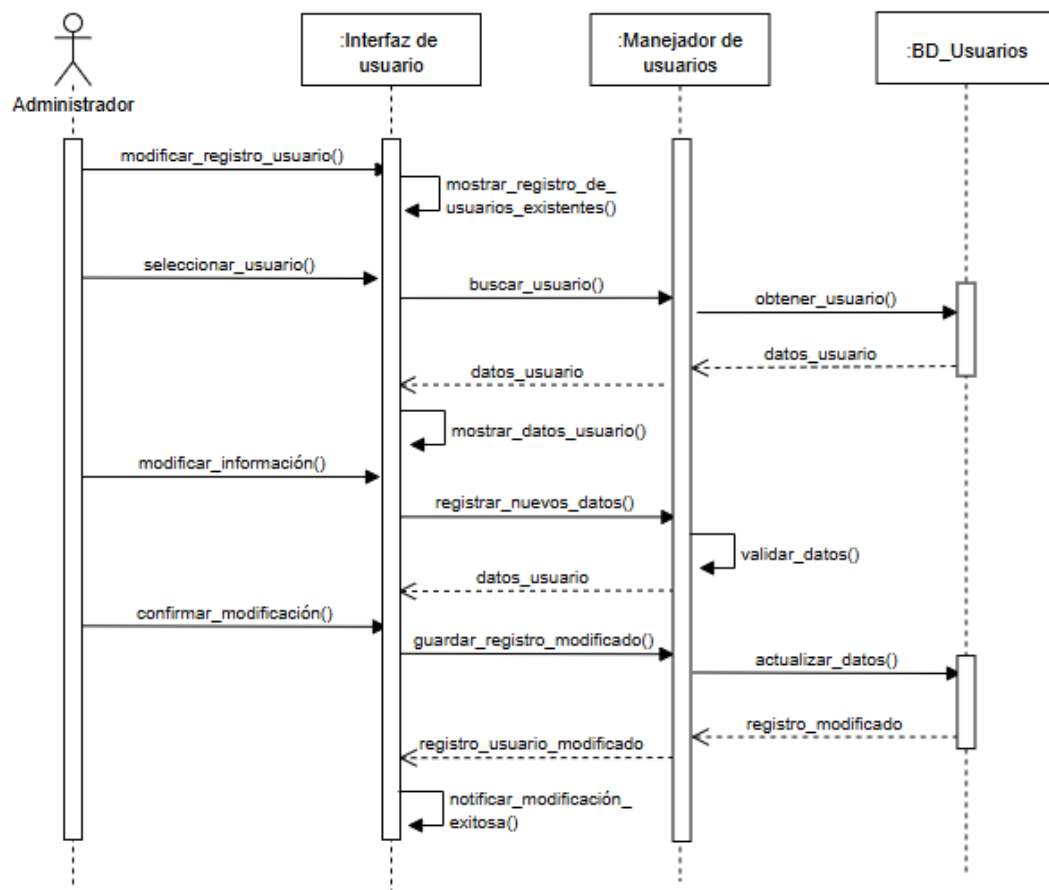


Figura 4.13: Modificación de un usuario existente

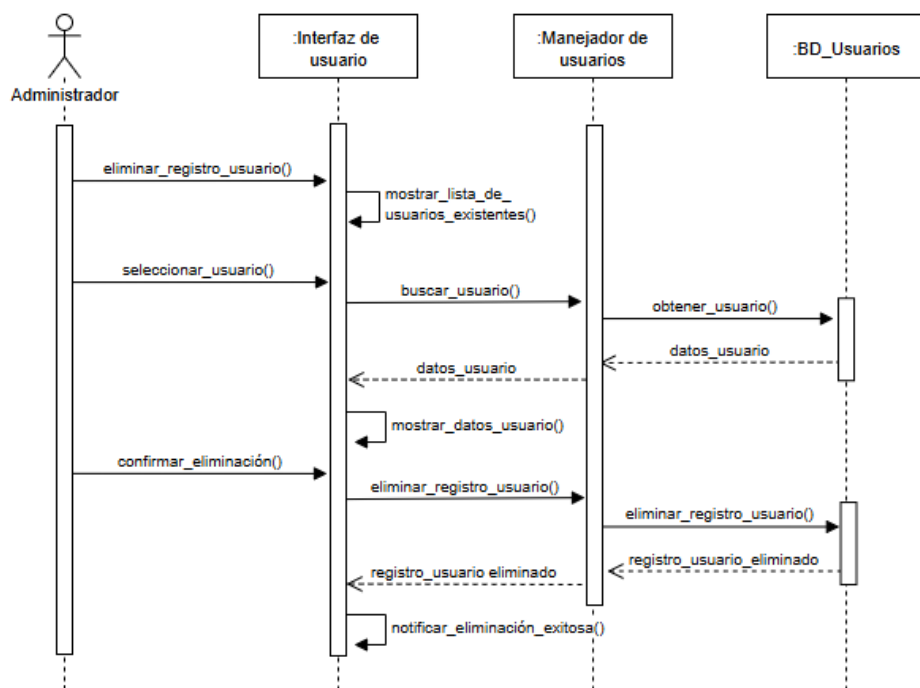


Figura 4.14: Eliminación de un usuario existente

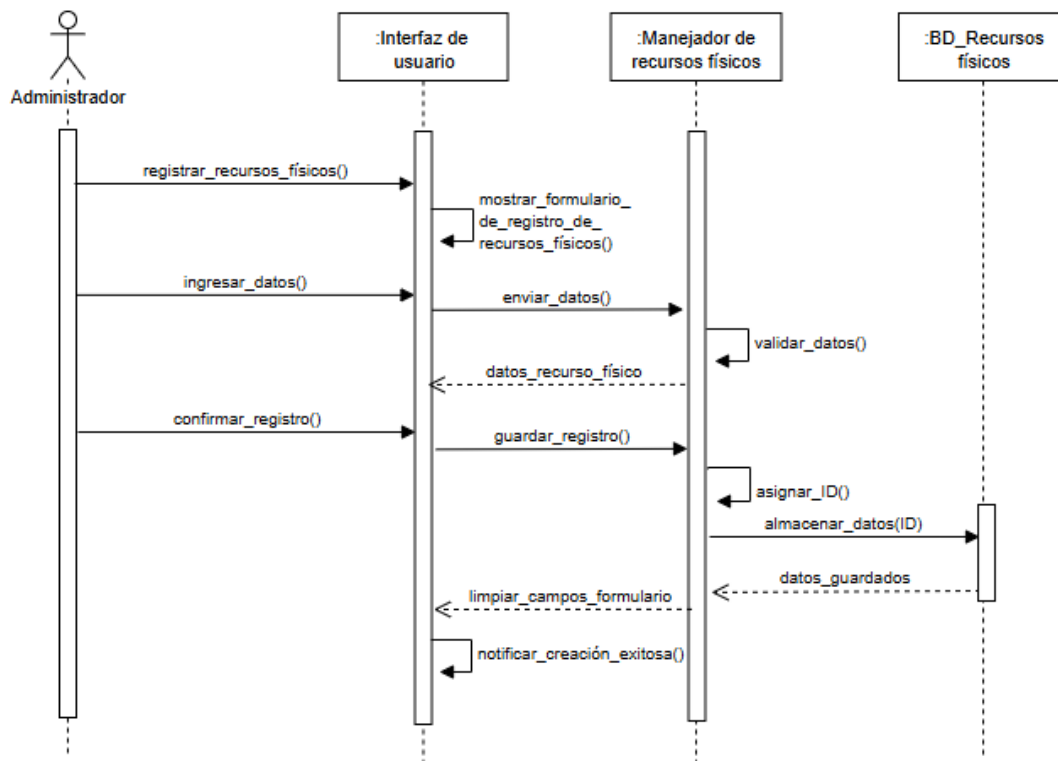


Figura 4.15: Registro de un nuevo recurso físico

La interfaz muestra la lista de recursos disponibles, permitiendo al administrador seleccionar uno. La información del recurso seleccionado se obtiene de la base de datos por el manejador de recursos físicos y presentación al administrador. Tras realizar las modificaciones necesarias, los datos actualizados son enviados al manejador, quien valida y almacena la información en la base de datos. Finalmente, la interfaz informa al administrador que la operación fue completada exitosamente.

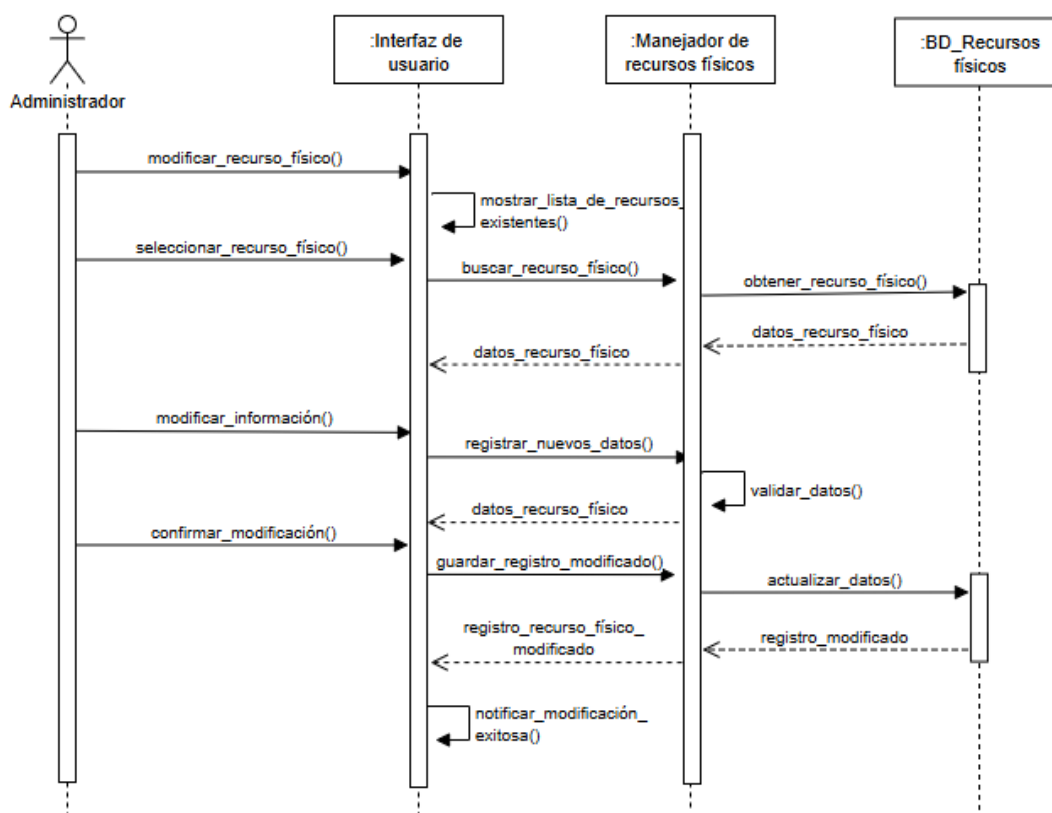


Figura 4.16: Modificación de un recurso físico existente

En la Figura 4.17, se detalla el proceso para eliminar un registro de recurso físico. El administrador inicia el proceso desde una instancia de la clase **Interfaz de Usuario**, solicitando la eliminación de un recurso. La interfaz muestra una lista de recursos existentes, y el administrador selecciona el recurso que desea eliminar. La información del recurso es recuperada de la base de datos por el manejador de recursos físicos y mostrada al administrador para confirmar la operación. Una vez confirmada, el manejador elimina el registro en la base de datos y notifica a la interfaz sobre la finalización del proceso, permitiendo que este informe al administrador que la operación fue exitosa.

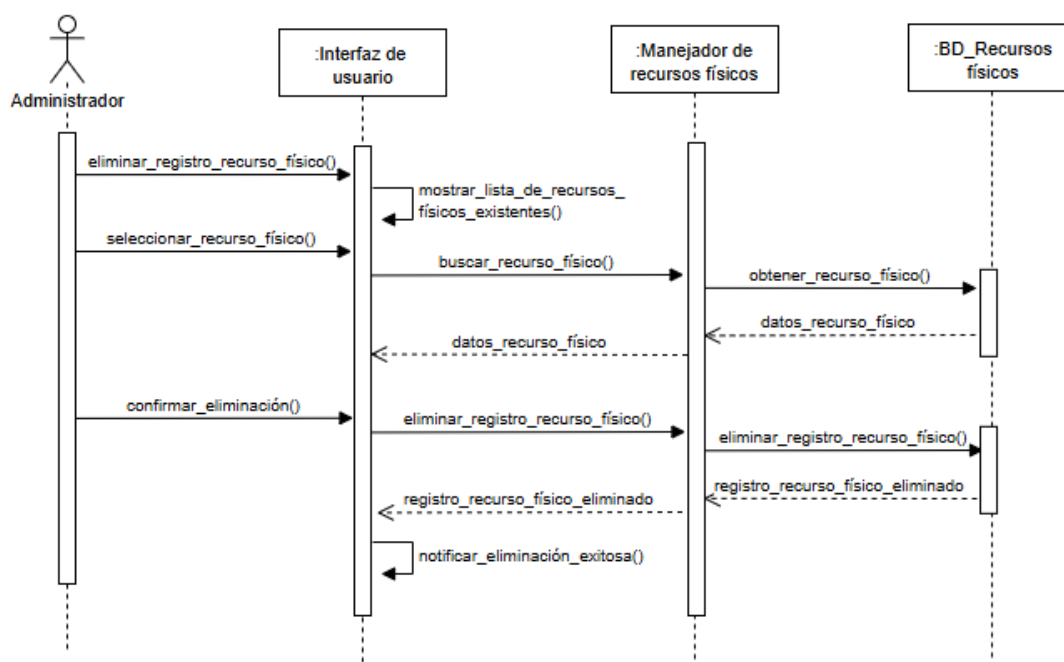


Figura 4.17: Eliminación de un recurso físico

4.4. Especificación de las tablas de la base de datos

En un entorno colaborativo, la gestión de evento (entiéndase evento como sinónimo de reunión) es importante para asegurar procesos eficientes de organización, almacenamiento y recuperación de información. La sincronización de reuniones, la asignación de recursos y la participación de distintos colaboradores exige herramientas que no sólo gestionen la información de manera precisa, sino que también efficienten los procesos involucrados. Es por esto que el uso de bases de datos emerge como una solución fundamental para la administración de estos elementos clave.

