



**UCAM**

UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE MURCIA

ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO  
Programa de Doctorado en Ciencias Sociales y de la  
Salud.

VALORACION DE DISPOSITIVOS  
WEARABLES EN SERVICIOS DE  
EMERGENCIAS SANITARIAS MEDIANTE  
SIMULACION CLINICA DE ALTA FIDELIDAD

**Autor:**

Nuria Pérez Alonso

**Directores:**

Dr. D. Manuel Pardo Ríos

Dr. D. Joaquín Lasheras Velasco

Murcia, febrero de 2017.





**UCAM**  
UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE MURCIA

## **AUTORIZACIÓN DE LOS DIRECTORES DE LA TESIS PARA SU PRESENTACIÓN COMO COMPENDIO DE PUBLICACIONES**

El Dr. D. Manuel Pardo Ríos y el Dr. D. Joaquín Lasheras Velasco como Directores de la Tesis Doctoral titulada “Valoración de dispositivos *wearables* en servicios de emergencias sanitarias mediante simulación clínica de alta fidelidad.” realizada por D<sup>a</sup>. Nuria Pérez Alonso en el Departamento de Enfermería, autoriza su presentación a trámite dado que reúne las condiciones necesarias para su defensa.

Lo que firmo, para dar cumplimiento a los Reales Decretos 56/2005 y 778/98, en Murcia a 15 de Febrero de 2017.

Dr. D. Manuel Pardo Ríos

Dr. D. Joaquín Lasheras Velasco

Vº Bº Comisión de Doctorado

Tercer Cido. Vicerrectorado de  
Investigación  
CampusdeLosJerónimos.30107Guadalupe  
(Murcia)

Tel.(+34)96827 88 22 • Fax (+34)968 27 8578 - C. e.: [tercerciclo@pdi.ucam.edu](mailto:tercerciclo@pdi.ucam.edu)



## *Agradecimientos*

Mis primeras palabras de agradecimiento no podían ir dirigidas a otras personas que no sean mis dos directores de tesis los Doctores **Don Manuel Pardo Ríos** y **Don Joaquín Lasheras Velasco**. Cada uno desde su especialidad supo infundir en mí el sentido de la investigación y fueron una fuente de inspiración y ejemplo inestimable para que yo la amara.

En principio podríamos pensar que dos disciplinas tan diferentes como son la Informática y la Enfermería no podrían convivir en armonía, pero ellos no sólo consiguieron este propósito, sino que, además, propiciaron que esta armonía se convirtiera en magia a través del conocimiento, el ímpetu y sobre todo la sonrisa.

A principios de 2014 concerté una cita pensando que expondría una idea loca, que la rechazarían y saldría por donde llegué, pero ocurrió todo lo contrario. De aquella cita salí, en menos de una hora, con dos magníficos directores de tesis y un montón de trabajo por delante, aquellos fueron los inicios de nuestro grupo de trabajo. Gracias por sumaros a mi locura, por cuidarme, enseñarme de la vida y la investigación. Gracias por creer en mí, por las llamadas a deshoras, por los correos incendiarios, por calmarme en la dificultad y por mostrarme el camino del saber hacer. Gracias Manolo, no tuve un tutor, sino un mentor, que más tarde se convirtió en amigo.

No quiero perder la oportunidad de agradecer a la Universidad Católica de Murcia, y a su Decana de Enfermería, Dña. Paloma Echevarría, por poner a nuestra disposición todos los recursos de la Facultad, sin los cuales nunca podríamos desarrollar este proyecto. Gracias al grupo de investigación AECRESI por facilitarnos enormemente el trabajo.

También quiero agradecer a la Decana de la Facultad de Informática, Dña. Belén López Ayuso, por ponerse a nuestra disposición y prestarnos el dispositivo que, por aquel entonces, no era nada fácil de conseguir, en definitiva, gracias por confiar en nosotros.

Agradezco a la empresa Zerintia Technologies por la cesión de su software wHealth© Live Streaming for Smart Glasses.

Tampoco hubiera sido posible desarrollar esta investigación sin hacer equipo. Un equipo fuerte y sólido que seguro cosechará éxitos. Gracias Antonio Nieto, Rubén Muñoz, y a ti Laura Juguera, que mereces una mención especial, por convertirte en mi amiga.

Gracias también a todos los colaboradores que participaron y se implicaron con muchísima ilusión e ímpetu en el desarrollo del experimento, Fran, Pepe, Andrea, Sergio, Vicente, Paqui, José Luis y resto de profesionales sanitarios que participaron de modo voluntario sin pedir nada a cambio.

A mis amigos, porque entendieron mis ausencias, por su apoyo en los momentos complicados y en los momentos de celebración.

A mis hermanos, Emilio y Joaquín, siempre seré vuestra kuki. A mis cuñados, cuñadas, sobrinos y suegros, gracias por completar mi familia.

A mis padres, Emilio y Marisa, por quererme con devoción, por entenderme e impulsar todas mis decisiones, dejarme volar alto y tender la red por si me caigo. Vosotros me enseñasteis que sin esfuerzo no existe recompensa.

Y, por último, quiero agradecer a mi esposo Pedro toda la paciencia que tuvo con mi estrés y nervios, gracias por comprenderme y amarme de la forma en la que lo haces, gracias por disculpar mis ausencias, respetar mi trabajo y por ayudarme tanto. Te quiero.





**“Si triunfa uno, triunfa el equipo”  
Nuria Pérez**



## INDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS.....	15
ÍNDICE DE TABLAS.....	17
ÍNDICE DE IMAGENES.....	19
SIGLAS Y ABREVIATURAS.....	21
RESUMEN.....	23
I. INTRODUCCION.....	25
1.1. INTRODUCCIÓN.....	27
1.2. CONTEXTUALIZACION DE LA URGENCIA Y EMERGENCIA MÉDICA.....	28
1.3. LOS SERVICIOS DE EMERGENCIAS MÉDICAS EXTRAHOSPITALARIAS.....	29
1.3.1. Definición y conceptos.....	29
1.3.2. Historia, desarrollo y modelos de los SEM´s en España.....	31
1.3.3. La cadena asistencial en urgencias/emergencias extrahospitalarias en España.....	36
1.4. LA TELEMEDICINA, UNA VISION GLOBAL.....	38
1.4.1. Definiendo la telemedicina.....	38
1.4.2. Evolución histórica de la telemedicina.....	41
1.4.3. Sistemas y componentes de telemedicina.....	42
1.4.4. Clasificación de los sistemas de telemedicina.....	44
1.4.5. Aplicaciones de la telemedicina.....	47
1.4.5.1. Ventajas y desventajas de la aplicación de la TM.....	49
1.5. TECNOLOGÍA Y DISPOSITIVOS WEARABLE.....	51
1.6. LAS GOOGLE GLASS® COMO SISTEMA DE TELEMEDICINA.....	53
1.6.1. Características principales y funcionamiento de las Google Glass®.....	53
1.6.2. Historia de las Google Glass®.....	55
1.6.3. Limitaciones del dispositivo.....	56
1.6.4. Primeras experiencias de uso médicas.....	57
1.7. LA SIMULACION CLINICA, CONTEXTUALIZACION.....	58

1.7.1.	Modelos de simulación clínica.....	59
1.7.2.	La simulación clínica como herramienta de laboratorio.....	62
1.8.1.	Manejo de la vía aérea en paciente que presenta pérdida súbita de conciencia.....	63
1.8.2.	Manejo de la parada cardiorrespiratoria derivada de la fibrilación ventricular.....	64
1.9.	JUSTIFICACION.....	65
2.	HIPOTESIS Y OBJETIVOS.....	67
2.1.	HIPOTESIS.....	69
2.2.	OBJETIVOS.....	69
3.	METODOLOGIA.....	71
3.1.	FASES DEL ESTUDIO DE INVESTIGACION.....	73
3.2.	METODOLOGÍA FASE PREVIA.....	73
3.2.1.	Fase previa 1: análisis de las GG y establecimiento de necesidades.....	74
3.2.1.1.	Recursos materiales y humanos.....	75
3.2.1.2.	Desarrollo de la Fase Previa 1:.....	81
3.2.2.	Fase previa 2: valoración de calidad de imagen durante la emisión a tiempo real (streaming).....	83
3.2.2.1.	Recursos materiales y humanos.....	85
3.2.3.	Fase previa 3: valoración de la transmisión por expertos en TM.....	86
3.2.3.1.	Muestra del estudio:.....	86
3.2.3.2.	Desarrollo de la Fase previa 2:.....	87
3.3.	METODOLOGIA DE LA FASE EXPERIMENTAL.....	87
3.3.1.	Muestra del estudio.....	87
3.3.2.	Recursos materiales y humanos.....	88
3.3.3.	Diseño de escenarios clínicos simulados.....	89
3.3.3.1.	Diseño escenario SVA-FV.....	90
3.3.3.2.	Diseño escenario IOT.....	91
3.3.4.	Desarrollo simulación.....	94
3.3.5.	Opinión de los profesionales incluidos en la muestra.....	96
3.3.6.	Análisis estadísticos y variables.....	97
3.3.6.1.	Análisis estadístico escenario: FV-SVB.....	97
3.3.6.2.	Segundo escenario: SVB-FV.....	98
3.3.6.3.	Opiniones profesionales.....	100

4. RESULTADOS.....	101
4.1. RESULTADOS FASE PREVIA.....	103
4.2. RESULTADOS FASE EXPERIMENTAL.....	113
4.2.1. Resultados escenario IOT.....	113
4.2.2. Resultados escenario FV-SVA.....	118
4.2.3. Resultados de la opinión de los profesionales.....	121
4.3. RESULTADOS PUBLICADOS.....	123
5. DISCUSION.....	125
6. CONCLUSIONES.....	143
BIBLIOGRAFIA.....	147
ANEXOS.....	163
ANEXO 1. ENCUESTA DE OPINIÓN PROFESIONALES DEL CENTRO COORDINADOR DE EMERGENCIAS DE LA REGIÓN DE MURCIA.....	164
ANEXO 2: DISEÑO ESCENARIO IOT.....	166
ANEXO 3: DISEÑO ESCENARIO FV-SVC.....	173
ANEXO 4 : ENCUESTA DE PERCEPCION DE PARTICIPANTES EN EL ESTUDIO.....	183



