

INCLUVERSO 5G

Tecnologías de realidad exteNdida y Comunicaciones para la incLUsión de personas en situación de VulnERabilidad psicoSOcial mediante redes 5G avanzadas



Entregable E4.2

Evaluación del caso de uso de Telepresencia

Contenidos

1	Introducción	4
2	Telepresencia	5
2.1	Adaptación de la aplicación y la red	6
2.1.1	Configuración de entorno para cada una de las tareas	8
2.2	Pruebas piloto y evaluación	13
2.3	Realización y seguimiento del programa	23
2.4	Análisis de los resultados	34
3	Telepresencia: evaluación de la QoE	38
3.1	Diseño y preparación de las pruebas	38
3.2	Metodología de evaluación	39
	Cuestionario responsable	39
	Cuestionario personas usuarias	42
3.3	Análisis de los resultados de las pruebas del sistema de telepresencia	44
	Resultados del cuestionario del responsable	44
	Resultados del cuestionario de los usuarios	58
3.4	Conclusiones generales de la evaluación de QoE en telepresencia ...	63
4	Telepresencia: seguimiento asistencial	65
4.1	Información de participantes	66
4.2	Seguimiento de apoyo con el sistema de telepresencia.....	66
4.3	Seguimiento del apoyo con el sistema de telepresencia.....	70
	Desarrollo de las sesiones.....	70
	Evaluación Pre - Post	71
	Resultados	74
4.4.	Conclusiones y líneas futuras	75
5	Acrónimos.....	77
6	Índice de tablas.....	78

7	Índice de figuras	79
8	Anexo A: Evaluación de QoE.....	82
9	Anexo B: evaluación PRE por parte de profesionales de la Fundación Juan XXIII	83
10	Anexo C: Evaluación Post por parte de profesionales de la Fundación Juan XXIII	84
11	Anexo D: Comparativa Pre – Post por parte de profesionales de la Fundación Juan XXIII	85

1 Introducción

La capacidad de incorporar tecnologías de Realidad eXtendida (XR) para ayudar a las personas con discapacidad intelectual en las tareas domésticas ha proporcionado una forma innovadora de supervisar y acompañar a estas personas sin necesidad de hacerlo en persona. Este caso de uso basa en la experiencia de experto remoto, para el que la comunicación en tiempo real por medio de vídeo 360 grados con el búho ofrece ventajas respecto a una supervisión y guía por medio de una videollamada tradicional. Concretamente, este entregable desarrolla el uso del búho como dispositivo de telepresencia que se integró en la vivienda supervisada de tres usuarios de la Fundación Juan XXIII. Este enfoque de mantener las mismas personas usuarias y al mismo profesional dando el soporte remoto para el desempeño de distintas tareas resultó el más eficiente y con el que más podíamos aprender de la tecnología y de este caso de uso específico.

El dispositivo búho u Owl/Snowl, desarrollado por el equipo de Nokia XR Lab, consta de una cámara 360 grados, un altavoz y una pantalla para representar a la persona conectada en remoto. Se le incluyeron un trípode con ruedas para que se pueda mover libremente por la vivienda. De esta forma, el/la profesional de la Fundación Juan XXIII se conecta de forma remota a través a este dispositivo mediante unos cascos de Realidad Virtual (RV), y ver y oír lo que ocurre en el lugar en el que se encuentra el búho, logrando una comunicación bidireccional entre profesional y usuarios.

Para poder hacer un seguimiento de la utilización de la tecnología como medio de conexión para un soporte remoto, se han seleccionado tareas cotidianas que implican características específicas. Además, se ha tenido en cuenta que sean tareas en las que usuarios necesitan apoyo y, por tanto, seguir trabajando. Concretamente, se han seleccionado cocinar, lavar la ropa, organizar el menú semanal o tender la ropa.

Para poder trabajar de una manera más enfocada en los profesionales y de cara a tener en cuenta sus necesidades, ventajas y desventajas a la hora de guiar a los usuarios en remoto, se hicieron diversas pruebas piloto con distintos profesionales de la Fundación Juan XXIII así como con expertos en la tecnología. Estas pruebas se complementaron con entrevistas donde tuvieron libertad para contar su experiencia, las mejoras que necesitarían, lo que les gusta y les disgusta y en general su experiencia global.

Este enfoque de la tecnología ofrece una solución innovadora que destaca el potencial de las tecnologías XR para acompañar a las personas cuando no se puede estar físicamente presente. Este caso de uso también ha permitido abordar los retos de estabilidad, conectividad y usabilidad que se necesita de la infraestructura para que este tipo de comunicaciones inmersivas ofrezcan la fiabilidad necesaria para que el profesional pueda conectarse en remoto ahorrando recursos económicos, temporales y humanos.

2 Telepresencia

Un piso supervisado es una vivienda destinada a personas que requieren algún tipo de supervisión o apoyo, pero que son capaces de vivir de manera independiente. Este tipo de alojamiento es comúnmente utilizado por personas mayores, personas con discapacidades o jóvenes que están en proceso de emancipación. Estos pisos ofrecen un entorno seguro y supervisado, donde los residentes pueden recibir asistencia en ciertas actividades diarias, mientras mantienen su autonomía. Sin embargo, ofrecer esa supervisión y seguridad implica altos costes de recursos humanos, tiempo y económicos. En la mayoría de los casos, las personas que conviven en el piso tutelado tienen sus actividades o trabajos durante el día y es por las tardes cuando necesitan ese apoyo. Esto implica que profesionales tengan que desplazarse a los pisos y guiar en las tareas domésticas hasta la noche, aunque esto siempre depende de los requisitos que tengan cada uno de los pisos. Asimismo, el apoyo que cada persona puede necesitar es diferente y la supervisión debe estar adaptada a cada una.

En base a las actividades que se necesitan trabajar por los usuarios de la Fundación Juan XXIII y los diferentes retos que presentan cada una se seleccionan las tareas: poner la lavadora, tender la ropa, la organización del menú semanal y la utilización de la vitrocerámica y el robot de cocina. Cabe notar que no todas se ejecutan desde el principio porque, por ejemplo, el uso de la vitrocerámica y el robot de cocina pueden suponer un mayor riesgo para los usuarios. En la primera fase se encuentran las de poner la lavadora y la organización del menú semanal mientras que en la segunda fase se contemplan tender la ropa y la utilización de la vitrocerámica y/o robot de cocina. De esta forma, los usuarios se van adaptando a la tecnología con actividades más sencillas y aumenta el nivel de complejidad conforme ya, tanto profesional como usuarios, han definido la dinámica y se sienten seguros utilizando el búho. Asimismo, todas deben cumplir los límites de tiempo impuestos por la duración de la batería del sistema que se utiliza: el búho.

En el caso de poner la lavadora se facilitan instrucciones sobre el uso de la lavadora, carga de la misma, selección de programas adecuados según el tipo de ropa, y consejos para el uso eficiente de detergentes y suavizantes. Para tender la ropa el profesional facilita información sobre técnicas para tender la ropa de manera eficiente, consejos para evitar arrugas y recomendaciones sobre el uso de tendederos. En la organización del menú semanal el profesional debe asegurarse de crear menús equilibrados, de que hagan correctamente las listas de compras, y la planificación de comidas según preferencias dietéticas y restricciones de cada uno de los usuarios. Como últimos pasos, para trabajar la cocina, se proveen instrucciones sobre el uso seguro y eficiente del robot y vitrocerámica, recetas que se pueden preparar, y consejos para la limpieza y mantenimiento.

Para poder hacer su evaluación y garantizar que cada una de las tareas tienen unos pasos que repetir en su desarrollo, se identifican al comienzo del caso de uso y se evalúan.

2.1 Adaptación de la aplicación y la red

En esta sección se describe la configuración estándar que se utiliza en el Owl para la realización de las tareas en el piso supervisado. En primer lugar y complementario al que tienen los convivientes en el salón, se enchufa un router extra en la cocina de la vivienda con el objetivo de que la conexión en este punto de la casa, que es donde se realizan las tareas, sea la mejor posible. Esto es necesario ya que en las primeras pruebas piloto no se tenía buena conexión y estabilidad de red. De hecho, se hicieron pruebas piloto con conexión Ethernet pero hubo que buscar una alternativa inalámbrica para evitar que los usuarios pudieran tropezarse con el cable.

El Owl se enrosca en un trípode de 1,20 metros de altura, que a su vez este se apoya sobre unas ruedas en su parte inferior para que sea fácilmente transportable por la vivienda, y de esta manera el responsable pueda ver a través de las gafas de realidad virtual lo que ellos necesiten enseñarle, como se muestra en la Figura 1.



Figura 1: Owl sobre el trípode con ruedas

Una vez que Owl se encuentra sobre el trípode, se conectarán los tres USBs utilizados al dispositivo Owl, relativos a la alimentación, la cámara 360° y el dispositivo Jabra (utilizado como altavoz y micrófono y permitiendo la comunicación entre usuarios locales y el usuario remoto). En este momento, y utilizando una pinza que permite mantenerlo sujeto al trípode, se conecta a Owl una batería extraíble, permitiendo así que no tenga que estar enchufado a la corriente. En este punto, Owl ya se habrá encendido, por lo que se puede iniciar la llamada. Cabe hacer notar que el trípode no se guarda de una sesión a otra para mantenerlo a la

misma altura y operar con mayor rapidez. Sin embargo, el Owl sí que se recoge para evitar roturas.

Para unir la tablet en la que se sincronizará un avatar de la persona que está en remoto, utilizaremos otra pinza igual que la utilizada para la batería extraíble (Figura 2).

Entrando en la aplicación OwlNest y accediendo a la llamada establecida, los usuarios locales (que se encuentran en el mismo sitio que Owl) podrán ver una representación de la persona que se está conectada en remoto con las gafas de realidad virtual. Este avatar rota su cabeza y mueve los labios a la vez que la persona que lleva las gafas. El aspecto del avatar, aunque se trata de un avatar estilo dibujo animado, sí que se ajusta al profesional que da el apoyo remoto para facilitar la identificación y causar mayor presencia social en la interacción.



Figura 2: Tablet conectada a Owl

Otro dispositivo que se utiliza durante las tareas es un móvil que, con una aplicación “Lens”, servirá como lupa dentro de la llamada para poder mostrarle a la persona en remoto un mayor detalle de cualquier objeto, como se observa en la Figura 3. Este móvil está incorporado a un trípode de mano (0,5 metros de altura aproximadamente), que puede dejarse apoyado sobre una superficie o puede sostenerse con la mano, enfocando a los objetos en los que se requiere una mayor resolución. Esta característica del trípode hace que sea útil para las diferentes tareas que se desarrollan.



Figura 3: trípode de mano con el móvil enfocando a la lavadora

En cuanto a las gafas de realidad virtual (HMD, del inglés *Head Mounted Display*), se utilizan unas del modelo Meta Quest 2, y se conectan utilizando una aplicación que se conecta a la conferencia lanzada e iniciada desde Owl. En esta llamada, la persona que utilice las gafas podrá ver tanto la transmisión 360° del lugar donde se encuentra Owl, como una ventana más pequeña con la transmisión de la lupa. La transmisión de ambos vídeos y audio bidireccional en ningún caso es grabado y requiere poca latencia para que el apoyo de supervisión sea efectivo.

2.1.1 Configuración de entorno para cada una de las tareas

Se muestra la situación espacial de los usuarios y de los dispositivos Owl y Lens en la cocina y terraza durante la realización de las distintas tareas:

- Organizar del menú semanal: para esta tarea los tres usuarios se colocan sentados alrededor de la mesa, y el dispositivo Owl se coloca en uno de los extremos como si la persona en remoto estuviera también sentada con ellos. Uno de los usuarios (en el ejemplo de la Figura 4, T12) será el encargado de escribir el menú semanal en una pizarra blanca. Esta pizarra estará enfocada por el dispositivo Lens, que está sostenida por un trípode y apoyado en la mesa, como se describe en el entregable E3.2. De esta manera, el responsable (que está en remoto) puede ver en tiempo real lo que se está escribiendo. Todos los usuarios participan dando ideas sobre las posibles comidas y cenas que se pueden preparar a lo largo de la semana.

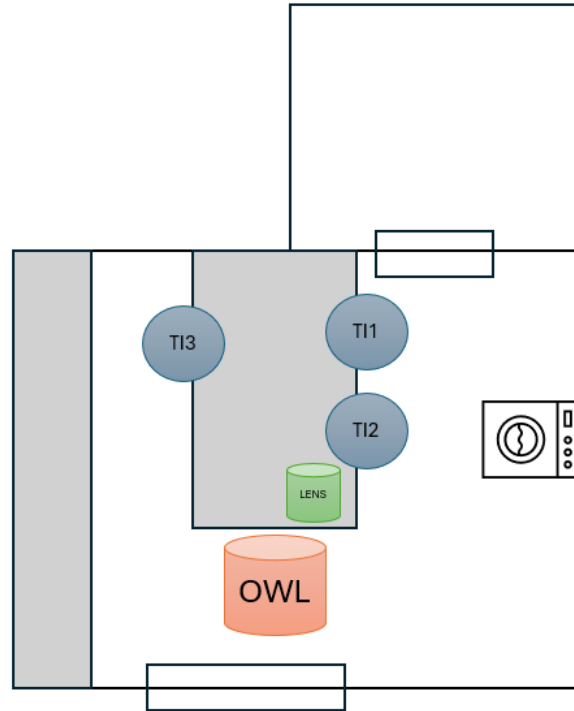


Figura 4: distribución para organizar el menú semanal

- Poner la lavadora: uno de los usuarios (en el caso de la Figura 5 es TI3) será el encargado de poner la ropa en el tambor, echar el jabón en el dosificador y posteriormente en el cajetín de la lavadora, y por último girar la rueda y darle a empezar. Para que la persona en remoto pueda visualizar correctamente todo lo que está haciendo, habrá otro usuario que sostenga el trípode con el dispositivo Lens con las manos (TI2 en el diagrama), e irá enfocando al tambor, cajetín o rueda de la lavadora según se avance en la tarea.

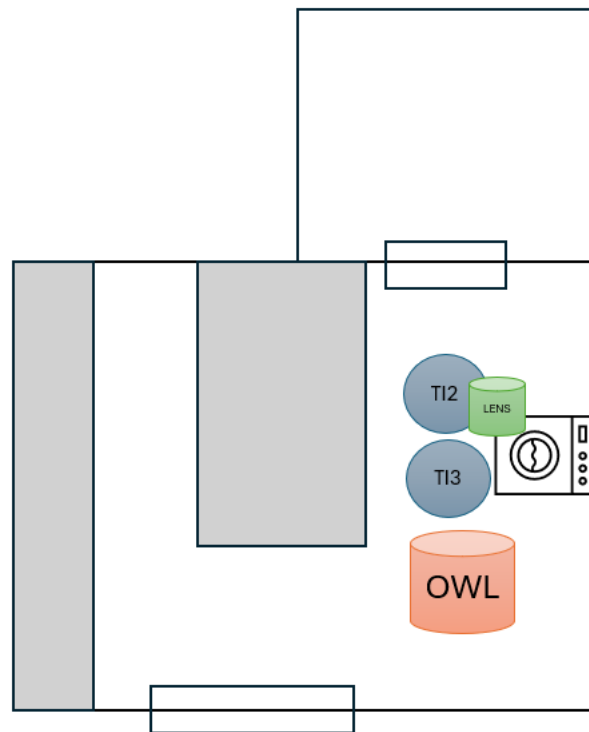


Figura 5: distribución para poner la lavadora

- Tender la ropa: una vez el usuario que tienda la ropa la tenga en el barreño, se sitúa el dispositivo Owl en la cocina pero cercano a la terraza, que es donde se va a tender la ropa. El participante tendrá el barreño en la terraza, e irá colocando las camisas, camisetas y jerséis en perchas que después irán a las cuerdas de tender. Todo esto será supervisado por el responsable a través del Owl. Para esta tarea no se utiliza el dispositivo Lens. Se puede observar esta distribución en la Figura 6.

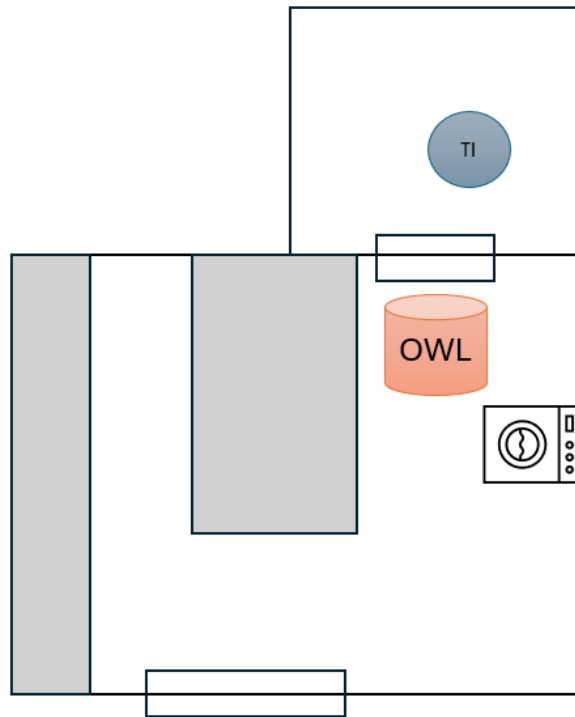


Figura 6: distribución para tender la ropa

- Utilizar de la vitrocerámica: esta tarea se realizará con cada participante individualmente (ver Figura 7). El búho se sitúa en la cocina de manera que el responsable sea capaz de ver tanto al participante que está realizando la tarea, como la sartén/cacerola/utensilio de cocina que se esté utilizando en la vitrocerámica. A través de la lupa (situada desde un extremo de la vitrocerámica y apoyada a un trípode mediano), el responsable es capaz de ver los botones táctiles de la vitrocerámica que hacen que se pueda encender, seleccionar el fuego que se quiere usar, y subir o bajar la intensidad para alcanzar la que se necesita.

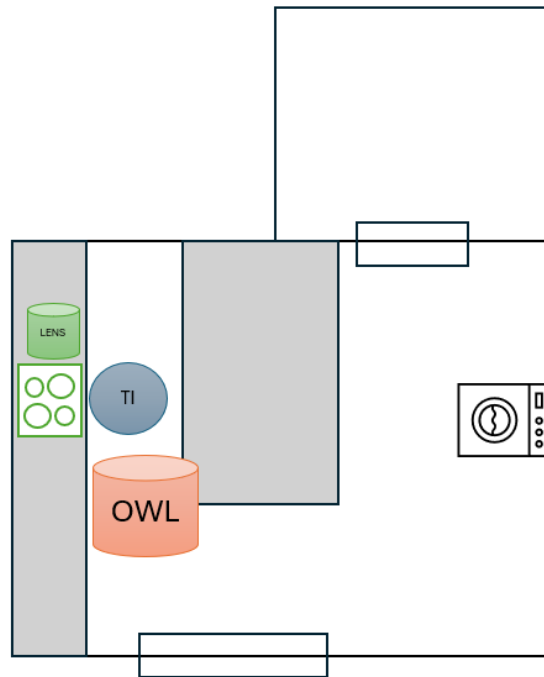


Figura 7: distribución para utilizar la vitrocerámica

- Utilizar del robot de cocina: esta tarea se realiza también individualmente. Uno de los usuarios extraerá la olla de dentro del robot, introducirá la comida, y posteriormente volverá a poner la olla en el aparato y programará el tiempo y la temperatura deseada. A diferencia de la utilización de la vitrocerámica, en este caso otro de los usuarios será el encargado de sujetar la lupa con la mano para que el responsable pueda ver los botones del robot (Figura 8).

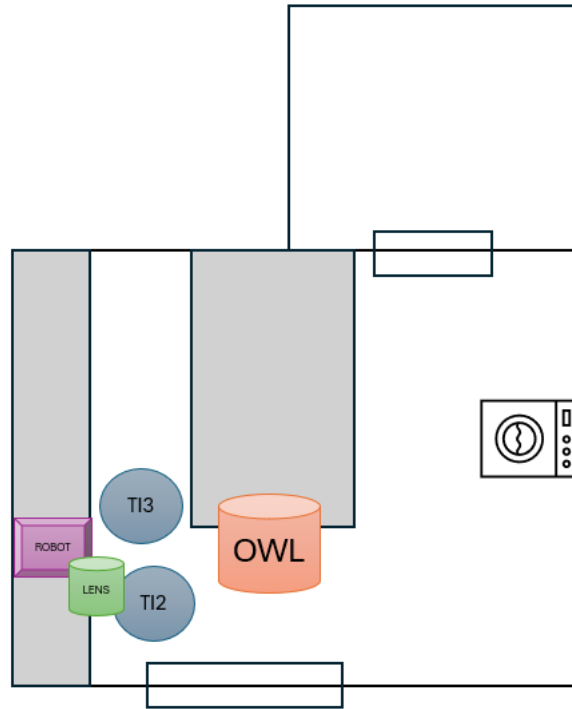


Figura 8: distribución para utilizar el robot de cocina

2.2 Pruebas piloto y evaluación

Como se ha demostrado en los últimos años, las tecnologías de telepresencia desempeñan un papel crucial en el mundo híbrido. Sin embargo, llevar a cabo con éxito actividades híbridas que aseguren la participación necesaria durante la interacción y la colaboración efectiva entre participantes presenciales y remotos aún requiere un esfuerzo significativo. Basándose en esta premisa, este capítulo presenta la metodología y las lecciones aprendidas de un taller híbrido que involucró a ocho participantes presenciales y ocho remotos. El taller se realizó previamente a comenzar este caso de uso para aprender acerca de las diferentes tecnologías y características y ser más conscientes de cómo pueden afectar en el caso particular de una persona experta conectada en remoto que debe ayudar a las personas en local.