4.4.1. Base de datos del registro de usuarios

La base de datos para el registro de los usuarios en el sistema nos va a permitir guardar de manera organizada toda la información relevante de los usuarios, como sus nombres, teléfonos, correos electrónicos, contraseñas cifradas, origen y roles (ver Tabla 4.11).

Es importante destacar que el Id o Username que se visualiza en la Tabla 4.11 está ligado al número de boleta o número de empleado de la institución del usuario.

La columna fundamental de registro es el Rol que le sea asignado al usuario para que este pueda acceder a su plataforma personalizada y tenga definidas sus funciones.

Username	Fullname	Origin	Email	Phone	Rol	Password
7877	Erika Rios	Departamento Computación	erika.rios@cinvestav.mx	5538945996	Administrador	sjdhfsuhs
221270004	Ana Godoy	Departamento Computación	akaren.godoy@cinvestav.mx	5616953351	Organizador	jdlsfjhsus
2020301745	David Pinedo	ESIME Zacatenco	pinedodavsu@outlook.com	5610894144	Participante	oijsnhuisdk

Tabla 4.11: Base de datos para el registro de usuarios

4.4.2. Base de datos del registro de eventos en la agenda

La base de datos de la agenda nos permitirá guardar de forma organizada y estructurada todos los eventos, incluyendo detalles como fechas, horas, ubicación, descripción del evento, participantes y recursos reservados (ver Tabla 4.12). Esto facilita el acceso rápido a la información y asegura que los datos estén disponibles en todo momento.

Id	Title	Description	Date	Location	Resource	Participant
1	Entrega de avances	Reportes de tesis	2024-10-09	Salón de estudiantes	Proyector Epson	-Erika Rios
2	Seminario	Como hacer un protocolo	2024-09-28	Sala de juntas	Extensión	-Ana Godoy -David Pinedo

Tabla 4.12: Base de datos para almacenar los eventos registrados en la agenda

Al registrar todos los eventos en la base de datos, se puede mantener un historial detallado de las reuniones o actividades pasadas. Esto es útil para saber la disponibilidad de los recursos físicos, colaboradores y salas de eventos.

4.4.3. Base de datos del registro de recursos físicos

La base de datos de los recursos físicos (ver Tabla 4.13) nos ayuda a prevenir conflictos de reservas. Si un recurso está ya reservado para un evento, el sistema bloqueará la posibilidad de que otro usuario lo reserve para el mismo período de tiempo. Además de que nos ayuda a tener un registro actualizado de los recursos físicos.

En esta base de datos el Id de cada uno de los recursos se genera de manera automática por el sistema.

Id	Nombre	Cantidad	Características
1	Adaptador HDMI	1	Adaptador HDMI-VGA
2	Proyector-Epson	1	Salida HDMI
3	Monitor curvo	1	ViewSonic
4	Marcadores	4	Colores: rojo, azul, amarillo, verde
5	Camara-SONY	1	Profesional 3.5mm

Tabla 4.13: Base de datos para el registro de los recursos físicos

4.4.4. Relación general

Las tres bases de datos están relacionadas porque los usuarios (registrados en la Tabla 4.11) son asignados como participantes en los eventos (ver Tabla 4.12), y los recursos físicos necesarios para esos eventos están reservados según la disponibilidad que indica la Tabla 4.13. Así, el sistema permite organizar y gestionar tanto la agenda de eventos como la disponibilidad de los recursos (ver Figura 4.18).

- Usuarios (Nombre de usuario) → Eventos (Participante): relación de uno a muchos, en la que un usuario puede participar en Múltiples eventos.
- Eventos (Resource) → Recursos Físicos (Id): relación de muchos a uno, donde cada evento puede utilizar varios recursos, pero cada recurso está asociado a un solo evento en un momento dado.
- Eventos (Id) y Recursos Físicos (Id): ambos tienen identificadores únicos que facilitan la vinculación y evitan duplicaciones o conflictos en las asignaciones.

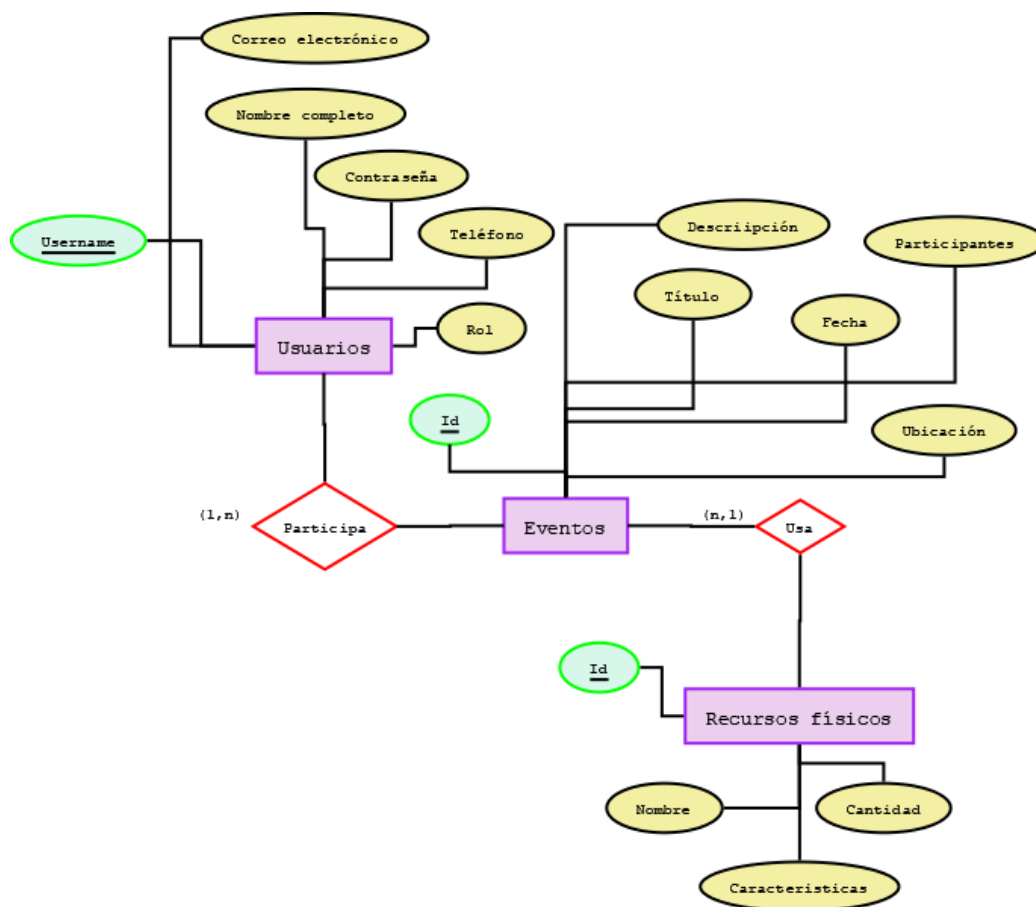


Figura 4.18: Representación gráfica de relaciones

Capítulo 5

Implementación

El sistema implementa un modelo cliente-servidor con replicación de datos entre los clientes. El servidor actúa como un intermediario que coordina la comunicación entre los clientes y asegura que todos los datos se replican correctamente en todos los nodos. Aunque se apoya en un servidor central para la transmisión de mensajes, el sistema permite que todos los clientes mantengan una copia local actualizada, lo que introduce ciertas características propias de redes P2P.

Esta arquitectura es especialmente útil en escenarios donde se requiere compartir información entre múltiples participantes con un alto grado de sincronización, sin llegar a la complejidad de un sistema P2P completamente descentralizado.

5.1. Implementación del sistema P2P

El sistema desarrollado utiliza el framework Twisted en Python para gestionar las conexiones entre un servidor central y múltiples clientes. Aunque la arquitectura implementada depende de un servidor central como intermediario para la coordinación de las comunicaciones, presenta características propias de un modelo *Peer-to-Peer*(P2P), ya que cada cliente conserva una copia local de todos los mensajes transmitidos en la red. Esto permite una replicación de datos eficiente y distribuida, al mismo tiempo que se mantiene la simplicidad operativa que ofrece un esquema centralizado.

El funcionamiento general como se muestra en la Figura 5.1 consiste en que, cuando un cliente envía un mensaje, este es recibido por el servidor central, que actúa como intermediario para redistribuirlo a todos los demás clientes conectados a la red. Posteriormente, los clientes que reciben dicho mensaje lo almacenan en sus bases de datos locales, logrando así una sincronización de datos entre todos los nodos que conforman la red.

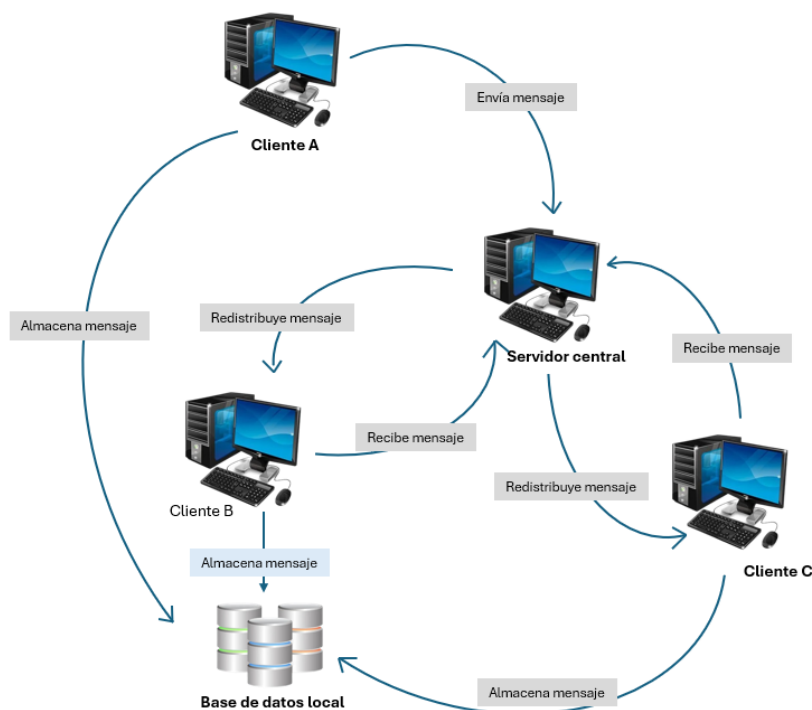


Figura 5.1: Implementación del sistema P2P

5.1.1. Arquitectura de distribución de datos

La arquitectura del sistema combina un esquema híbrido de centralización y replicación, logrando un equilibrio entre la gestión centralizada y la disponibilidad de los datos.

- **Centralización:** el servidor central se encarga de recibir y procesar todos los mensajes generados por los clientes. Este servidor opera como punto único de coordinación, asegurando que cada mensaje transmitido por la red pase primero por él antes de ser distribuido a los demás nodos. Este enfoque simplifica la gestión de la red al concentrar el flujo de información en un único punto, lo que facilita tanto el monitoreo como el control de los mensajes (ver Figura 5.2).
- **Replicación:** Una vez que el servidor procesa un mensaje, lo distribuye a todos los clientes conectados, incluidos aquellos que no generaron el mensaje original. Cada cliente que recibe un mensaje lo almacena en su base de datos local, asegurando que todos los nodos cuenten con una copia sincronizada de los datos. Este mecanismo de replicación permite que la información esté disponible en todos los clientes, incluso si el servidor central experimenta interrupciones temporales (ver Figura 5.3).

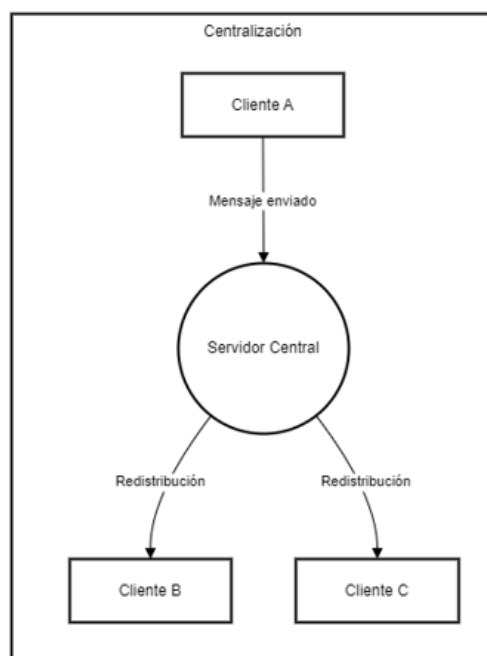


Figura 5.2: Implementación del sistema P2P

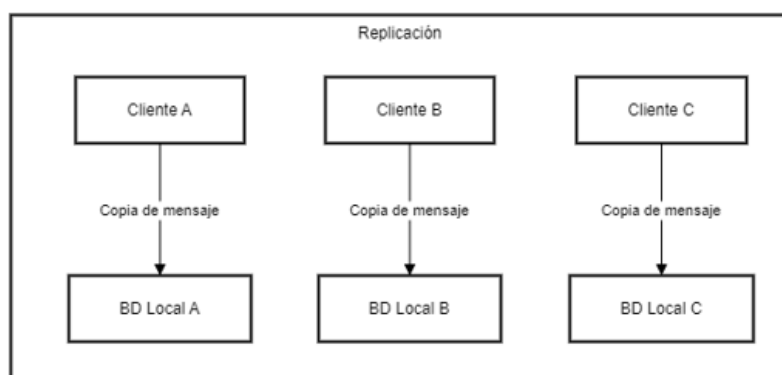


Figura 5.3: Implementación del sistema P2P

De este modo, aunque el servidor central desempeña un papel crucial en la gestión de los mensajes, los datos se encuentran replicados en toda la red, lo que aumenta la resiliencia y la disponibilidad de la información.

5.1.2. Comunicación entre los sitios

La comunicación entre el servidor y los clientes se establece mediante conexiones TCP, utilizando las funcionalidades asíncronas que proporciona el framework Twisted. Este enfoque garantiza una transmisión confiable y ordenada de los datos, lo que resulta esencial para mantener la integridad de la información en la red.

Flujo de comunicación:

- Establecimiento de conexión: El servidor configura un punto de escucha en un puerto específico mediante TCP, permitiendo aceptar solicitudes de conexión de los clientes. Por su parte, los clientes establecen conexiones hacia el servidor utilizando el mismo protocolo y puerto previamente configurados.
- Transmisión de mensajes: los mensajes enviados por los clientes se transmiten al servidor en formato codificado UTF-8, garantizando compatibilidad y estandarización en la transmisión de datos. Una vez que el servidor recibe un mensaje, lo redistribuye a todos los demás clientes conectados.
- Sincronización de datos: cada cliente que recibe un mensaje lo almacena en su base de datos local, logrando que todos los nodos mantengan copias sincronizadas de la información compartida en la red.