## ÍNDICE DE FIGURAS.

<i>Figura 1. La cadena asistencial en SEM de España. Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>37</i>
<i>Figura 2. Mapa conceptual Telemedicina. Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>40</i>
<i>Figura 3. Clasificación Telemedicina. Fuente: Realización propia.....</i>	<i>47</i>
<i>Figura 4. Fases del trabajo de investigación. Fuente: Realización propia.....</i>	<i>74</i>
<i>Figura 5. Diagrama de flujo escenario RCP. Fuente: Elaboración propia. ....</i>	<i>90</i>
<i>Figura 6. Diagrama de flujo escenario IOT. Fuente: Elaboración propia. ....</i>	<i>92</i>
<i>Figura 7. Fases de desarrollo del experimento. Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>96</i>
<i>Figura 8. Mapa de la conexión de redes y dispositivos. Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>104</i>
<i>Figura 9. Caída de señal WIFI. Resultado en imágenes. Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>105</i>
<i>Figura 10. Caída de señal WIFI. A: Con ráfagas de aire. B: Sin ráfagas de aire. Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>105</i>
<i>Figura 11. Distribución de profesionales del CCU de la Región de Murcia incluidos en el estudio. Fuente: Elaboración propia. ....</i>	<i>106</i>
<i>Figura 12. Porcentaje de participación de profesionales del CCU de la Región de Murcia incluidos en el estudio. Fuente: Elaboración propia. ....</i>	<i>106</i>
<i>Figura 13. Distribución por género de los profesionales del CCU de la Región de Murcia incluidos en el estudio. Fuente: Elaboración propia. ....</i>	<i>107</i>
<i>Figura 14. Distribución por rangos de edades de los profesionales del CCU de la Región de Murcia incluidos en el estudio. Fuente: Elaboración propia. ....</i>	<i>107</i>
<i>Figura 15. Resultados de calidad de vídeo que prefieren los profesionales para los vídeos grabados en exterior. Fuente: Elaboración propia. ....</i>	<i>108</i>
<i>Figura 16. Resultados de calidad de vídeo que prefieren los profesionales para los vídeos grabados en interior. Fuente: Elaboración propia. ....</i>	<i>109</i>
<i>Figura 17. Resultados obtenidos mediante escala Likert del vídeo de accidente grabado en exterior seleccionado por cada uno de los profesionales. Fuente: Elaboración propia. ....</i>	<i>111</i>
<i>Figura 18. Resultados obtenidos mediante escala Likert del vídeo de monitores grabado en interior seleccionado por cada uno de los profesionales. Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>112</i>
<i>Figura 19 .Diagrama CONSORT escenario IOT. Fuente: Elaboración propia. ....</i>	<i>114</i>
<i>Figura 20. Tiempo de la realización de actividades para cada uno de los dos grupos: Grupo Control (GpC) y Grupo Google Glass® (GpG) en el escenario IOT. Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>117</i>
<i>Figura 21 .Diagrama CONSORT escenario RCP. Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>118</i>

*Figura 22. Tiempo de la realización de actividades para cada uno de los dos grupos:  
Grupo Control (GpC) y Grupo Google Glass (GpG). Fuente: Elaboración propia.....121*

## ÍNDICE DE TABLAS.

<i>Tabla 1. Ventaja y desventajas de la Telemedicina. Fuente: Elaboración propia.</i>	51
<i>Tabla 2. Ejemplos de diferentes dispositivos wearables. Fuente: Imágenes extraídas de internet®.</i>	52
<i>Tabla 3. Descripción técnica de característica y funciones del simulador a escala real LaerdalSimManEssential®.Fuente: Elaboración propia.</i>	77
<i>Tabla 4. Características técnicas de GG en la fase de prueba.Fuente: Elaboración propia.</i>	80
<i>Tabla 5. Características técnicas de GG V2.0 en la fase de prueba. Fuente: Elaboración propia.</i>	80
<i>Tabla 6. Definición de cada uno de los puntos valorados durante la intervención en el escenario IOT. Fuente: Elaboración propia.</i>	97
<i>Tabla 7. Definición de cada uno de los puntos valorados durante la intervención en el escenario FV-SVB. Fuente: Elaboración propia.</i>	99
<i>Tabla 8. Relación de calidad de imagen emitidas por GG con velocidad de transmisión mínima y recomendada (90). Fuente: Elaboración propia.</i>	105
<i>Tabla 9. Resultados valorados durante la intervención. Fuente: Elaboración propia.</i>	116
<i>Tabla 10. Resultados valorados durante la intervención. Fuente: Elaboración propia.</i>	120
<i>Tabla 11. Resultados de opinión de los profesionales. Fuente: Elaboración propia.</i>	123



## ÍNDICE DE IMAGENES.

<i>Imagen 1. Esquema de las partes de Google Glass®. Fuente: Elaboración propia.</i> .....	54
<i>Imagen 2. Detalle del prisma del visor de las Google Glass®. Fuente: Elaboración propia</i> .....	55
<i>Imagen 3. Google Glass® V2 con auricular USB mono Earbud®. Fuente: Elaboración propia.</i> .....	55
<i>Imagen 4. Imágenes desde diferentes perspectivas de la sala principal de simulación. Fuente: Elaboración propia.</i> .....	77
<i>Imagen 5. Imágenes de la sala de control y detalle de Software Laerdal®. Fuente: Elaboración propia.</i> .....	78
<i>Imagen 6. Visión del instructor desde la sala de control a través del cristal opaco. Fuente: Elaboración propia.</i> .....	79
<i>Imagen 7. Detalle de las comprobaciones técnicas del dispositivo por parte del ingeniero informático. Fuente: Elaboración propia.</i> .....	82
<i>Imagen 8. Detalles de escenario simulado para la grabación en exterior fotografía tomada con cámara fotográfica diferentes ángulos. Fuente: Elaboración propia.</i> .....	84
<i>Imagen 9. Detalle de escenario simulado, visualización del ECG en formato papel. Elaboración propia.</i> .....	85
<i>Imagen 10. Programación del escenario de FV con Scenario Editor® (86-88). Fuente: Elaboración propia.</i> .....	91
<i>Imagen 11. Imágenes de la realización de la RCP por parte del grupo tutelado con Google Glass®. Fuente: Elaboración propia.</i> .....	93
<i>Imagen 12. Captura de pantalla de vídeo polimedia introductor al escenario IOT. Fuente: Elaboración propia.</i> .....	93
<i>Imagen 13 .Captura de imagen del escenario IOT obtenida del programa Debrief Viewew de Laerdal®. Fuente: Elaboración propia.</i> .....	115
<i>Imagen 14 .Captura de imagen del escenario FV-RCP obtenida del programa Debrief Viewew de Laerdal®. Fuente: Elaboración propia.</i> .....	119
<i>Imagen 15. Publicación digital del artículo en la revista Emergencias. Fuente: Revista emergencias.</i> .....	124
<i>Imagen 16. Detalle donde se muestran los problemas de sonido. Fuente: Elaboración propia.</i> .....	131

*Imagen 16. Ejemplo de realidad aumentada aplicada a la radiología para una intervención de gemelos. Fuente: Radiología Club (128).....142*

## SIGLAS Y ABREVIATURAS

CCU: Centro Coordinador de Urgencias.  
DESA: Desfibrilador Externo Semiautomático.  
ECG: Electrocardiograma.  
EEUU: Estados Unidos.  
EMS: Emergency Medical Services.  
EMT: Emergency Medical Technicians.  
FV: Fibrilación Vantricular.  
GB: Gigabites.  
GA: Grupo Auricular.  
GG: Google Glass.  
GNA: Grupo no auricular.  
GpC: Grupo Control.  
GpG: Grupo Google Glass.  
INSALUD: Instituto Nacional de la Salud.  
IOT: Intubación Orotraqueal.  
LOPD: Ley Orgánica de Protección de Datos.  
LTE: Long Term Evolution.  
ML: Mascarilla Laríngea.  
NASA: National Aeronautics and Space Administration.  
OMS: Organización Mundial de la Salud.  
PC: Personal Computer.  
RAM: Random Access Memory.  
PCR: Parada Cardiorrespiratoria.  
RCP: Reanimación Cardiopulmonar.  
RD: Real Decreto.  
SAMU: Services d'Aide Medicales Urgente.  
SCACEST: Síndrome Coronario Agudo Con Elevación del segmento ST.  
SEME: Servicio de Emergencias Médicas Extrahospitalarias.  
SEM's: Servicios de Emergencias Médicas.  
SEMICYUC: Sociedad Española de Medicina Intensiva Critica y Unidades Coronarias.  
SIR: Secuencia de Intubación Rápida.

SNS: Sistema Nacional de Salud.

SpO<sub>2</sub>: Saturación de oxígeno en sangre.

SPSS: Statistical Package for the Social Sciences

SVA-FV: Soporte vital básico en fibrilación ventricular.

TET: Tubo Endotraqueal.

TM: Telemedicina.

TIC: Tecnologías de la Información y Comunicación.

USB: Universal Serial Bus.

WPA: WiFi Protected Access

## RESUMEN

La evolución constante que presentan las disciplinas científicas promueve cambios en la manera de interpretar y solucionar los problemas a los que cada una de ellas se enfrenta. La creciente incorporación de nuevas tecnologías promueve nuevos escenarios en los procesos de valoración y tratamiento de los pacientes.

En la actualidad, la telemedicina (TM) es una rama en auge dentro de los servicios sanitarios. Los modelos, sistemas y tecnología empleados en TM son muy diversos permitiendo de manera más o menos sencilla la transmisión de imágenes, sonidos, vídeos, señales biomédicas y/o constantes vitales del paciente. Dentro del ámbito tecnológico, los dispositivos *wearables*, quizás han experimentado uno de los saltos cuantitativos más importantes a los que hemos asistido en los últimos años. En 2014 se presentó por parte de la compañía Google Inc. un nuevo dispositivo wearable consistente en unas gafas de alta tecnología denominadas Google Glass® (GG).

La hipótesis planteada en este estudio es que las GG podrían ayudar en la transferencia de habilidades y conocimientos, permitiendo una gran capacidad de movimientos y dejando las manos libres del profesional que las porta, mejorando así la asistencia sanitaria.

La metodología de la fase previa de este estudio se desarrolló de forma transversal, observacional y exploratoria donde se determinaron de los recursos necesarios para el desarrollo del estudio. Se realizó una evaluación de GG como dispositivo para su utilización en TM y un análisis la calidad de imagen óptima. En la fase experimental se desarrolló un ensayo prospectivo aleatorizado donde se analizó procedimiento asistencial y técnico por el cual dos profesionales sanitarios interactúan mediante GG para la valoración, diagnóstico y tratamiento de la fibrilación ventricular y el manejo de la vía aérea en un paciente inconsciente mediante simulación clínica de alta fidelidad.

Tras la realización de este estudio podemos concluir que los dispositivos wearables y, en particular, las Google Glass®, son útiles en la mejora de la asistencia sanitaria prestada por profesionales que son tutelados a distancia por un experto. Las GG han permitido mejorarlos porcentajes y tiempos en la realización de la IOT y la calidad de la RCP, realizada en un entorno

simulado. Los profesionales opinan que el uso de las GG en las situaciones de emergencia puede mejorar la asistencia sanitaria prestada en TM. Los dispositivos wearables necesitan continuar con su desarrollo para mejorar su fiabilidad, limitar los problemas de conectividad y, sobre todo, se deben desarrollar marcos éticos y legales que permitan transmitir datos, imágenes y vídeos de los pacientes y entornos clínicos.