Durante el taller, se probaron diversas tecnologías de telepresencia para reuniones híbridas, incluyendo sistemas de vídeo de 360 grados, entre ellos el búho/Owl, y un robot de telepresencia. Para preparar el programa del taller teniendo en cuenta el testeo de las tecnologías, se incluyó dos actividades interactivas principales: una centrada en presentaciones al público (tanto local como remoto), y una segunda centrada en grupos híbridos que discutieron una selección de preguntas provocativas para comparar y reflexionar sobre estas tecnologías en términos de inmersión, capacidades de interacción,

implicaciones sociales y conveniencia práctica. En ambas actividades, nos aseguramos de que todos los participantes utilizaran los sistemas de telepresencia.

Aquí se describen todos los detalles que nos permitieron organizar con éxito el taller en términos de hardware, software utilizado, roles asignados a los organizadores y desafíos enfrentados. También recoge las conclusiones planteadas tanto por los participantes como por organizadores para proporcionar consideraciones valiosas para el diseño de futuros talleres híbridos y, por supuesto, para este caso de uso en concreto.

Este taller asumió el desafío de probar tecnologías de telepresencia, ya sea desarrolladas por los participantes o disponibles comercialmente, bajo las condiciones de una conferencia internacional en términos de participantes, logística e infraestructura de redes; algunas imágenes del evento se pueden ver en la Figura 9.



Figura 9: Imágenes del formato del taller capturadas a lo largo de la sesión en la que se pueden ver diferentes formas de interacción con dispositivos de telepresencia

El taller contó con tres objetivos principales:

- Experiencia práctica con prototipos de telepresencia: los participantes tuvieron la oportunidad de interactuar directamente con tecnologías de telepresencia de vanguardia. La "Convocatoria de Sistemas" aseguró una variedad de dispositivos disponibles, alentando a los participantes (tanto locales como remotos) a experimentar estas herramientas de primera mano. Para facilitar su uso, diseñamos dos actividades diferentes donde los sistemas de telepresencia podrían ser utilizados

para la interacción: la Actividad 1 fue diseñada como una presentación para una pequeña audiencia y la Actividad 2 fue pensada para la discusión en grupo; los descansos se utilizaron para probar los sistemas y que los participantes experimentaran con las tecnologías de telepresencia de una manera más libre.

- Fomentar la participación activa: los asistentes podían participar presentando su investigación, enviando un artículo o contribuyendo con un sistema de telepresencia. Estas opciones aseguraron una participación diversa y enriquecieron las discusiones. Cabe destacar que estas presentaciones se llevaron a cabo probando las tecnologías de telepresencia disponibles para el taller. Asimismo, el estado de las tecnologías actuales y la coordinación de participantes remotos y presenciales llevan la discusión a una experiencia del mundo real fuera del laboratorio, donde los investigadores se convierten en usuarios tanto de las tecnologías como del experimento en sí. Esto es algo muy útil ya que el caso de uso de telepresencia de INCLUVERSO 5G se desarrolla en un entorno real y garantizar la validez ecológica durante las pruebas pilotos resulta fundamental para que las lecciones aprendidas sean útiles.
- Mejorar la conectividad entre participantes locales y remotos: buscamos cerrar la brecha entre los asistentes presenciales y remotos al habilitar interacciones significativas que van más allá de las limitaciones de las configuraciones híbridas tradicionales. En concreto, creamos grupos mixtos de participantes locales y remotos.

El taller atrajo a un grupo diverso de participantes y contribuciones. En cuanto a los participantes, hubo 8 participantes presenciales y 8 remotos. En cuanto a las contribuciones, se demostraron y probaron 8 artículos de investigación que abordaban varios desafíos de interacción híbrida, 3 sistemas proporcionados por los organizadores y 1 sistema presentado por un participante. Como resultado, los participantes probaron los siguientes sistemas de telepresencia:

- El Owl 2.0: Un sistema de comunicación de vídeo de 360 grados. Coincidente con el dispositivo de telepresencia de este caso de uso.
- The Double 3: Un robot de telepresencia móvil accesible a través de una interfaz web, que permite a los usuarios remotos navegar por espacios físicos.
- The Kubi: Un soporte de tablet robótico, accesible a través de una plataforma web.
- Sistema prototipo realizado por un participante: Un sistema presentado por un participante, demostrando un prototipo de comunicaciones basado en 360 grados estereoscópicos.

Dada la configuración híbrida con asistentes de diferentes países, se mantuvo una sesión de videollamada a través de la que todas las personas asistentes estuvieran conectadas. También se configuró una pizarra compartida, una aplicación web, para recopilar todos los comentarios de los participantes durante el desarrollo de las actividades.

Actividad 1 - Presentaciones Híbridas

Para la primera actividad del taller, adaptamos la actividad estándar de presentación de artículos de investigación a un formato híbrido. Esto nos permitió explorar, a través de la práctica, cómo las tecnologías para la interacción híbrida podrían ser utilizadas para la tarea de presentar a una pequeña audiencia. Dependiendo de la modalidad de asistencia, cada participante podía dar su presentación en persona o, utilizando uno de los dos sistemas emergentes: el Owl y el Double. Los participantes también tuvieron la oportunidad de asistir a las presentaciones utilizando esos sistemas de telepresencia, cuando no estaban siendo utilizados por el presentador. Nuestro objetivo era ofrecer a cada participante la experiencia directa con al menos uno (y si es posible ambos) de los sistemas de telepresencia al final de esta actividad.

Como se puede ver en la Figura 10, para la ejecución de esta actividad se requirió un televisor, dos portátiles, un micrófono adicional y los sistemas de telepresencia. El televisor se dividió en ventanas más pequeñas para mostrar: la presentación actual, la transmisión de vídeo en vivo de los participantes remotos que se unieron a la sesión de videollamada tradicional y una vista de los participantes locales. En el caso de un presentador local, se utilizaron dos ordenadores, una para unirse a la videollamada tradicional y otra para que el presentador local presentara el trabajo. Se utilizó un micrófono adicional para asegurar suficiente calidad de audio tanto para el presentador como para los participantes que hacían preguntas. En el caso de un presentador remoto, solo se utilizó el ordenador para la audiencia local. Además de todos estos elementos, se utilizó una gran pantalla de proyector para mostrar la presentación a la audiencia local en el lugar local (ver Figura 9 c).

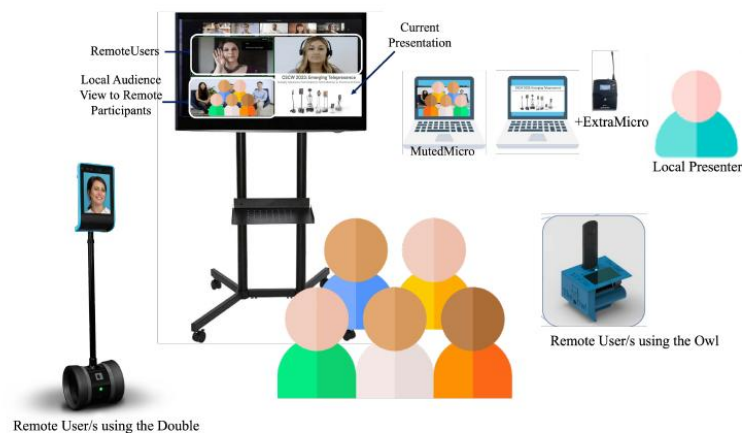


Figura 10: Disposición de la actividad 1

Cada participante tuvo 5 minutos para realizar una presentación sobre su artículo o sobre el sistema de telepresencia que llevaba al taller. Entre cada presentación, programamos un

intervalo de 8 minutos. De estos, 3 minutos se destinaron a preguntas y respuestas (Q&A) y 5 minutos se asignaron para cambiar los sistemas de telepresencia entre los participantes.

Para facilitar la rotación de los sistemas y asegurar que todos tuvieran la oportunidad de utilizarlos, se hizo lo siguiente: 1) compartir instrucciones sobre cómo usar los sistemas con los participantes por adelantado, 2) planificar un horario de rotación (ver Figura 11) y 3) asignar un responsable presencial y uno remoto como encargados de cada sistema de telepresencia. Durante la actividad, era responsabilidad de los encargados remotos de cada sistema revisar el horario, recordar al usuario actual que cerrara sesión en el sistema y ayudar al siguiente usuario a iniciar sesión. Esto se realizaba en los 5 minutos entre el final de la sesión de preguntas y respuestas y el inicio de la siguiente presentación.

Time	Presenter	Presentation Mode	Double User	Owl User
11:00-11:05	Maria (remote)	Double	Maria (remote)	John (local)
11:05-11:13	Transition time	-	-	-
11:13-11:18	John(local)	In person	Daniel(remote)	Stuart (remote)
11:18-11:26	Transition time	-	-	-
11:26-11:31	...	...	...	...

Figura 11: Tabla de rotaciones de presentaciones y sistemas

Para asegurar que la sesión transcurriera sin problemas y hubiera suficiente tiempo para cambiar los sistemas, los organizadores realizaron reuniones preliminares antes del taller para ayudar con las instalaciones de APK, si era necesario, y para probar los sistemas. Además, los organizadores del taller llegaron media hora antes del inicio para probar los sistemas con anticipación.

La actividad se desarrolló bastante bien, aunque no estuvo exenta de desafíos. Dada la complejidad de la tecnología que se estaba testeando en el taller, se esperaban dificultades técnicas o retrasos debido a que los participantes se familiarizaban con los sistemas, por lo que se permitió tiempo suficiente para la actividad. Como en todos los talleres, también es natural que los presentadores tomen un poco más de tiempo del asignado de 5 minutos, o que la sesión de preguntas y respuestas evolucione hacia una discusión más larga. En este caso, el intervalo de 8 minutos entre presentaciones resultó útil, ya que a veces se pudo dar al presentador más tiempo para preguntas y respuestas, mientras otros participantes cambiaban de sistemas.

En términos de uso de los sistemas de telepresencia para presentaciones, los participantes informaron haber tenido una experiencia positiva en general y les gustó poder interactuar entre sí de esta manera. Por ejemplo, durante los tiempos de preguntas y respuestas, los presentadores que usaban el robot de telepresencia se acercaban al público, aprovechando las capacidades del sistema para marcar su presencia en el espacio. A los participantes presenciales les gustó poder "conocer" a los participantes remotos de esta manera; algo que

falta en la mayoría de los eventos híbridos, donde los asistentes presenciales y remotos se tratan como dos grupos separados o, incluso si son el mismo grupo, la tecnología aún ofrece formas muy limitadas de interacción.

Otro problema con los sistemas de telepresencia actuales es la falta de integración con plataformas generales de videoconferencia y entre sí. En el caso de realizar presentaciones, los presentadores que se unieron a través de los sistemas de telepresencia también tuvieron que permanecer conectados en la videollamada tradicional, para poder compartir su pantalla con todos los demás y presentar sus diapositivas. Como tal, tuvieron que manejar dos interfaces al mismo tiempo. Además, la llamada de vídeo sirvió como una línea base donde todos los participantes remotos estaban conectados, ayudando a los organizadores a evitar perderles la pista o crear confusión debido a problemas de conexión.

La Figura 9 ilustra la configuración general en persona, con imágenes de a) a f) que representan varias situaciones que ocurrieron durante la Actividad 1. La Figura 9 a) muestra la sala del taller. Inicialmente, los sistemas de telepresencia se colocaron en la primera fila, ya que la presentación y la introducción al taller fueron dadas por un organizador remoto. Un aspecto notable es que la iluminación no era la óptima, lo que no fue positivo para la calidad del vídeo transmitido por los sistemas de telepresencia.

La Figura 9 b) muestra una vista de galería de los participantes remotos en la videollamada y las diapositivas que se presentaban. Es importante hacer notar que los participantes remotos que se conectaban a través de tecnología de telepresencia podían ser presentados en la sala local de diferentes maneras. Si eran presentadores usando el robot Double, se mostraban en la pantalla del Double y no eran visibles en la videollamada. Esto significaba que los participantes remotos que veían la presentación a través de la videollamada no podían ver la cara del presentador. Si eran presentadores usando el Owl, se mostraban en la tablet del prototipo con un avatar de dibujos animados animado (ver Figura 9 c,f). En la pantalla de la videollamada, aparecían usando el HMD, como se muestra en Figura 9 b). Esto también se aplicaba a los participantes remotos que asistían a una presentación usando el HMD. La Figura 9 c) muestra a un participante en persona haciendo una pregunta al presentador conectado a través del Owl, posicionado donde típicamente estaría un presentador en persona. En este caso, el micrófono era necesario para que los participantes conectados a través de la videollamada pudieran escuchar la pregunta. Si el participante estaba lo suficientemente cerca del sistema de telepresencia, el audio podía ser enviado y reproducido directamente a través del HMD del asistente remoto.

En la Figura 9 d), se puede ver cómo un participante en persona hace una pregunta a un presentador remoto. En ese momento, un asistente conectado a través del Double se posiciona frente a él para escuchar la pregunta mientras mira a la persona que la hace. En la Figura 9 g), se muestra una escena similar, pero esta vez la persona remota conectada a través de Double está mirando al presentador de la videollamada. Esto fue una ventaja para

el asistente remoto, que tenía la libertad de moverse. Sin embargo, es importante notar que en algunas áreas de la sala, a pesar de estar los cables cubiertos, causaron que el Double se quedara atascado, requiriendo asistencia de los participantes locales para ayudarlo a moverse. Esto es algo a considerar para este tipo de sistemas; las salas deben tener suelos despejados para facilitar el movimiento de los sistemas de telepresencia robóticos móviles o necesitarán la ayuda de asistentes en persona.

La Figura 9 g) representa un evento espontáneo que no estaba planeado en el taller, pero nos dio la oportunidad de explorar: ¿cómo funciona cuando múltiples participantes remotos están conectados con diferentes sistemas de telepresencia y quieren interactuar entre sí? El número de participantes y organizadores, casi tantos como los participantes, nos permitió explorar tales situaciones. En este caso, fue interesante, aunque hizo más evidente la incapacidad de moverse libremente con uno de los sistemas.

Como se puede ver en la Figura 9 f), uno de los principales problemas con los sistemas de telepresencia que no están integrados con plataformas de comunicación de videollamadas tradicionales también estaba relacionado con el audio. Un organizador en persona tuvo que usar un micrófono adicional para el Owl para que el resto de la sala y los participantes de la videollamada pudieran escuchar a la persona remota.

Actividad 2 – Actividad de debate en grupo

La segunda actividad siguió la estructura de discusiones grupales donde, nuevamente, se utilizaron los sistemas de telepresencia. Esto permitió probar el potencial de las tecnologías de telepresencia para apoyar la participación en conversaciones grupales híbridas. Inicialmente, se planeó separar a los participantes en un grupo remoto y uno presencial, pero esto no estaría alineado con el objetivo de crear una experiencia verdaderamente híbrida. En su lugar, se separaron a los participantes en dos grupos, cada uno de los cuales estaba compuesto por participantes tanto presenciales como remotos (ver Figura 9 h) y j)). En cuanto a la configuración, los participantes presenciales de cada grupo se sentaron en una mesa, con un ordenador con la videollamada con los participantes remotos de ese grupo. Además, a cada grupo se le asignó un sistema de telepresencia. Se comprobó en el momento de agrupar a los participantes de tal manera que cualquiera que no hubiera tenido la oportunidad de usar un sistema específico de telepresencia en la primera actividad estuviera en el grupo al que se le asignó ese sistema en la segunda actividad. Los participantes de cada grupo, entonces, se turnaron para usar su sistema de telepresencia asignado, de modo que al final de esa actividad todos hubieran tenido la oportunidad de usarlo.

Al igual que en la Actividad 1, hubo un horario de rotación con anticipación. La actividad en sí se basó en 6 preguntas de discusión. Nuevamente, los encargados de cada sistema recordaron a los participantes que debían cambiar y les ayudaron con el proceso. Además, la plataforma utilizada para recopilar todos los comentarios y respuestas fue la pizarra online.

Reflexiones sobre la telepresencia

Después de escuchar presentaciones sobre el tema de la telepresencia y de haber utilizado y observado los sistemas de telepresencia, llegó el momento de discutir y reflexionar sobre las experiencias. Para fomentar las discusiones y guiar las conversaciones, se les proporcionó a los participantes las siguientes preguntas de discusión:

- **Tema Q1:** ¿Qué tipos de reuniones híbridas crees que existen? ¿Cuáles son los principales desafíos de dichas reuniones híbridas que las tecnologías de telepresencia necesitan resolver? ¿Cómo evaluamos el éxito de las reuniones (métricas para diferentes configuraciones/ajustes)?
- **Tema Q2:** ¿Qué recursos e infraestructura son necesarios para llevar a cabo reuniones híbridas exitosamente? ¿Cómo podrían las tecnologías emergentes mitigar esto?
- **Tema Q3:** ¿Qué papel juega el movimiento en las reuniones híbridas? ¿Qué formas de movimiento son beneficiosas (por ejemplo, movimientos de cabeza, gestos, movimiento corporal completo)? ¿Qué tan importante consideras la posibilidad de ver/interactuar con objetos reales de la escena local (por ejemplo, pizarra o proyector)?
- **Tema Q4:** En comparación con el cara a cara, ¿qué tan bien apoyan los sistemas la comunicación, incluidos los gestos no verbales? ¿Puedes expresarte con precisión? ¿Puedes participar cómodamente en las conversaciones (por ejemplo, interrumpir)?
- **Tema Q5:** ¿Cuáles son las diferencias clave que notaste entre los sistemas? ¿Qué características encontraste más útiles para apoyar reuniones híbridas? ¿Cuál fue la calidad de la comunicación de local a remoto y de remoto a remoto? ¿Qué ha faltado en los sistemas?
- **Tema Q6:** Direcciones para el trabajo futuro. ¿En qué áreas debería enfocarse el trabajo futuro sobre telepresencia? ¿Qué metodologías, modalidades y enfoques deberían considerarse?

Guiados por las preguntas, los participantes discutieron los diversos tipos de reuniones y métricas. Al ser incitados a compartir sus pensamientos sobre los sistemas de telepresencia que habían probado, pudieron identificar diferentes elementos de interacción que podrían apoyar diferentes reuniones híbridas (por ejemplo, uso de avatares para la privacidad, uso de cámaras para entender el espacio, uso del movimiento para hacerse visible a los demás). Los participantes también identificaron problemas comunes con ambos sistemas, como la falta de integración con la plataforma principal de videoconferencia. A continuación, se presenta un resumen de los temas discutidos en la Actividad 2.

- **Tema Q1. Los tipos de reuniones varían según la tarea, la ubicación y el número de**

participantes. Los desafíos incluyen la calidad del sonido, la falta de contacto visual y las señales para apoyar la toma de turnos. El éxito depende de lograr una tarea determinada, alcanzar un consenso, el porcentaje de participantes involucrados (contando el número de participantes activos frente a pasivos) y un número limitado de quejas.

- Tema Q2. Recursos: tiempo para diseñar y pensar meticulosamente; dinero para comprar/alquilar sistemas o lugares de colaboración virtual, o pagar tarifas por lugares físicos; moderador para dirigir la reunión, moderador técnico. Infraestructura: tecnología y conectividad confiables, y códecs altamente eficientes y resilientes. Buena iluminación, espacios sin obstáculos y amplios.
- Tema Q3. Rol del movimiento: El Owl (3 DoF) y el Double tienen diferentes posibilidades de movimiento (6 DoF). Double te brinda una agencia completa (el robot me representa). El movimiento encarnado permite la co-ubicación. El movimiento puede dirigir la atención. La velocidad del movimiento es tan importante como el movimiento en sí. El movimiento reduce el mareo. Interactividad: Ambos sistemas presentan falta de gestos y manipulación de objetos (señalar, abrir puertas), alternativa a explorar: uso de gemelos digitales en lugar de teleoperar con objetos reales.
- Tema Q4. Los sistemas de telepresencia ofrecen diferentes posibilidades para los miembros "locales" y "remotos". Existen diferencias en la inmersión y la presencia social. Las señales no verbales son más difíciles de interpretar con avatares (el Owl) en comparación con caras reales (el Double). La comunicación de local a remoto es más directa con Double (las caras son visibles entre sí). Es una experiencia extraña hablar con un avatar en lugar de una cara real. La experiencia es diferente si conoces a la persona remota de antemano o no. Los avatares pueden ofrecer privacidad. Existe un protocolo social en evolución, donde aprendemos a tener en cuenta a los miembros remotos. Toma de turnos: los remotos a menudo están limitados por retardos, los locales deben ser conscientes y hablar más lentamente.
- Tema Q5. Ambos sistemas carecen de una conciencia de cómo el usuario aparece ante los demás. La telepresencia era más un proxy que una representación del usuario. En uno de los grupos, la comunicación remoto a remoto ocurrió más durante la videollamada tradicional. El Owl: ofrecía una mejor comprensión del espacio. No es fiable 100% con wifi. Existe el temor de ser invisible. El avatar podría personalizarse al inicio de la sesión. El Double: permite movimiento libre en la sala, el usuario es visible y las personas en la sala pueden interactuar con él. Es difícil presentar diapositivas mientras se conduce el robot. Duración de la batería (90 minutos en llamada activa, 180 minutos en llamada pasiva). Una interfaz 3D (cámara estéreo, HMD) podría proporcionar grados adicionales de inmersión. Sistema presentado por el participante: 3D (tanto vídeo como audio) marca la diferencia, calidad de imagen (debido a la fuerte compresión) no es buena.