El uso de TCP como protocolo subyacente asegura que los datos sean entregados de manera confiable, incluso en condiciones de alta carga en la red.

5.1.3. Replicación de las bases de datos de los clientes

El sistema incluye un mecanismo automático de replicación de datos diseñado para garantizar que cada nodo de la red posea copias actualizadas y completas de todos los mensajes intercambiados. Este proceso de replicación sigue los siguientes pasos:

- Envío del mensaje: un cliente genera un mensaje, lo envía al servidor central y lo guarda simultáneamente en su base de datos local para garantizar la persistencia.
- Recepción y distribución: El servidor central recibe el mensaje enviado por el cliente, lo procesa y lo redistribuye a todos los demás clientes conectados en la red.
- Almacenamiento local: Cada cliente que recibe el mensaje lo almacena en su propia base de datos local, asegurando así que todos los nodos mantengan una copia completa y sincronizada de los datos compartidos.

Este esquema permite que los datos sean accesibles desde cualquier cliente, incluso en caso de interrupciones en el servidor central, logrando así una simulación efectiva de replicación distribuida dentro de una red centralizada.

5.1.4. Implementación de algoritmos de control de concurrencia

En la Figura 5.4 se puede ver el diagrama que representa el flujo lógico del método `save_event`, utilizado para guardar un evento en una agenda colaborativa. Este flujo incluye pasos de validación, interacción con el usuario y procesos de actualización del calendario.

El método comienza verificando si los datos obligatorios han sido proporcionados por el usuario. Estos datos incluyen:

- El nombre del evento (`event_name`).
- La hora seleccionada (`event_time`).

Si alguno de estos datos falta o la hora no ha sido seleccionada, el sistema muestra un mensaje de error al usuario indicando que debe completar estos campos para continuar. En este caso, el flujo termina sin guardar el evento.

Si los datos obligatorios están completos, se construye un objeto `datetime` combinando la fecha seleccionada en el calendario y la hora proporcionada. Este objeto será usado en las siguientes validaciones para verificar conflictos de disponibilidad.

Una vez calculado el `datetime`, el sistema verifica si la ubicación seleccionada (`selected_location`) ya está reservada para esa fecha y hora, si la ubicación está ocupada, se muestra un mensaje de error al usuario indicando que no puede proceder con esa ubicación. En caso de conflicto, el flujo termina, y el evento no se guarda.

El siguiente paso es revisar si alguno de los recursos seleccionados ya está ocupado en el mismo horario, se itera sobre la lista de recursos proporcionada por el usuario. Para cada recurso, se consulta la base de datos para verificar si está asociado a otro evento en el mismo `datetime`.

Si un recurso está ocupado, se presenta un cuadro de diálogo al usuario con dos opciones:

- Eliminar el recurso del evento: si el usuario acepta, el recurso se elimina de la lista del evento actual y la verificación continúa.
- Cancelar el guardado: si el usuario decide no eliminar el recurso, el flujo termina sin guardar el evento.

Esta interacción permite resolver conflictos sin cancelar completamente el proceso, dependiendo de la preferencia del usuario.

De manera similar a los recursos, el sistema verifica si alguno de los participantes seleccionados está ocupado en otro evento en el mismo horario. Se consulta la disponibilidad de cada participante, si un participante está ocupado, se muestra un cuadro de diálogo al usuario con las mismas opciones que en los recursos:

- Eliminar al participante del evento actual y continuar.

- Cancelar el guardado del evento.

Los participantes eliminados se eliminan de la lista de este evento, y el flujo continúa con los restantes.

Si se eliminan recursos o participantes debido a conflictos, el sistema notifica al usuario mediante un mensaje. Este mensaje le indica que puede agregar nuevos recursos o participantes antes de intentar guardar el evento nuevamente. En este punto, el proceso termina temporalmente para permitir ajustes.

Si no hay conflictos, o si estos han sido resueltos, el sistema procede a crear un nuevo evento, se recopilan todos los datos proporcionados por el usuario, como nombre, hora, recursos, participantes, ubicación, y descripción, se crea un objeto **Event** que encapsula esta información, el evento se agrega a la base de datos y se confirma el guardado.

Una vez guardado el evento, se muestran mensajes de éxito al usuario confirmando que el evento se ha registrado correctamente. Además, el calendario se actualiza para reflejar el nuevo evento en la interfaz de usuario. Este paso asegura que los cambios sean visibles de inmediato y facilita la interacción continua con la aplicación.

El método finaliza una vez que los mensajes de confirmación han sido mostrados y la interfaz de usuario ha sido actualizada. Si en algún punto del proceso ocurre un error o se encuentra un conflicto que no puede resolverse, el flujo termina sin guardar el evento.

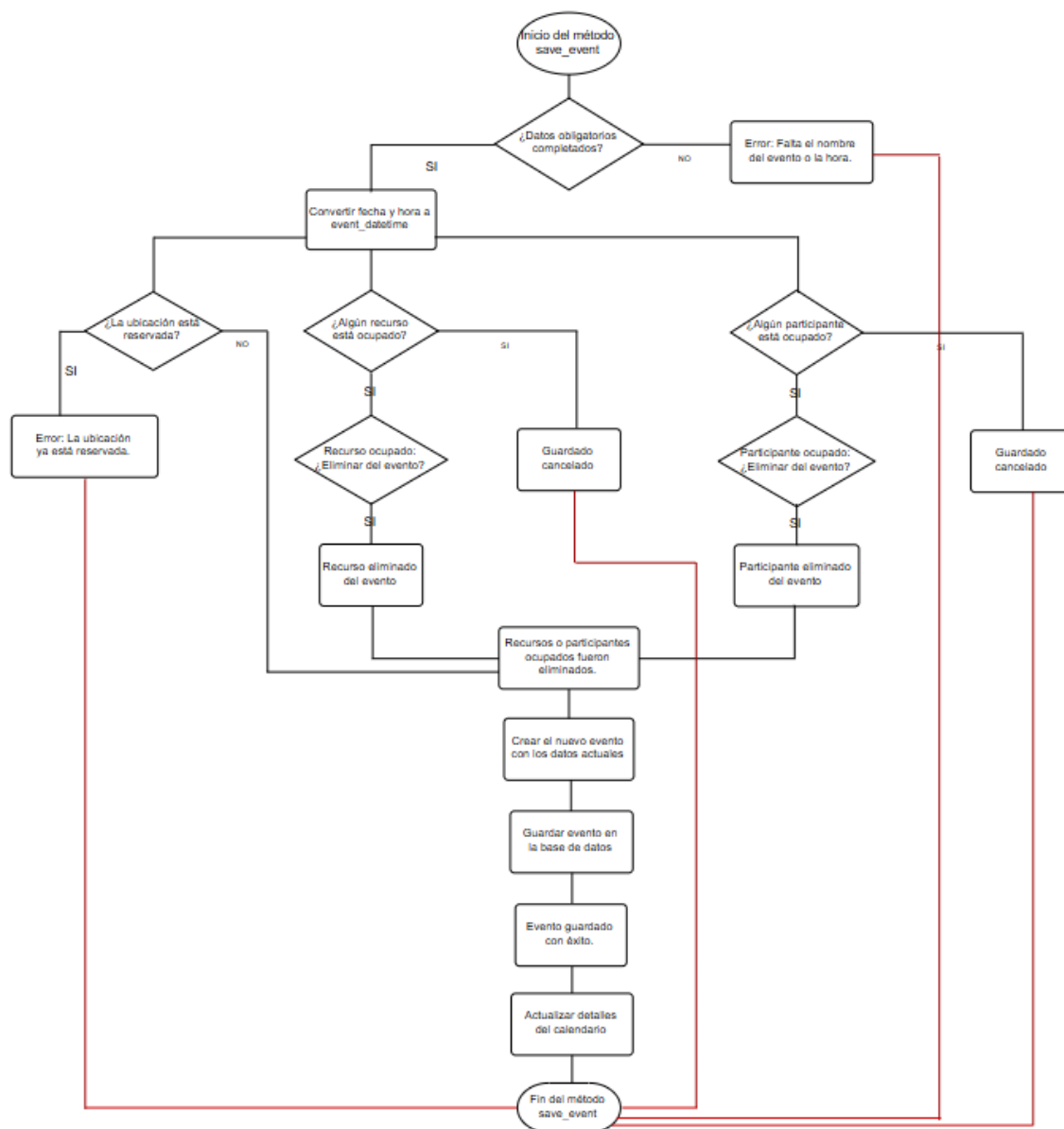


Figura 5.4: Diagrama de implementación de algoritmos de control de concurrencia

5.2. Interacción y flujo de usuarios en la agenda colaborativa

El sistema de agenda colaborativa se implementó utilizando Python para la lógica del programa, Tkinter como herramienta para desarrollar la interfaz gráfica y SQLite para la gestión de la base de datos. Este diseño permite a los usuarios realizar diversas acciones, como agregar, editar o eliminar eventos, asignar recursos y participantes, y visualizar la información en un calendario interactivo.

Características principales:

- La interfaz gráfica de usuario permite gestionar eventos de forma intuitiva, con detalles dinámicos que incluyen el uso de barras de desplazamiento para navegar cómodamente por las listas de recursos y participantes.
- La sincronización en tiempo real garantiza que los cambios realizados por los usuarios se reflejan de inmediato en el sistema, lo que facilita la coordinación eficiente entre los miembros de un equipo.
- Cada evento incluye información detallada que se presenta de manera dinámica en el calendario, permitiendo a los usuarios acceder rápidamente a los datos relevantes.

Ésta solución fue creada para fortalecer y fomentar la colaboración en tiempo real, así como para optimizar la gestión de actividades dentro de equipos de trabajo. El diseño del sistema prioriza tanto la facilidad de uso como la flexibilidad, asegurando que los usuarios puedan interactuar de manera intuitiva y eficiente. Además, se buscó integrar funcionalidades que permitan una coordinación fluida, promoviendo una organización más eficaz de las tareas y recursos compartidos. Con estas características, el sistema no solo mejora la comunicación entre los integrantes del equipo, sino que también impulsa la productividad al facilitar el acceso y la gestión de información relevante en un entorno centralizado y dinámico.

5.2.1. Autenticación de usuarios

Al ser una agenda colaborativa académica y profesional existen tres tipos de usuarios diferentes, que podrán ingresar al sistema seleccionando su rol en el inicio de sesión para poder acceder a su espacio personalizado como se muestra en la Figura 5.5.

Cada usuario cuenta con un acceso individual y seguro, sus credenciales son personalizadas e involucran un usuario y contraseña (ver Figura 5.6).

El usuario del participante esta ligado a su número de identificación, en el caso de los usuarios participantes a su número de boleta y de los usuarios administrador y organizador a su número de trabajador. Por motivos de seguridad, los caracteres de la contraseña están ocultos durante la escritura para proteger la información del usuario (ver Figura 5.7).



Figura 5.5: Interfaz del inicio de la aplicación



Figura 5.6: Usuario administrador selecciona su rol y se le da acceso a un panel para ingresar credenciales



Figura 5.7: Errores de autenticación

Existen dos errores de autenticación:

- Contraseña incorrecta: si el usuario ingresa de manera incorrecta sus credenciales aparece un mensaje con este error y puede corregirlas para poder intentar acceder nuevamente.
- Usuario no registrado: si el usuario aún no se encuentra en sistema debe acudir con el personal administrativo para poder realizar su registro.

Estos dos niveles de bloqueo también garantizan que un usuario no intente acceder a un área o información que no le corresponde, reforzando la seguridad y la integridad del sistema.

5.2.2. Menu inicial para cada usuario

Como se ha mencionado en capítulos anteriores existen tres tipos de usuario para este sistema:

- Administrador
- Organizador
- Participante

Estos identificadores podrán visualizarse en un panel con su respectivo rol y visualizando las funciones que pueden realizar (ver Figura 5.8).

En la ventana del menu principal de cada usuario (ver Figura 5.9) podemos visualizar en la parte superior el rol asignado, un menu lateral del lado izquierdo con las funciones que puede realizar, el nombre de su organización en la parte superior derecha y una imagen de su institución.

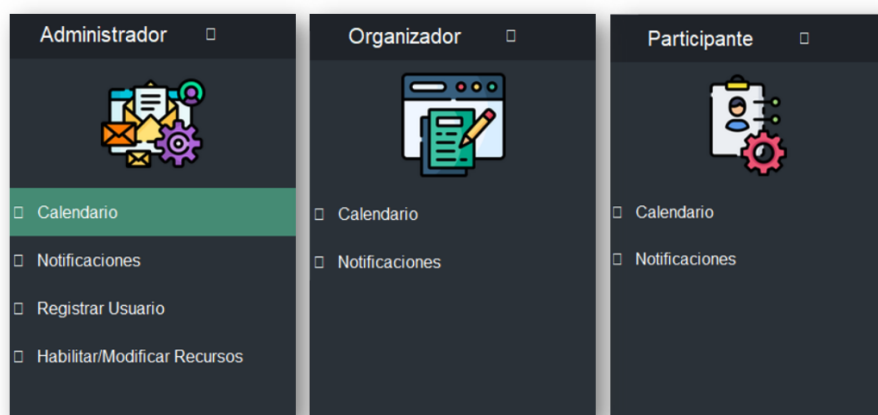


Figura 5.8: Cada usuario tiene asignado un sistema de acuerdo a su rol



Figura 5.9: Ventana del menu principal de la agenda

5.2.3. Calendario de la agenda colaborativa

Al seleccionar la sección del calendario, se despliega una ventana que muestra el mes y el año actual. Los días con eventos registrados se destacan con un color distinto, facilitando su identificación. Además, en la parte inferior de la ventana, aparece un panel que permite visualizar los eventos correspondientes al día seleccionado.

Si se quiere agendar un nuevo evento, seleccionamos el día para que se pueda desplegar el menu lateral del lado derecho donde se encontrará el formulario de registro para el evento (ver Figura 5.10).