## **I. INTRODUCCION**



## 1.1. INTRODUCCIÓN

En general, las tecnologías médicas y de uso común están en permanente desarrollo, evolucionando a la par que evoluciona la ciencia y la tecnología, siendo necesario tener que sustituirlos de manera frecuente para estar adaptados a las necesidades de la propia asistencia cada vez más completa, segura y eficaz. Todo esto conllevando un elevado coste económico, de recursos formación y reentrenamiento de los profesionales a los que están destinados su uso.

Los servicios médicos, en general, y los servicios de emergencia extrahospitalaria, en particular, están muy vinculados con los nuevos avances tecnológicos. Actualmente ya es un hecho comprobado que la electromedicina, llega hasta la casa del paciente, en forma de equipos de monitorización cardiaca, de constantes vitales, equipamientos de transporte muy tecnificados, sistemas de comunicación y transmisión entre las unidades móviles y las bases y diversas herramientas de asistencia clínica tecnológica que se utilizan habitualmente tanto en centros de urgencias de atención primaria, hospitales, como en ambulancias.

La telemedicina (TM) junto con las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TIC) se están desarrollando más en el ámbito de la portabilidad. Menor espacio y mayor conectividad en tiempo real. Además, incluyen a las redes sociales (RRSS) dentro de su ámbito de actuación donde los servicios de urgencias son requeridos e interactúan en ellas.

Todo ello es un desafío permanente para la comunidad científico-sanitaria que cada vez más se empeña en incluir las RRSS en su doctrina diaria, ya que sus beneficios parecen evidentes, generando nuevos protocolos y reglas de actuación modificando los antiguos estándares de atención médica.

Desde el inicio del *"carga y corre"* (traducción de la expresión anglosajona *"scoop and run"*) como primer inicio de asistencia sanitaria extrahospitalaria organizada, hasta nuestros días, se ha recorrido un largo trecho. La tendencia actual es justamente lo contrario, no desplazar al paciente, sino trasladar los datos sanitarios y a los sanitarios *"virtuales"* al lugar del incidente. Con ello podríamos contar con un especialista concreto en cualquier lugar, en el momento que fuera con un coste muy reducido, y evitaríamos de esta manera múltiples traslados,

demoras insalvables, y asistencias en su mayoría generalistas por la evidente imposibilidad de llevar más de un especialista en un recurso móvil. De todos estos cambios se han podido beneficiar los pacientes con patologías crónicas, problemas de movilidad y poblaciones que habitan lugares especialmente apartados, con deficientes recursos locales. Como consecuencia de esto, se ha podido conseguir, por ejemplo, disponer de un especialista en cardiología en casa, a cualquier hora y día, y en cualquier lugar, rentabilizando los recursos del hospital sin que ese profesional saliera de su centro de trabajo habitual.

Para este concepto idealista, no tan futurible (ya que se están llevando a cabo proyectos pilotos) e inminente la TM juega un papel esencial y básico en la asistencia urgente y de emergencias extrahospitalarias, ya que nos propiciaría una asistencia sanitaria in situ coordinada entre el centro coordinador de emergencias y el hospital y servicio de emergencias. Con ello alcanzaríamos sus objetivos de asistencia, como son reducir la duración de la intervención, mejorar la acción terapéutica, intercambiar datos clínicos con especialistas remotos y mejorar la atención asistencial continuada en las zonas alejadas y aisladas geográficamente.

Como ejemplo actual de TM podemos destacar la instauración de un sistema de TM para emergencias cardíacas en la Isla del litoral mediterráneo de Tabarca por parte de la Comunidad Valenciana(1) o a la Agencia Espacial Europea en colaboración con la compañía británica RDT que también instauró un programa de TM en vuelo por un profesional sanitario de manera telemática(2).

## 1.2. CONTEXTUALIZACION DE LA URGENCIA Y EMERGENCIA MÉDICA.

La emergencia médica es definida por la Asociación Médica Americana como *“aquella situación urgente que pone en peligro inmediato la vida del paciente o la función de un órgano”*. Un concepto que solo tiene una visión claramente objetiva, y que no conlleva a diferentes interpretaciones. Por otro lado, la Organización Mundial de la Salud (OMS) la define como *“aquel caso en que la falta de asistencia conduciría a la muerte en minutos en el que la aplicación de primeros auxilios por cualquier persona es de importancia vital”*. Por otra parte, la urgencia sanitaria es definida por organismos como la OMS como *“la aparición fortuita (imprevista o inesperada) en cualquier lugar o actividad, de un problema de salud de causa diversa y*

*gravedad variable, que genera la conciencia de una necesidad inminente de atención por parte del sujeto que lo sufre o de su familia". Esta última definición engloba dos visiones claramente distinguidas, una visión objetiva, donde confluyen la gravedad clínica con la agudeza del proceso, y una visión claramente subjetiva donde es el individuo o su familia los que determinan la gravedad percibida generando una necesidad de pronta resolución de la situación. Esto quiere decir que lo que para los sanitarios podría parecer una situación no tan urgente, para el individuo si, produciéndole una situación de angustia y padecimiento, que pesa más que los aspectos objetivos de la situación en sí. Por lo que se podría definir urgencia como "todo problema que genera la conciencia de una necesidad inminente de atención por parte del sujeto que lo sufre o de su familia (o quien quiera que asuma la responsabilidad de la demanda)"(3).*

Derivado de estos conceptos podemos decir que el objetivo principal de la atención ante una emergencia no es otro que el de evitar en primer lugar la muerte y/o disminuir lesiones invalidantes permanentes, es decir las secuelas. El mal o buen pronóstico de esta patología que pone en riesgo vital al paciente está directamente relacionada con el tiempo de respuesta en la atención sanitaria, es decir desde que se producen hasta que son asistidas, por lo que prima de manera fundamental la rápida llegada de los servicios sanitarios, con los recursos adecuados y la capacidad del equipo de resolver la situación, beneficiándose el paciente crítico de procedimientos y/o maniobras sencillas que realizadas de forma inmediata podrían salvarle la vida y prevenir secuelas invalidantes.

### 1.3. LOS SERVICIOS DE EMERGENCIAS MÉDICAS EXTRAHOSPITALARIAS

#### 1.3.1. Definición y conceptos.

En 1998 A. Pacheco definió los servicios de emergencia médica extrahospitalaria (SEME) "como una organización funcional que realiza un conjunto de actividades secuenciales humanas y materiales, con dispositivos fijos y móviles, con medios adaptados, coordinados, iniciados desde el mismo momento en el que se detecta la emergencia médica, que tras analizar las necesidades, asigna respuesta sin movilizar recurso alguno o bien desplaza sus dispositivos para actuar in situ, realizar transporte

sanitario si procede y transferir al paciente al centro adecuado de tratamiento definitivo” (4).

En 2003 la Organización Panamericana de la Salud define los servicios de emergencias médicas (SEM) como “un modelo general integrado de un sistema de seguridad pública y de atención de salud que consta de un mecanismo para acceder al sistema y notificar una emergencia; prestación de servicios prehospitalarios y formas de transporte; establecimientos de atención de especialidad, rehabilitadora y definitiva; educación pública, participación y procesos de prevención; programación educacional e instituciones; dirección médica y administrativa integrada, y organizaciones y procesos de vigilancia; asignación de recursos y estructuras financieras; coordinación de la función de las organizaciones colaboradoras” (5).

En el 2008 la OMS define los SEM’s como: “Estos sistemas complejos incluyen diferentes servicios, desde los puestos de salud o puntos de emergencia atendidos por personal médico, a los centros (centro de coordinación) que son capaces de responder a llamadas de emergencia y proporcionar asesoramiento médico a la persona que llama y, si es necesario, enviar una unidad móvil de atención médica. Esta última puede incluir vehículos capaces para el transporte sanitario personal (coche, moto, barco, etc.) y equipos, o bien vehículos (normalmente llamados “ambulancia”: coche, helicóptero, avión, barco, etc.) que puedan transportar adecuadamente al paciente a un centro sanitario. Las ambulancias son los medios de transporte más utilizados y la coordinación y organización de todo el transporte normalmente se lleva a cabo por uno o más centros de coordinación, que podrían recibir llamadas de un espectador, un paciente, una institución de atención médica o de otro servicio de emergencia (normalmente policía o bomberos) y que derivan instrucciones para que las ambulancias lleguen al lugar de la emergencia. En general, y consecuentemente, todos los agentes y servicios implicados en la prestación de la atención médica de emergencia extrahospitalaria se incluyen en esta definición.” (6).

Por todo lo expuesto anteriormente, podemos concluir que los SEM’s son un nivel de atención sanitaria más, siempre previo a la atención primaria y especializada e integrado con éstas. Dicha asistencia de carácter emergente y/o urgente, o lo que es lo mismo, una atención no demorable por la gravedad del estado del paciente cuando hablamos de emergencia y una demanda por parte del paciente de atención rápida, pero sin riesgo vital, más o menos demorable en el caso de la urgencia. Su principal objetivo es garantizar la asistencia *in situ* del

paciente fuera del ámbito sanitario, en entornos que engloban cualquier situación extrahospitalaria dónde se produce la aparición brusca de aquellas situaciones en las cuales la vida del individuo (o colectivo) corre peligro, o sus capacidades pueden verse mermadas en forma de secuelas graves, siendo o dando apoyo al primer eslabón de la cadena asistencial.

Otra característica que identifica a los SEM's, es que, ya que las emergencias pueden no ser puramente médicas, y precisar de la colaboración de otros profesionales/cuerpos de la seguridad civil de nuestro mismo territorio o territorio vecino (bomberos, policía, protección civil y en caso de catástrofes el ejército) para la resolución de dicha emergencia. Por todo ello, podemos concluir que es fundamental la integración de todos estos profesionales en un mismo sistema de emergencia.

### **1.3.2.Historia, desarrollo y modelos de los SEM's en España.**

Hasta mediados de 1950, la asistencia de la urgencia y emergencia médica fuera del hospital se prestaba por el médico de familia, que portaba los recursos sanitarios que le cabían en su maletín, acercándose al lugar del incidente por sus propios medios y realizando el traslado del paciente por medios de transporte no preparados para ello hasta el centro sanitario u hospital más cercano. Fue a finales de 1960 cuando se modificó esta estrategia y se instauró el inicio de lo que hoy conocemos como asistencia médica extrahospitalaria. La primera referencia que nos aporta la literatura sobre una asistencia sanitaria extrahospitalaria organizada y más parecida a lo que hoy en día la conocemos, está datada en Belfast en 1966 con la puesta en marcha de las primeras Unidades Coronarias Móviles. Simultáneamente, en ese mismo año la *National Academy of Sciences* estadounidense emitió un informe demoledor donde se denunciaba la mayor epidemia que prevalecía en aquellos años, con un alto índice de mortalidad y secuelas invalidantes provocada por los accidentes de tráfico. A raíz de esto Estados Unidos desarrolló el primer modelo de SEM y en 1973 se aprobó la creación de los *Emergency Medical Systems*. En los años siguientes el modelo fue reproducido por parte de los demás países, como Francia, Alemania, Canadá, Israel y más tarde en España, creando sus propios modelos de servicios de

emergencias médicas, llegando en la actualidad a existir más de 300 programas de asistencia solo en EEUU.