- **Tema Q6. Espacio para mejorar:** dar a los miembros locales más conciencia de los usuarios remotos y formas de interactuar con ellos, amplificando/adaptando signos verbales; necesidad de suficiente ancho de banda o el uso de cable ethernet para asegurar una comunicación fiable. Trabajo futuro: explorar varios robots de telepresencia en una sola reunión, explorar configuraciones multilocalización o moderación basada en IA.

Conclusiones y lecciones aprendidas para este caso de uso.

El trabajo previo ya había identificado dos fuentes clave de desafío para el éxito de los sistemas de telepresencia en comunicaciones híbridas: limitaciones en la tecnología y diseño específico de la dinámica del evento e interacción. El uso de sistemas de telepresencia en el taller muestra que la tecnología está evolucionando en la dirección correcta, pero aún requiere más desarrollo para ser completamente utilizable. Las tecnologías emergentes de telepresencia **superan las limitaciones en la interacción remota-local**: la telepresencia robótica (por ejemplo, **el Double**) **mejora la agencia del usuario y la visibilidad en la ubicación física**, mientras que la telepresencia inmersiva (por ejemplo, **el Owl**) **mejora la conciencia del espacio y la vista completa de la sala**. Sin embargo, estos sistemas no abordan adecuadamente la interacción entre diferentes participantes remotos, principalmente debido a la falta de integración con plataformas de videoconferencia (por ejemplo, Zoom). Además, están **limitados por la duración de la batería**, que actualmente no se extiende más allá de 2-3 horas.

Los sistemas emergentes presentan nuevos desafíos en cuanto a la representación de usuarios remotos en el espacio físico. Existe una **falta general de autoconciencia de los usuarios remotos sobre cómo aparecen en el espacio físico**. Los usuarios remotos pueden tener la opción de ser representados por avatares, abordando **preocupaciones de privacidad**. Sin embargo, tal representación, aunque completamente aceptada en la realidad virtual, resulta en una interacción menos natural en espacios híbridos. Además, esto crearía un desequilibrio respecto a los asistentes en persona, quienes no tienen esta posibilidad.

Las reuniones híbridas exitosas también requieren una configuración técnica de buena calidad en el lugar de la reunión. Los micrófonos y cámaras deben estar correctamente posicionados para cubrir el espacio, **la calidad del audio debe ser buena ("usa vídeo cuando puedas, pero prioriza buen audio")**, debe haber conectividad inalámbrica de alta banda ancha estable, y la sala debe tener buena iluminación y suficiente espacio vacío para que los robots de telepresencia móvil se muevan. Como se experimentó en el taller, las conferencias convencionales no necesariamente proporcionan tales configuraciones por defecto.

2.3 Realización y seguimiento del programa

Explicamos a continuación un resumen cronológico de los distintos ensayos y pruebas específicas realizadas en el piso supervisado, con los problemas encontrados y las distintas soluciones que se han ido evaluando.

En primer lugar, se hicieron una serie de sesiones preliminares para comprobar el funcionamiento de todo el sistema:

Tarea	Configuración	Usuarios
-	Distribución de la parte técnica: Se intenta el montaje con dos prototipos de Owl, Elfo y Bay. Se instala un router de Nokia que genera una nueva red WiFi que estará dedicada exclusivamente a la realización de las conexiones entre Owl y gafas de realidad virtual.	
	Distribución espacial: Se decide que el responsable se sitúe en el salón del piso, mientras que los usuarios realizan las tareas en la cocina según las distribuciones que se indican en el apartado 2.3.1.	
-	Distribución de la parte técnica: Se continúa trabajando con el Owl Elfo y se detectan problemas en la conexión WiFi. La señal WiFi, que se genera desde el router de Nokia situado en el salón del piso, decae rápidamente al acercarnos a la cocina. La solución que se prueba este día consiste simplemente en utilizar un cable ethernet que conecta el Owl Elfo con el router, aunque no es más que una solución provisional ya que supone tener un cable en medio de varias estancias del piso.	-

	Observaciones: se empezarán a hacer las tareas con cable ethernet hasta que mejore la calidad de la conexión WiFi.	
--	---	--

A continuación, se empezaron a realizar sesiones de evaluación del sistema realizando las tareas con los participantes en el piso supervisado, el responsable de la Fundación Juan XXIII y el supervisor de Nokia:

Tarea	Configuración	Usuarios
Organización del menú semanal	Distribución de la parte técnica: Se continúa el trabajo con el Owl Elfo. En esta sesión se detectan problemas con la calidad visual recibida en las gafas de realidad virtual del supervisor, tanto en el vídeo de 360º como en la aplicación de la lupa.	TI1, TI2, TI3
	Observaciones: En esta sesión, tan solo podemos probar a mejorar la calidad recibida de la lupa modificando la distancia de los objetos al móvil que toma y transmite el vídeo.	
Poner la lavadora	Distribución de la parte técnica: Utilizando el Owl Elfo, en esta sesión se intenta mejorar la calidad del vídeo 360º recibido por el supervisor en las gafas de realidad virtual. Para ello es indispensable utilizar el cable ethernet conectando el Owl y el router, ya que la calidad de la señal WiFi sigue siendo muy baja y no es capaz de soportar medias o altas tasas de envío de datos.	TI1, TI2
	Observaciones: Se llega a subir el bitrate del vídeo 360º codificado a 10Mbps, que proporciona una calidad aceptable.	
-	Distribución de la parte técnica: Este día no se consigue llevar a cabo ninguna sesión, ya que la cámara del dispositivo Owl Elfo se desconfigura y	

	son necesarios varios días para solucionar el problema.	
Poner la lavadora	Distribución de la parte técnica: La cámara del Owl Elfo se reconfigura y se puede llevar a cabo una sesión donde se pone la lavadora. Se prueba una nueva versión de la lupa, detallada en el entregable E3.2. En esta nueva versión, en el dispositivo móvil se ha aumentado la calidad del vídeo enviado y en el cliente de las gafas se han incluido botones para manejar la ventana de la lupa, permitiendo moverla por la escena y hacerla más grande. Estos cambios en la lupa mejoran mucho la experiencia, aunque la calidad del vídeo 360 sigue siendo un punto a mejorar, así como la estabilidad de la conexión WiFi, que nos obliga a seguir utilizando un cable ethernet para conectar el Owl y el router. También se detecta un problema con el Owl Elfo, ya que al moverlo con el trípode varias veces se pierde la conexión. Observaciones: mejora en la lupa, Owl todavía utilizado con cable.	TI2, TI3
Organización del menú semanal y poner la lavadora	Distribución de la parte técnica: En esta sesión se continúa trabajando con el Owl Elfo y la nueva versión de la lupa. Se llevan a cabo las tareas de planificación del menú semanal y poner la lavadora con los usuarios en la misma disposición que en sesiones anteriores. Se prueban distintas configuraciones para la red, moviendo el router de Nokia desde el salón, al pasillo, o la cocina. En todos los casos sigue siendo necesario tener un cable conexión por cable entre los router y el Owl, por lo que no logramos eliminar ese inconveniente. De	TI3

	nuevo, se observan pérdidas de conexión al mover el Owl Elfo con el trípode por la casa. Observaciones: se está trabajando en interconectar dos routers para que uno de ellos funcione como repetidor, y así poder utilizar Owl con WiFi en vez de cable.	
Poner la lavadora	Distribución de la parte técnica: En esta sesión se trabaja con otro prototipo del Owl, en este caso el llamado Bay, con el que solucionamos los problemas observados previamente de pérdida de conexión al movernos con el trípode. Se lleva a cabo una sesión para poner la lavadora con el nuevo Owl y la nueva versión de la lupa. Además, se ha utilizado otro router de Nokia como repetidor de la señal WiFi a lo largo del pasillo (entre salón y cocina, donde se sitúan usuarios y supervisor), de manera que logramos solucionar los problemas de pérdida de señal WiFi, y podemos quitar los cables ethernet a lo largo de la casa. Observaciones: se deja de usar cable porque ya se puede conectar por WiFi.	TI2, TI3
Organización del menú semanal	Distribución de la parte técnica: Retomando las sesiones tras el verano, se realiza la sesión con la última versión de la lupa y con Owl Bay, impidiendo así los problemas que se tuvo anteriormente relativas a pérdida de conexión. Nuevamente se utiliza otro router de Nokia como repetidor de la señal WiFi, situándolo en la cocina de la vivienda, de la misma manera que en la sesión anterior. Se lleva a cabo la tarea de planificación del menú semanal. No se realiza la tarea de poner la lavadora	TI1, TI2, TI3

	debido a que la batería de las gafas de realidad virtual es baja.	
	Observaciones: los usuarios recuerdan bien cómo hacer las tareas utilizando el dispositivo Owl.	
Organización del menú semanal	Distribución de la parte técnica: La calidad con Owl Bay fue adecuada y los participantes realizaron la tarea sin ninguna ayuda por parte del supervisor. Observaciones: este día se realizó la última sesión con las tareas: organización del menú semanal y poner la lavadora, dándose por superadas. El responsable, que lleva puestas las gafas de realidad virtual, prefiere utilizar las gafas sin cascos ya que el sonido no es tan nítido por momentos, por lo que se dejan de utilizar.	TI1, TI2, TI3
Utilización de la vitrocerámica y tender la ropa	Este fue el primer día en el que se realizó la tarea de utilización de la vitrocerámica. La dinámica utilizada fue la siguiente: solo un participante está utilizando la vitrocerámica cada vez. El responsable, utilizando las gafas Meta Quest 2, enumera indicaciones para que cada uno de los participantes vaya realizándolas a la vez que el responsable va dando las indicaciones. El búho se sitúa en la cocina de manera que el responsable sea capaz de ver tanto al participante que está realizando la tarea, como la sartén/cacerola/utensilio de cocina que se esté utilizando en la vitrocerámica. A través de la lupa	Vitrocerámica: TI1, TI2, TI3 Tender: TI1

	(situada desde un extremo de la vitrocerámica y apoyada a un trípode mediano), el responsable es capaz de ver los botones táctiles de la vitrocerámica que hacen que se pueda encender, seleccionar el fuego que se quiere usar, y subir o bajar la intensidad para alcanzar la que se necesita. Para el caso de este primer día, el responsable indicó a cada uno de los participantes las siguientes indicaciones: • Poner una sartén en el fuego que se va a utilizar. • Echar aceite en la sartén. • Encender la vitrocerámica. • Seleccionar el fuego que se va a utilizar. • Apretar el botón “+” para subir la intensidad al máximo. • Bajar la intensidad utilizando el botón “-” hasta que la vitrocerámica indique el número 7. • Poner la comida en la sartén cuando esté caliente. También se realizó la tarea de tender la ropa: para ello, solamente se utilizó el búho sin la lupa. Situándolo en la puerta de la cocina que linda con la terraza, el responsable tiene la visión suficiente para poder ver el barreño de la ropa y la terraza donde se cuelga la ropa. Distribución de la parte técnica: En cuanto a las dificultades obtenidas al realizar la tarea de utilización de la vitrocerámica, hubo 2 principales problemas: el primero fue que la vitrocerámica	
--	--	--

	tiene un tiempo en el que, si no se aprieta ningún botón, se apaga (timeout). En algunos casos este tiempo era demasiado corto para que una persona que está recibiendo indicaciones pudiera realizar estos pasos sin que se apagara la vitrocerámica. Esta dificultad estaba incrementada por un delay en la llamada del dispositivo Owl: había un retardo de aproximadamente 2 o 3 segundos desde que el responsable emitía un mensaje hasta que este se escuchaba en el búho. Esto hacía que la comunicación entre el responsable y los participantes fuera más complicada de lo normal, y en algunos casos el timeout de la vitrocerámica hacía que se apagase. A nivel tecnológico de la tarea de tendido de ropa, no hubo dificultades en cuanto a la visualización 360º ni en el audio.	
Utilización de la vitrocerámica, utilización del robot y tender la ropa	Distribución de la parte técnica: Primer día de utilización del robot con el dispositivo Owl. Aquí se notó una mayor dificultad que con el uso de la vitrocerámica, debido a que la lupa no puede estar fija y tiene que ser alguno de los participantes el que lo tenga en la mano, pueda enfocar dentro del robot y a la pantalla (T12 utilizó el robot, T13 sostuvo la lupa). Se encontraron varias dificultades con esto: por una parte, a nivel usabilidad es más complicado	Utilización de la vitrocerámica y del robot: T12 Tender la ropa: T11

	para los participantes sostener la lupa en la mano que tenerla fija (a veces no saben bien dónde enfocar la lupa para que la persona en remoto pueda verla correctamente). A nivel audiovisual, es complicado que se vea correctamente la pantalla del robot, ya que no se ve nítida y el responsable no es capaz de distinguir bien todos los botones que tiene. En cuanto a la utilización de la vitrocerámica, fue más fácil utilizarla para TI3 ya que se estuvo practicando el día anterior. No se tuvo problemas ni con el retardo de la llamada ni con el timeout del electrodoméstico. En cuanto a la tarea de tender, importante encender la luz de la terraza para verla con mayor claridad a través del Owl, pero a nivel usabilidad no hubo problemas.	
Utilización de la vitrocerámica, utilización del robot y tender la ropa	Distribución de la parte técnica: Utilización vitrocerámica: sin problemas. Tender la ropa: debido a que cada vez anochece más pronto, a veces es complicado distinguir bien cómo de bien/mal está tendida la ropa en las perchas. Utilización del robot: no se pueden ver bien los botones del robot utilizando el dispositivo Lens. Se hace una prueba con una lámpara de mesilla con el objetivo de que enfoque directamente a los	Utilización de la vitrocerámica y del robot: TI2 Tender la ropa: TI1

	botones del robot como prueba de que se puede ver con más luz. Para mejorar esto, se busca un foco de luz que pueda engancharse al móvil ya que se necesita una mejor iluminación.	
Utilización de la vitrocerámica, utilización del robot y tender la ropa	Distribución de la parte técnica: El búho no dio problemas, solo una desconexión repentina al comienzo de la sesión que reiniciando se solucionó. El resto del tiempo funcionando sin problemas. Prueba de cocina: los participantes estuvieron cocinando con la vitro y el robot de cocina. Para la vitro, se colocó el trípode con el móvil y el foco apuntando a ella desde un lateral. Para el robot, el usuario TI1 sostenía el móvil y TI2 lo estuvo utilizando. Gracias al foco los botones se veían mucho mejor (probamos varias tonalidades e intensidades y la mejor fue la luz blanca y la intensidad máxima), tanto de la vitro como del robot. El responsable notó mucha mejoría gracias al foco, pudo dar las instrucciones sin problema y los usuarios fueron capaces de manejar vitro y robot con el responsable en remoto. Solo hubo un par de momentos en los que este se acercó chequear. Tender la ropa: sin problemas. Observaciones: Foco externo fácil de instalar, va con una pinza que se engancha a la parte superior	Utilización de la vitrocerámica y del robot: TI2 Tender la ropa: TI1

	del teléfono, se puede controlar el tono y la intensidad de la iluminación.	
Utilización de la vitrocerámica, utilización del robot y tender la ropa	Distribución de la parte técnica: al principio, hubo problemas con la conexión de la red Incluverso_5a, haciendo que la retransmisión del búho tuviera un delay que hacía que fuera imposible realizar las pruebas (el audio funcionaba a tiempo real pero la imagen no). Por lo que hubo que reiniciar reiteradamente el búho, y finalmente se tuvo que poner el cable Ethernet ya que si no era muy difícil poner realizar las pruebas. Observaciones: se han añadido preguntas de usabilidad de la lupa, ya se había detectado como una dificultad extra, haciendo que las tareas en las que tuvieran que sujetarla fueran más complicadas.	Utilización de la vitrocerámica: TI3 Utilización del robot + sujetar la lupa: TI2 Tender la ropa: TI1
Utilización de la vitrocerámica, utilización del robot y tender la ropa	Distribución de la parte técnica: no hubo ningún problema ni de conexión ni de latencias, funcionó todo bien, tanto el búho como la lupa.	Utilización del robot + sujetar la lupa + tender la ropa: TI1 Utilización de la vitrocerámica + sujetar la lupa: TI2
Utilización de la vitrocerámica, tender la ropa	Distribución de la parte técnica: no hubo problemas graves, lo único es que detalles como la consistencia de la comida, la cantidad de comida que hay en cada recipiente o los círculos de la vitrocerámica no se ven bien desde el búho ni desde la lupa.	Utilización de la vitrocerámica + sujetar la lupa: TI2

		Utilización de la vitrocerámica + sujetar la lupa: TI3 Tender la ropa: TI1
Utilización de la vitrocerámica, utilización del robot y tender la ropa	Distribución de la parte técnica: la cámara del búho se apagó varias veces y el profesional empezaba a ver la retransmisión en blanco, a pesar de que seguía dentro de la llamada. Reiniciando el búho volvía a funcionar.	Utilización de la vitrocerámica + sujetar la lupa: TI3 Utilización del robot + sujetar la lupa: TI2 Tender la ropa: TI1
Utilización de la vitrocerámica, utilización del robot	Distribución de la parte técnica: el búho funcionó perfectamente sin ningún problema. Se estropeó la lavadora por lo que no se pudo hacer la tarea de tender.	Utilización de la vitrocerámica + sujetar la lupa: TI3 Utilización del robot + utilización de la vitrocerámica + sujetar la lupa: TI2
Utilización de la vitrocerámica, utilización del robot	Distribución de la parte técnica: el búho funcionó perfectamente sin ningún problema. En vez de hacer la tarea de tender, debido al problema de la semana pasada con la lavadora, hicimos una tarea de limpieza del armario de uno de los participantes, en la que el responsable de la Fundación Juan XXIII iba dando indicaciones para	Utilización de la vitrocerámica: TI3 Utilización del robot: TI2

	limpiar y reordenar el armario de uno de los usuarios.	
Utilización de la vitrocerámica, utilización del robot, tender la ropa	Distribución de la parte técnica: el búho funcionó perfectamente. Al principio tardó en mantener la llamada abierta (salía un mensaje de owl1_dev4 sigue sin funcionar) pero posteriormente arrancó y funcionó todo bien.	Utilización de la vitrocerámica + sujetar la lupa: TI3 Utilización del robot + sujetar la lupa: TI2 Tender la ropa: TI1
Utilización de la vitrocerámica, utilización del robot, tender la ropa	Distribución de la parte técnica: el búho funcionó perfectamente.	Utilización de la vitrocerámica + sujetar la lupa: TI2 Utilización del robot + sujetar la lupa: TI3 Tender la ropa: TI1

2.4 Análisis de los resultados

Para la evaluación de la tecnología y de sus prestaciones para dar apoyo remoto, se realizan unas pruebas con trabajadores de distintos puestos dentro de la Fundación Juan XXIII. Estas pruebas se realizaron por parejas, y simulan un caso parecido al de telepresencia en el piso supervisado: una persona actúa como “experto”, dando indicaciones a la otra persona con unas indicaciones sobre lo que tiene que realizar. De esta manera, se busca conseguir una sensación lo más parecida posible a la de utilizar Owl en el piso supervisado, donde el responsable da indicaciones a los convivientes.

Una vez realizadas estas pruebas, y con la intención de evaluar las prestaciones de este sistema, se entrevistó a los participantes de estas pruebas para ver qué tal habían entendido la experiencia, cómo identificaban el sentimiento de teletransporte, y para ver cómo de útil veían la aplicación de esta tecnología aplicada a personas con discapacidad intelectual.

Para esta entrevista, se separaron las preguntas por apartados:

Exploración

(Recordando que solo hay interés en opiniones y experiencias, no hay respuestas correctas o incorrectas).

- **¿Qué ha sido interesante para ti durante el experimento?**
- **¿Qué te ha hecho sentir frustrado?**
- **¿Serías capaz de listar todo lo que ha influenciado tu experiencia?**
- **¿Cuál de estos factores ha tenido un mayor impacto?**
- **¿Cuál ha sido la diferencia entre la experiencia en local y en remoto?**
- **¿Cuál ha sido la diferencia comparado con hacer la tarea totalmente presencial?**

Medida

- **¿Cuál de las anteriores preguntas describe mejor tu experiencia? ¿Por qué?**
- **¿Cómo de difícil fue contestar a esas preguntas? ¿Cuál fue la más difícil?**
- **¿Qué podría hacerlo más fácil?**
- **¿En base a qué evaluaste tu calidad de experiencia? ¿Qué determinó tu puntuación?**
- **¿Si solo pudieras elegir tres preguntas que describiesen tu experiencia, cuáles serían?**
- **¿Si tuvieras que utilizar el mismo cuestionario para hacer una valoración de la experiencia en local, qué pregunta tendría el mayor cambio en cuanto a puntuación?**

Entrevista 1:

Entrevista con el educador de la Fundación Juan XXIII que más ha utilizado semana a semana el dispositivo Owl; se le pregunta sobre su experiencia utilizándolo para el apoyo remoto en un entorno residencial. La entrevista se centra en la experiencia de él utilizando el Búho.