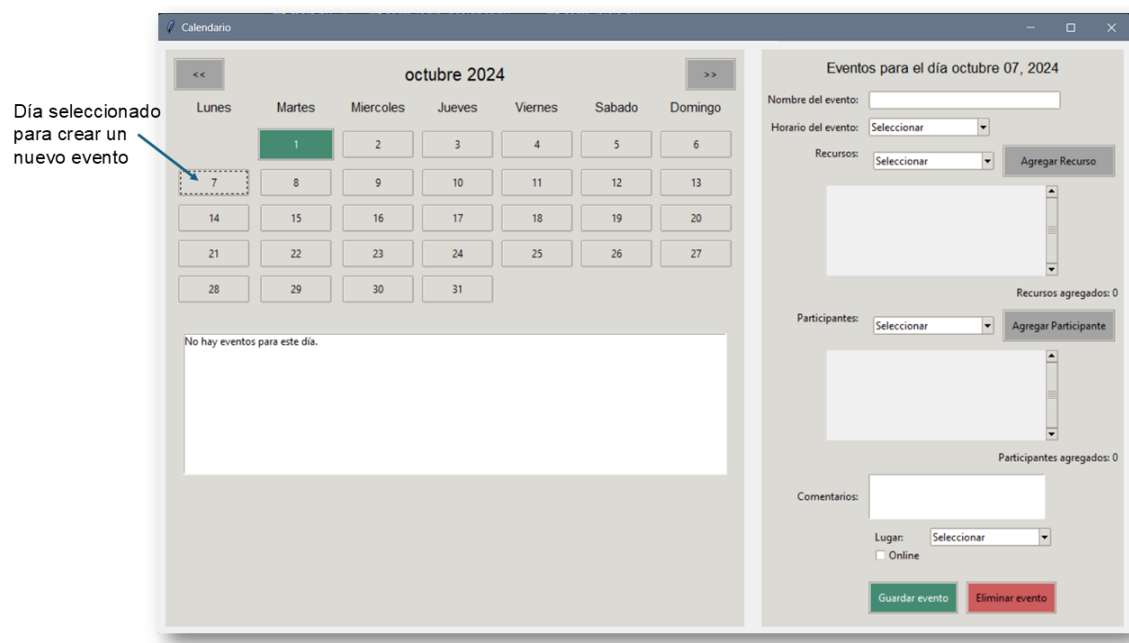


Figura 5.10: Selección del día para comenzar a crear un evento.

En el formulario de registro (ver Figura 5.11) para crear un nuevo evento tenemos las siguientes características para completar la función como:

- Etiqueta de confirmación que nos indica el día, mes y año en el que se registrara el evento.
- Nombre del evento.
- Horario del evento: esta sección cuenta con un menú desplegable para que el usuario no tenga que ingresar la hora de forma manual y esta definida por intervalos de 30 minutos.
- Recursos: esta sección cuenta con un menú desplegable en el que se muestran todos los recursos físicos registrados en el sistema que puede utilizar durante el evento como proyectores, pantallas, adaptadores, entre otros. Esta sección cuenta con un espacio donde el usuario puede visualizar los recursos que ya ha ingresado, adicional a esto también cuenta con un scrollbar para que no se expanda el panel y con un contador que muestra el total de los recursos registrados.
- Participantes: esta característica nos muestra a los participantes que necesitamos para nuestro evento, para evitar que el panel se expanda con cada participante se cuenta con un scrollbar y un contador que nos indicara el total de participantes registrados.

Es importante resaltar que un organizador de eventos también puede tener un rol de participante en un evento creado por otro organizador.

- Comentario: está es una sección reservada para poder ingresar detalles del evento.
- Lugar: está sección cuenta con un menu desplegable que nos muestra las áreas donde se puede llevar acabo el evento como salones de clase, auditorios, salas de juntas, entre otros.
- Boton guardar evento: una vez que cada una de las características sean completadas podemos proceder a guardar el evento para que este sea registrado en nuestro calendario.

The image shows two overlapping windows from a software application. The background window is a calendar titled 'Calendario' showing a grid for the month of October. The date October 7th is highlighted in green. The foreground window is titled 'Eventos para el día octubre 07, 2024' and contains the following fields and controls:

- Nombre del evento:** Text input field containing 'Entrega de avances'.
- Horario del evento:** Dropdown menu set to '10:00'.
- Recursos:** A list box containing 'Proyector-Epson', 'Adaptador HDMI', 'Extensión', 'Marcadores', and 'Apuntador'. To its right is a button 'Agregar Recurso'.
- Recursos agregados:** A counter showing '6'.
- Participantes:** A list box containing 'Ana Karen Godoy Peña', 'Luis David Pinedo Suárez', and 'Erika Berenice Ríos Hernández'. To its right is a button 'Agregar Participante'.
- Participantes agregados:** A counter showing '3'.
- Comentarios:** A text area containing the text 'correcciones de los primeros tres capítulos del documento de tesis'.
- Lugar:** A dropdown menu set to 'Sala de juntas'.
- Online:** An unchecked checkbox.
- Buttons:** At the bottom are two buttons: 'Guardar evento' (green) and 'Eliminar evento' (red).

Figura 5.11: Formulario para la creación de un evento.

Este formulario cuenta con candados que nos permiten ejecutar una restricción para no asignar recursos físicos, participantes y lugares que ya tienen otros eventos registrados para ese horario, garantizando una correcta gestión y evitando conflictos en la planificación (ver Figura 5.12).

Si el evento ya no cuenta con estas restricciones se registra correctamente en el sistema.

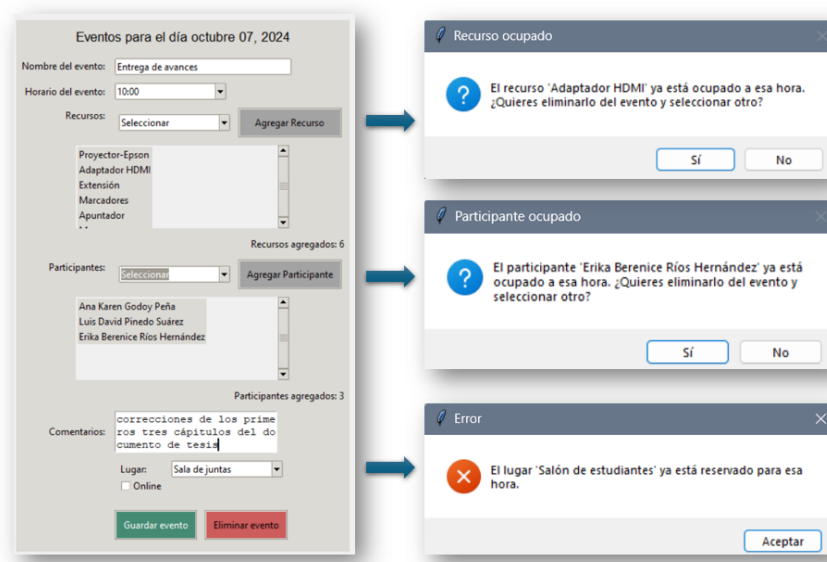


Figura 5.12: Notificaciones del sistema acerca de los recursos físicos, participantes y lugares que ya se encuentran ocupados.

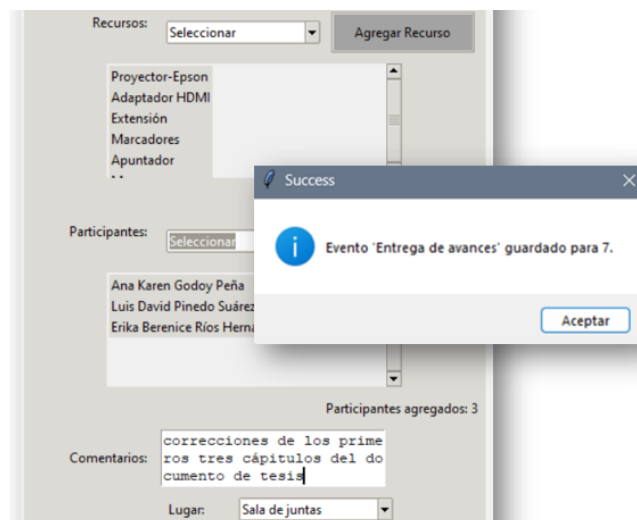


Figura 5.13: Notificación del evento creado y guardado con éxito.

Una vez que ya fue registrado el evento en el sistema, este ya se puede visualizar en el calendario (ver Figura 5.14), el día que contiene el evento cambia de color y en el panel inferior puede mostrarse la hora y el nombre del evento.



Figura 5.14: Evento registrado en el calendario.

Si seleccionamos el evento que se encuentra en el panel debajo del calendario este nos muestra en una nueva ventana los detalles con sus características disponibles para poder ser modificadas. Esta opción nos ayuda para poder realizar cambios en el evento, esto incluye el día (ver Figura 5.15).

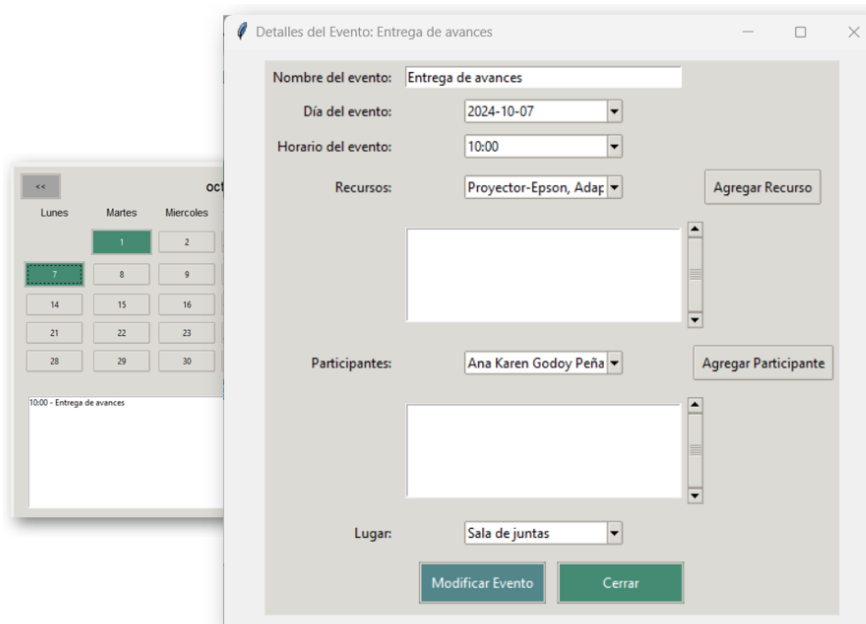


Figura 5.15: Detalles del evento registrado.

Si el usuario realiza modificaciones en el evento el sistema nos indica que estas modificaciones fueron registradas de manera correcta (ver Figura 5.16).

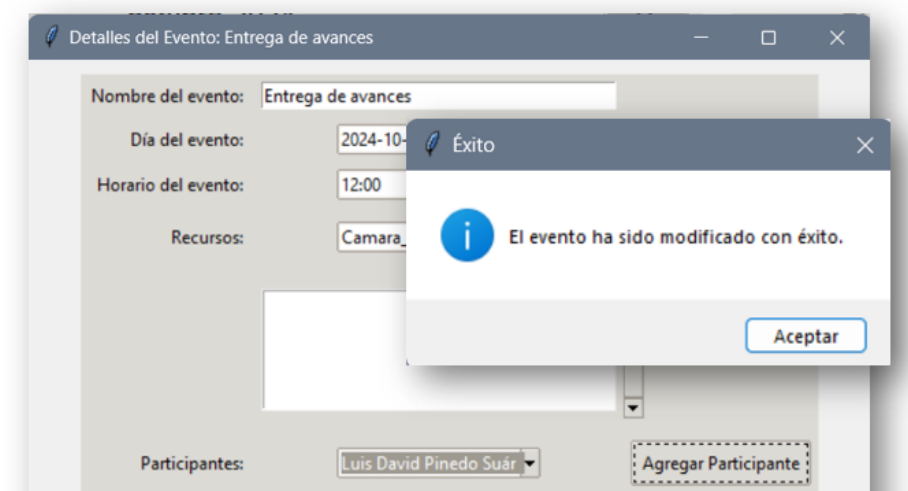


Figura 5.16: Evento modificado con éxito.

Una vez que el evento ha sido modificado y registrado en el sistema podemos ver en el calendario estos cambios (ver Figura 5.17), en la Figura (5.15) el evento inicial se encontraba el día 7 de octubre a las 10am, con las modificaciones del usuario (ver Figura 5.16) el evento ya se encuentra registrado el día 9 de octubre a las 12pm.



Figura 5.17: Evento modificado registrado en el calendario.

Los eventos registrados en el sistema podemos visualizarlos en nuestro calendario, cuando ya podemos ver esta acción se mandan a los participantes por medio de notificaciones a su sistema donde podrán aceptar o rechazar el evento (ver Figura 5.18).

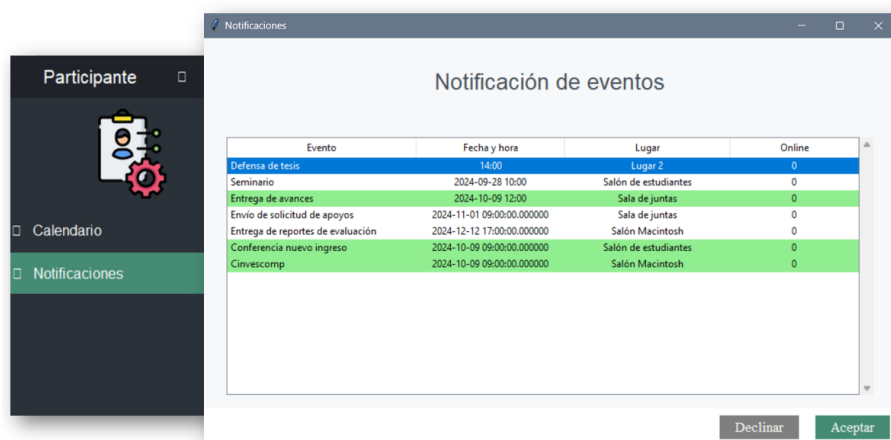


Figura 5.18: Eventos registrados en las notificaciones del participante.

5.2.4. Notificaciones de los eventos creados

En su espacio de trabajo en la sección de notificaciones podrán visualizar todos los eventos en los que se encuentran como participantes. Si aceptan el evento en esta sección este cambia de color (ver Figura 5.18) y el organizador podrá visualizar que su evento fue aceptado (ver Figura 5.19).



Figura 5.19: Eventos registrados en el calendario del usuario organizador como aceptados

Para las notificaciones que recibirán los participantes (ver Figura 5.20), los detalles que podrán visualizar son:

- Nombre del evento

- Fecha y hora
- Lugar
- Descripción: detalles del evento.
- Online : si el campo de lugar está vacío esta sección estaría habilitada para que el participante este enterado que será una reunión en línea.