En España, no es hasta mediados de la década de los 80, cuando diferentes autores y sociedades científicas (Sociedad Española de Medicina de Urgencias - SEMES - y Emergencias y la Sociedad Española de Medicina Intensiva, Crítica y Unidades Coronarias -SEMICYUC-)dieron la voz de alarma en cuanto a la necesidad de la creación de un SEM's para nuestro país, basándose en la alta mortalidad del paciente que presentaba patología cardiaca isquémica o traumatológica por accidentes de tráfico y del buen funcionamiento de estos servicios a nivel europeo (7,8).

Es entonces en 1988 cuando el Instituto Nacional de la Salud (INSALUD) elaboró el Plan Director de Urgencias, el cual puso en funcionamiento los servicios de urgencias para la atención en el domicilio. Esta puesta en marcha vino impulsada tras la emisión de un informe sobre Sanidad por parte del Defensor del Pueblo y de las recomendaciones del Comité Europeo de Salud. Todo ello dio comienzo a la creación de los servicios de urgencia con teléfono de emergencia tal como el 061 u otros(9).

En aquellos momentos la atención sanitaria extrahospitalaria se basaba en el concepto de "*carga y corre*" el cual consistía en una recogida rápida del paciente del lugar donde sucedía el incidente trasladándose de la forma más rápida al hospital más cercano, en la que los conocimientos del personal extrahospitalario y los medios dispuestos para este fin eran mínimos, concentrándose todos recursos más avanzados en el hospital. Hasta que diversos estudios demostraron que los primeros minutos tras la instauración de la patología eran decisivos para la supervivencia del paciente (hora dorada), el cual podría beneficiarse enormemente de una asistencia sanitaria (estabilización) in situ de máximo nivel. Este hecho propicio la desaparición del concepto "*carga y corre*" por el de "*estabilizar y trasladar*", dando un impulso al desarrollo de los nuevos SEM's.

Poco después de la instauración de este tipo de servicios médicos implantados por el INSALUD llegó la transferencia de competencias en materia de Sanidad (y otras competencias) de las Comunidades Autónomas por parte del Gobierno Central lo que terminó por impulsar la creación de los sistemas autonómicos de emergencias por parte de la Comisión de Análisis y Evaluación

del Sistema Nacional de Salud(10,11).

Los centros coordinadores de emergencias no se desarrollaron hasta que en 1991 la Comunidad Económica Europea decide la creación de un número de llamada de urgencia único europeo el 112, trasladándose al derecho Español en 1997 mediante el RD(12) que regula el acceso al servicio de urgencias y emergencias a través del teléfono único 112. Este número de marcación rápida europeo tuvo un desarrollo desigual entre la comunidad del territorio español, existiendo comunidades con una diferenciación de un centro coordinador de urgencias y emergencias sanitarias y demás equipos de respuesta como bomberos o policía, que transferían las llamadas a sanitarias entrantes al 112, hasta comunidades con una integración total en su centro de coordinación de todos los intervinientes en la emergencia (7,11). Finalmente, todo el sistema se consolida cuando se publica el RD(13) del 2006 por el que se establece la cartera de servicios del SNS.

La organización de los SEM's varía de un país a otro e incluso, según su modelo sanitario incluso en España, de una ciudad a otra, adaptándose a las condiciones y circunstancias de cada lugar, pero todos tienen unos criterios organizacionales y estructurales básicos, basados en un pilar conceptual de la emergencia sanitaria como es la cadena de supervivencia y/o cadena asistencial, compuesta por diferentes eslabones concatenados entre sí, secuenciales e imprescindibles para la resolución del problema como se expone en el siguiente apartado.

Para poder realizar una comparativa entre los diversos modelos de asistencia médica extrahospitalaria existente en el mundo primero deberemos clasificarlos atendiendo a una serie de características, influyendo en primer lugar el modelo socio sanitario del país en el que se desarrollan, la geografía, el modelo de procesamiento de llamada o el tipo de respuesta ante la emergencia. En la literatura actual aparece una clasificación clásica definiéndolos en 3 principales modelos (7):

1. El primer modelo es el paramédico, el cual se define como modelo clásico de los EE. UU (*Emergency Medical Services, EMS*). Como principal característica es que la asistencia sanitaria es

proporcionada por personal paramédico pertenecientes tanto a hospitales como a cuerpos de seguridad tales como bomberos. Este tipo de personal al no ser personal médico (de ahí su denominación) solo pueden trabajar bajo protocolos preestablecidos o tutelados telemáticamente en sus actuaciones por el personal médico del hospital a los que, sistemáticamente y por obligación, trasladarán a los pacientes. Este personal paramédico se divide en 3 niveles de formación, los *Basic Emergency Medical Technicians (EMT-As)*, *Intermedia Emergency Medical Technicians (EMT-Intermediates)*, y los más cualificados "paramédicos" (*Paramedic*). Las ambulancias de soporte vital básico son manejadas por EMT-As, mientras que las ambulancias de soporte vital avanzado son manejadas por EMT-As o EMT-Intermediates más paramédicos. Estos sistemas están regulados por un teléfono único de emergencias (911) donde se regulan todos los equipos (ambulancias, policía, bomberos, etc.).

2. El siguiente modelo el denominado como "médico hospitalario": La referencia de este modelo son los servicios de ayuda médica urgente franceses (*Services d'Aide Médicale Urgente, SAMU*). En este caso los SAMU están ubicados en los hospitales con personal especializado pertenecientes a los servicios de cuidados intensivos o de anestesia del mismo hospital, con lo que éstos profesionales participaran tanto en la fase extrahospitalaria como en la hospitalaria (si es que el paciente la requiere) del proceso asistencial. Otra característica es que cada cuerpo de respuesta ante emergencias tiene un teléfono específico, el de urgencias médicas es el 15, y policía y bomberos disponen de sus propios números de acceso independientes entre sí.
3. Por último, el más conocido por los sanitarios españoles es el modelo "médico extrahospitalario": la referencia de este modelo es claramente nuestro país donde los servicios de emergencias médicas dependen, tanto de las administraciones públicas (en su mayoría) como privadas locales o a nivel autonómico. Como principal característica es que tanto, en sus ambulancias avanzadas como en los centros coordinadores en lo concerniente a la dotación del personal están dotados de profesionales sanitarios y no sanitarios

(médicos, enfermeros y técnicos) no dependientes de centros hospitalarios.

También podemos realizar otras clasificaciones de los SEM's españoles en función de los modelos de gestión, según el tipo de acceso telefónico, según el tipo de regulación o de dar respuesta a la demanda(11):

- *Según el modelo de gestión:* Los SEM's en España son de carácter público y de acceso universal pero la gestión de los mismos se puede realizar mediante:

- Mediante una Fundación.
- Como Empresa Pública.
- Órgano dependiente de la Consejería de Salud correspondiente o de otra Consejería de la Comunidad Autónoma.
- Mixta público-privada de ciertos recursos como son la gestión de vehículos y personal técnico.

- *Según el tipo de acceso telefónico,* con teléfonos unificados para todos los sistemas de emergencias (112) o con números específicos (061), o de forma mixta derivando las llamadas desde el 112 a los dispositivos del 061.

- *Según la forma en la que se regula la demanda* desde los centros de coordinación utilizando una regulación exclusivamente médica, solo con teleoperadores (utilizando protocolos de actuación) o de manera mixta de forma secuencial.

- *Según la forma de dar respuesta a las emergencias médicas:*

- Con un solo escalón:
  - Un escalón básico con técnicos de emergencia.
  - Un escalón básico con posibilidad de desfibrilación automática.
  - Un escalón avanzado con: Médicos y/o enfermeras.
- Dos escalones secuenciales:

- Básico con técnicos de emergencia y posteriormente médicos y/enfermeras.
- Uno básico con técnicos de emergencia apoyados de desfibrilación automática y posteriormente uno avanzado con médicos / y o enfermeras.

### **1.3.3.La cadena asistencial en urgencias/emergencias extrahospitalarias en España.**

Para poder resolver una urgencia y/o emergencia es indispensable tener en mente una secuencia de actuación ordenada y protocolizada, para poder atender al paciente de una manera rápida, segura y con calidad, para ello es imprescindible hablar de la cadena asistencial, concepto básico y de referencia. Este concepto es internacional y aplicable a cualquier sistema de emergencias médicas en líneas generales, con diferentes matices según el modelo de sistema de emergencias médicas del país en cuestión. A continuación, se describen los diferentes eslabones que componen dicha cadena asistencial en nuestro país (Figura 1). Esta cadena, como su propio nombre indica, es una secuencia de actuación compuesta por diferentes eslabones: (9).

El *primer eslabón* y más básico, con el cual esta cadena asistencial no tendría sentido, lo componen aquellos individuos denominados *primeros intervinientes*, es decir aquellas personas que detectan la situación de urgencia y son los primeros en actuar para intentar resolverla. Este primer eslabón de intervención puede ser el propio paciente, cualquier testigo que se encuentra en el lugar, o los Cuerpos y Fuerzas de seguridad del Estado, conformando así el eslabón más débil de la cadena, sanitariamente hablando, ya que normalmente son personas con escasos conocimientos de primeros auxilios. Aunque actualmente gracias a la difusión de información mediante los diferentes sistemas de comunicación cada vez más este aspecto se ve reforzado. Este primer eslabón aparte de realizar o no la primera asistencia básica al paciente, según las capacidades de cada uno, su principal función es la de activar la alarma sanitaria, para asegurar, la llegada de recursos útiles que resuelvan satisfactoriamente el suceso. Esta activación se realiza mediante una llamada telefónica a través del teléfono europeo de emergencias

112, activándose así, el *segundo eslabón* de la cadena asistencial. Es este teléfono, los operadores designados para su gestión se encargan de atender la llamada realizada por los primeros intervinientes, obteniendo datos imprescindibles del suceso que nos permitan la localización, conocer el número de pacientes implicados, y todos aquellos datos importantes y necesarios para poder realizar una regulación de la demanda de forma satisfactoria. En este punto entra lo que denominamos el *tercer eslabón* de la cadena asistencial, el *Centro Coordinador de Emergencias*, el cual es el encargado de realizar dicha regulación de los servicios y de resolver la asistencia, bien resolviéndola por teléfono o movilizándolo diferentes recursos.