Los puntos clave incluyen:

- **Beneficios:** el profesional destaca la capacidad del Búho para proporcionar una sensación de presencia y orientación en tiempo real, permitiéndole ver e interactuar con las personas en el apartamento de forma remota. Destaca la utilidad de la tecnología para tareas como cocinar, donde puede proporcionar instrucciones visuales y apoyo.
- **Desafíos:** el profesional también señala algunas limitaciones, como la dependencia de una conexión a Internet estable y la necesidad de una persona técnica o de apoyo para operar el Búho cuando presenta fallos. Menciona la necesidad de mejorar la apariencia del avatar y la importancia de una comunicación de audio clara para no

tener que hablar demasiado alto. Él prioriza la calidad del vídeo como uno de los factores que más influyen en su experiencia.

- **Mejoras futuras:** el profesional sugiere posibles mejoras, como una interfaz más fácil de usar, un mejor avatar y la posibilidad de escribir mensajes o dibujar en una pantalla compartida. También expresa interés en explorar mecanismos de realimentación táctil para mejorar la sensación de presencia. Se destaca la capacidad de tocar a los usuarios para llamar su atención o guiarles de una manera más cercana.

En general, la entrevista proporciona información valiosa sobre el potencial y los desafíos de utilizar la tecnología remota para apoyar a las personas en entornos de teleasistencia. El profesional destaca tres objetivos que se cumplen: que las personas usuarias no se sientan solas, que uno como educador se sienta presente, y que la comunicación sea fluida.

En cuanto a las conclusiones totales de todas las entrevistas, se observa que la tecnología de vídeo de 360 grados tiene un gran potencial para la capacitación y el apoyo, pero aún necesita mejoras para ser completamente efectiva. Es importante considerar las limitaciones de la tecnología y buscar formas de mejorar la experiencia del usuario. La interacción humana sigue siendo crucial para la capacitación y el apoyo iniciales, y la tecnología debe verse como una herramienta para mejorar, no reemplazar, la interacción humana.

Puntos Positivos:

- **Inmersión:** la tecnología de vídeo de 360 grados ofrece una experiencia más inmersiva que las videollamadas tradicionales, permitiendo una visión más amplia del entorno. Esto es particularmente beneficioso para tareas que requieren conciencia espacial o comprensión del entorno.
- **Potencial para la autonomía:** la tecnología se considera un paso positivo hacia una mayor autonomía para las personas, especialmente en tareas que se pueden realizar de forma independiente.
- **Flexibilidad:** permite la capacitación y el apoyo en remoto, lo que puede ser útil para situaciones donde la presencia física no es posible.

Puntos a Mejorar:

- **Calidad de vídeo:** la nitidez de la escena necesita ser mejorada para una experiencia más realista y cómoda.
- **Señales no verbales:** la tecnología debería poder proporcionar señales no verbales para apoyar la comprensión, especialmente para personas con dificultades de comunicación.
- **Interfaz:** la tecnología podría mejorarse incorporando una interfaz más natural e

intuitiva.

- **Ergonomía:** la comodidad de las gafas es un factor importante que considerar para sesiones de larga duración.

3 Telepresencia: evaluación de la QoE

Las tecnologías de telecomunicaciones han evolucionado desde las pantallas 2D estándar hasta las experiencias inmersivas que ofrece la Realidad Extendida (XR). En consecuencia, las metodologías necesarias para evaluar su impacto en las personas usuarias también han tenido que adaptarse. En ese sentido, la Calidad de la Experiencia (QoE) desempeña un papel crucial, ya que es una métrica clave en las telecomunicaciones. No solo mide el rendimiento técnico de estos servicios, sino que también puede proporcionar información sobre la satisfacción general del usuario/a y la usabilidad percibida.

A medida que la tecnología evoluciona, las metodologías se amplían para incluir la evaluación subjetiva en reuniones híbridas con múltiples participantes, donde este modelo multi-usuario interactuando podría afectar a QoE total percibida, incluso ser diferente para cada una de las personas participantes. Por consiguiente, esta situación sin duda requiere el desarrollo de nuevos métodos para evaluar la QoE.

En este capítulo se presentan los diferentes métodos y resultados que se han seguido para evaluar la QoE en el caso de uso de telepresencia.

3.1 Diseño y preparación de las pruebas

El caso de uso de telepresencia está pensado para realizar tareas cotidianas con apoyo remoto. La distribución de las tareas será elegida por el responsable de la Fundación Juan XXIII, que a su vez será la persona que utilice las gafas de realidad virtual para conectarse en remoto, e indicar a los participantes los pasos para realizar estas tareas correctamente.

Este caso de uso está diseñado de manera que tres participantes se colocan en la cocina del piso supervisado en el que se realizan las pruebas. El responsable, desde otra parte de la casa, se conecta a través del dispositivo Owl, que también está localizado en la cocina, utilizando las gafas de realidad virtual Oculus Meta Quest 2. Los participantes pueden interactuar con el responsable a través del Owl. La distribución de los espacios ha sido elegida de esta manera debido a que en la cocina se sitúa la lavadora y la terraza donde se tiende la ropa (dos de las tareas realizadas), la vitrocerámica y el robot de cocina y, además, la cocina cuenta con una mesa grande para poder organizar el menú de la semana.

Con el objetivo de desarrollar una metodología de pruebas, se ha realizado el siguiente diseño, compuesto por varias partes.

Como ya se ha descrito previamente, se utiliza un trípode con ruedas de aproximadamente 1.20 metros de altura, sobre el que se sitúa el dispositivo Owl. Además, sobre este trípode se colocan otros objetos: con una pinza se mantiene un iPad Pro, que sirve para representar un avatar que va a simular a la persona que tiene puestas las gafas de realidad virtual y que

está viendo el entorno a través del Owl. Este avatar mueve los labios a la vez que dicha persona está hablando, y mueve la cabeza según lo hace la persona, dando una mayor sensación de escucha a los participantes. Aparte de esto, se tiene colocado en el trípode un Jabra Speak 510, que sirve como micrófono y altavoz al mismo tiempo, consiguiendo así una comunicación en tiempo real entre participantes y responsable. Por último, los convivientes disponen de un móvil que utilizarán como simulación de una lupa, con ella los participantes podrán enfocar con la cámara del móvil a zonas específicas del espacio donde se encuentran, y el responsable recibirá el vídeo de esa cámara, con mucho más detalle, en una ventana dentro de su escena.

Una vez se ha indicado el equipo necesario, se explica el procedimiento de la videollamada para la realización de estas pruebas.

Desde el dispositivo Owl, bien conectado por cable a un router o vía Wi-Fi, se conecta una llamada a la que se va a poder acceder desde las gafas de realidad virtual. El vídeo se transmite con una tasa binaria de 10 Mbps, necesaria para ofrecer una calidad aceptable para la experiencia. Después, se conectan las gafas de realidad virtual y el móvil para la funcionalidad de la lupa.

3.2 Metodología de evaluación

Con el objetivo de obtener resultados y conclusiones de este caso de uso, se han diseñado cuestionarios en la plataforma Microsoft Forms, tanto para el responsable que ofrece el apoyo remoto (persona que lleva puestas las gafas de realidad virtual) como para los participantes. Cabe destacar que las preguntas realizadas tanto al responsable como a los participantes han sido resultado de una adaptación de las preguntas habituales de la literatura, creando así una metodología universal y sin hacer distinciones entre personas con vulnerabilidad psicosocial y neurotípicos en las preguntas. En el caso de las respuestas, sí varía la escala de evaluación, como se indica en la tabla de más abajo, y se incluyen emoticonos con los que los participantes están familiarizados ya que se utilizan en otras de las evaluaciones de la Fundación Juan XXIII.

Cuestionario responsable

En cuanto al cuestionario para el responsable, se incluyen preguntas como el número y fecha de la sesión, el tiempo de uso de las gafas de realidad virtual, la tarea o tareas realizadas con los participantes y el/los identificadores de los participantes con los que se ha realizado dicha tarea o tareas. Posteriormente, se formulan las preguntas relacionadas con sesión realizada. Las preguntas y las escalas de evaluación se recogen en la Tabla 1.

Tabla 1: Cuestionario de responsable

Categoría	Pregunta	Rango de respuestas
Escala de vértigo	¿Sientes algún tipo de malestar ahora?	5-Sin problemas 4-Pequeños efectos 3-Incómodo 2-Desagradable 1-Insoportable
Mareo	¿Te has mareado?	Sí No
	¿Cuánto te has mareado?	5-Mucho 4-Bastante 3-Regular 2-Poco 1-Muy poco
Calidad de experiencia	¿Te ha gustado la experiencia?	5-Excelente 4-Bien 3-Regular 2-Pobre 1-Mal
Calidad audiovisual	¿Cómo evaluarías la calidad del audio?	5-Excelente 4-Bien 3-Regular 2-Pobre 1-Mal
	¿Cómo evaluarías la calidad del vídeo?	5-Excelente 4-Bien 3-Regular 2-Pobre 1-Mal
Usabilidad del sistema	Me gustaría usar el búho frecuentemente	5-Totalmente de acuerdo 4
	Encontré el búho sencillo	

	Pienso que el búho es fácil de usar	3	en
	Pienso que podré utilizar el búho sin la ayuda de un supervisor	2	
	Las diferentes funciones del búho estaban bien integradas	1-Totalmente desacuerdo	
	Pensé que el búho siempre era igual		
	La gente aprendería a usar el búho muy rápido		
	Encontré el búho muy intuitivo		
	Me sentí con confianza al usar el búho		
	Pude usar el búho sin tener que aprender nada nuevo		
Presencia	¿Cómo de bien podías concentrarte en la tarea en vez de en la tecnología utilizada para realizarla?	5-Muy bien 4-Bien 3-Regular 2-No muy bien 1-Casi nada	
	¿En qué medida tus experiencias en el entorno virtual coincidían con tus experiencias en el mundo real?	5-Muy coherente 4-Coherente 3-Neutral 2-Poco coherente 1-Nada coherente	
Presencia social	He sentido que me hablaban a mí	7-Completamente de acuerdo	
	He sentido que escuchaba a las personas	6-Muy de acuerdo	

	He sentido que estaba presente con el resto de personas	5-De acuerdo 4-Neutral 3-En desacuerdo 2-Muy en desacuerdo 1-Completamente en desacuerdo
	He sentido que los usuarios podían verme	
	He sentido que interactuaba con los usuarios	
Presencia espacial	Me he sentido presente en el sitio del vídeo	7-Completamente de acuerdo 6-Muy de acuerdo 5-De acuerdo 4-Neutral 3-En desacuerdo 2-Muy en desacuerdo 1-Completamente en desacuerdo
	Me he sentido rodeado por las acciones del vídeo	
	He sentido que podría haber estirado el brazo y haber tocado los objetos del vídeo	

Finalmente se añade una casilla de texto corto para que en caso de que se quieran añadir observaciones o comentarios adicionales sobre la sesión, el profesional tenga la posibilidad. Este espacio se utilizaba para comentar anomalías de las sesiones, mejoras posibles y en general anotaciones que podrían hacer que su sensación fuera mejor utilizando el HMD.

Cuestionario personas usuarias

Por otra parte, el cuestionario para los participantes también contiene preguntas como el identificador del usuario que realiza el cuestionario, el número y fecha de la sesión, la tarea realizada, y la pregunta de si el responsable (usuario que lleva las gafas de realidad virtual) ha tenido que acudir presencialmente al lugar donde están los participantes. A continuación, se le pregunta sobre sus sensaciones al haber realizado la tarea con el apoyo a través del dispositivo Owl. Las preguntas y las escalas de evaluación se recogen en la Tabla 2.

Tabla 2: Cuestionario de personas usuarias

Categoría	Pregunta	Rango de respuestas
Calidad de experiencia	Me ha gustado la experiencia	 Mucho/Sí
Calidad de interacciones	Era capaz de entender bien al responsable	
Usabilidad	Me gustaría usar el búho frecuentemente	
	Pienso que podré utilizar el búho sin la ayuda del supervisor	
	La gente aprendería a usar el búho muy rápido	
	Me sentí con confianza al usar el búho	 Regular
Presencia social	Pude usar el búho sin tener que aprender nada nuevo	
	He sentido que el responsable me estaba hablando a mí	 Poco/No
	He sentido que el responsable estaba conmigo	
	He sentido que el responsable podía verme	

Finalmente, como en el cuestionario del responsable, en el de los participantes se añade un espacio en blanco en caso de que se quieran añadir observaciones o comentarios adicionales sobre la sesión.

Las preguntas de los cuestionarios las leía el responsable de la Fundación Juan XXIII a los usuarios, y ellos elegían la cara verde, amarilla o roja según creyeran que la pregunta fuera más real o menos para ellos. Las preguntas se hacían al finalizar las tareas planificadas para ese día. En la mayoría de casos, los usuarios no tenían comentarios adicionales tras contestar las preguntas. Cabe notar que la contestación a los cuestionarios se hacía de manera individual para que las impresiones de una persona conviviente no influyeran sobre la percepción de sus compañeros.

3.3 Análisis de los resultados de las pruebas del sistema de telepresencia

A continuación, se desarrollan los resultados obtenidos en base a las cinco tareas realizadas en telepresencia: organización del menú semanal, poner la lavadora, utilizar la vitrocerámica, utilizar el robot de cocina y tender la ropa. La preparación del menú semanal se realizó cinco veces, la lavadora se puso cuatro veces, la vitrocerámica se utilizó durante doce sesiones, el robot en diez y se hizo la tarea de tender la ropa en diez ocasiones. A pesar de ello, con algunos participantes se realizó más una tarea que otra, debido a su propia disponibilidad y necesidad de realizar la actividad con apoyo. En el caso de las tareas de utilización de vitrocerámica y del robot, siempre se realizaron con los usuarios TI2 y TI3; en cuanto a tender la ropa, siempre se realizó con TI1. Cabe hacer notar que este caso de uso siempre ha sido personalizado y adaptado a las situaciones concretas de los participantes del proyecto.

En este apartado del entregable se presenta un análisis de los datos con gráficas en las que se expone la media de las evaluaciones obtenidas por parte del responsable o de los participantes, así como una evolución temporal de las valoraciones a lo largo de las sesiones.

Resultados del cuestionario del responsable

En primer lugar, se analizan las evaluaciones de la persona que ha dirigido las tareas utilizando las gafas de realidad virtual. Se diferencian dos fases: primeras tareas y segundas tareas. En cuanto a nivel de malestar, el responsable sintió poco o nada de malestar una vez acabado el uso de las gafas de realidad virtual en todas las ocasiones en las que se realizaron las primeras tareas (ver Figura 12). Nótese que la escala está en orden invertido y, por tanto, un valor 1 indica el menor valor de malestar. En un caso el malestar fue de 3 sobre 5 (ver Figura 13), coincidió con un día en el que el responsable tuvo que utilizar las gafas por un tiempo mayor a 1 hora y 15 minutos durante la realización de las segundas tareas. Este resultado está en línea con lo explorado en la literatura en relación al tiempo de utilización de gafas de realidad virtual y sus consecuencias en malestar o mareo. Los casos en los que se marcó la valoración de 2 coinciden en gran parte con los tiempos de utilización de las gafas

más altos de manera continuada, es decir, por encima de 45 minutos. A pesar de esto, el responsable siempre votó la opción de “No” a la siguiente pregunta de si se había mareado y, por tanto, nunca apareció la pregunta de cuánto se había mareado. Nótese que, en el caso de las segundas tareas, están agrupadas en color gris ya que se realizaron las tres tareas cada día y solo se contestaba un cuestionario al finalizar la realización de las mismas, por lo que no se pueden distinguir resultados diferentes según cada tarea.

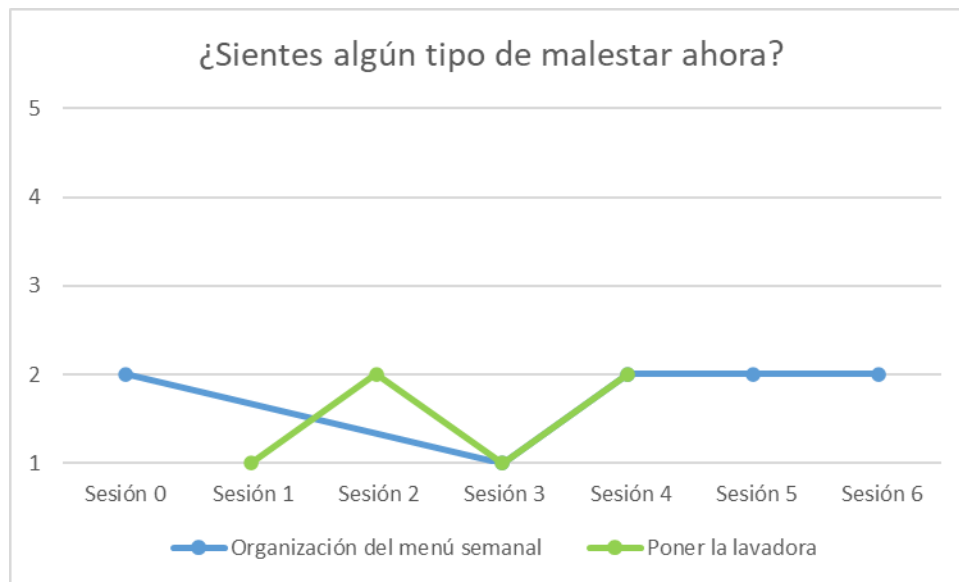


Figura 12: Malestar en las primeras tareas

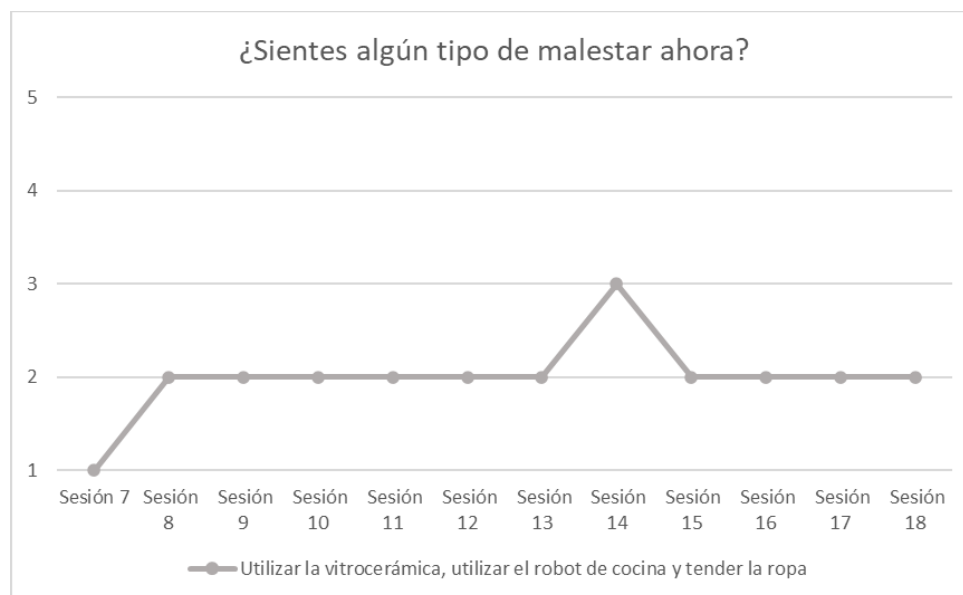


Figura 13: Malestar en las segundas tareas

En el caso de la pregunta “¿Te ha gustado la experiencia?” el resultado en el 100% de los casos fue de 4 en las 2 primeras tareas, como se observa en la Figura 14. En la segunda fase, con las otras 3 tareas, hubo 2 días en los que se contestó el formulario con una valoración de 5 sobre 5 (ver Figura 15, que representa las medias y los intervalos de confianza del 95%). Esto denota que desde el principio el profesional aceptó la tecnología y podía desempeñar sus funciones de supervisión con cierta naturalidad y comodidad.



Figura 14: Calidad de experiencia en las primeras tareas

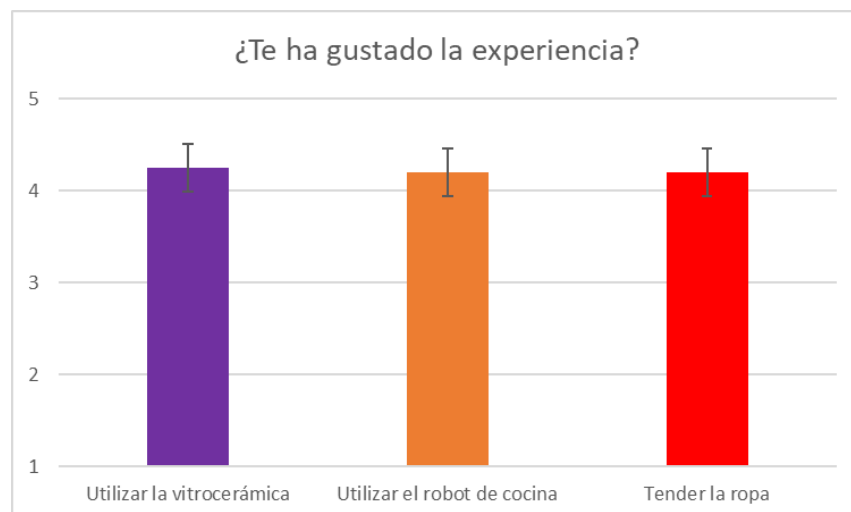


Figura 15: Calidad de experiencia en las segundas tareas

En cuanto a la calidad audiovisual del búho, se pueden ver unos resultados en media mejores en el caso del audio que del vídeo, resultado que se mantiene en ambas tareas (ver Figura

16). Sin embargo, no existen diferencias significativas. En el caso del resto de tareas (ver Figura 17), el audio en media sigue siendo levemente mejor valorado que el vídeo, aunque sin diferencias significativas.