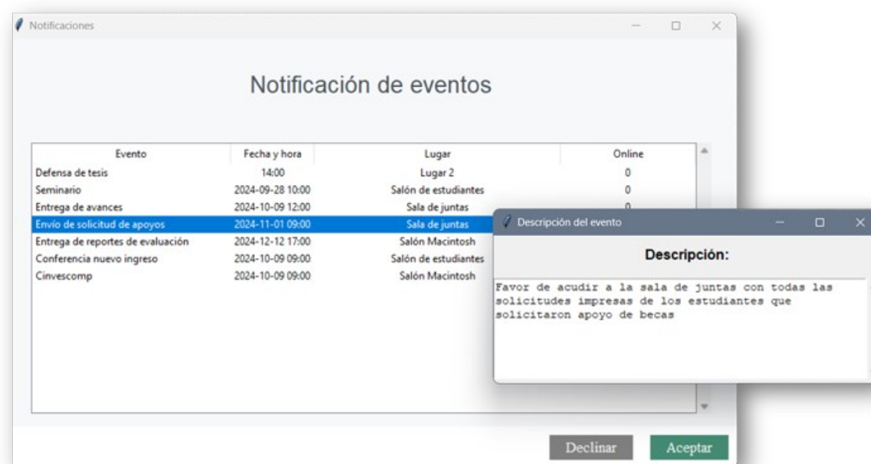


Figura 5.20: Detalles del evento seleccionado que puede visualizar el participante.

Para las notificaciones que recibirán los organizadores (ver Figura 5.21), los detalles que podrán visualizar son:

- Nombre del evento
- Fecha y hora
- Lugar
- Descripción: detalles del evento.
- Online : si el campo de lugar está vacío esta sección estaría habilitada para que el participante este enterado que será una reunión en línea.
- Recursos: estos podrán visualizarse en forma de lista con un scrollbar para evitar que la ventana se expanda.
- Participantes: estos podrán visualizarse en forma de lista con un scrollbar para evitar que la ventana se expanda.

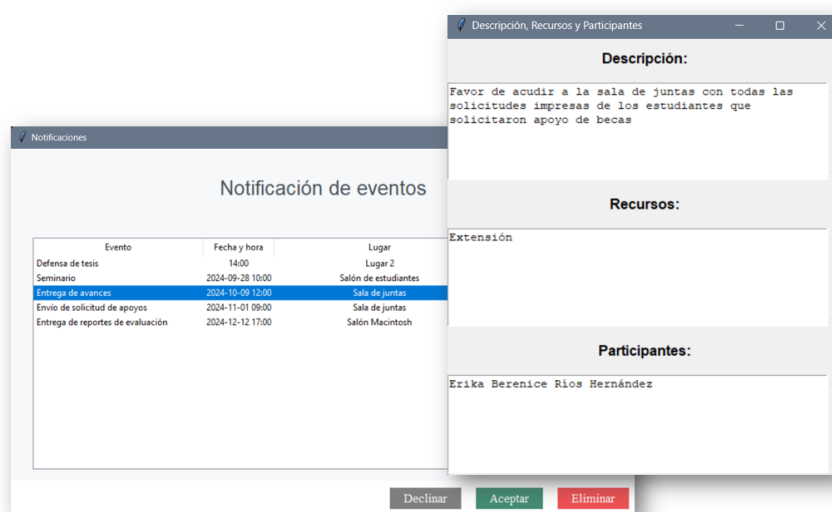


Figura 5.21: Detalles del evento seleccionado que puede visualizar el organizador.

Los eventos aceptados se marcarán con color verde y los declinados con color rojo (ver Figura 5.22). Los organizadores tendrán una opción adicional en su ventana de notificaciones, esta opción estará definida por el botón de eliminar, cuando un evento sea seleccionado el usuario podrá eliminarlo de esta lista, esta opción se ajusta a este tipo de usuarios ya que su número de eventos es mucho mayor al de un participante como son los estudiantes de una organización.

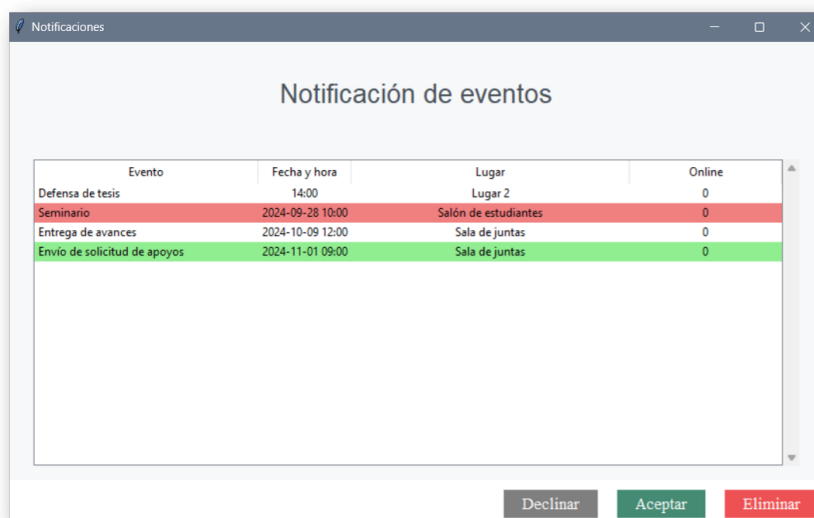


Figura 5.22: Eventos declinados marcados en rojo

5.2.5. Registro de usuarios

Esta función de la agenda colaborativa nos permite registrar a los usuarios que podrán participar en los eventos mediante el llenado de un formulario (ver Figura 5.23). Esta función es única del administrador ya que solo él tiene los permisos necesarios para:

- Crear y gestionar usuarios: el administrador puede agregar, modificar o eliminar usuarios en el sistema, asignando sus roles y permisos de participación en los eventos.
- Controlar los permisos de acceso: el administrador puede definir qué acciones puede realizar cada usuario, esto mediante la asignación de su rol en el sistema.

Figura 5.23: Vista del formulario de registro para nuevos usuarios.

Los campos para el registro de usuarios son:

- Nombre completo del usuario
- Procedencia
- Correo electrónico
- Teléfono
- Usuario: este usuario estará ligado al número de empleado o número de boleta según corresponda a cada usuario.
- Rol: para llenar este campo se tiene una lista desplegable para mayor facilidad que nos muestra los tres tipos de usuario (Administrador, Organizador, Participante).

- Contraseña
- Confirmación de contraseña

Una vez que estos campos son completados se cuenta con un boton en la parte inferior (ver Figura 5.24) para poder registrar al usuario, si todo es correcto el sistema nos indica que el usuario ha sido registrado correctamente.



Figura 5.24: Registro exitoso de un nuevo usuario.

También tenemos un boton para poder visualizar la lista de todos los usuarios que han sido registrados en el sistema, al ingresar esta opción podemos ver de manera organizada y en forma de lista las características de cada usuario y además tendremos dos opciones más: eliminar usuario y modificar usuario (ver Figura 5.25).

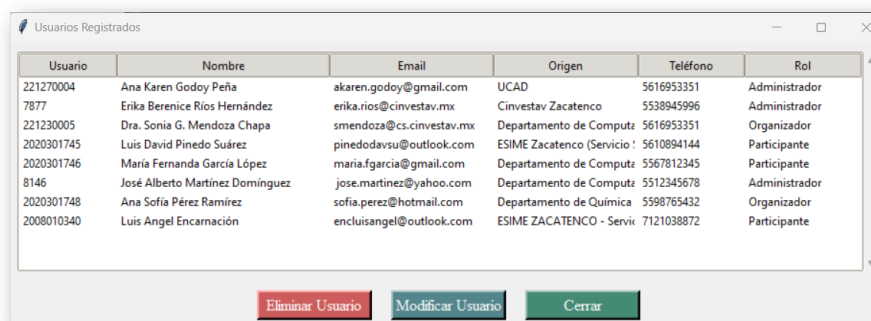


Figura 5.25: Lista de usuarios registrados en el sistema.

- Eliminar usuario: con esta opción podemos eliminar un usuario de la base de datos del sistema. Antes de eliminarlo de manera permanente el sistema nos arroja una ventana de advertencia con el nombre del usuario que estamos a punto de eliminar.

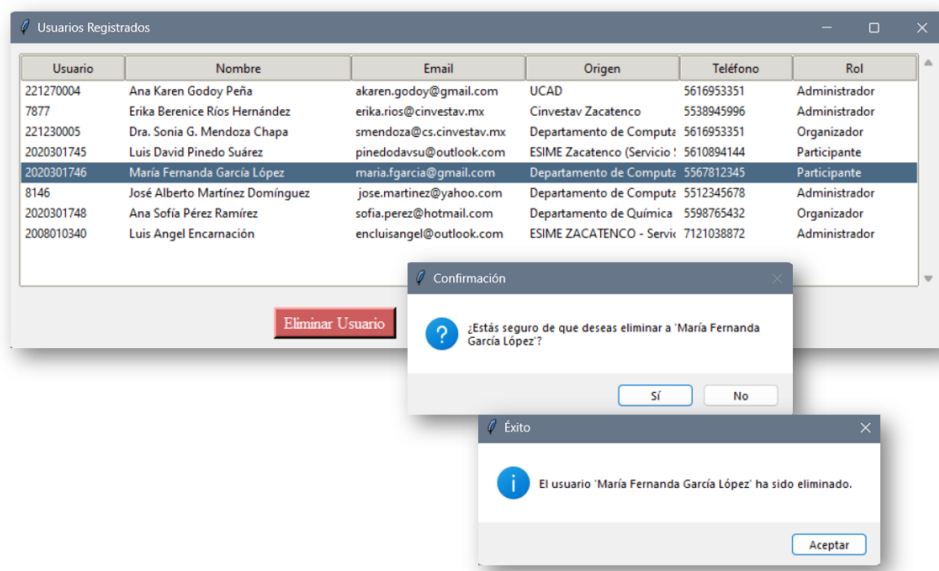


Figura 5.26: Notificaciones de sistema al realizar la eliminación de un usuario.

Si definitivamente el usuario es eliminado podemos visualizar (ver Figura 5.27) que el usuario que fue seleccionado en la Figura 5.26 ya no se encuentra en la lista de los usuarios registrados en el sistema.

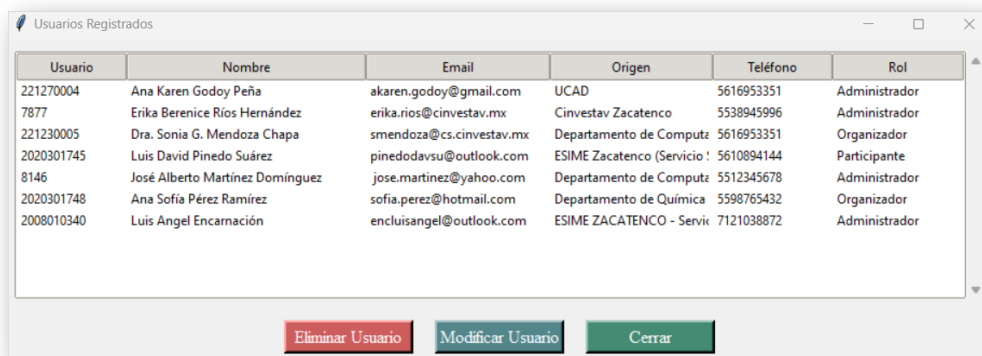


Figura 5.27: Usuario eliminado del sistema.

- Modificar usuario: al seleccionar esta función tenemos una ventana (ver Figura 5.28) que nos muestra los detalles del usuario que podemos modificar, destacando que la característica del Rol se muestra como una lista desplegable.

Si se realizan cambios en el usuario seleccionado el sistema nos indica que el usuario ha sido modificado y los cambios podemos verlos directamente en la lista de usuarios registrados (ver Figura 5.29).

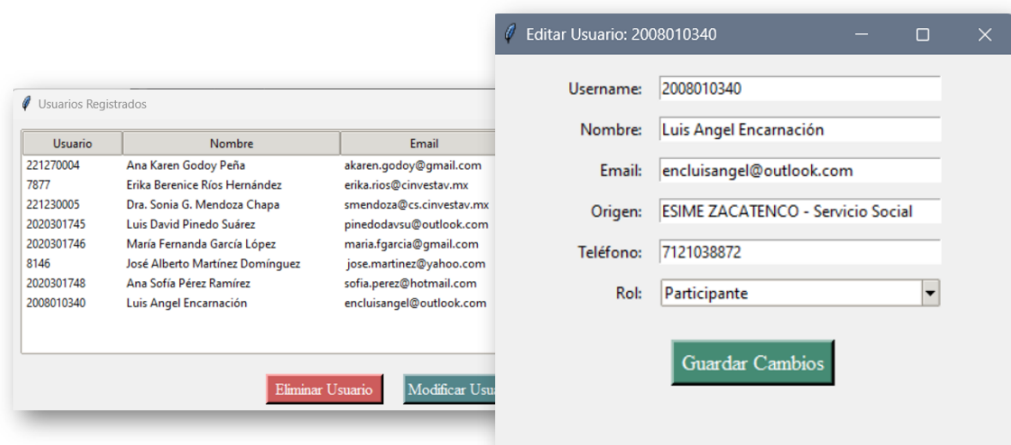


Figura 5.28: Detalles de un usuario registrado.