Figura 1. La cadena asistencial en SEM de España. Fuente: Elaboración propia.

Si el suceso en cuestión precisa de una movilización de recursos asistenciales, el Centro de Coordinación envía a la localización donde se está produciendo el suceso una o varias ambulancias, bien sean básicas o avanzadas, según las necesidades de cada caso. Estas ambulancias, las primeras en llegar y atender la urgencia, son el *cuarto eslabón* de la cadena, las cuales podrán resolver la asistencia de manera *in situ* (es decir en el mismo lugar donde intervienen) o asistiendo al paciente en un centro de atención primaria urgente. En el caso que la patología(s) que presentara el paciente precisara de traslado a un hospital, sería activado el *quinto eslabón* de la cadena, es decir, los diferentes medios de transporte asignados para dicho traslado, bien sean ambulancias o helicópteros medicalizados. Una vez realizado el traslado del paciente al hospital, serán sus servicios de urgencias los que se encargarán de realizar una atención definitiva al paciente. Estos servicios de urgencias son los que componen el *sexto y último eslabón* de la cadena asistencial.

#### 1.4. LA TELEMEDICINA, UNA VISION GLOBAL.

##### 1.4.1. Definiendo la telemedicina.

En la actualidad la asistencia de pacientes en los servicios de urgencias y emergencias es uno de los pilares básicos de la salud, pero dicha asistencia aún se considera como un recurso poco accesible para algunas zonas de la población mundial. Como expone la OMS en sus informes emitidos y analizando el periodo desde 2000-2009, el promedio mundial de médicos por cada 10.000 habitantes es de 14, y si lo reflejamos por continentes, América mantiene 23/10.000, Europa 33/10.000, Asia 5/10.000 y África 2/10.000. Pero si hablamos de disponibilidad de camas en instituciones sanitarias por 10.000 habitantes, este promedio mantiene las cifras anteriormente expuestas teniendo, América mantiene 23/10.000, Europa 63/10.000, Asia 11/10.000 y África 9/10.000. Lo cual pone de manifiesto un problema grave de equidad con respecto al acceso de los sistemas sanitarios por parte de los usuarios(14).

Intentando dar solución a este problema entre muchos otros nace la TMA priori parece un concepto sencillo que se va complicando exponencialmente al desarrollo de las tecnologías que las soportan.

Scannell, en 1995, la definió como(15,16): *“El uso de las comunicaciones para el diagnóstico médico y a la atención a los paciente. Esta incluye el uso de la tecnología en telecomunicaciones como un medio para el suministro de servicios médicos hasta lugares que están distantes del proveedor. El concepto involucra todo, desde el uso de servicios telefónicos estándar a alta velocidad, bandas de amplio ancho de transmisión de señales digitalizadas en conexión con ordenadores, fibras ópticas, satélites y otros equipos periféricos sofisticados y software”*. La OMS la describió como(17-19): *“El suministro de servicios de atención sanitaria, en los que la distancia constituye un factor crítico, por profesionales que apelan a las tecnologías de la información y de la comunicación con objeto de intercambiar datos para hacer diagnósticos, preconizar tratamientos y prevenir enfermedades y accidentes, así como para la formación permanente de los profesionales de atención de salud y en actividades de investigación y evaluación, con el fin de mejorar la salud de las personas y de las comunidades en que viven”*.

Por otra parte la *American Telemedicine Association*(17,18) la define como *“El intercambio de información médica de un lugar a otro, usando las vías de comunicación*

*electrónicas, para la salud y educación del paciente o el proveedor de los servicios sanitarios, con el objetivo de mejorar la asistencia del paciente". Y según profesor P. Gil-Loyzaga(16) es la "Aplicación a la Medicina de manera combinada de las nuevas tecnologías de telecomunicación, informática y electrónica que permite evaluar a distancia síntomas y signos (incluyendo pruebas complementarias) de numerosas patologías con la consiguiente indicación diagnóstica y la propuesta de tratamiento" Por último Essentials of Telemedicine and Telecare(20)habla de TM como "el área científica que utiliza las tecnologías de la información y las comunicaciones para la transferencia de información médica con fines diagnósticos, terapéuticos y educativos".*

Todas estas definiciones coinciden en tres puntos y/u objetivos que fundamentan esta disciplina:

- La asistencia integral del paciente como en cualquier especialidad médica. Incluyendo diagnóstico, tratamiento y prevención de la enfermedad.
- La distancia geográfica que es la que le da sentido a su existencia.
- Y el medio tecnológico del que se vale para establecer la comunicación.

Englobando en este último punto todos los sistemas, modalidades y aplicaciones que participan en la entrega personal de los servicios de salud para sustituir cualquier intercambio de información y la comunicación en un formato electrónico. Todo este marco conceptual se representa en la figura 2. Esta información/comunicación se genera e intercambia entre pacientes y profesionales de la salud o entre los mismos profesionales sanitarios(21).

La evolución constante que presentan las disciplinas científicas promueve cambios en la manera de interpretar y solucionar los problemas a los que cada una de ellas se enfrenta, incorporando nuevas tecnologías en sus procesos de valoración y tratamiento de los pacientes promoviendo cambios dando lugar a nuevos escenarios.

Hasta el momento existen una confluencia inter y multidisciplinar entre las profesiones sanitarias y otros campos como el de la ingeniería industrial, informática, telecomunicaciones, robótica, etc., teniendo una colaboración constante y creciente, evolucionando tecnología y medicina de modo simultáneo e inseparable.

En la actualidad los servicios sanitarios son una de las ciencias que más incorporaciones científicas y tecnológicas realiza. Sus condicionantes, características e idiosincrasia hacen de este ámbito un gran campo de expansión continua, donde la investigación promueve nuevas posibilidades de diagnóstico y tratamiento y donde, por otro lado, las necesidades de aumento de la calidad asistencial empujan a los investigadores a buscar nuevas soluciones técnicas y tecnológicas.

Además, existen una gran cantidad de variables que hacen que en la actualidad la TM sea una rama en auge dentro de los servicios sanitarios como son: una alta dispersión de los usuarios, localizaciones muy remotas (se han reportado incluso estudios sobre TM en astronautas, realizados por la *National Aeronautics and Space Administration, NASA*)(22), una mayor demanda de conocimiento e información continua por parte de los profesionales y de los usuarios de los servicios sanitarios, la necesidad constante de mejoras en la calidad asistencial y seguridad clínica y, de manera muy importante, una mayor disponibilidad de tecnología y de redes de comunicación(16,17,22).



Figura 2. Mapa conceptual Telemedicina. Fuente: Elaboración propia.

#### 1.4.2.Evolución histórica de la telemedicina.

El inicio de la TM es difícil de determinar, pero quizás se pueden señalar que algunos avances tecnológicos promovieron los inicios de esta disciplina, como fue el uso del Heliógrafo (utilizado en Europa desde la aparición de la peste bubónica como único medio de comunicación masiva) (23). Este instrumento consistía en un aparato diseñado para hacer señales telegráficas reflejando los rayos solares con un espejo movable o mediante una apertura y cierre de una persiana que hacen que la luz se refleje o no, pudiendo así comunicar información sobre el discurrir de la enfermedad.

El telégrafo, el teléfono y la radio fueron los grandes aliados de los militares durante las diferentes guerras que tuvieron lugar a primeros y mediados del siglo XX, utilizados para pedir ayuda médica, informar sobre el estado de las tropas, etc.(23).En 1960 y 1970 de Bashur y sus cols., fueron los primeros en utilizar y definir el concepto de TM(23,24).

Un gran salto para la TM fue la invención y uso de la televisión, haciendo posible la comunicación vía vídeo e instaurando circuitos cerrados de vídeo(23) como se realizó entre el instituto de psiquiatría de Nebraska en Omaha y el hospital estatal Norfolk donde realizaron el primer enlace de vídeo interactivo en 1964(23,25,26).

Aunque fue más tarde, en 1967, teniendo como localización por una parte el aeropuerto de Boston's Logan, y por otra el hospital general de Massachusetts, cuando se instaló el primer sistema de televisión interactiva que permitía la comunicación en tiempo real entre el médico y paciente(27,28).

Pero fue durante la carrera espacial, concretamente en la Misión Mercury, llevada a cabo por EEUU entre 1960 y 1964, fue donde apareció por primera vez un sistema de telemetría fisiológica para monitorizar a dos de los astronautas que estaban en órbita(29). Esta experiencia sirvió para instaurar de manera protocolaria un programa de monitorización de astronautas, denominado *Space-Flight*, por parte de la NASA. Más tarde sirviéndose de esta telemetría creada por la NASA, el gobierno de EEUU, inició programas de TM (*The Space Technology Appliedto Rural Papago Advanced Health Care*) en áreas rurales donde no había cobertura sanitaria, que más tarde quedaron inconclusos por falta de financiación entre 1970 y 1980(30). Aunque estos primeros programas no llegaron a término,

servieron para evidenciar las limitaciones tecnológicas que se sufrían hasta la fecha., demostraron el valor de esta modalidad médica, en cuanto a la reducción de tiempos de traslados de personal médico(23,31).

Fue ya a partir de la década los 90 donde comienza, lo que podemos definir como la nueva era de la TM la cual llega hasta nuestros días. Ésta fue impulsada por la disminución en los costes de producción de equipos electrónicos en general y de telecomunicaciones en particular, reevaluándose con fuerza el auge de la TM, gracias a investigaciones financiadas por el ejército de EEUU. En estas investigaciones avanzaron en el campo de la monitorización de ejércitos, la telepresencia por cirugía robótica laparoscópica y métodos de diagnóstico y tratamiento de la lesión cerebral secundaria al traumatismo. En 2009 de mano del Centro de Investigación Avanzada Tecnología de la Telemedicina (*Telemedicine and Advanced Technology Research Center*) se expusieron estos avances tecnológicos donde se aseguró que la facilitación que proporcionaban estas tecnologías durante la evaluación inicial de pacientes con traumatismo craneoencefálico se obtenían mayor impacto en el pronóstico a corto y largo plazo, obteniendo mejor calidad de vida, y disminuyendo los tiempos de reingreso de un soldado(32).

#### **1.4.3.Sistemas y componentes de telemedicina.**

Los modelos, sistemas y tecnología empleados en TMson muy diversos permitiendo de manera más o menos sencilla la transmisión de imágenes, sonidos, vídeos, señales biomédicas y/o constantes vitales de los pacientes (frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, tensión arterial. Pero no hay que olvidar los condicionantes éticos y legales a los que estas nuevas maneras de asistencia sanitaria nos proyecta, ya que debemos de seguir teniendo en cuenta la seguridad, confidencialidad y ética por las que se deben de regir estos nuevos modelos de asistencia (15-18,22).

Desde un punto de vista práctico se distinguen cuatro tipos de componentes diferentes (21).