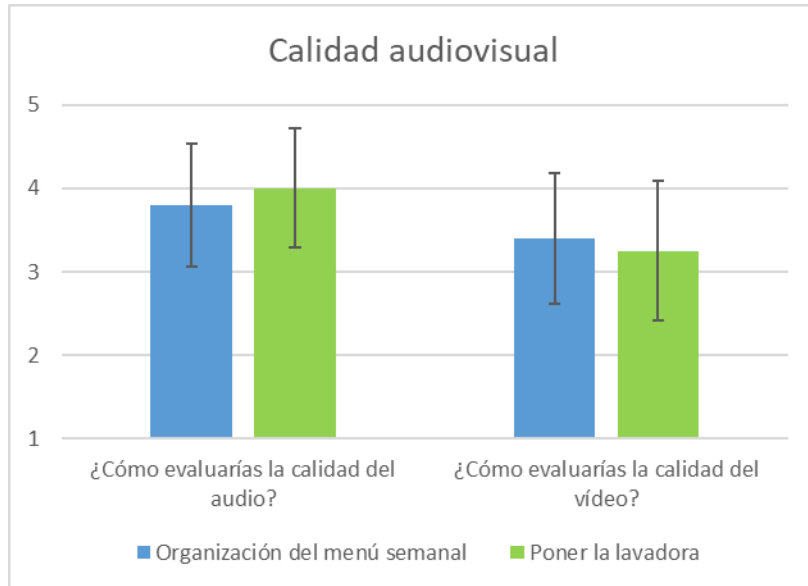


Figura 16: Calidad audiovisual en las primeras tareas

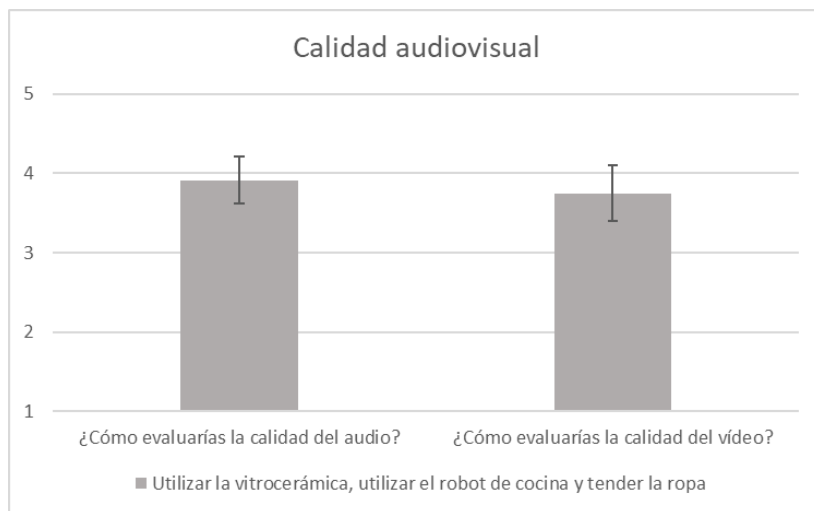


Figura 17: Calidad audiovisual en las segundas tareas

En cuanto a la usabilidad del búho, se presentan los resultados de cada una de las preguntas realizadas al responsable en la Figura 18.

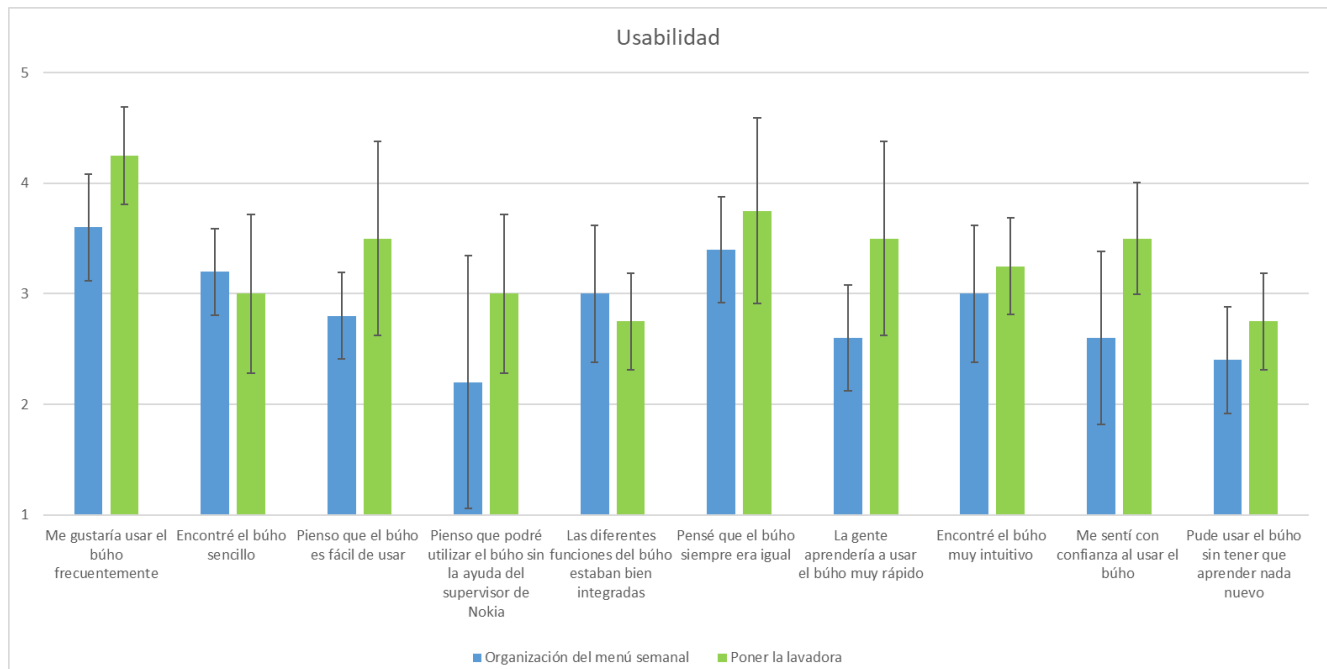


Figura 18: Usabilidad de las primeras tareas

La pregunta 1 “Me gustaría usar el búho frecuentemente” ha tenido unas valoraciones superiores en el caso de la tarea de la lavadora, posiblemente debido a que en esta tarea la lupa era controlada por uno de los convivientes, mientras que en el caso del menú semanal, la lupa estaba fija encima de la mesa. Esto ha podido dotar a la tecnología de cierta flexibilidad y adaptabilidad a las necesidades del responsable que daba las instrucciones remotamente.

En el caso de la pregunta de “Encontré el búho sencillo”, la media de las respuestas ha sido similar independientemente de la tarea. A pesar de ello, las respuestas en cuanto a poner la lavadora han sido más variadas, aumentando de 2 a 4 a medida que han pasado las sesiones y estabilizándose finalmente alrededor de 3. La percepción de la tecnología ha cambiado con el paso del tiempo y eso es un resultado muy positivo. En cuanto a la pregunta “Pienso que el búho es fácil de usar”, el responsable lo ha valorado desde primera persona y aquí se observa que claramente para la tarea de poner la lavadora le resulta más fácil. La adaptación a la tecnología, ya que se comenzó por la organización del menú, y los problemas que hayan sucedido en ocasiones especiales han podido influir sobre estos resultados.

En cuanto a poder utilizar el búho sin ayuda del supervisor de Nokia, el responsable no cree que de momento sea posible, ya que sus valoraciones han ido decrementando con el paso de las sesiones. La conclusión que se obtiene de estos resultados es que el responsable todavía considera que hay herramientas que podrían ser útiles y harían el prototipo más accesible. Este era uno de los objetivos de este caso de uso y se han implementado la mayoría de mejoras detectadas por el responsable en la siguiente versión del prototipo.

La pregunta 5 de usabilidad, “las distintas funciones del búho estaban bien integradas” ha tenido unas valoraciones alrededor del 3, con una evaluación en la última sesión de 4. Esto se debe a que el prototipo del búho que se utilizaba siempre era el mismo y no se modificaba entre una sesión y otra. Sin embargo, sí que ha habido unos valores ligeramente superiores en el caso de poner la lavadora en esta pregunta y puede deberse al hecho de la lupa o que, simplemente, la tecnología ha ofrecido mejores prestaciones para realizar esta tarea.

En cuanto a si la gente aprendería a utilizar el búho muy rápido, el responsable ha valorado bastante alineado con “Pienso que podré utilizar el búho sin la ayuda del supervisor de Nokia”. La confianza con la que se ha sentido el responsable ha aumentado con la experiencia de uso del búho, pero todavía no se ha conseguido llegar a ese punto de autonomía.

Por último, el responsable cree que sí que ha tenido que aprender cosas nuevas para poder utilizar el búho aunque, como en el resto de casos, ha sido mejor la valoración para el uso de poner la lavadora.

A continuación, en la Figura 19 se analizan la media de las respuestas obtenidas y sus intervalos de confianza del 95% en cuanto a usabilidad respecto a las tareas de utilización de la vitrocerámica y del robot, y tender la ropa (ya que la media de las respuestas de cada una de las tareas por separado apenas varía).

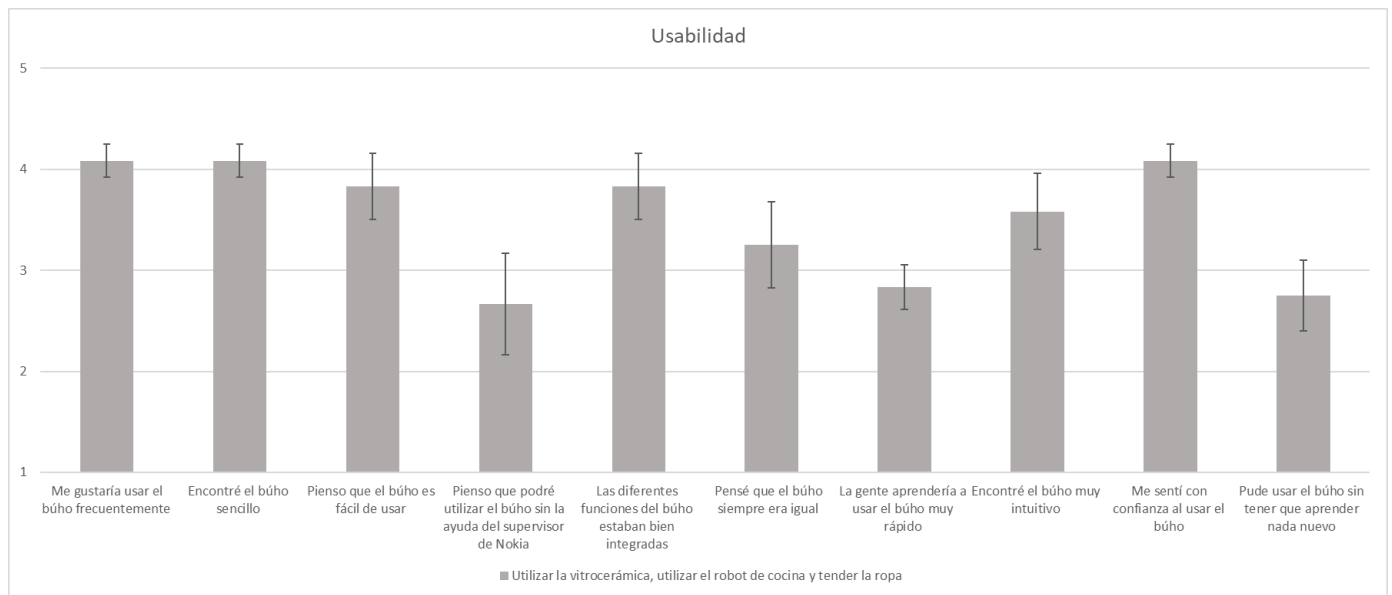


Figura 19: Usabilidad en las segundas tareas

Se puede apreciar una tendencia de mejora general respecto a los resultados de las anteriores tareas, especialmente comparado con la tarea de organización del menú semanal.

En cuanto a “Encontré el búho sencillo” ha habido una mejora considerable, pasando de 3 sobre 5 a 4 sobre 5. También se aprecia una mejora en el caso de “Pienso que el búho es fácil de usar”, de “Las diferentes funciones del búho estaban bien integradas” y de “Me sentí con

confianza al usar el búho”. Es importante hacer notar que en este punto ya era la fase final del proyecto y el profesional estaba muy habituado a la tecnología.

En el caso de “Pienso que podré utilizar el búho sin ayuda del supervisor de Nokia” (Figura 20), se destaca la siguiente gráfica, en la que claramente se observa una progresión positiva por parte del responsable de la Fundación Juan XXIII.



Figura 20: Necesidad de ayuda del supervisor para usar el búho

En cuanto al nivel de presencia, el responsable ha podido concentrarse en la tarea considerablemente bien (Figura 21), y ha considerado que las experiencias en el entorno virtual sí coincidían con el mundo real (Figura 22), como se demuestra en las gráficas siguientes (Figura 23):

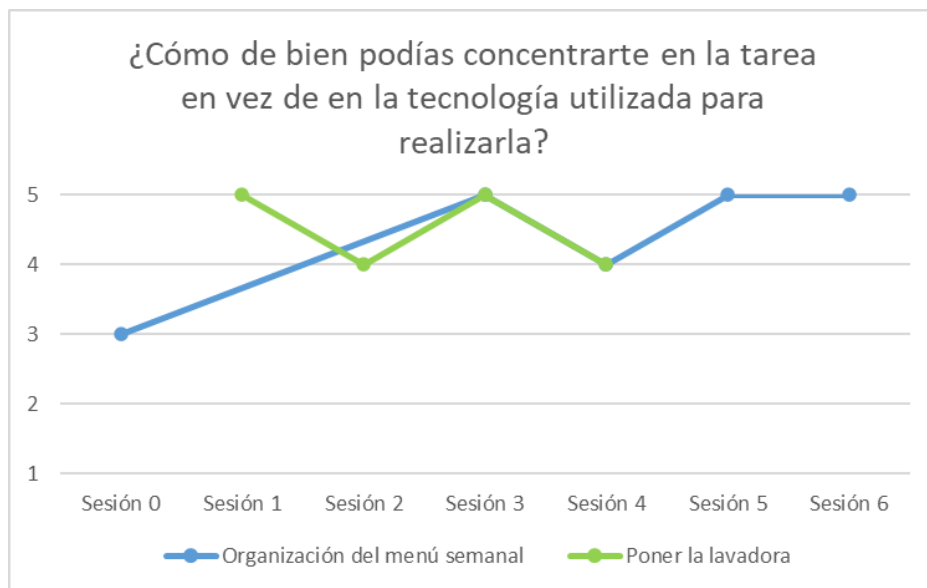


Figura 21: Nivel de concentración en las primeras tareas



Figura 22: Coincidencia de entorno virtual con mundo real

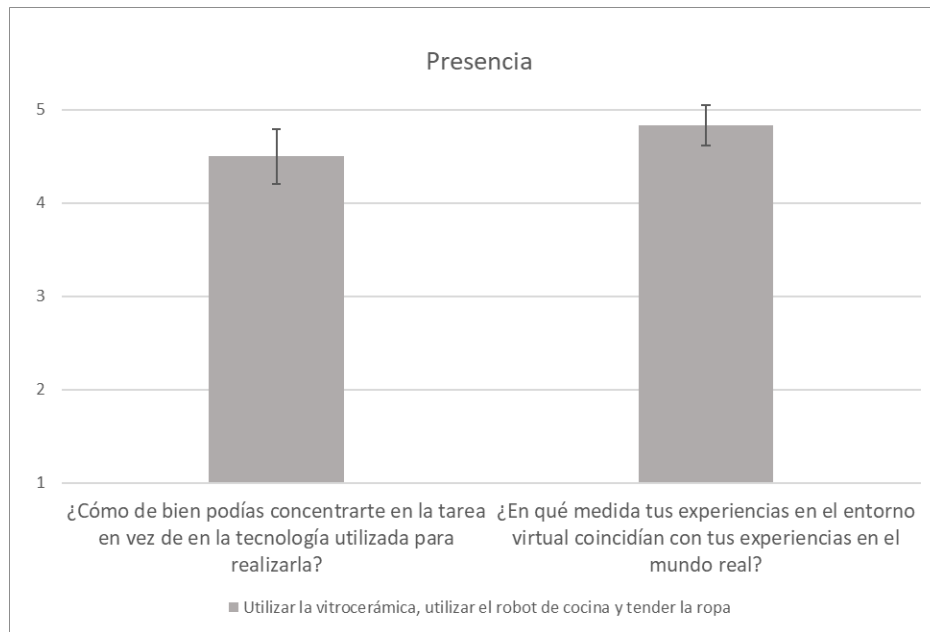


Figura 23: Presencia en las segundas tareas

A continuación, se analizan las valoraciones que el responsable ha dado a las preguntas de presencia social (Figura 24) y espacial, donde ambas tienen una escala de votación del 1 al 7.

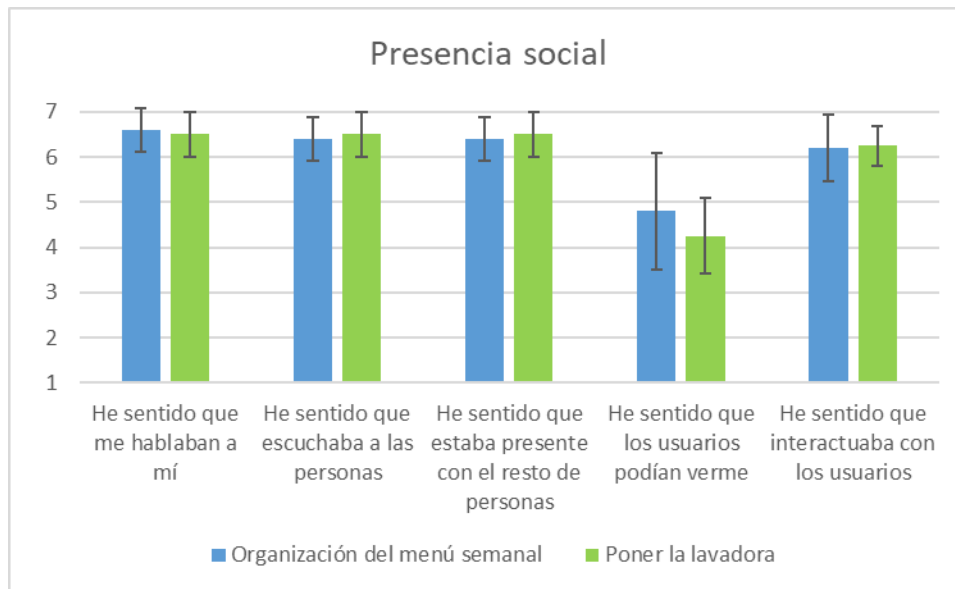


Figura 24: Presencia social en las primeras tareas

Las valoraciones en estos casos son muy positivas. El único caso en el que las valoraciones son más bajas es en el de “He sentido que los usuarios podían verme” (Figura 25). Se ha analizado el recorrido de esta pregunta por separado para averiguar las causas de estas valoraciones.