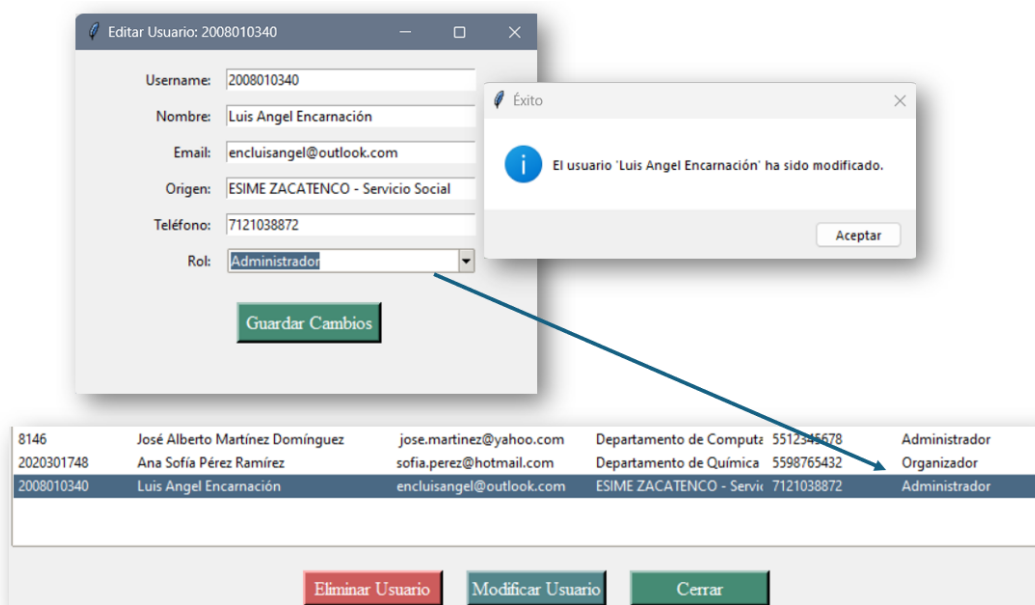


Figura 5.29: Notificación de usuario modificado de manera exitosa.

5.2.6. Registro de recursos físicos

Esta función es propia de los usuarios Administradores (ver Figura 5.30) y cuenta con un formulario de registro para los recursos físicos con las siguientes características:

- **Id:** este es un valor único generado de manera automática para cada recurso.
- **Recurso:** será el campo asignado para el nombre del recurso que deseamos registrar en el sistema.
- **Cantidad:** este campo se refiere al número total de unidades del recurso específico que se está registrando.
- **Características:** describen los atributos específicos o detalles del recurso que pueden incluir especificaciones técnicas, dimensiones, condiciones, colores o cualquier otra información relevante que permita diferenciar y comprender mejor el recurso en cuestión.

Id	Nombre	Cantidad	Características
1	Adaptador HDMI	1	Adaptador HDMI-VGA
2	Proyector-Epson	1	Salida HDMI
3	Monitor curvo	1	ViewSonic
4	Marcadores	4	Colores: rojo, azul, amarillo, verde
5	Camara_SONY	1	Profesional 3.5mm
6	Monitor SANYO	1	Pantalla de panel plano LCD conexión VGA
7	Mouse	3	Marca HP
8	Teclado inalámbrico	5	Color negro, marca HP
9	Apuntador	1	Luz roja
10	Apuntador_Steren	1	Luz verde
11	Scanner	1	HP
12	Extensión	3	3 metros

Figura 5.30: Vista del registro de recursos físicos

La tabla donde se van guardando los recursos contiene un scrollbar que nos permite mostrar a los recursos con sus características en forma de lista sin alterar las dimensiones del panel.

Entre el formulario y la tabla de los recursos físicos registrados tenemos dos botones que nos permitirán limpiar los campos en el caso de que exista un error al ser llenados y el botón para registrar el recurso (ver Figura 5.31) una vez que ya cuenta con las características deseadas.

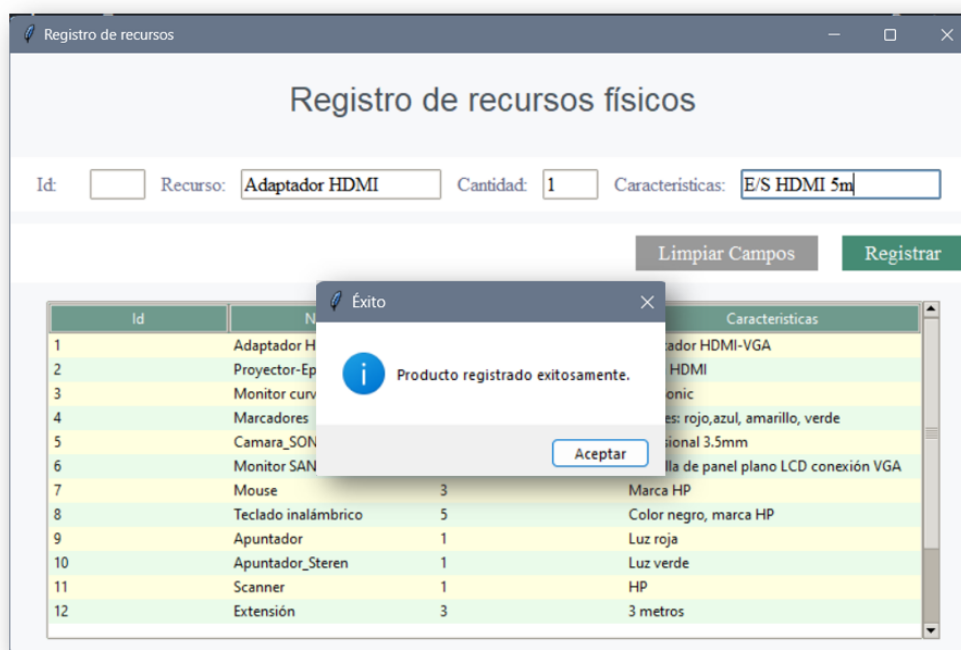


Figura 5.31: Notificación del registro exitoso de un nuevo recurso físico

Si este recurso es registrado de manera correcta como lo indica la Figura 5.31 podremos visualizar el registro en la lista de la tabla (ver Figura 5.32).

Si necesitamos modificar las características de alguno de los recursos registrados solo debemos seleccionarlo, modificar los campos necesarios y seleccionar el botón de modificar. Una vez realizada esta acción podremos ver los cambios en la lista de la tabla (ver Figura 5.33)

Si alguno de los recursos ya no se encuentra en existencia podemos seleccionarlo y eliminarlo. Una vez realizada esta acción podremos ver en la lista que el recurso ya no se encuentra registrado en el sistema (ver Figura 5.34)

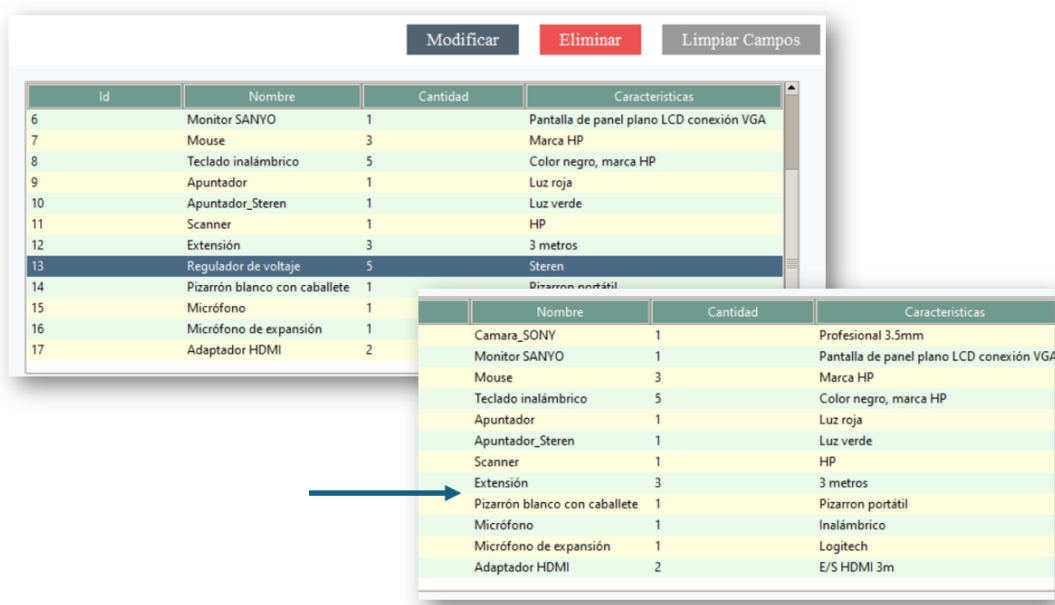
Id	Nombre	Cantidad	Características
6	Monitor SANYO	1	Pantalla de panel plano LCD conexión VGA
7	Mouse	3	Marca HP
8	Teclado inalámbrico	5	Color negro, marca HP
9	Apuntador	1	Luz roja
10	Apuntador_Steren	1	Luz verde
11	Scanner	1	HP
12	Extensión	3	3 metros
13	Regulador de voltaje	5	Steren
14	Pizarrón blanco con caballete	1	Pizarron portátil
15	Micrófono	1	Inalámbrico
16	Micrófono de expansión	1	Logitech
17	Adaptador HDMI	1	E/S HDMI 5m

Figura 5.32: Visualización del nuevo recurso físico registrado

The diagram illustrates the process of modifying a physical resource's characteristics. It consists of three main parts:

- Table Snippet (Top):** Shows rows 14 to 17 of the resource list. Row 17, 'Adaptador HDMI' with quantity 1 and characteristics 'E/S HDMI 5m', is highlighted. The quantity '1' and the characteristics 'E/S HDMI 5m' are circled, with arrows pointing to the form below.
- Form (Middle):** A form for editing resource 17. It contains the following fields:
 - Id:** 17
 - Recurso:** Adaptador HDMI
 - Cantidad:** 2 (indicated by a blue box)
 - Características:** E/S HDMI 3m
 Below the fields are three buttons: 'Modificar' (dark blue), 'Eliminar' (red), and 'Limpiar Campos' (grey).
- Table Snippet (Bottom):** Shows the updated state of rows 16 and 17. Row 17 now shows 'Adaptador HDMI' with a quantity of 2 and characteristics 'E/S HDMI 3m'. Arrows from the form point to these updated values.

Figura 5.33: Modificación de las características de un recurso físico



Modificar Eliminar Limpiar Campos

Id	Nombre	Cantidad	Características
6	Monitor SANYO	1	Pantalla de panel plano LCD conexión VGA
7	Mouse	3	Marca HP
8	Teclado inalámbrico	5	Color negro, marca HP
9	Apuntador	1	Luz roja
10	Apuntador_Steren	1	Luz verde
11	Scanner	1	HP
12	Extensión	3	3 metros
13	Regulador de voltaje	5	Steren
14	Pizarrón blanco con caballete	1	Pizarrón portátil
15	Micrófono	1	
16	Micrófono de expansión	1	
17	Adaptador HDMI	2	

Nombre	Cantidad	Características
Camara_SONY	1	Profesional 3.5mm
Monitor SANYO	1	Pantalla de panel plano LCD conexión VGA
Mouse	3	Marca HP
Teclado inalámbrico	5	Color negro, marca HP
Apuntador	1	Luz roja
Apuntador_Steren	1	Luz verde
Scanner	1	HP
Extensión	3	3 metros
Pizarrón blanco con caballete	1	Pizarrón portátil
Micrófono	1	Inalámbrico
Micrófono de expansión	1	Logitech
Adaptador HDMI	2	E/S HDMI 3m

Figura 5.34: Recurso físico eliminado

Capítulo 6

Pruebas y resultados

En este capítulo se presentan las pruebas la agenda colaborativa realizadas con usuarios finales, así como los resultados obtenidos. Primeramente, se describe la evaluación de experiencia de usuario usando la herramienta AttrakDiff (ver Sección 6.1). Después, de manera similar, se explica la estimación de la carga de trabajo percibida por los usuarios, haciendo uso de la herramienta NASA-TLX (ver Sección 6.2).

6.1. Análisis de experiencia de usuario

Para evaluar la experiencia de usuario en la agenda colaborativa, se llevaron a cabo una serie de pruebas con usuarios finales en un entorno controlado. Estas pruebas se realizaron con el objetivo de evaluar tanto la experiencia de usuario como la carga de trabajo. Las pruebas involucraron a usuarios finales, que fueron divididos en tres grupos según sus roles dentro de la aplicación (administrador, organizador y participante). A cada grupo se le otorgaron instrucciones específicas y se les pidió realizar una serie de tareas típicas. Las tareas asignadas a cada usuario se determinaron en función del rol que desempeñan:

- Rol de administrador
 - Agregar, editar y eliminar un recurso físico.
 - Agregar, editar y eliminar un usuario.
 - Asignar roles a un usuario que les permiten utilizar ciertas funcionalidades de la agenda colaborativa.
- Rol de organizador
 - Crear una reunión.
 - Reservar sala, proyector y otros equipos necesarios para la reunión.
 - Designar a los participantes y al personal de asistencia (secretaria o técnico de red) según los requerimientos de la reunión.

- Actualizar algunos detalles de una reunión ya agendada, como fecha, hora o recursos reservados, en caso de cambios de última hora.
 - Revisar las confirmaciones de los participantes.
- Rol de participante
- Confirmar o declinar su asistencia a una reunión a la que ha sido invitado.
 - Revisar los detalles de la reunión, como fecha, hora y ubicación.
 - Revisar que, al aceptar participar en la reunión, esta haya sido registrada en su agenda.

6.1.1. Aplicación de pruebas

Se seleccionó una muestra de oportunidad compuesta por 10 participantes con características específicas para obtener una retroalimentación detallada y representativa. Este grupo incluyó a cinco hombres y cinco mujeres, garantizando así un equilibrio de género en las opiniones. La edad de los participantes abarcó un rango amplio, de 20 a 60 años, con un promedio de 34 años, lo cual permitió recabar perspectivas de personas en distintas etapas de su vida laboral, desde jóvenes que recién comienzan a trabajar hasta personas que están por jubilarse. Todos los participantes cuentan con un nivel educativo mínimo de estudios universitarios.

Además, cada uno de los participantes interactuó con la agenda en más de cinco ocasiones a lo largo de un mes previo a la evaluación. Esta frecuencia de uso permitió que cada persona tuviera una experiencia directa y recurrente con la aplicación, dándoles la oportunidad de familiarizarse con sus funcionalidades. Esta interacción repetida fue esencial para que los participantes pudieran responder con precisión y seguridad en la evaluación, basándose en su experiencia acumulada con la agenda en diversas situaciones.

6.1.2. Cuestionario de evaluación

Para contestar el cuestionario de AttrakDiff, los participantes eligen entre los pares de palabras mostrados en la Figura 6.1. Cada par representa un fuerte contraste y se subdividen en siete niveles de calificación para lograr una evaluación detallada.



Figura 6.1: Pares semánticos en AttrakDiff

La instrucción principal para los participantes en la prueba de AttrakDiff fue la siguiente:

“Seleccione la escala que mejor refleje su percepción de la aplicación en relación con el par de palabras opuestas mostradas. No analice demasiado, elija la opción que mejor le parezca de forma espontánea. Incluso si siente que el par de palabras no es completamente aplicable al artefacto, seleccione una opción de todas formas. No hay respuestas correctas o incorrectas; lo que importa es su opinión personal.”