- Dispositivos terminales usados para intercambio de datos, captación de señales biomédicas y de control en el entorno de paciente.

- Dispositivos terminales específicos para uso médico por los profesionales sanitarios.
- Servicios, componentes y aplicaciones telemáticas que sirven de infraestructura de gestión sanitaria.
- Equipos y sistemas de telecomunicación, así como servicios telemáticos genéricos, y equipos informáticos comunes (infraestructura de tecnologías de la información y comunicaciones).

Otro grupo de equipos con un gran crecimiento actual lo constituyen todos los equipos de informática móvil, incluyendo comunicadores, PDAs, tabletas, y sistemas de conexión inalámbrica. Los dispositivos tales como teléfonos móviles y Tablet PC, junto con aplicaciones específicas diseñadas para atender a estos dispositivos, así como otros que facilitan la entrega distante de cuidado de la salud se pueden clasificar en:

A. Los dispositivos y aplicaciones para facilitar la gestión de la salud por parte del usuario final (recordatorios de toma de medicación, programadores de citas, calendarios para el cumplimiento de una terapia y monitores personales de parámetros como glucemia y de presión arterial). Estos dispositivos y aplicaciones representan una gran oportunidad para el desarrollo de soluciones personalizadas que pueden ayudar gestionar los problemas de salud, así como el bienestar de cada paciente.

B. Dispositivos y aplicaciones para el fortalecimiento del sistema de salud. Los “botones de pánico” para activar la asistencia externa, la transmisión inalámbrica de registros de los pacientes o los monitores de ritmo cardíaco en la hospitalización a domicilio son los sistemas considerados como refuerzo de los sistemas de salud. También podemos incluir en esta clasificación las aplicaciones para teléfonos inteligentes o tabletas que proporcionan notificaciones de vacunación a gran escala, por ejemplo la campaña de vacunación masiva en la India “Pulse Polio” de Unicef(33).

Sin embargo, debemos tener en cuenta que no todos los sistemas de TM son válidos para el desempeño de actividad diaria y tampoco pueden ser validados. Por ello se describieron desde el punto de vista técnico tres criterios que deben cumplir los componentes o redes según Birkmire-Peters y cols. en 1999(34).

1. Deben ser sistemas técnicamente aceptables: Esto quiere decir que los datos obtenidos mediante estos sistemas deben permitir el diagnóstico de la patología sin que suponga riesgo alguno tanto para el diagnóstico como para el paciente manteniendo unos estándares de calidad diagnóstica. (este criterio se convierte en uno de nuestros objetivos del estudio, validar si realmente la tecnología de *wearables* llega a la calidad diagnóstica suficiente).
2. Sistemas efectivos en las intervenciones: es decir que los sistemas sean capaces de emitir en tiempo real imprescindible en la asistencia a un paciente con patología urgente.
3. Sistemas clínicamente apropiados: Si el sistema supone un desafío en su utilización para el profesional sanitario usuario de éste comprometerá la asistencia del paciente. Por lo que deberán ser intuitivos, de fácil acceso y utilización permitiendo un soporte real en la asistencia y no un incordio.

#### 1.4.4. Clasificación de los sistemas de telemedicina.

Como hemos podido observar el concepto de TM es un concepto amplio a nivel médico e informático, por lo que es necesaria la clasificación por modalidades, usos, ámbitos, etc. A continuación, citamos las diferentes clasificaciones descritas por diferentes autores en la bibliografía revisada.

Se puede decir que la TM tiene 3 dimensiones principales: telecomunicaciones, ciencias de la informática y servicios de salud. Engloba conceptos como telemonitorización, telepresencia y teleconsulta, así como la recolección, procesamiento, transmisión, análisis, almacenamiento y visualización de datos mecánicamente relevantes comenzando por el teléfono y/o fax e incluyendo las herramientas más complejas de imagen digital, telepresencia remota y otras en desarrollo, tal como las Google Glass<sup>®</sup>(22).

a. La primera clasificación que podemos realizar está basada en la ubicación física donde se desarrolla, encontrando así dos versiones:

- Telemedicina Interhospitalaria: comúnmente desarrollada y presente en el día a día de un hospital facilitando

principalmente la “*gestión de pacientes, procesos y tratamientos*” entre otras funciones(16).

- Telemedicina Extrahospitalaria, centrada en el “*diagnóstico y la terapéutica precoz de pacientes con alto riesgo*” donde repercute directamente sobre la supervivencia de los pacientes y su morbilidad<sup>2</sup>, y donde también está menos desarrollada y menos se practica actualmente por limitaciones tecnológicas y de soporte. La TM en ambulancias posibilita, al personal sanitario de esas dotaciones, el acceso directo a un especialista. La transmisión fiable de signos vitales permite la evaluación del paciente por especialistas en la patología concreta y en la recepción inmediata de las directrices de tratamiento adecuadas hasta la llegada del paciente al hospital(17).

El principal problema en el contexto de las urgencias sanitarias es asegurar el tiempo de una ayuda adecuada, que, en el caso de las emergencias, puede estar asociado al riesgo de muerte o secuelas graves. En este sentido hay que determinar los factores que, como el uso de las telecomunicaciones pueda influir en la toma de decisiones sobre traslados y atención especializada(22). En TM extrahospitalaria existen diferentes investigaciones donde se demuestran, por ejemplo, que el envío de electrocardiogramas (ECG) para el asesoramiento en la interpretación en pacientes con síndrome coronario agudo con elevación del segmento ST (SCACEST) redujo la asistencia en 54 minutos(17).

b. Otra clasificación de la TM es según su modalidad(17):

- En tiempo real o síncrona: como su nombre indica la comunicación entre profesionales se realiza en tiempo real a través de vídeo conferencia transmitiendo datos directamente. Esta modalidad, requiere de un gran ancho de banda de comunicaciones para dar soporte a la transmisión de toda la información sanitaria requerida.

- En tiempo diferido o modalidad asíncrona: en esta modalidad la transmisión de datos se puede retrasar, y no realizarla en tiempo real, es decir es demorarle, se almacena la información por el profesional que realiza la asistencia para más tarde enviarla al centro receptor en tiempo diferido. Esta modalidad está muy restringida en el uso de urgencias puesto que se necesita un *feedback* en el momento, pero si es más útil en muchas especialidades que no requieren una consulta en el momento.

c. Desde una perspectiva tradicional encontramos otra clasificación de TM(15,21):

- Teleconsulta, donde se pide asesoramiento a profesional experto no presente en la ubicación donde está el paciente.
- Trabajo cooperativo, implica la conexión remota de grupos de trabajo de profesionales que comparten recursos, información, experiencia, etc.
- Telepresencia, asistencia/ayuda de un profesional sanitario a otro en tiempo real, para el manejo de un paciente.
- Telemonitorización, hace referencia a la monitorización remota de parámetros fisiológicos y biomédicos de un paciente.
- Teleasistencia, las provisiones de cuidados de salud se realizan a pacientes que se encuentran en su domicilio con los sistemas y sensores habilitados en casa, por ejemplo, el programa de tele-ayuda de Cruz Roja.
- Telecirugía, todavía por desarrollar, alude a la realización de cirugía a distancia por medio de robots, visión artificial y realidad virtual.

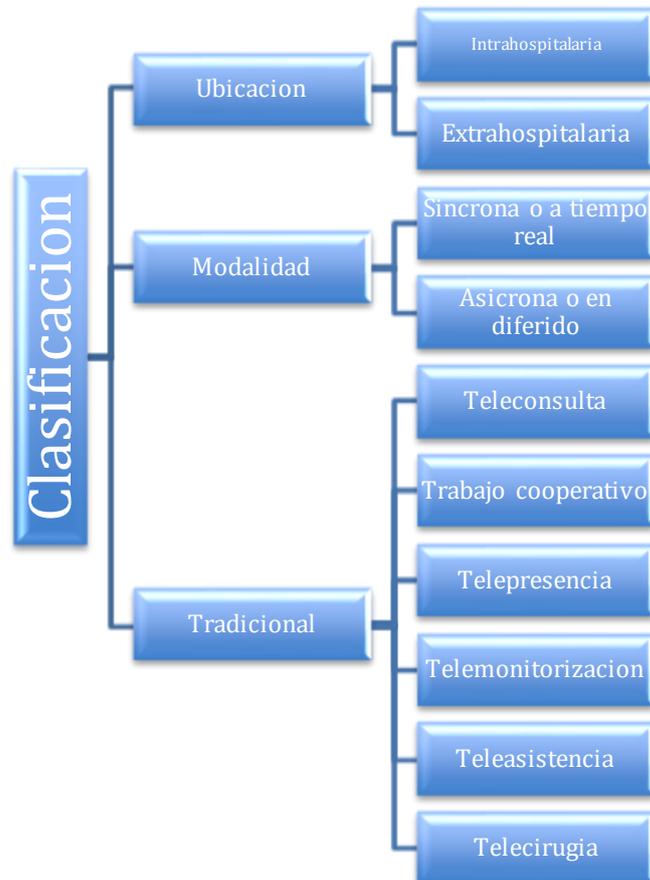


Figura 3. Clasificación Telemedicina. Fuente: Realización propia.

#### 1.4.5. Aplicaciones de la telemedicina.

Las aplicaciones en sanidad de la TM son muy variadas y casi todas las disciplinas y especialidades médicas, a día de hoy, se benefician de ésta tecnología. Como ejemplo sirva enumerar la telerradiología y la telepatología(35). En esta modalidad se envía de imágenes diagnósticas o información clínica, donde el radiólogo o el patólogo, no se tiene que desplazar al hospital, clínica o centro para informar la imagen o la muestra.

Otra aplicación en la que se ha demostrado la valía de la TM es en la realización de consultas médicas especializadas, en donde casi todas las especialidades hacen uso de la videoconferencia interactiva utilizando la TM en

modalidad síncrona, principalmente en psiquiatría, medicina interna, rehabilitación, cardiología, pediatría, obstetricia, ginecología, etc. (21,36–38).

Es más, en una revisión sistemática realizada en 2002, sus autores encontraron que la evidencia más fuerte de la eficacia de la TM, para la toma de decisiones de diagnóstico y gestión fueron en las especialidades de psiquiatría y dermatología(39).

En el área de la asistencia domiciliaria u hospitalización a domicilio, también podemos decir que es un área de crecimiento importante con aplicaciones de TM las cuales están enfocadas a facilitar la asistencia a las personas ancianas y pacientes crónicos en su domicilio y evitar hospitalizaciones(40), así como el tratamiento y cuidado preventivo de enfermedades crónicas e incapacitantes(41,42),y en algunos casos terminales como manifestó otro estudio en que se utilizaba la teleconsulta en pacientes en estadios finales de SIDA (Síndrome de inmunodeficiencia adquirida)(43).