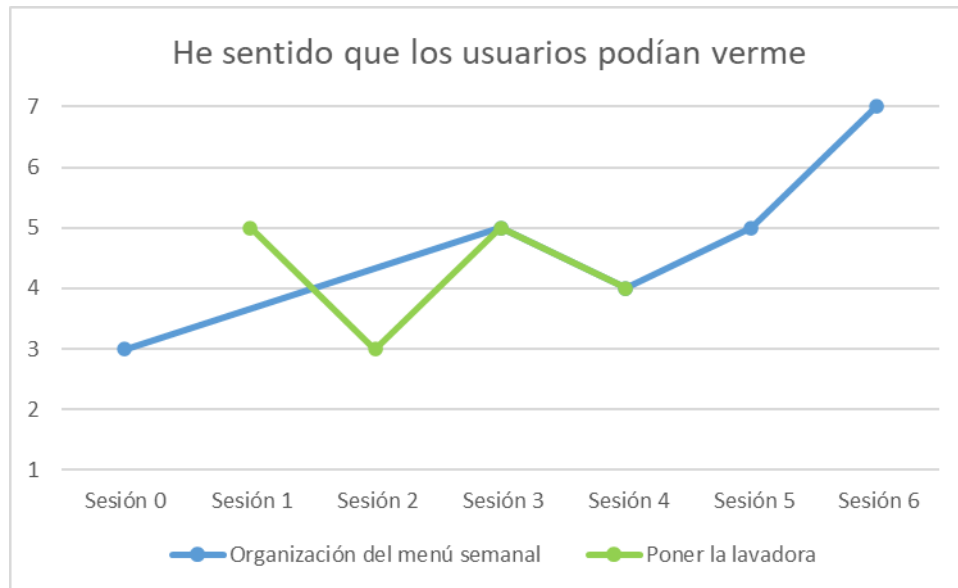


Figura 25: Sensación de ser visto en las primeras tareas

Se observa que a pesar de que la media de las valoraciones para esta pregunta no sea tan alta como las demás, la tendencia de las respuestas es ascendente, especialmente en el caso de la organización del menú semanal. Con el resto de las tareas, la media de las respuestas es muy similar (Figura 26):

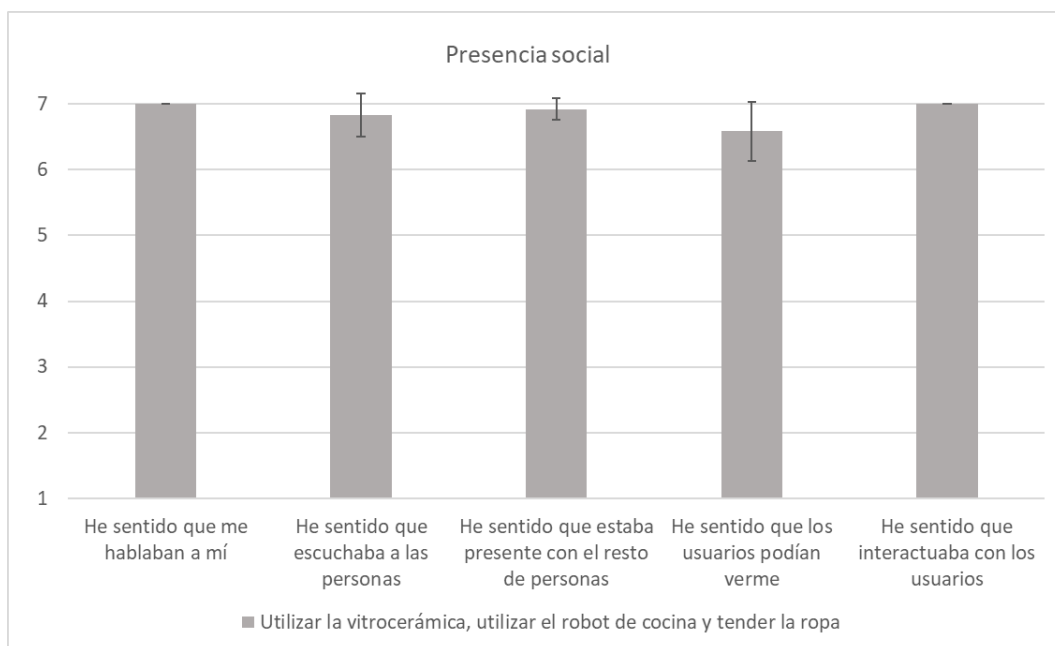


Figura 26: Presencial social en las segundas tareas

Y en el caso de “He sentido que los usuarios podían verme”, las evaluaciones también han sido ascendente (Figura 27). Se ha observado que los usuarios estaban concentrados en las tareas y, por tanto, no necesariamente miraban a la representación del profesional cuando necesitaban hablar con él.

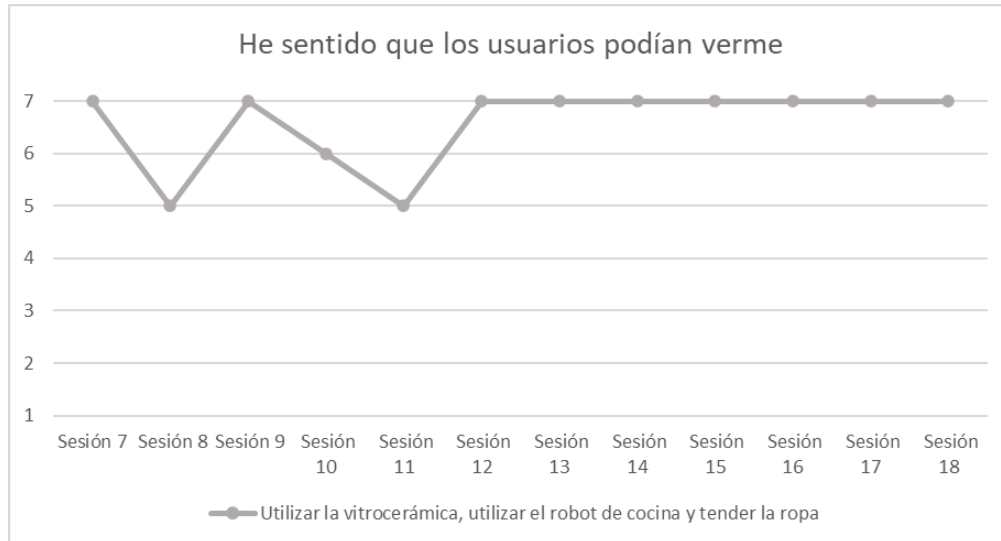


Figura 27: Sensación de ser visto en las segundas tareas

En cuanto a la presencia espacial, se observa que las preguntas vuelven a tener una media de respuestas muy alta, en todos los casos con valores ligeramente superiores en el caso de poner la lavadora, pero sin grandes cambios entre unas sesiones y otras (Figura 28).

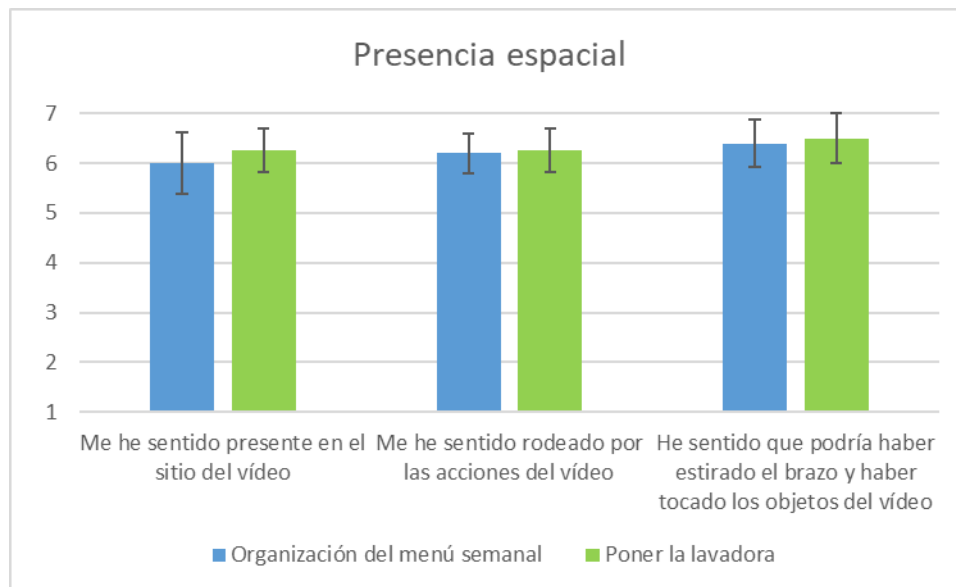


Figura 28: Presencia espacial en las primeras tareas

En el caso de las tareas de utilización de la vitrocerámica, utilización del robot y tender la ropa, la valoración siempre ha sido de 7 sobre 7, como se observa en el siguiente gráfico (Figura 29).

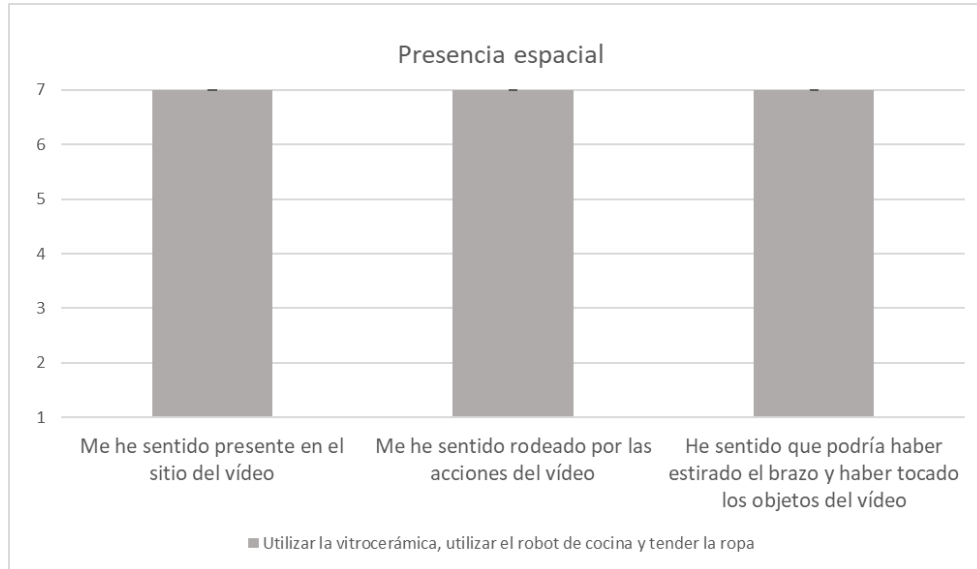


Figura 29: Presencia espacial en las segundas tareas

En las tareas que se hicieron de la sesión 7 en adelante, es decir, utilización de la vitrocerámica, utilización del robot y tender la ropa, se añadieron algunas preguntas relativas a la utilización de la lupa (Figura 30):

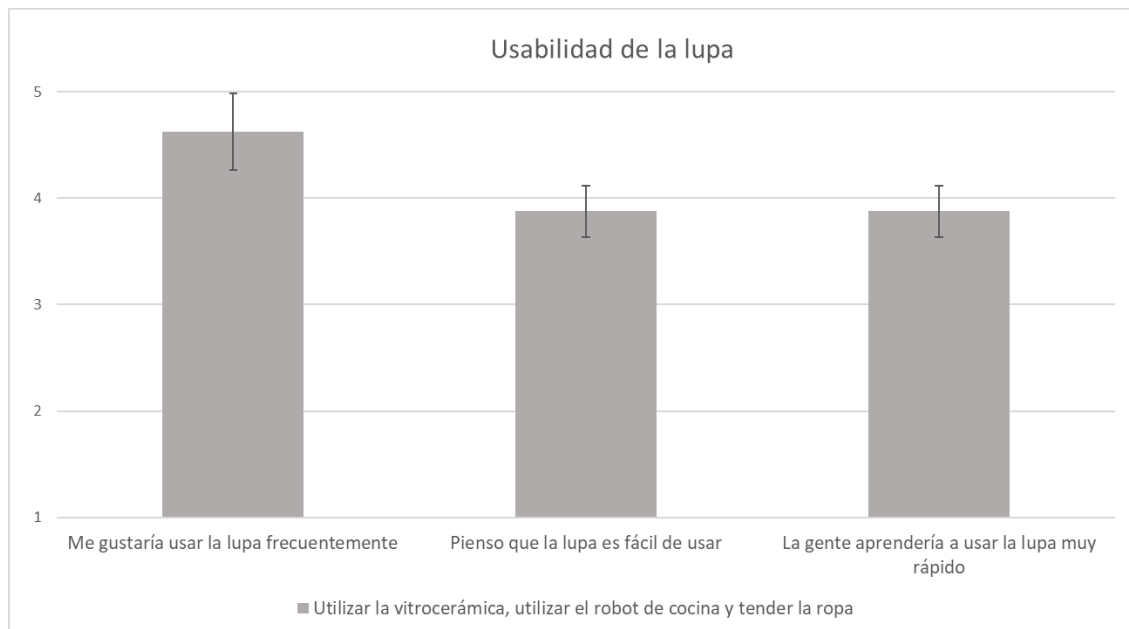


Figura 30: Usabilidad de la lupa en las segundas tareas

En este punto en el que el profesional debía ver a través de la lupa las luces LED de los dispositivos, se hizo un trabajo de mejora en la lupa. De hecho, se añadió la funcionalidad de “hacer zoom en la misma”. Por ello, en la pregunta de la utilización de la lupa tiene un gran impacto el saber “acercarla” utilizando el mando de las gafas de realidad virtual, además de indicar a los usuarios sobre dónde tienen que enfocar en cada momento. El responsable piensa que le gustaría usar la lupa frecuentemente (realmente refiriéndose a que los usuarios utilizaran la lupa frecuentemente), mientras que considera que la lupa era fácil de usar y que la gente aprendería a usarla muy rápido con una valoración de 3,8 sobre 5 (ver Figura 30).

Además de todas las preguntas objetivas que se realizaban en los cuestionarios al responsable de la Fundación Juan XXIII, se le incluía un apartado de comentarios adicionales y observaciones en las que poder escribir con mayor detalle las sensaciones sobre cómo ha ido la sesión y la evolución que se va viendo respecto a las anteriores sesiones. En la siguiente tabla se observan esas valoraciones:

Tabla 3: Observaciones recogidas del profesional de la Fundación Juan XXIII

Número de sesión	Comentarios adicionales / Observaciones
0	Habría que mejorar la calidad de la imagen. Y mejorar también el sonido. La lupa al moverla se giraba y era complicado el enderezarla y ponerla en el sitio requerido.
1	Tenemos que seguir trabajando en la calidad del vídeo. También es cierto que cuanto más te pones las gafas más te sientes en el mundo virtual.
2	Hoy la sesión ha mejorado considerablemente, la calidad de la lupa ha sido mucho mejor, permitiendo que la interacción fuera muy buena. Hay que mejorar la calidad de la visualización 360 ya que se sigue viendo pixelado... pero hoy, mucho mejor que otras veces. Poner un router en la cocina o en el pasillo puede ser una buena idea para mejorar la calidad de la imagen.
3	Hoy bien, aunque la calidad de la imagen ha fallado un poquito.
4	Hemos probado sin conexión al búho por cable, usándolo con un router, la calidad de la imagen del vídeo es muy parecida a cuando la hemos probado con el cable. Esa parte si se pudiera mejorar sería genial, y la lupa en la lavadora se ve muy bien; en la organización del menú semanal se ve, pero creo no tan nítido como con la lavadora, es verdad que está más alejada... Pero cuando estás mucho tiempo fijándote en el texto, se te cansan los ojos.

5	-
6	Estaría bien incluir fotos con caras (alegría, enfado...).
7	Hoy he notado el retardo del audio.
8	Ha costado ver el panel del robot de cocina. La pantalla es muy brillante.
9	Habría que poner, si se puede, una pequeña luz para poder ver la vitro y el robot de cocina.
10	Con la nueva luz que va enganchada a la lupa hemos mejorado muchísimo.
11	Hoy ha fallado mucho la conexión. Y eso repercute en la calidad del video y del audio.
12	Hoy me ha costado más, estaba más cansado y eso se nota con las gafas.
13	En algunos momentos te sientes impotente a la hora de dirigir. A la hora de explicarte.
14	Hoy nos ha fallado la conexión en varios momentos.
15	Cada vez mejor, y cada vez veo que puedo manejar me con las funciones del búho con más soltura. La calidad de la grabación de las gafas me ha parecido muy buena.
16	En relación con el entorno, cuando se han puesto a cortar los cuchillos parecían que estaban torcidos. Pero por lo demás sin mayor desajuste.
17	Las gafas estaría bien que fueran más ligeras... después de estar tanto tiempo, te molesta la frente.
18	Hoy sin comentarios. Cada vez sale mejor. Se les ve muy habituados.

En las primeras sesiones se observan unos comentarios que denotan una falta de calidad suficiente por parte de la tecnología, tanto del audio como del vídeo. Debido a esto se utilizó temporalmente un cable ethernet para conectar el router con el dispositivo Owl. En la sesión número 3 el responsable destacó positivamente el uso de la lupa, aludiendo a las interacciones que tiene con los participantes.

Se añadieron también algunas sugerencias como, por ejemplo, la de añadir fotos con caras para mostrar las emociones que tenía el responsable en cada momento.

Debido al cambio de tareas y ya que no se podía ver lo suficientemente bien los números de la vitrocerámica utilizando las gafas de realidad virtual, se compró una luz para enganchar a la lupa con la que el responsable podía ver mejor todos estos detalles.

Con el paso de las sesiones, el responsable comenta estar cada vez mejor y manejándose con el búho cada vez con más soltura, además de que los usuarios se iban habituando cada

vez mejor. También se aprovechó para hacer una grabación de vídeo utilizando las gafas y dando el resultado esperado. En otra de las sesiones se comenta la idea de que las gafas son bastante pesadas, haciendo que molesten en la frente después de un rato.

Resultados del cuestionario de los usuarios

A continuación, se analizan las respuestas obtenidas por cada uno de los usuarios. Cabe recordar que las preguntas que se hacen tanto al responsable como a los usuarios son las mismas, pero varía la escala de votación de cada una de las preguntas, siendo en el caso del responsable del 1 a 5 y de los usuarios del 1 al 3.

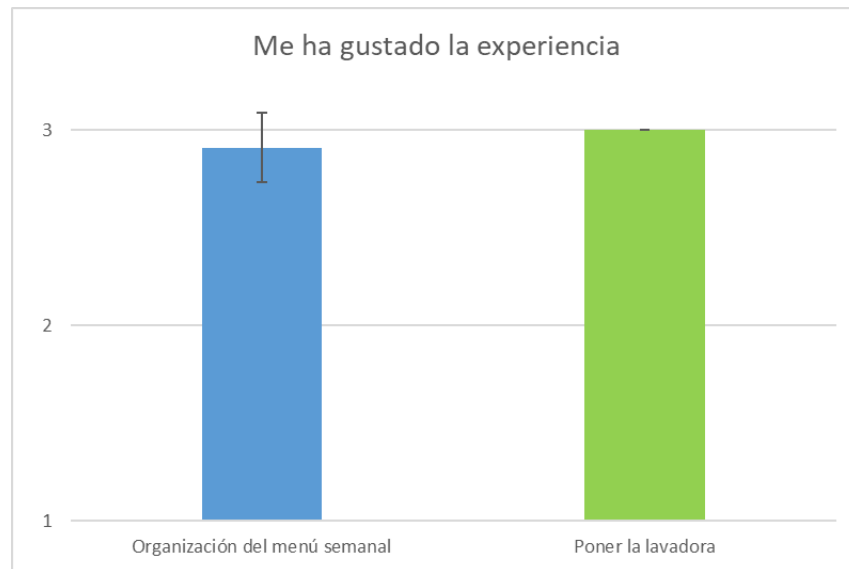


Figura 31: Calidad de experiencia en las primeras tareas



Figura 32: Calidad de experiencia en las segundas tareas

A los usuarios les ha gustado la experiencia de utilizar el búho (Figura 31, Figura 32). Aunque sin diferencias significativas, el usuario que realizaba la tarea de tender la ropa ha evaluado algo peor la experiencia y, posiblemente, sea por la tarea en concreto más que por la tecnología.

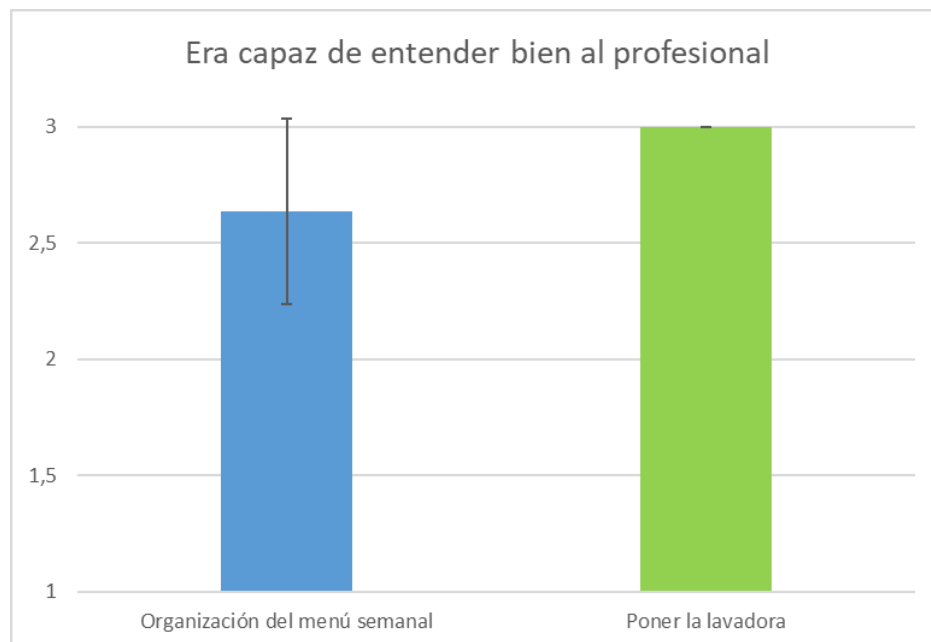


Figura 33: Entendimiento al responsable de la Fundación Juan XXIII en las primeras tareas

La calidad de las interacciones entre usuarios y profesional ha sido positiva (Figura 33), aunque sí que ha sido algo perceptible la diferencia según la tarea realizada. Esto puede tener

que ver con la tarea y/o con la aceptación de la tecnología ya que para el profesional también la tarea de organización del menú semanal (la primera tarea con la que se ha probado la tecnología) ha sido menos positiva.

En el caso de las segundas tareas, los resultados fueron mejores ya que siempre entendieron bien al profesional responsable por parte de la Fundación Juan XXIII (Figura 34).