Uno de los cuestionarios que se aplicaron se muestra en la Figura 6.2.

humano	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	técnico
aislando	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	conectivo
agradable	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	desagradable
inventivo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	convencional
simple	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	complicado
profesional	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	no profesional
feo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	atractivo
práctico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	poco práctico
simpático	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	desagradable
incómodo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	directo

Figura 6.2: Cuestionario de AttrakDiff

6.1.3. Resultados de la evaluación

La evaluación de la experiencia de usuario, mediante AttrakDiff, permite medir tanto los aspectos pragmáticos como los hedónicos percibidos por los participantes, a partir de su experiencia de uso. La Figura 6.3 presenta los resultados de la evaluación de la agenda colaborativa a través de los pares semánticos. Cada par tiene un puntaje que varía de -3 a 3 , lo que refleja en qué medida el artefacto se inclina hacia una u otra palabra. Los valores positivos indican una percepción favorable en términos de simplicidad, integración y atractivo, mientras que los valores negativos reflejan percepciones opuestas. En conjunto, los pares semánticos evalúan las siguientes dimensiones:

- **Calidad Pragmática (PQ):** se refiere a la calidad percibida en la manipulación del artefacto, i.e., la efectividad y eficiencia en el uso.
- **Calidad Hedónica - Identidad (HQ-I):** indica la autoidentificación del usuario con el artefacto.
- **Calidad Hedónica - Estimulación (HQ-S):** refleja la necesidad humana de desarrollo individual, i.e., la mejora del conocimiento y las habilidades.
- **Atractivo (ATT):** reporta el valor general del artefacto con base en el atractivo percibido.

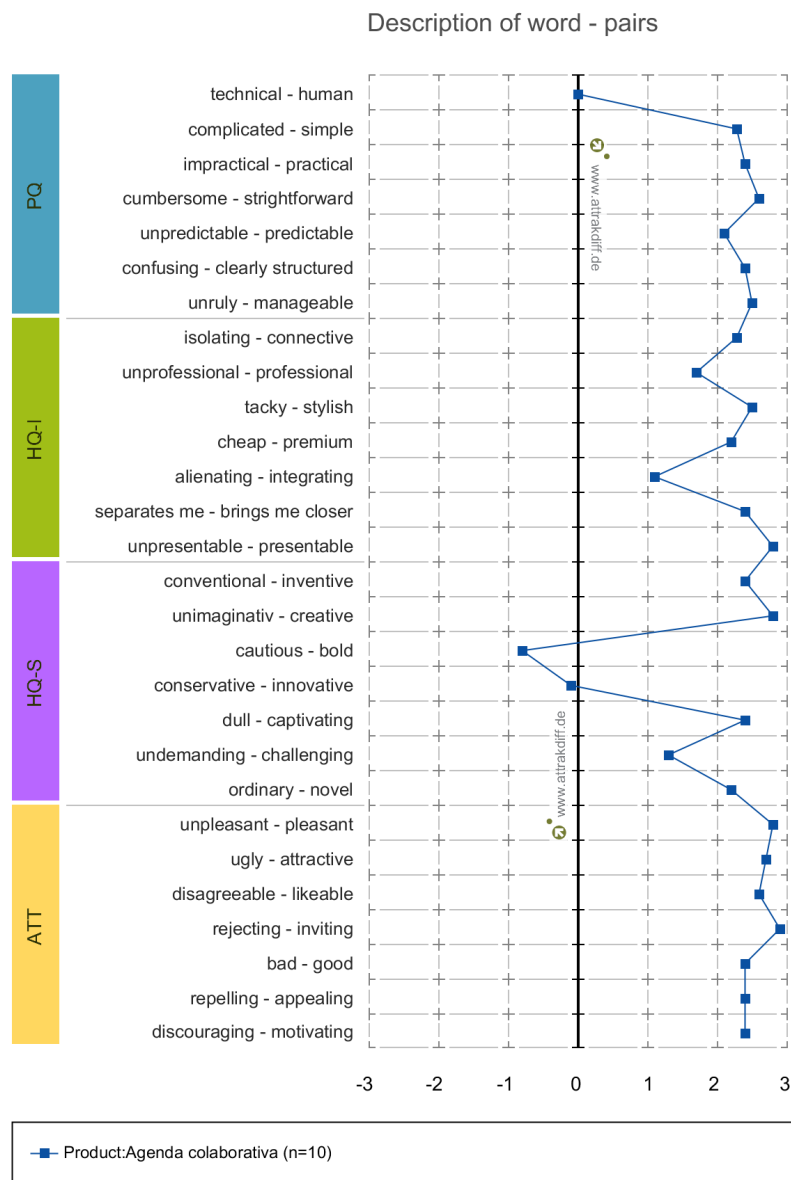


Figura 6.3: Diagrama de pares semánticos

En la Figura 6.4, se muestra un diagrama de valores promedio con la muestra de 10 usuarios ($n = 10$). La evaluación de la agenda colaborativa arrojó un valor promedio de 2.04 en cuanto a la calidad pragmática, lo cual indica que los usuarios perciben un buen nivel de funcionalidad y eficiencia en la aplicación. En términos de Calidad Hedónica-Identidad, el valor promedio obtenido fue de 2.14, sugiriendo que la aplicación proporciona una experiencia emocional satisfactoria y contribuye a la autoidentificación de los usuarios con la aplicación. En la dimensión de Calidad Hedónica-Estimulación, el promedio es de 1.46, un valor positivo pero inferior al de las demás dimensiones, lo que sugiere que aún existe margen de mejora en cuanto a la capacidad de la aplicación para mantener el interés y la motivación del usuario. Finalmente, la evaluación del atractivo general obtuvo un valor promedio de 2.60, lo que refleja una percepción positiva sobre la experiencia de uso, considerándola una aplicación atractiva en términos generales.

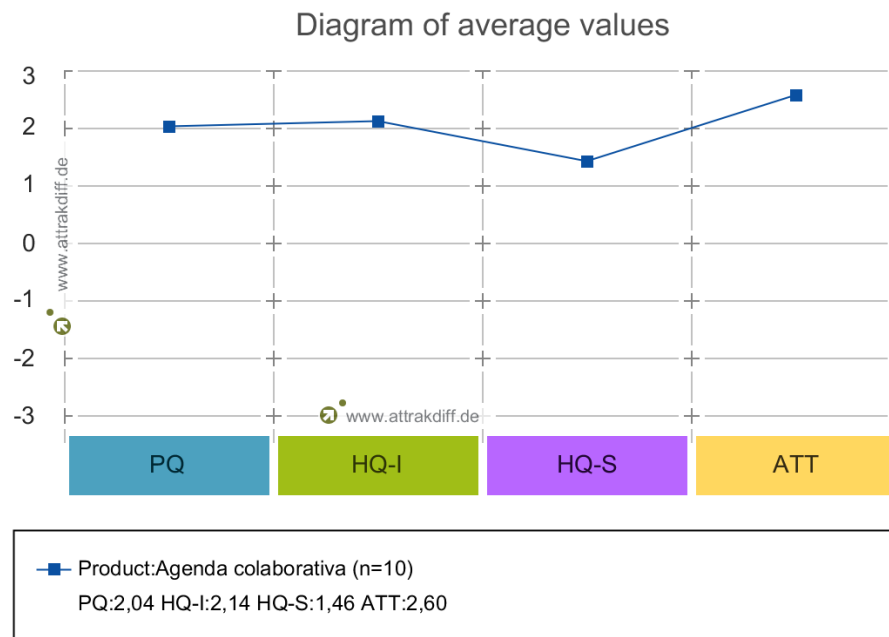


Figura 6.4: Diagrama de valores promedio

La Figura 6.5 muestra los resultados en términos de las calidades pragmática y hedónica, ubicando el producto en la esquina superior derecha del gráfico, lo que denota un alto nivel de deseabilidad. Este posicionamiento sugiere que la agenda colaborativa logra una excelente combinación entre funcionalidad y satisfacción en la experiencia de uso, destacándose como tanto práctica como placentera para los usuarios.

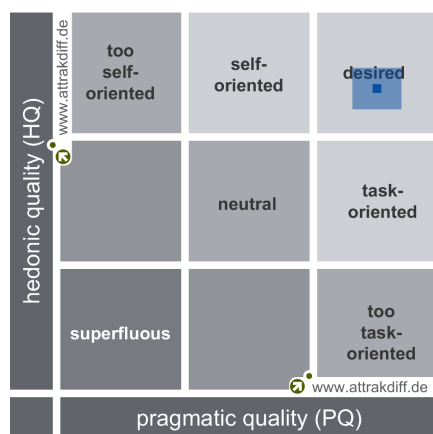


Figura 6.5: Diagrama de calidades pragmática y hedónica

6.2. Carga de trabajo percibida

Para evaluar la carga de trabajo percibida al utilizar la agenda colaborativa, se empleó el índice *NASA Task Load Index* (NASA-TLX). Este método permite medir la carga cognitiva y física experimentada por los usuarios en tareas específicas, proporcionando una medida cuantitativa de la carga de trabajo global y ayudando a identificar áreas que pueden optimizarse para mejorar la usabilidad.

6.2.1. Escalas para evaluación de la carga de trabajo

El NASA-TLX es una escala multidimensional que considera seis factores clave de carga de trabajo. Después de interactuar con la agenda colaborativa, los usuarios evaluaron cada uno de estos factores, asignando una puntuación en cada dimensión (ver Figura 6.6). Las seis dimensiones evaluadas son:

- **Demanda mental:** esfuerzo mental y perceptual requerido para realizar las tareas.
- **Demanda física:** esfuerzo físico necesario durante la interacción con la aplicación.
- **Demanda temporal:** presión temporal percibida al completar las tareas.
- **Desempeño:** satisfacción con el propio desempeño al realizar las tareas.
- **Esfuerzo:** nivel de esfuerzo general requerido para lograr el desempeño.
- **Nivel de frustración:** sentimientos de irritación, estrés y molestia durante el uso.

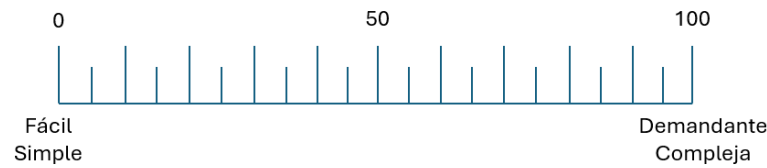


Figura 6.6: Dimensiones de la evaluación de carga de trabajo

6.2.2. Resultados de la evaluación

La Figura 6.7 presenta los resultados obtenidos en las seis dimensiones de carga de trabajo para los 10 usuarios participantes. Cada línea del gráfico representa una dimensión evaluada, lo que permite observar las variaciones en las puntuaciones entre los diferentes usuarios.

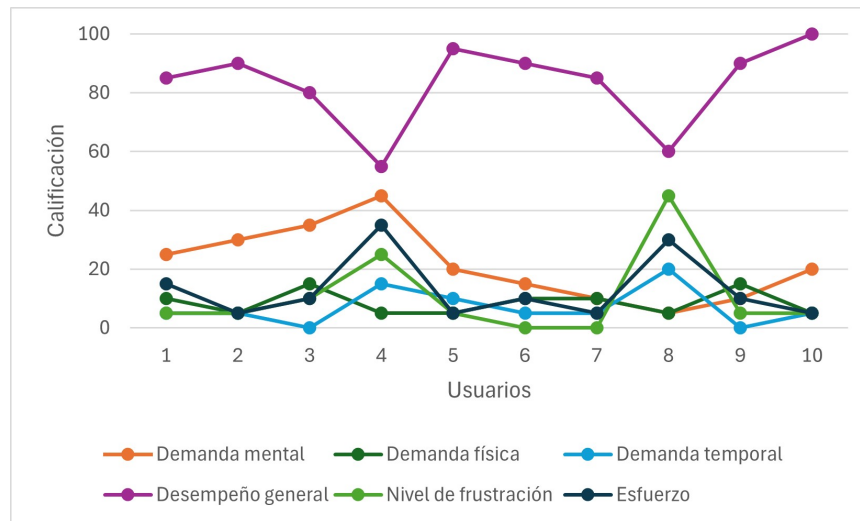


Figura 6.7: Evaluaciones de las seis escalas de carga de trabajo percibida

Los resultados indican que la mayoría de los usuarios reportó una demanda mental baja, aunque se observó un incremento en el usuario 7. La demanda física fue baja para casi todos, excepto para el usuario 8, quien experimentó un aumento significativo en esta dimensión. En cuanto a la demanda temporal, las puntuaciones fueron generalmente bajas y estables, con un ligero aumento en el usuario 4.

Los usuarios percibieron un alto nivel de desempeño, con puntuaciones elevadas y consistentes, lo que sugiere que se sintieron efectivos al utilizar la aplicación. Sin embargo, se registraron niveles moderados de esfuerzo, con picos en usuarios como el 7, lo que indica que algunos encontraron las tareas más demandantes. El nivel de frustración fue bajo en general, aunque se observaron aumentos en los usuarios 4 y 7, señalando posibles puntos de mejora.

Estos hallazgos sugieren que, en general, el desempeño percibido es alto y las demandas física y temporal son bajas, pero existen áreas donde la carga cogniti-

va puede ser reducida para mejorar la usabilidad de la aplicación. Particularmente, usuarios como el 4, 7 y 8 experimentaron mayores niveles de demanda mental, esfuerzo y frustración, lo que indica la necesidad de optimizar ciertos aspectos de la interfaz de usuario o funcionalidad.

Adicionalmente, la Figura 6.8 presenta los resultados detallados para un usuario específico. En este caso, la dimensión de desempeño obtuvo la puntuación más alta, con un valor de 85, mientras que la demanda temporal y el nivel de frustración registraron las puntuaciones más bajas, ambas con un valor de 5. Esto refuerza la percepción general de que la aplicación es eficiente y satisfactoria, aunque se debe prestar atención a los factores que incrementan la carga de trabajo en algunos usuarios.