Además, la vía telemática alcanza su mayor prestación en las zonas habilitadas con los proveedores de atención sanitaria limitados, es decir, aquellos lugares donde se presta atención sanitaria muy generalista y con recursos escasos, como son, los centros sanitarios rurales (o centros de especial aislamiento), ambulancias, barcos, trenes y aviones los cuales se han beneficiado enormemente por la accesibilidad rápida de un experto médico(21), así mismo existen evidencias de casos exitosos en teleconsultas psiquiátricas realizadas en cárceles e instalaciones militares(44).

La evolución de la tecnología y de Internet no son eventos desarrollados para él su uso exclusivo de la comunidad científica, ni de la salud, si no al revés, es esta comunidad la que se beneficia de estos avances, diseñados para el uso y consumo de la población general. Esta rápida evolución ha desembocado en un perfeccionamiento de la tecnología el cual no has llevado a poder adquirir equipos más modernos, a un coste más bajo así disminuyendo costes en la adquisición de nuevas tecnologías de la información y transmisión. Además de que cada vez el usuario último está más familiarizado con el uso y la adquisición de las nuevas tecnologías (PC, Smartphone, Tablet, PC's y los emergentes dispositivos *wearables*) y las tiene integradas en su vida cotidiana. Estas dos situaciones, las del avance de la tecnología a un coste bajo y la familiarización de

los equipos por parte del paciente ha contribuido enormemente en la expansión de la TM en estos últimos tiempos(45,46).

#### 1.4.5.1. *Ventajas y desventajas de la aplicación de la TM.*

Con lo expuesto con anterioridad podemos intuir las ventajas o beneficios que nos puede aportar la TM a día de hoy. Pero a fin de ordenar estos conceptos podemos decir que los beneficiados del uso de la TM son 3 grupos fundamentales: El paciente, el profesional y por supuesto el sistema de salud.

El paciente se beneficia por tener una mayor accesibilidad al servicio de salud principalmente y con ello poder disfrutar de una asistencia más temprana, compleja e integral. Lo que se pone de manifiesto es que el paciente o usuario puede acceder más fácilmente a información sobre su salud y sus prestaciones pudiendo optar por una asistencia sanitaria especializada, con segundas opiniones, si necesidad de desplazamiento, disminuyendo así los tiempos de espera y el retraso en su diagnóstico e inicio posibles tratamientos. De esto se pueden beneficiar todos los pacientes ya vivan en zonas geográficas cercanas, lejanas o en condiciones de especial aislamiento que padecen un atención de baja calidad o ausente, traspasando así las barreras geográficas, temporales y con un trasfondo de ahorro de costes tanto para el paciente como para el servicio de salud(18,47).

Con respecto a las ventajas de las que puede disfrutar el profesional de la salud se encuentran fundamentalmente una mejor comunicación interprofesional, una mejor disponibilidad de acceso tanto a la información clínica del paciente en particular como de la información médica en general, usada como recurso o herramienta de autoformación ya que dispone de fuentes académicas que le ayuden actualizar sus conocimientos promulgando la educación continuada barata sin necesidad de desplazamientos costosos pero pudiendo ser altamente cualificada por poder acceder tanto a profesionales muy especializados en cualquier parte del mundo(18,47).

Como último gran beneficiado se encuentra el sistema de salud, porque gracias a la TM puede optimizar más eficazmente sus recursos asistenciales realizando una gestión de la demanda más adecuada, reduciendo estancias hospitalarias, disminuyendo la repetición de actos clínicos y disminuyendo desplazamientos tanto del paciente como de los profesionales que lo asisten.

Además de todo esto se propone a la TM como solución parcial de los problemas de cobertura médica mediante teleconsultas, telemonitoreo o teleeducación que a la larga podrían reducir costes futuros(18,47).

En contraposición a todo lo anteriormente expuesto, toda la accesibilidad al conocimiento e intercambio de información sensible es el principal peligro que supone la TM. Poner límites a este intercambio continuo de información entre profesionales y paciente es muy difícil pues no existe una legislación ni estructura organizacional ni burocrática que lo regule. Dicha falta de regulación y de responsabilidad legal compromete seriamente la seguridad y confidencialidad del paciente.

Por otra parte, la relación del profesional de la salud y el paciente se ve afectada por lo impersonal que se torna dicha relación cuando se utiliza una TM a modo de teleconsulta, por ejemplo, además el poder acceder a varios profesionales a la vez puede crear confusión por parte del paciente y generar una disgregación de la asistencia ya que el paciente puede perder su punto de referencia en cuanto a profesional responsable de la integridad de su proceso.

En cuanto a la tecnología necesaria para la realización de TM también genera una serie de inconvenientes y que además hacen de limitación a la hora de expandir la TM en cualquier país, como son la necesidad de una extensa y costosa infraestructura, y que ésta además quede obsoleta rápidamente. Además, el manejo de dicha tecnología precisa de un entrenamiento y una adquisición de "Telecompetencias" a las que el profesional de salud no está habituado, al igual que el usuario. (Ver Tabla 1 resumen de ventajas y desventajas de la TM).

Aunque a priori el uso de la TM reduzca los costos en los procesos asistenciales, como se mencionó con anterioridad, a día de hoy no existe evidencia científica de que realmente avale su instauración(18,47).

Ventajas de la TM	Inconvenientes de la TM
Mayor accesibilidad a los sistemas de salud y a la asistencia especializada.	Falta de legislación, burocracia y estructura organizacional. Responsabilidad legal no definida.
Mejor cobertura médica	Infraestructura costosa y con rápida obsolescencia.

Mayor acceso a la información médica.	Confidencialidad del paciente comprometido.
Mejor comunicación interprofesional	Seguridad clínica comprometida.
Optimización recursos asistenciales.	Relaciones impersonales
Mejor gestión de la demanda.	Adquisición de competencias profesionales y adaptación del paciente a la tecnología.

Tabla 1. Ventaja y desventajas de la Telemedicina. Fuente: Elaboración propia.

### 1.5. TECNOLOGÍA Y DISPOSITIVOS WEARABLE

Ahondando más dentro del ámbito tecnológico, los dispositivos *wearables*, quizás han sido uno de los saltos más importantes a los que hemos asistido en los últimos años.

Intentando definir el concepto de tecnología wearable (*Wearable Technology*) podemos decir que éste término significa literalmente “tecnología para llevar puesta”. Y su nacimiento y desarrollo tuvo como objetivo principal implementar los últimos avances tecnológicos en dispositivos conectados (*dispositivos wearables*), con capacidad de procesamiento y cuya característica principal es que lo podamos vestir o llevar cómodamente sobre nuestro cuerpo. Esta última característica es lo que los hace especialmente atractivos de cara al ámbito de la TM, tanto para los operadores sanitarios como para el paciente.

Estos dispositivos suponen mucho más que una novedad tecnológica, ya que conforman el futuro de la tecnología, ya que nos ofrecen todas las facilidades y ventajas de los dispositivos actuales, pero de una forma más confortable y ergonómica. Si comparamos los diferentes equipos informáticos, como pueden ser los teléfonos inteligentes (*Smartphone*) o Tablet, por muy pequeños o ligeros que estén diseñados, los dispositivos *wearables* son mucho más cómodos de llevar, puesto que los llevamos puestos como si fueran prendas o complementos y no

pesan, además de que nos permiten operar con manos libres y poseen una accesibilidad mucho más rápida(48).

DISPOSITIVOS WEARABLES			
<b>SmartWatches</b>	Watch® de Apple 	G Watch® de LG 	Gear S® de Samsung 
<b>SmartGlasses</b>	Google Glass® de Apple 	Moverio BT200® de Epson 	M110 SmartH Glasses® de Vuzix 
<b>Bandas Fitness o de Salud</b>	Charge® de Fit Bit 	Up® de Jawbone 	GearFit® de Samsung 

Tabla 2. Ejemplos de diferentes dispositivos wearables. Fuente: Imágenes extraídas de internet®.

Dentro de este campo de dispositivos tenemos los que se denominan relojes inteligentes (*SmartWatches*), las pulseras conectadas para la medición de la actividad física (bandas *fitness* o de salud), las gafas (*SmartGlasses*) y ampliando un cajón desastre todos aquellos dispositivos, como la ropa o el calzado capaces de integrar algún tipo de sensor o conexión. Algunos ejemplos se muestran en la Tabla 2.

El diseño y la creación de dispositivos son resultado de la unión de diferentes líneas dentro de la propia evolución tecnológica, por una parte la

aplicación de la nanotecnología, el desarrollo de software más sencillos, la creciente sofisticación y abaratamiento de los sensores, la evolución de hardware de menor consumo y la mejora de la rentabilidad las baterías y la mejora del rendimiento de las baterías, la aparición de procesadores de menor consumo energético y la omnipresencia de las conexiones inalámbricas(49).

## 1.6. LAS GOOGLE GLASS® COMO SISTEMA DE TELEMEDICINA

### 1.6.1. Características principales y funcionamiento de las Google Glass®.

Como mencionamos en el capítulo anterior las Google Glass® (en adelante GG)son un dispositivo *wearable* del tipo *SmartGlasses*, diseñado como gafas de realidad aumentada desarrollado por la compañía Google Inc. lanzado en el 2013(50)en Estados Unidos aunque no fue hasta 2014 cuando se lanzó al resto del mundo.

Realmente son una montura de gafas flexible sin cristales, que en lugar de éstos disponen de un visor de alta resolución tipo prisma. En su patilla derecha esta ubicados el procesador, el *touchpad*, la cámara, el auricular de conducción ósea y la batería como se representa la imagen 1.Su funcionamiento es muy sencillo, se debe conectar a la internet a través de su radio Wifi interna o compartiendo la conexión de tu móvil a través de Bluetooth, un proceso que se denomina "*tethering*".

El visor o pantalla de 25 pulgadas se coloca justo por encima del ojo derecho tal y como se muestra en la imagen 2 y está desactivado hasta que le ordenamos iniciarse (diciendo "ok Glass"). Entonces la pantalla del dispositivo se iluminará mostrando que está en uso, y proyectará a través de un prisma una capa de información, superpuesta a la realidad, sobre la retina del ojo. Una vez mostrada esta información se debe utilizar el *touchpad* para ver las distintas opciones (*cards*) del menú (*timeline*) que se te muestra en la pantalla que tienes proyectada en la pequeña pantalla de 25 pulgadas. El micrófono utiliza vibraciones de la laringe para reconocer la voz y evitar el ruido externo.