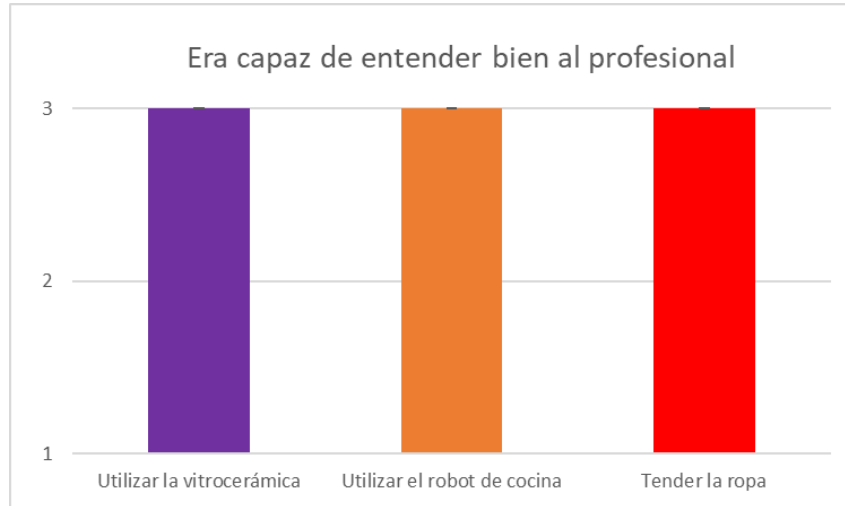


Figura 34: Entendimiento del responsable de la Fundación Juan XXIII en las segundas tareas

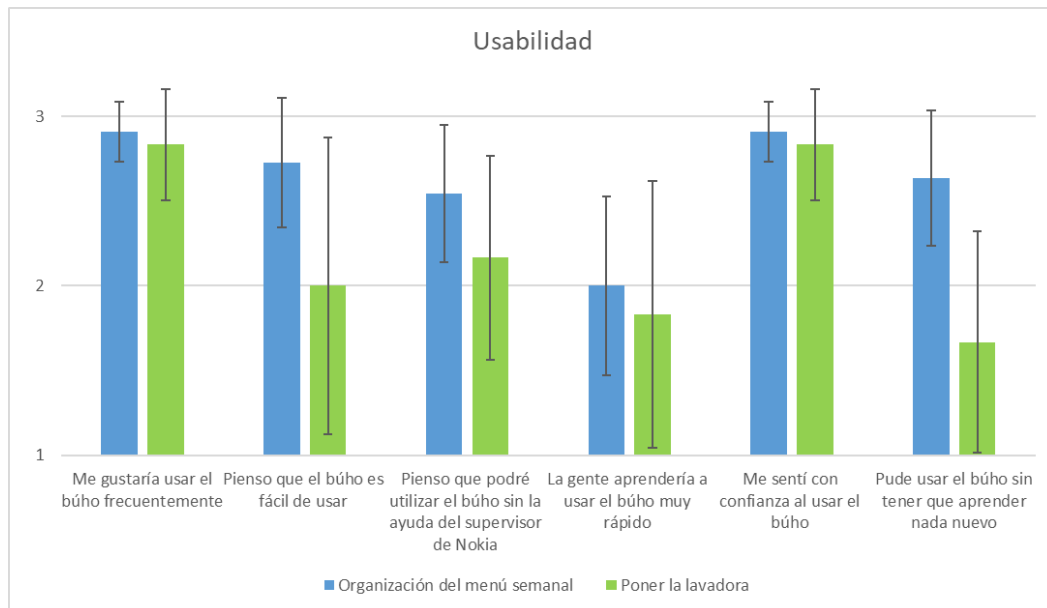


Figura 35: Usabilidad del búho en las primeras tareas

En cuanto a la Figura 35, a los usuarios por lo general les gustaría usar el búho frecuentemente. En cuanto a la facilidad de utilizar el búho, igual que en el resto de

preguntas, ha habido una mayor variabilidad de valoraciones dependiendo de la tarea realizada.

Los usuarios han percibido que es más complicado de usar, que será difícil utilizar el búho sin la ayuda del supervisor de Nokia y que no han podido usar el búho sin tener que aprender nada nuevo, especialmente al poner la lavadora. Esto se puede deber a la dificultad añadida que tiene coger la lupa con la mano en el caso de la utilización de la lavadora: mientras que uno de los participantes mete la ropa en el tambor y aprieta los botones, otro sujeta la lupa con la mano enfocando exactamente al dosificador de la lavadora o a la pantalla de esta.

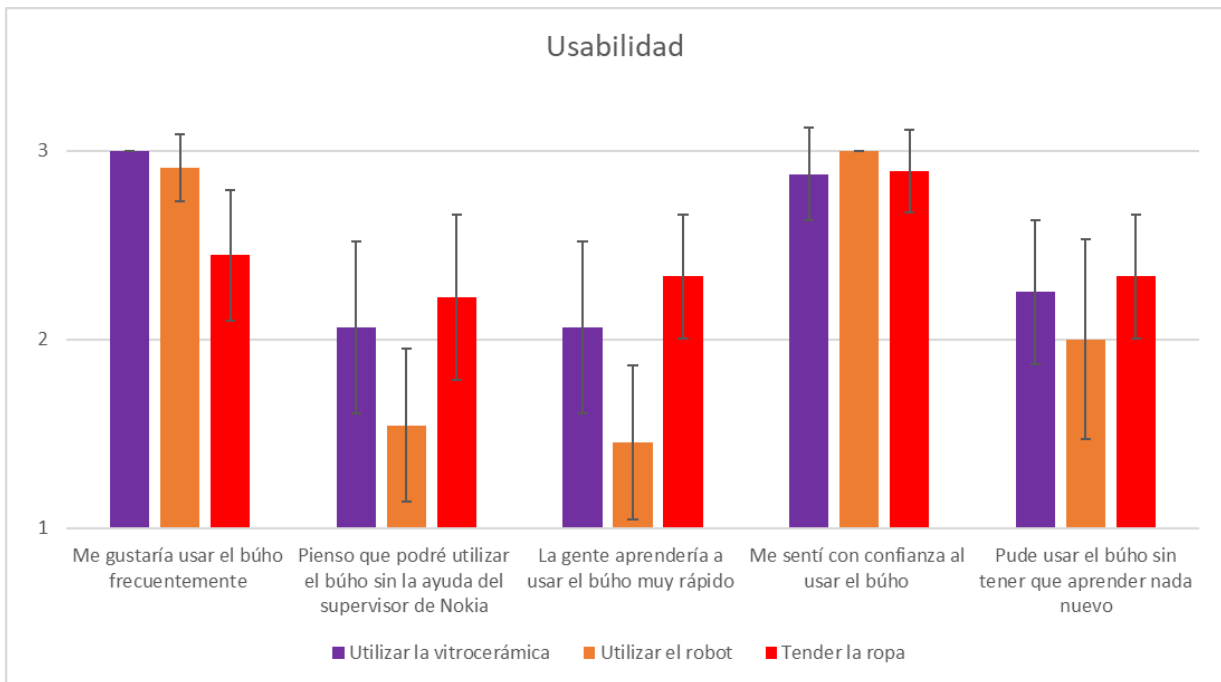


Figura 36: Usabilidad del búho en las segundas tareas

Los usuarios han considerado que utilizando el robot sería más complicado poder utilizar el búho sin la ayuda del supervisor de Nokia y que la gente no aprendería a usar el búho muy rápido. Esto quizás puede deberse a que era más difícil para los usuarios utilizar la lupa al mismo tiempo que estar manipulando el robot de cocina. A pesar de esto, hay diferencias de respuestas que son características según cada usuario. Por privacidad, este análisis se adjunta en un anexo interno.

En cuanto a presencia social, los usuarios valoran más positivamente las interacciones del responsable con ellos también cuando utilizan la lavadora, aunque sin diferencias (Figura 37).

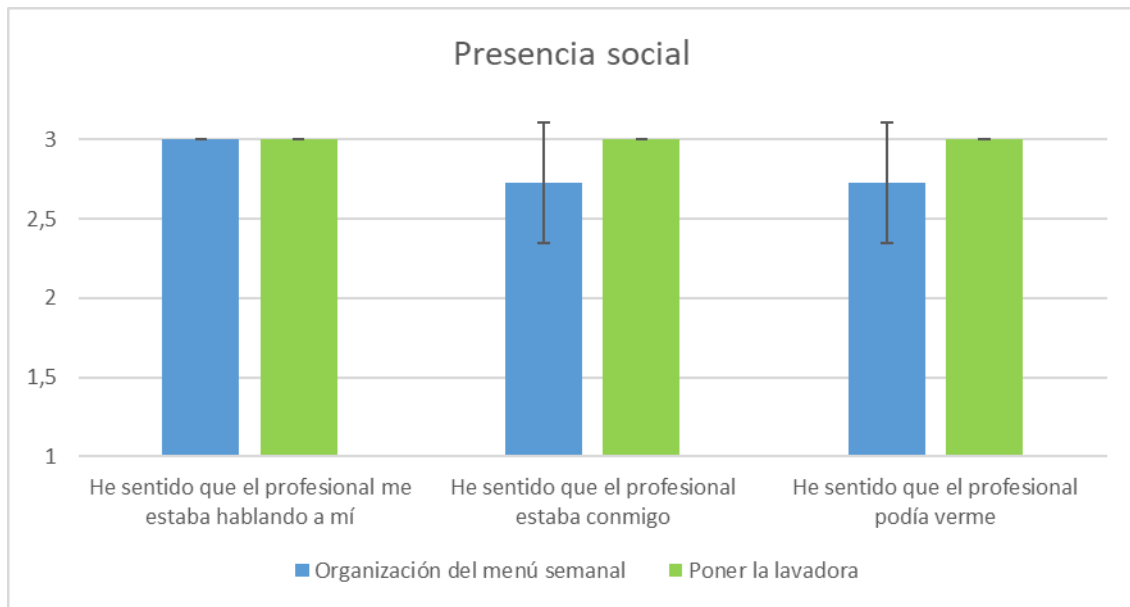


Figura 37: Presencia social en las primeras tareas

A continuación, se expone la gráfica con las preguntas de las segundas tareas.

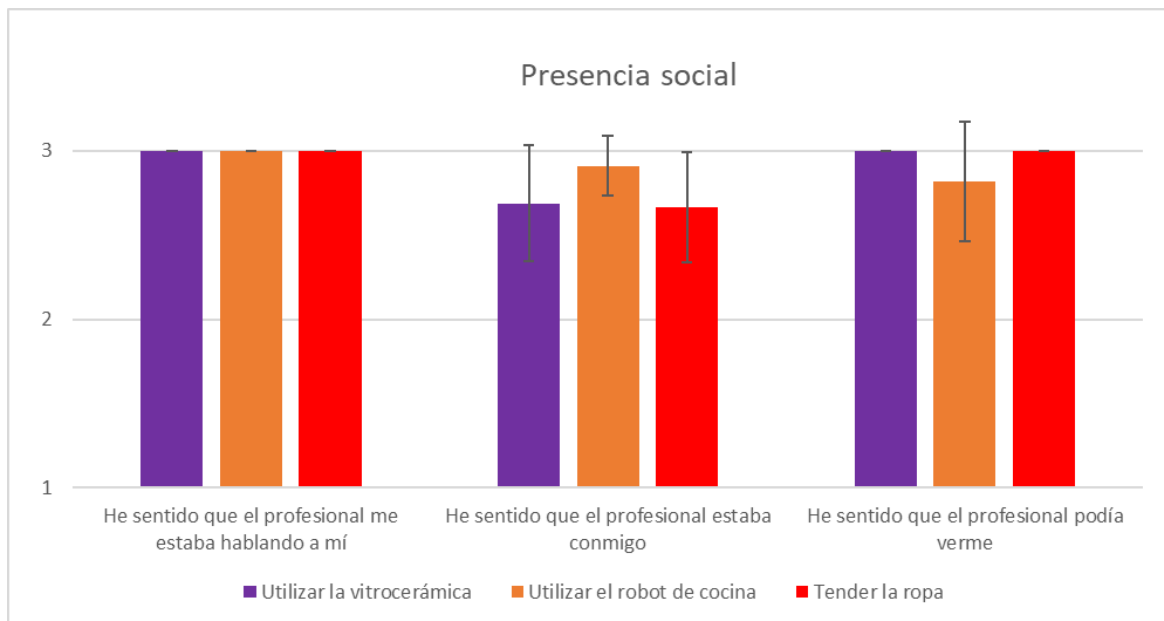


Figura 38: Presencial social en las segundas tareas

Viendo los resultados de la Figura 38, se ve claramente que la comunicación con el responsable de la Fundación Juan XXIII ha sido favorable. Lo que ha tenido unas valoraciones ligeramente peores ha sido la sensación de que la persona en remoto “estaba con ellos”, y en el caso de la utilización del robot, la sensación de que podía ver a los usuarios.

3.4 Conclusiones generales de la evaluación de QoE en telepresencia

El caso de uso ha sido un éxito ya que la tecnología, el búho, ha sido aceptado y utilizado durante meses en la realización con apoyo remoto de tareas domésticas con características e implicaciones concretas. Por ejemplo, hemos distinguido configuraciones más parecidas a una reunión cuando se realizaba la tarea de menú semanal o configuraciones más demandantes en las que debía manejarse la lupa por una de las personas usuarias como en la tarea de poner la lavadora. Cada tarea, a pesar de los retos que planteaba, se ha realizado de manera exitosa y la mayor prueba de ello es que desde la Fundación Juan XXIII, tanto profesionales como los convivientes del piso, querrían seguir utilizando la tecnología.

Uno de los factores influyentes en la QoE ha sido la sensación de presencia que proporciona el búho tanto para el educador ("siento que estoy allí con ellos") como para los convivientes ("ellos te sienten presente"), lo que mejora la interacción y facilita la guía durante el desempeño de las tareas.

Contar con una comunicación basada en vídeo 360 ofrece una conciencia completa del entorno al educador que se conecta con las gafas de realidad virtual. A diferencia de las videollamadas tradicionales, este vídeo permite al educador dar instrucciones precisas y observar todo lo que sucede alrededor. Aunque la calidad de vídeo todavía no llega a ser la ofrecida por videollamadas tradicionales, este tipo de vídeo permite que con un simple giro de cabeza el educador pueda tener la imagen completa del entorno y saber dónde está cada una de las personas de la sala, impactando positivamente en la QoE de la experiencia y en el valor que adquiere la tecnología. Esta característica va más allá de una ventaja para su aplicación en soporte remoto, el profesional considera que es clave para gestión de incidencias o emergencias. La implantación de búhos en pisos supervisados supondría la reducción de costes y recursos para dar el apoyo a las personas dependientes.

En términos de madurez de la tecnología, se han detectado evoluciones y herramientas que implementadas acercarían la tecnología a un público más amplio, con vías a poder utilizarse sin necesidad de soporte. Por supuesto, las implementaciones desarrolladas solo han sido añadidas al prototipo del piso si eran estrictamente necesarias para la realización de la tarea ya que se necesitan testear previamente a su implantación en el caso de uso real, el piso. Con esto concluimos que, si los aspectos técnicos básicos están cubiertos, la comunicación es muy efectiva, logrando que los usuarios no se sientan solos y el educador se sienta presente.

Desde el punto de vista de guiar remotamente con las gafas de realidad virtual, el profesional se ha habituado, pero destaca dos retos relevantes: la comodidad del dispositivo, la representación del profesional y la intervención presencial. Como ya se ha observado en la literatura, el uso prolongado de las gafas causa presión en la frente y molestias físicas, generando fatiga. El avatar actual no representa eficazmente al educador, lo que podría afectar la sensación de autoridad y presencia en situaciones de conflicto. En cuanto a la

interacción remota, el responsable destaca que exige una mayor concentración y articulación verbal, lo que provoca un mayor agotamiento mental en comparación con la interacción presencial. Asimismo, esto y la falta de contacto visual directo dificultan el uso del humor o la ironía, y pueden hacer que el tono del educador se malinterprete por parte de los usuarios. Esto es, por tanto, un aspecto en el que se debe investigar en profundidad en el futuro.

En cuanto a la evaluación, se han identificado limitaciones en el uso de cuestionarios estandarizados. Por ejemplo, algunas preguntas de los cuestionarios utilizados son poco claras o irrelevantes para los usuarios y profesionales, ya que, pensando en usabilidad, ellos no realizan acciones técnicas con el dispositivo. Sería interesante adaptar las preguntas para enfocarse en la percepción de presencia y comunicación.

4 Telepresencia: seguimiento asistencial

El artículo 19 de la Convención Internacional sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad (Naciones Unidas, 2006) reconoce el derecho en igualdad de condiciones de todas las personas con discapacidad a vivir de forma independiente y a ser incluidas en la comunidad.

Desde hace más de 50 años la Fundación Juan XXIII Roncalli tiene como objetivo mejorar la inclusión sociolaboral de las personas en situación de vulnerabilidad psicosocial. Para ello, interviene en todas las áreas de la vida de la persona con la finalidad de mejorar su calidad de vida y fomentar su autonomía personal.

Dentro del área de autonomía uno de los aspectos clave es conseguir que las personas con discapacidad intelectual puedan tener una vida lo más independiente posible. Para ello, la Fundación cuenta con pisos tutelados y pisos supervisados. Ambos son tipos de residencias para personas con discapacidad intelectual, pero tienen diferencias en cuanto al nivel de apoyo y supervisión que ofrecen.

El piso tutelado está diseñado para personas con discapacidad intelectual que requieren un apoyo constante en su vida diaria. Este tipo de vivienda está orientado a ofrecer una mayor autonomía dentro de un entorno controlado. Esta modalidad de residencia cuenta con personal especializado (tutores o educadores) que brindan apoyo directo y supervisión en actividades cotidianas, como higiene personal, cocina, administración de dinero, y vida en comunidad. La idea es fomentar la independencia en un entorno seguro.

El objetivo es que las personas con discapacidad puedan vivir de forma lo más autónoma posible, pero con la ayuda necesaria para tomar decisiones, resolver problemas cotidianos, y recibir apoyo cuando sea preciso.

Los pisos supervisados también están destinados a personas con discapacidad intelectual, pero el enfoque aquí es diferente. Este tipo de residencia ofrece un nivel de supervisión menos intensivo que el piso tutelado.

Las personas en un piso supervisado tienen un mayor grado de autonomía en su día a día. Se les proporciona apoyo en situaciones específicas, pero no están bajo la supervisión continua de personal especializado. El equipo encargado puede realizar visitas o intervenciones puntuales, pero no están tan involucrados en las actividades diarias como en el piso tutelado.

El objetivo de los pisos supervisados es promover la autonomía de las personas en la medida de lo posible, con la posibilidad de recibir apoyo ocasional o en caso de que surjan dificultades. Se fomenta un estilo de vida más independiente, aunque con la seguridad de

que la ayuda está disponible cuando se necesite. En este tipo de viviendas, las personas pueden estar más integradas en la comunidad y tener más libertad en sus decisiones diarias.

La Fundación Juan XXIII cuenta con 1 piso tutelado y 4 pisos supervisados. El presente caso de uso se ha desarrollado en uno de los pisos supervisados, cuyas características se describen en el siguiente apartado.

4.1 Información de participantes

En el piso tutelado en el que se desarrolla este caso de uso conviven tres personas con discapacidad intelectual, que también son compañeros en el Centro Ocupacional de Formación, Oportunidades e Inserción Laboral (COFOIL). Los tres son varones con edades comprendidas entre los 36 y los 56 años.

El objetivo general de este piso tutelado es fomentar en los residentes las habilidades necesarias para que puedan vivir de forma independiente y lo más autónoma posible con los apoyos necesarios y el uso de los recursos comunitarios. Se pretende que, con el aprendizaje adecuado, puedan manejarse en el día a día sin necesidad de estar bajo una supervisión constante, pero disponiendo de los apoyos necesarios cuando así lo precisen.

Como objetivos específicos se encuentran establecidos los siguientes:

- **Mejorar las habilidades y destrezas de las personas convivientes en las siguientes áreas: personal, doméstica y social.**
- **Promover el conocimiento y uso de los recursos comunitarios por parte de las personas residentes en función de sus necesidades específicas.**
- **Activar la red natural de apoyos de las personas convivientes.**
- **Introducir a las personas residentes del piso en el uso de las tecnologías como elemento facilitador y de apoyos.**

Por las tardes, los residentes se encuentran en el piso llevando a cabo las tareas domésticas y actividades de vida en comunidad y de ocio. Cuentan con un apoyo diario durante las tardes. En esta franja acude un educador y realizan diferentes tareas domésticas con supervisión: limpieza del hogar, planificación del menú, colada de ropa, compra en los supermercados de la zona, manejo de las finanzas y elaboración de recetas sencillas. Los viernes suelen llevar a cabo alguna actividad de ocio propuesta por ellos mismos.

4.2 Seguimiento de apoyo con el sistema de telepresencia

El avance tecnológico ha abierto nuevas posibilidades para mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidad intelectual, particularmente en el ámbito de la vida independiente. Entre estas innovaciones, las tecnologías de apoyo y los sistemas de supervisión remota desempeñan un papel fundamental, ya que permiten equilibrar el

derecho a la autonomía con la necesidad de garantizar seguridad, apoyo y tranquilidad tanto para los usuarios como para sus familias y profesionales de referencia.

En el contexto del hogar, las herramientas tecnológicas pueden ayudar no solo a las personas con discapacidad intelectual a realizar tareas cotidianas con mayor autonomía, sino que también permite a los educadores supervisar su bienestar sin invadir su intimidad ni restringir su libertad.

El objetivo principal de este caso de uso es validar una herramienta tecnológica que posibilite realizar algunas de las tareas de la vida diaria que se hacen con el educador presente físicamente, de manera remota. Así, se persigue que con el uso de esta tecnología, el Owl, disminuya el número de apoyos físicos y los residentes sean más autónomos. Esto permitiría al educador tener sensación de presencia y realizar su trabajo de forma efectiva sin necesidad de desplazarse físicamente. Por otro lado, los usuarios tienen una mayor sensación de autonomía al realizar las tareas con supervisión remota, lo que mejora su autopercepción y autoestima.

Además, la utilización de esta herramienta permite trabajar sobre uno de los objetivos específicos del piso supervisado descritos anteriormente *“Introducir a las personas residentes del piso en el uso de las tecnologías como elemento facilitador y de apoyos”*. Con este objetivo se persigue aprovechar las tecnologías para brindar apoyo tanto en la vida diaria como en el desarrollo de habilidades promoviendo su autonomía, participación y bienestar.