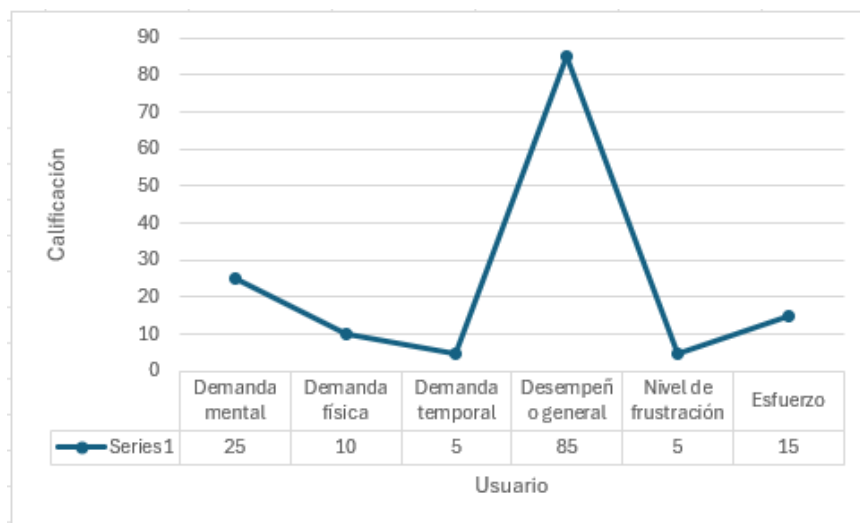


Figura 6.8: Resultados de la evaluación de carga de trabajo percibida para un usuario

En resumen, los resultados de NASA-TLX indican que, aunque la aplicación es en general bien recibida y eficiente, existen oportunidades para mejorar la usabilidad y reducir la carga cognitiva en ciertos usuarios. Abordar estas áreas de mejora contribuiría a una experiencia de uso más satisfactoria y uniforme para todos.

Capítulo 7

Conclusiones y trabajo a futuro

La colaboración en tiempo real permite a los miembros de un grupo crear información compartida de todo tipo (documentos, diagramas, mapas mentales, modelos 3D, software, cursos, etc.) de manera concurrente, gracias al uso de mecanismos que eliminan redundancias e incoherencias. La asignación de roles específicos asegura que cada tarea tenga un responsable claro, lo que facilita el seguimiento del progreso. Además, el acceso simultáneo a recursos compartidos, usando técnicas de retroalimentación adecuadas, fomenta un entorno consciente de colaboración, donde todos los miembros están informados de sus propias acciones y de las de sus colegas para poder contribuir de manera efectiva.

7.1. Conclusiones

El desarrollo de una agenda colaborativa que permite planificar reuniones presenciales, mediante la asignación de roles de usuario y la administración de recursos compartidos, puede ayudar a facilitar el trabajo de un grupo de colaboradores, dado que todas las funciones son accesibles a través de la propia agenda, sin necesidad de tener que acceder a aplicaciones secundarias, como el correo electrónico. Además, la agenda propuesta en esta tesis no depende de servicios de terceros alojados en la nube, pues utiliza una arquitectura P2P.

Una aplicación de agenda proporciona beneficios a sus usuarios, especialmente en entornos donde la colaboración y la coordinación son fundamentales. Mediante la agenda colaborativa propuesta, los miembros del grupo pueden planificar reuniones de trabajo presenciales, de una manera fácil, tal como lo demuestran los resultados de las pruebas realizadas con usuarios finales. Nuestra agenda colaborativa ofrece una interfaz de usuario que muestra la disponibilidad de los usuarios sin invadir su privacidad ni traslapar eventos, e.g., al programar una reunión, el organizador sólo podrá ver las fechas y horas disponibles de los participantes; además, si su evento coincide con alguno que ya se encuentra programado en la agenda de alguno de los participantes, el organizador recibirá una notificación que le indica que dicho participante estará ocupado en ese lapso.

La agenda colaborativa, desarrollada en la presente tesis, define tres tipos de roles:

- Administrador: puede administrar los registros correspondientes a los recursos físicos y de personal que podrían ser necesarios para llevar a cabo una reunión presencial.
- Organizador: puede administrar los registros de reuniones, así como reservar los recursos necesarios para una reunión presencial y estar consciente de la disponibilidad de sus colegas.
- Participante: puede aceptar o declinar las invitaciones a las reuniones en las ha sido contemplada su participación.

Las actividades específicas que pueden realizar cada uno de los roles son:

- Administrador:
 - Crear, modificar y eliminar registros de recursos físicos.
 - Crear, modificar y eliminar registros de recursos de personal.
- Organizador:
 - Crear, modificar y eliminar registros de reuniones en la agenda colaborativa.
 - Establecer si la reunión será presencial o en línea.
 - Establecer la fecha y hora de una reunión.
 - Adquirir información de consciencia sobre la disponibilidad de los potenciales participantes.
 - Seleccionar a los participantes que asistirán a la reunión.
 - Reservar recursos físicos y de personal en caso necesario.
 - Acceder a los detalles de las reuniones programadas en su agenda.
- Participante:
 - Aceptar o rechazar una reunión.
 - Acceder a los detalles de las reuniones programadas en su agenda.

La agenda colaborativa ofrece las siguientes funciones:

- Enviar una notificación a cada uno de los participantes involucrados en una reunión recién creada, sin tener que recurrir a aplicaciones adicionales, como el correo electrónico.
- Enviar una notificación al organizador de una reunión cuando un participante confirma o declina su asistencia.

- Mostrar en la agenda de un participante u organizador las reuniones registradas, así como los lapsos libres y ocupados.
- Mostrar al organizador la disponibilidad (libre u ocupado) de cada potencial participante a una reunión, al momento de crearla.
- Mostrar al organizador los recursos físicos y de personal disponibles que pueden ser necesarios para una reunión presencial, al momento de crearla.

7.2. Trabajo futuro

A continuacion se detallan algunas propuestas de mejora a futuro:

- Una posible mejora de desarrollo sería un servicio de notificaciones que funcionen como alertas emergentes en dispositivos móviles y de escritorio, para informar a los usuarios sobre reservas, modificaciones y cancelaciones de reuniones. Este servicio de alertas incluiría recordatorios configurables que podrían activarse en intervalos específicos (entre 1 hora y 5 minutos antes del evento). Se contempla que estas alertas sean personalizables en términos de sonido, vibración y nivel de prioridad, con el fin de mejorar la experiencia del usuario.
- Actualmente, la agenda colaborativa está implementada para funcionar en una red de área local, proporcionando conectividad estable y de alta velocidad. Esta configuración asegura un envío rápido de los mensajes entre los dispositivos de los usuarios que se encuentran dentro del mismo entorno de red. Como una propuesta de mejora, se plantea el despliegue de la agenda colaborativa en una red de área amplia, cambiando posiblemente su arquitectura de distribución para paliar algunos problemas de este tipo de redes.
- Finalmente, se planea extender la agenda colaborativa a una propuesta multiplataforma que permita a los usuarios acceder a la aplicación desde dispositivos móviles. Esta aplicación estaría diseñada para operar en redes Wi-Fi, ampliando el alcance de la agenda más allá de una red de área local para permitir que los usuarios la utilicen desde ubicaciones remotas. La implementación de acceso móvil en Wi-Fi requeriría redefinir no solo la arquitectura de distribución, sino también la forma en que se administran las entidades de la agenda (reuniones, recursos, colaboradores, lapsos) sin comprometer la protección de los datos sensibles de los usuarios (i.e., sin tener que recurrir a servidores de terceros).

Bibliografía

- [Age, 2023] (2023). Administrar el calendario en microsoft teams.
- [Des, 2023] (2023). Cómo configurar la integración de calendario y contactos para el desktop client.
- [Goo, 2023a] (2023a). Google calendar - wikipedia, la enciclopedia libre.
- [Kep, 2023] (2023). Google keep - wikipedia, la enciclopedia libre.
- [Goo, 2023b] (2023b). Google keep: Anotador en línea para empresas | google workspace.
- [HCL, 2023] (2023). Hcl notes.
- [Tea, 2023] (2023). Introducción a microsoft teams.
- [Bre, 2023] (2023). Meetings | brevo.
- [Mic, 2023] (2023). Microsoft teams - wikipedia, la enciclopedia libre.
- [Reu, 2023] (2023). Programacion de reuniones.
- [Goo, 2023c] (2023c). Qué puedes hacer con calendar - centro de aprendizaje de google workspace.
- [Zoo, 2023] (2023). Zoom (software) - wikipedia, la enciclopedia libre.
- [Amor et al., 2004] Amor, M., Fuentes, L., Jimenez, D., and Pinto, M. (2004). Adaptive collaborative virtual environments: A component and aspect-based approach. *Inteligencia Artificial. Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial*, 8(24):33–43.
- [Barrera-Gálvez et al., 2017] Barrera-Gálvez, R., Solano-Pérez, C., Arias-Rico, J., Sánchez-Padilla, M., and Díaz-Pérez, L. (2017). Un enfoque para el diagnóstico de estrés por medio del método de índice de carga de trabajo de la nasa (nasatlx). In *Congreso Nacional de Tecnología Aplicada a Ciencias de la Salud*.

- [Bernstein et al., 1987] Bernstein, P. A., Hadzilacos, V., and Goodman, N. (1987). *Concurrency control and recovery in database systems*. Addison Wesley Publishing Company.
- [Casali, 2021] Casali, J. G. (2021). Sound and noise: Measurement and design guidance.
- [Cheng and Olechowski, 2024] Cheng, K. and Olechowski, A. (2024). Analysis of collaborative assembly in multi-user computer-aided design. *Journal of Mechanical Design*, 146(3).
- [Collazos et al., 2019] Collazos, C. A., Gutiérrez, F. L., Gallardo, J., Ortega, M., Fardoun, H. M., and Molina, A. I. (2019). Descriptive theory of awareness for groupware development. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 10:4789–4818.
- [Cruz-García, 2009] Cruz-García, D. (2009). *Diseño e implantación de una agenda cooperativa flexible en un entorno no confiable*. PhD thesis, Departamento de Computación, CINVESTAV-IPN.
- [Ellis and Wainer, 1994] Ellis, C. and Wainer, J. (1994). A conceptual model of groupware. In *Proceedings of the 1994 ACM conference on Computer supported cooperative work - CSCW '94*, CSCW '94. ACM Press.
- [Erl, 2005a] Erl, T. (2005a). *Service-Oriented Architecture*. Prentice Hall, Philadelphia, PA.
- [Erl, 2005b] Erl, T. (2005b). *Service-Oriented Architecture: Concepts, Technology, and Design*. Prentice Hall PTR.
- [García, 2004] García, Olga Sebastián y del HoyoDelgado, M. (2004). *La carga mental de trabajo*.
- [Gonzalez Diaz et al., 2022] Gonzalez Diaz, C., Tang, J., Sarkar, A., and Rintel, S. (2022). Making space for social time: Supporting conversational transitions before, during, and after video meetings. In *2022 Symposium on Human-Computer Interaction for Work*, pages 1–11.
- [Greenberg, 1991] Greenberg, S. (1991). Personalizable groupware: Accommodating individual roles and group differences. In *Proceedings of the Second European Conference on Computer-Supported Cooperative Work ECSCW '91*, pages 17–31. Springer Netherlands, Dordrecht.
- [Greenberg and Marwood, 1994] Greenberg, S. and Marwood, D. (1994). Real time groupware as a distributed system: Concurrency control and its effect on the interface.

- [Hassenzahl and Tractinsky, 2006] Hassenzahl, M. and Tractinsky, N. (2006). User experience - a research agenda. 25(2):91–97.
- [Law et al., 2009] Law, E. L.-C., Roto, V., Hassenzahl, M., Vermeeren, A. P., and Kort, J. (2009). Understanding, scoping and defining user experience: a survey approach. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '09. ACM.
- [Lecca et al., 2013] Lecca, E. R., Guevara, L. R., and Boza, O. C. (2013). Riesgos psicosociales. *Industrial Data*, 16(1):70–79.
- [Lengwe et al., 2022] Lengwe, M. D., Weber, J., and Perin, C. (2022). Integrating prescriptions into calendars: Design considerations. In *Graphics Interface 2023*.
- [Lonauer et al., 2021] Lonauer, P., Holzmann, D., Leitner, C., Probst, A., Pöchlacker, S., Oberpeilstainer, S., Schönböck, J., and Jetter, H.-C. (2021). A multi-layer architecture for near real-time collaboration during distributed modeling and simulation of cyberphysical systems. *Procedia computer science*, 180:190–199.
- [MacKenzie, 2024] MacKenzie, I. S. (2024). *Human-computer interaction*. Morgan Kaufmann, Oxford, England, 2 edition.
- [Maymounkov and Mazières, 2002] Maymounkov, P. and Mazières, D. (2002). *Kademlia: A Peer-to-Peer Information System Based on the XOR Metric*, page 53–65. Springer Berlin Heidelberg.
- [Millán Tejedor, 2006] Millán Tejedor, R. J. (2006). *Las Redes P2p*. Creaciones Copyright.
- [Mosier and Tammaro, 1997] Mosier, J. N. and Tammaro, S. G. (1997). When are group scheduling tools useful? *Computer Supported Cooperative Work (CSCW)*, 6(1):53–70.
- [Page and Nance, 1994] Page, E. H. and Nance, R. E. (1994). Parallel discrete event simulation: a modeling methodological perspective. *ACM SIGSIM Simulation Digest*, 24(1):88–93.
- [Palen, 1999] Palen, L. (1999). Social, individual and technological issues for groupware calendar systems. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems the CHI is the limit - CHI '99*, CHI '99. ACM Press.
- [Ribes et al., 2023] Ribes, D., Soden, R., Avle, S., Fox, S. E., and Sengers, P. (2023). What is history ‘for’ in cscw research? In *Companion Publication of the 2023 Conference on Computer Supported Cooperative Work and Social Computing*, CSCW '23 Companion, page 398–400, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.

- [Roth and Unger, 2000] Roth, J. and Unger, C. (2000). An extensible classification model for distribution architectures of synchronous groupware. In *COOP*, pages 113–128. Citeseer.
- [Santhosh et al., 2021] Santhosh, L., Rojas, J. C., and Lyons, P. G. (2021). Zooming into focus groups: strategies for qualitative research in the era of social distancing. *ATS scholar*, 2(2):176–184.
- [Sarin and Greif, 1985] Sarin and Greif (1985). Computer-based real-time conferencing systems. *Computer*, 18(10):33–45.
- [Tomitsch et al., 2006] Tomitsch, M., Grechenig, T., and Wascher, P. (2006). Personal and private calendar interfaces support private patterns: diaries, relations, emotional expressions. In *Proceedings of the 4th Nordic conference on Human-computer interaction: changing roles*, NORDICHI06. ACM.
- [Young et al., 2014] Young, M. S., Brookhuis, K. A., Wickens, C. D., and Hancock, P. A. (2014). State of science: mental workload in ergonomics. *Ergonomics*, 58(1):1–17.