Como ya se ha presentado, en un principio se diseñaron las siguientes tareas para entrenar y supervisar con el sistema Owl:

- **Preparar el menú semanal**
- **Poner la lavadora**
- **Tender la ropa**

Posteriormente, durante las sesiones se planificaron dos tareas más a petición de los residentes:

- **Uso del robot de cocina**
- **Uso de la vitrocerámica**

Para llevar a cabo la evaluación de este caso de uso, se valoró la competencia en cada una de esas tareas por parte de cada residente del piso antes del uso del sistema Owl y después de su uso para valorar los aprendizajes.

Esto se realizó dividiendo cada tarea en pequeños pasos y valorando el grado y el tipo de ayuda que cada participante necesitaba para poder llevarla a cabo, existiendo los siguientes tipos de apoyo:

- **Físico: consiste en proporcionar asistencia directa y cercana para que puedan llevar a cabo la tarea de forma adecuada y segura. Implica guiar físicamente a la persona**

en los movimientos necesarios, proporcionarle herramientas o adaptaciones especiales y estar presente para supervisar y corregir en caso de ser necesario.

- **Verbal:** consiste en proporcionar instrucciones claras y concisas sobre cómo realizar una tarea paso a paso. Es importante adaptar la comunicación al nivel de comprensión de la persona utilizando un lenguaje sencillo y accesible.
- **Verbal y físico:** consiste en la combinación de los dos tipos de apoyo descritos anteriormente.
- **Autónomo:** consiste en poder realizar la actividad de manera independiente sin necesidad de asistencia externa. Implica poder planificar, organizar y ejecutar la tarea, tomando decisiones y siendo capaz de resolver los problemas que puedan surgir durante su ejecución.

Los pasos en los que se dividieron cada una de las tareas propuestas para poder evaluarlas fueron los de la Tabla 4.

Tabla 4: Pasos de las tareas utilizados para la evaluación

Tarea 1: Poner la lavadora	• Coger las cestas de ropa sucia de las habitaciones. • Abrir la puerta de la lavadora. • Revisar los bolsillos de los pantalones. • Meter la ropa en el tambor. • Cerrar la puerta de la lavadora. • Coger el jabón líquido. • Echar el jabón en el dosificador del envase. • Abrir el cajetín de la lavadora. • Echar el jabón en el apartado correspondiente del cajetín. • Coger el suavizante. • Echar el suavizante en el dosificador del envase. • Echar el suavizante en el apartado correspondiente del cajetín. • Cerrar el cajetín. • Girar la ruleta de la lavadora hasta la marca del programa correspondiente. • Presionar el botón de “On”.
Tarea 2: Tender la ropa	• Abrir la puerta de la lavadora. • Coger el barreño. • Sacar la ropa y echarla en el barreño. • Coger las pinzas y las perchas. • Abrir la puerta de la terraza.

	• Tender en la ropa del fondo la ropa interior y los calcetines. • Coger las camisetas, camisas y jerseys y colgarlos en perchas. • Colgar los pantalones.
Tarea 3: Preparar el menú semanal	• Coger libreta y bolígrafo. • Mirar el menú semanal del centro para ver qué platos van a comer al medio día. • Diseñar el menú para que sea variado y saludable y no coincida con la comida del centro. • Comprobar qué alimentos hay en la nevera y en la despensa. • Hacer la lista de la compra.
Tarea 4: Uso de la vitrocerámica	• Encender la vitrocerámica • Señalar el fuego • Poner la temperatura del fuego • Poner la sartén o el cazo en el fuego correspondiente • Retirar la sartén o el cazo del fuego • Apagar la vitrocerámica • Utilizar la lupa de forma correcta enfocando las actividades designadas
Tarea 5: Uso del robot de cocina	• Colocar el robot en la posición correcta • Enchufar el robot • Introducir el recipiente con los alimentos incorporados en el robot • Bajar la tapa del robot • Encender el robot • Seleccionar el programa correspondiente • Seleccionar el tiempo • Seleccionar la temperatura • Una vez que suena la alarma, abrir la tapa • Sacar la comida • Sacar el recipiente vacío y lavarlo • Bajar la tapa

	• Desenchufar el robot • Colocar el robot en su sitio • Utilizar la lupa de forma correcta enfocando las actividades designadas
--	--

4.3 Seguimiento del apoyo con el sistema de telepresencia

Desarrollo de las sesiones

Las sesiones fueron llevadas a cabo con frecuencia semanal, los lunes en horario de 18:00 a 21:00.

Se interrumpieron durante el proceso estival, ya que los residentes se encontraban fuera del piso y se retomaron en septiembre.

Se llevaron a cabo con su educador de referencia y personal de Nokia que se encargó del soporte técnico y la resolución de incidencias.

En total, se desarrollaron 20 sesiones, cuyos contenidos se detallan en la Tabla 5.

Tabla 5: Sesiones realizadas y las tareas

Nº de sesión	Tareas
1	Preparar el menú
2	Poner la lavadora
3	Poner la lavadora
4	Preparar el menú + Poner la lavadora
5	Poner la lavadora
6	Preparar el menú
7	Preparar el menú
8	Uso de la vitrocerámica + Poner la lavadora + Tender la ropa
9	Uso de la vitrocerámica + Uso del robot + Poner la lavadora + Tender la ropa
10	Uso de la vitrocerámica + Uso del robot + Poner la lavadora + Tender la ropa
11	Uso de la vitrocerámica + Uso del robot + Poner la lavadora + Tender la ropa
12	Uso de la vitrocerámica + Uso del robot + Poner la lavadora + Tender la ropa
13	Uso de la vitrocerámica + Uso del robot + Poner la lavadora + Tender la ropa
14	Uso de la vitrocerámica + Poner la lavadora + Tender la ropa
15	Uso de la vitrocerámica + Uso del robot + Poner la lavadora + Tender la ropa
16	Uso de la vitrocerámica + Uso del robot
17	Uso de la vitrocerámica + Uso del robot

18	Uso de la vitrocerámica + Uso del robot + Poner la lavadora + Tender la ropa
19	Uso de la vitrocerámica + Uso del robot + Poner la lavadora + Tender la ropa
20	Poner la lavadora + Tender la ropa

Evaluación Pre - Post

La evaluación pre del nivel de desempeño en cada una de las tareas se llevó a cabo en el mes de abril de 2024. Durante las sesiones los usuarios propusieron aprender a utilizar la vitrocerámica y el robot de cocina, por lo que decidieron incluirse esta actividad a posteriori de la planificación inicial y la evaluación pre de estas tareas se realizó en septiembre de 2024, justo antes de empezar a usar esta herramienta para llevarlas a cabo.

La evaluación post se realizó una vez finalizado el entrenamiento en todas las tareas durante el mes de diciembre de 2024.

Para preservar su anonimato y garantizar la confidencialidad de datos personales a cada uno de los usuarios se les asignó un código alfanumérico, compuesto por las letras “TI” y un número del 1 al 3 (TI1 – TI2 – TI3).

Además, los resultados individuales de cada participante no se presentan directamente en este apartado con el fin de garantizar la confidencialidad y protección de los datos personales. En su lugar, dichos resultado se encuentran disponibles en el Anexo.

Lo que se incluye a continuación son unas tablas (Tabla 6, Tabla 7, Tabla 8, Tabla 9 y Tabla 10) con los datos agregados de las evaluaciones, los cuales permiten un análisis global sin comprometer la identidad de los participantes. De este modo, se garantiza que la información sensible se maneja de manera responsable, cumpliendo con los estándares éticos establecidos para el desarrollo de este caso de uso.

Tabla 6: Evaluación previa de la tarea 1

TAREA 1 - PONER LA LAVADORA

NÚMERO DE APOYOS	PRE	POST
Apoyos físicos y verbales	4	0
Apoyos físicos	4	0
Apoyos verbales	15	5
Autónomos	22	40

PORCENTAJES	PRE	POST
Apoyos físicos y verbales	8,89%	0%
Apoyos físicos	8,89%	0%

Apoyos verbales	33,33%	11,11%
Autónomos	48,89%	88,89%

Tabla 7: Evaluación previa de la tarea 2

TAREA 2 - TENDER LA ROPA

NÚMERO DE APOYOS	PRE	POST
Apoyos físicos y verbales	3	0
Apoyos físicos	4	0
Apoyos verbales	9	3
Autónomos	15	28

PORCENTAJES	PRE	POST
Apoyos físicos y verbales	9,67%	0%
Apoyos físicos	12,90%	0%
Apoyos verbales	29,03%	9,67%
Autónomos	48,38%	90,32%

Tabla 8: Evaluación previa de la tarea 3

TAREA 3 - PREPARAR EL MENÚ

NÚMERO DE APOYOS	PRE	POST
Apoyos físicos y verbales	0	0
Apoyos físicos	0	0
Apoyos verbales	15	9
Autónomos	0	6

PORCENTAJES	PRE	POST
Apoyos físicos y verbales	0,00%	0%
Apoyos físicos	0,00%	0%
Apoyos verbales	100,00%	60,00%
Autónomos	0,00%	40,00%

Tabla 9: Evaluación previa de la tarea 4

TAREA 4 - USO DE LA VITROCERÁMICA

NÚMERO DE APOYOS	PRE	POST
Apoyos físicos y verbales	12	0
Apoyos físicos	4	0
Apoyos verbales	2	5
Autónomos	0	13

PORCENTAJES	PRE	POST
Apoyos físicos y verbales	66,67%	0%
Apoyos físicos	22,22%	0%
Apoyos verbales	11,11%	27,78%
Autónomos	0,00%	72,22%

Tabla 10: Evaluación previa de la tarea 5

TAREA 5 - USO DEL ROBOT DE COCINA

NÚMERO DE APOYOS	PRE	POST
Apoyos físicos y verbales	42	0
Apoyos físicos	0	0
Apoyos verbales	0	22
Autónomos	0	20

PORCENTAJES	PRE	POST
Apoyos físicos y verbales	100,00%	0%
Apoyos físicos	0,00%	0%
Apoyos verbales	0,00%	52,38%
Autónomos	0,00%	47,62%

Resultados

Los resultados obtenidos tras la implementación de este sistema han demostrado ser altamente positivos, en términos de la autonomía alcanzada por los residentes.

Uno de los logros más importantes de la implementación de este sistema ha sido la disminución de la cantidad de apoyos físicos necesarios y el incremento significativo de la capacidad de autonomía de los tres residentes. En términos generales, se evidencia un desplazamiento progresivo hacia niveles más altos de independencia funcional, siendo este efecto especialmente notable en aquellas tareas que implican el manejo de electrodomésticos.

Antes de la introducción de la supervisión remota, los residentes dependían en gran medida del educador para llevar a cabo las tareas cotidianas. Esto no solo significaba que el educador debía estar constantemente presente, sino que también limitaba la autonomía de las personas al requerir ayuda constante para realizar actividades que deberían ser parte de su vida diaria. La tecnología, al facilitar la supervisión remota, ha permitido que los usuarios realicen muchas de estas tareas por sí mismos, lo que ha reducido la necesidad de intervención física directa. Esta reducción en los apoyos físicos ha sido clave para que los residentes desarrollen habilidades y aumenten la confianza en sí mismos.

Este cambio puede atribuirse a varios factores. En primer lugar, la supervisión remota, al permitir una observación continua no invasiva, facilita que los profesionales puedan ofrecer indicaciones verbales o refuerzos positivos a distancia, en lugar de intervenir físicamente. Esto promueve un entorno en el que los usuarios pueden tomar la iniciativa sin sentirse constantemente observados de manera presencial, lo cual puede mejorar su autoestima y motivación.

Por otro lado, también se detectó una reducción significativa en la necesidad de apoyo verbal. Esto sugiere una mejora en la capacidad de los residentes para recordar y aplicar instrucciones previamente aprendidas, así como una mayor familiaridad con las tareas y el entorno tecnológico. En el caso concreto de la planificación del menú semanal (una actividad que implica toma de decisiones, organización y anticipación), varios participantes pasaron de necesitar constantes sugerencias verbales a mostrar un mayor grado de iniciativa y estructuración personal.

En cuanto a las tareas de lavandería (poner la lavadora y tender la ropa), también se observaron avances. La tarea de tender la ropa, al implicar habilidades motoras finas y coordinación espacial, continuó requiriendo apoyos verbales en algunos casos.

Cabe destacar que el aumento en la autonomía no se tradujo en un incremento de errores o incidentes, lo cual refuerza la hipótesis de que los apoyos tecnológicos no solo facilitan la independencia, sino que también proporcionan un entorno seguro en el que los usuarios pueden explorar sus habilidades sin comprometer su bienestar.

Desde una perspectiva cualitativa, los testimonios de los profesionales y de los propios residentes aportaron valor a la interpretación cuantitativa de los resultados. El educador manifestó que, tras la intervención, los usuarios parecían más seguros de sí mismos, menos dependientes de la validación externa y más interesados en asumir nuevas responsabilidades dentro del hogar. Por su parte, los residentes expresaron sentirse “más capaces”, “orgullosos” y “confiados”, lo cual sugiere que la experiencia de autonomía no solo fue objetiva, sino también subjetivamente significativa.

4.4. Conclusiones y líneas futuras

Estos resultados permiten destacar el potencial de las tecnologías para fomentar la independencia de las personas con discapacidad intelectual. En este sentido, el presente estudio aporta evidencia empírica concreta en el contexto de un entorno residencial tutelado, lo cual representa una contribución valiosa para el diseño de programas personalizados e inclusivos.

Los datos obtenidos en esta evaluación pre-post muestran que la incorporación de un sistema de supervisión remota contribuye de manera significativa a la reducción de apoyos físicos y verbales requeridos por personas con discapacidad intelectual en tareas del hogar. Este avance hacia mayores niveles de autonomía funcional no solo repercute positivamente en la vida cotidiana de los usuarios, sino que también plantea nuevas posibilidades para el diseño de entornos residenciales más inclusivos, adaptativos y sostenibles.

Además, el impacto positivo de esta herramienta no solo se refleja en la vida de las personas con discapacidad intelectual, sino también en la de sus familias y equipos profesionales. La supervisión remota reduce la ansiedad asociada a la posible ocurrencia de accidentes o situaciones imprevistas, permite optimizar recursos humanos, y facilita una intervención más eficiente, centrada en las necesidades reales y no en suposiciones o generalizaciones.

A pesar de los resultados positivos, es importante considerar algunas limitaciones. En primer lugar, la muestra del estudio es reducida, lo que limita la generalización de los hallazgos. Por otro lado, el periodo de intervención fue relativamente corto, por lo que no se puede afirmar con certeza si los cambios observados se mantendrán a largo plazo.

La tecnología, lejos de ser una sustituta de la interacción humana, se configura aquí como un facilitador que amplía las posibilidades de inclusión, autodeterminación y participación en la vida diaria. Los dispositivos utilizados no solo permitieron reducir el nivel de supervisión presencial, sino que también promovieron un aprendizaje activo, fomentaron la toma de decisiones y reforzaron la seguridad en la ejecución de tareas.

Para que estas tecnologías sean efectivas, es imprescindible que se integren dentro de un modelo ético y centrado en la persona. Es decir, deben implementarse con consentimiento informado, garantizando la privacidad, la confidencialidad de los datos y el respeto por la

dignidad de la persona usuaria. Asimismo, deben ir acompañadas de formación tanto para los usuarios como para los profesionales, y de una evaluación continua de su funcionamiento y su impacto.

En definitiva, la incorporación de tecnologías de apoyo y supervisión remota en el hogar representa una herramienta poderosa para avanzar hacia una vida independiente real y sostenible para las personas con discapacidad intelectual. Bien utilizadas, estas tecnologías no sustituyen el acompañamiento humano, sino que lo complementan y lo hacen más eficaz, favoreciendo entornos más seguros, inclusivos y respetuosos de la autonomía personal.

Las líneas futuras de investigación deberían orientarse, en primer lugar, a ampliar el tamaño de la muestra y a diversificar los perfiles de los participantes, incorporando personas con distintos grados de discapacidad, con diferentes niveles de autonomía previa y con experiencias de vida variadas. Asimismo, sería interesante analizar el efecto de estas tecnologías a lo largo de periodos más prolongados, para valorar no solo la adquisición inicial de habilidades, sino también su mantenimiento a largo plazo y su generalización a otros contextos.

En términos tecnológicos, futuras investigaciones podrían explorar la integración de sistemas más avanzados basados en inteligencia artificial, aprendizaje automático o interfaces adaptativas. Estas herramientas permitirían un seguimiento aún más personalizado, capaz de anticiparse a las necesidades del usuario, identificar patrones de comportamiento y generar alertas automáticas en situaciones de riesgo. No obstante, su implementación debe ir siempre acompañada de una reflexión ética profunda y de una supervisión técnica adecuada.

En resumen, los resultados de este estudio abren una vía prometedora para seguir avanzando hacia entornos residenciales más inclusivos, accesibles y adaptados a las necesidades reales de las personas con discapacidad intelectual. La tecnología, utilizada con criterio, sensibilidad y rigor, puede convertirse en una aliada estratégica para transformar los modelos de apoyo actuales y favorecer un ejercicio pleno de los derechos, la autodeterminación y la participación de este colectivo en la vida comunitaria.

5 Acrónimos

HMD	Head Mounted Display
QoE	Quality of Experience, Calidad de Experiencia
TI	Telepresencia inmersiva

6 Índice de tablas

Tabla 1: Cuestionario de responsable	40
Tabla 2: Cuestionario de personas usuarias	43
Tabla 3: Observaciones recogidas del profesional de la Fundación Juan XXIII.....	56
Tabla 4: Pasos de las tareas utilizados para la evaluación	68
Tabla 5: Sesiones realizadas y las tareas	70
Tabla 6: Evaluación previa de la tarea 1	71
Tabla 7: Evaluación previa de la tarea 2	72
Tabla 8: Evaluación previa de la tarea 3	72
Tabla 9: Evaluación previa de la tarea 4	73
Tabla 10: Evaluación previa de la tarea 5.....	73

7 Índice de figuras

Figura 1: Owl sobre el trípode con ruedas.....	6
Figura 2: Tablet conectada a Owl.....	7
Figura 3: trípode de mano con el móvil enfocando a la lavadora	8
Figura 4: distribución para organizar el menú semanal.....	9
Figura 5: distribución para poner la lavadora.....	10
Figura 6: distribución para tender la ropa	11
Figura 7: distribución para utilizar la vitrocerámica	12
Figura 8: distribución para utilizar el robot de cocina	13
Figura 9: Imágenes del formato del taller capturadas a lo largo de la sesión en la que se pueden ver diferentes formas de interacción con dispositivos de telepresencia	14
Figura 10: Disposición de la actividad 1	16
Figura 11: Tabla de rotaciones de presentaciones y sistemas	17
Figura 12: Malestar en las primeras tareas	45
Figura 13: Malestar en las segundas tareas	45
Figura 14: Calidad de experiencia en las primeras tareas.....	46
Figura 15: Calidad de experiencia en las segundas tareas.....	46
Figura 16: Calidad audiovisual en las primeras tareas.....	47
Figura 17: Calidad audiovisual en las segundas tareas.....	47
Figura 18: Usabilidad de las primeras tareas	48
Figura 19: Usabilidad en las segundas tareas	49
Figura 20: Necesidad de ayuda del supervisor para usar el búho.....	50
Figura 21: Nivel de concentración en las primeras tareas	51
Figura 22: Coincidencia de entorno virtual con mundo real.....	51
Figura 23: Presencia en las segundas tareas	52

Figura 24: Presencia social en las primeras tareas.....	52
Figura 25: Sensación de ser visto en las primeras tareas	53
Figura 26: Presencial social en las segundas tareas.....	53
Figura 27: Sensación de ser visto en las segundas tareas	54
Figura 28: Presencia espacial en las primeras tareas	54
Figura 29: Presencia espacial en las segundas tareas	55
Figura 30: Usabilidad de la lupa en las segundas tareas	55
Figura 31: Calidad de experiencia en las primeras tareas.....	58
Figura 32: Calidad de experiencia en las segundas tareas.....	59
Figura 33: Entendimiento al responsable de la Fundación Juan XXIII en las primeras tareas	59
Figura 34: Entendimiento del responsable de la Fundación Juan XXIII en las segundas tareas	60
Figura 35: Usabilidad del búho en las primeras tareas.....	60
Figura 36: Usabilidad del búho en las segundas tareas.....	61
Figura 37: Presencia social en las primeras tareas.....	62
Figura 38: Presencial social en las segundas tareas.....	62
Figura 39: usabilidad según los usuarios.....	Error!
Bookmark not defined.	
Figura 40: presencia social según los usuarios.....	Error!
Bookmark not defined.	



8 Anexo A: Evaluación de QoE

Por razones de confidencialidad y protección de datos, esta sección ha sido eliminada.

9 Anexo B: evaluación PRE por parte de profesionales de la Fundación Juan XXIII

Por razones de confidencialidad y protección de datos, esta sección ha sido eliminada.

10 Anexo C: Evaluación Post por parte de profesionales de la Fundación Juan XXIII

Por razones de confidencialidad y protección de datos, esta sección ha sido eliminada.

11 Anexo D: Comparativa Pre – Post por parte de profesionales de la Fundación Juan XXIII

Por razones de confidencialidad y protección de datos, esta sección ha sido eliminada.