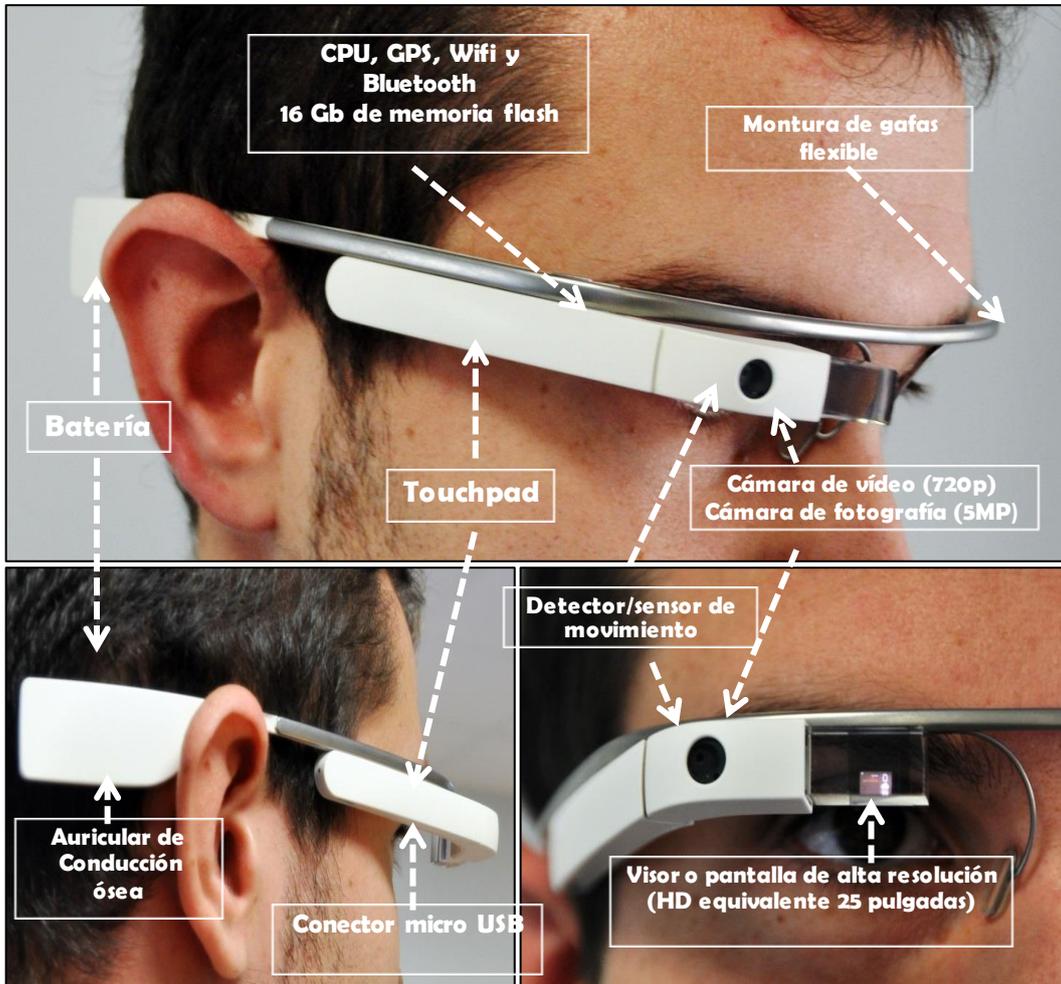
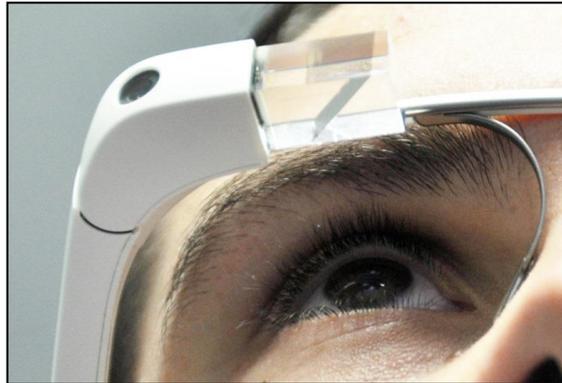


Imagen 1. Esquema de las partes de Google Glass®. Fuente: Elaboración propia.

GG a su vez proporciona sonido con una tecnología de inducción ósea donde las vibraciones son llevadas directamente al hueso del oído (se aprieta justo encima de la oreja), creando así el sonido, de una forma más cómoda y sencilla que los auriculares actuales. La conducción ósea ofrece unos bajos y una gama media buena, aunque los agudos no tanto. Se puede conseguir mejor sonido gracias al auricular mono (auricular *USB mono Earbud*) que se incluye con las gafas y que se conecta al puerto USB, o a través de unos auriculares estéreo (Imagen 3). La cámara registra imágenes de cinco megapíxeles (2528x1856 píxeles) y vídeo en alta definición (720 píxeles). Tiene un procesador de doble núcleo OMAP4430 y al tener la mayor parte de computación en la nube y no en la cara,

permite dar de cinco a ocho horas de uso intermitente, a pesar de tener una batería pequeña. El resultado es que sólo pesan 42 gramos y, dado que la montura de titanio reparte el peso por todo el cráneo siendo cómodas de llevar.



*Imagen 2. Detalle del prisma del visor de las Google Glass®. Fuente: Elaboración propia*



*Imagen 3. Google Glass® V2 con auricular USB mono Earbud®. Fuente: Elaboración propia.*

### **1.6.2. Historia de las Google Glass®.**

El inicio de este dispositivo se gestó en el laboratorio de Google X, donde se investigan y desarrollan todos los avances tecnológicos de la

compañía. La primera pista que nos mostró el gigante americano fue en su canal de *Youtube*<sup>®</sup> en 2012. Esta presentación en la red del dispositivo creó gran interés en la comunidad global por la novedad que representaba. En este mismo año la compañía organizó un evento para desarrolladores donde se presentó el proyecto "*Project Glass*".

En este mismo evento la compañía empezó a abrir el programa "*Explorer*" y así los asistentes podrían adquirir el dispositivo para poder desarrollar aplicaciones de forma autónoma(51).

Una vez comercializada la versión beta para desarrolladores, el impacto inicial del dispositivo fue muy grande pero tras empezar a identificar ciertas carencias en el dispositivo este auge se vino a menos hasta el punto que la compañía retiró el proyecto y suspendió sus ventas a principios del 2015, para más tarde anunciar que trabajaban en una nueva versión mejorada del dispositivo, que a día de hoy no ha visto la luz(52,53).

### **1.6.3.Limitaciones del dispositivo.**

En cualquier caso, estos dispositivos en desarrollo tienen una serie de limitaciones y problemas, empezando porque esta tecnología es de reciente implantación y nos encontramos con que estas gafas son sólo prototipos que van ir mejorando a lo largo de estos años, y ya muchas compañías tienen su propio producto.

Lógicamente los principales problemas los tendremos con la interconexión de las gafas a internet, siendo de momento necesario utilizar Wifi, el 3G o 4G del móvil (aunque en un futuro no haga falta el uso de móvil), también las limitaciones de envío de datos (no es lo mismo una videoconferencia que el envío de una foto), o incluso la duración de la batería, siendo actualmente de unas 5 a 8 horas, tardando en recargarla 1,5 horas. Aunque no debemos olvidar tampoco cuestiones físicas de su uso (como posible incomodidad a la hora de realizar determinadas operaciones), todavía son incompatibles con ciertas monturas de gafas graduadas. o incluso problemas éticos como el hecho de permitir grabar situaciones sin consentimiento del paciente, o transmitir datos médicos protegidos por la ley(54).

#### 1.6.4. Primeras experiencias de uso médicas.

En junio de 2013, el Dr. D. Pedro Guillén, Jefe del Servicio de Traumatología de la Clínica CEMTRO de Madrid, junto a los desarrolladores españoles de Droiders, fueron los primeros a nivel mundial en retransmitir una intervención quirúrgica usando Google Glass®. El implante de condrocitos realizado en la rodilla a una persona pudo seguirse en línea, lo que hizo posible que el Dr. D. Homero Rivas, experto en TM y Director de Cirugía Innovadora de la Escuela de Medicina de la Universidad de Stamford, colaborara en la cirugía.

La tecnología de los desarrolladores de Droiders también hizo posible que el 26 de octubre del 2013 tres dentistas españoles (Peña, Piqueras y López) realizaran la primera intervención maxilofacial del mundo transmitida con Google Glass® y que el 10 de diciembre se realizase la primera operación con Google Glass® en Portugal.

El 16 de noviembre de 2013 en Santiago de Chile el equipo de cirujanos maxilofaciales a cargo del Dr. D. Antonio Marino, Dr. D. Juan Argandoña, Dra. Dña. María Antonieta Inostroza y Dr. D. Axel Camousseight, efectuaron la primera cirugía ortognática en América Latina, transmitiendo el procedimiento mediante hangout de Google a un círculo ampliado. El procedimiento quirúrgico duró 4 horas y la autonomía de Google Glass® fue de 1 hora de transmisión continua. El dispositivo fue utilizado además para mostrar imágenes 3D de *simplantoms*, sistema de navegación virtual en cirugía ortognática. Diversos medios periodísticos transmitieron la información.

A nivel internacional los estudiantes de Stamford están aprendiendo medicina utilizando las gafas de Google, presentado especial atención a la seguridad de la información tratada, al ser datos sanitarios(55). Además, podemos asegurar que cada día la seguridad de transmisión de estos datos es más segura, asegurando la correcta protección de datos de la misma, cuya privacidad sabemos que tiene un alto grado de control por la ley orgánica de protección de datos (LOPD)(56), al ser considerados datos de alto riesgo.

Un estudio publicado en 2015 analizaba la exactitud de la interpretación del electrocardiograma a distancia con el uso de Google Glass®. Éste

concluye que se necesitan más mejoras antes de que Google Glass® pueda utilizarse de manera fiable para el análisis electrocardiográfico remoto(57).

En Marzo de 2015 un equipo de cirujanos retransmitió satisfactoriamente la amputación de un miembro a través de Google Glass®(58).

Otro estudio publicado en Junio de 2015 valoran las Google Glass® durante un ejercicio a gran escala para realizar guiado visual de realidad aumentada de triaje simple y triaje con tratamiento rápido usando una aplicación a medida y para identificar víctimas y recoger notas georreferenciados, fotos, y vídeos para ser incorporados en el interrogatorio(59).

#### 1.7. LA SIMULACION CLINICA, CONTEXTUALIZACION.

La simulación clínica es definida por la Real Academia Española (RAE) como el termino simular de *“representar algo, fingiendo o imitando lo que no es”* (60). Terminio muy global que, aunque define la esencia de la simulación clínica, es una definición obviamente incompleta.

Acudiendo a la literatura científica más específica, existen diferentes definiciones que no llegan a consenso. Pamela Jeffries definió la simulación clínica como *“Técnica que usa una situación o ambiente creado para permitir que las personas experimenten la representación de un evento real con el propósito de practicar, aprender, evaluar, probar u obtener la comprensión del actuar de un grupo de personas”* o *“Un intento de imitar aspectos esenciales de una situación clínica, con el objetivo de comprender y manejar mejor la situación cuando ocurre en la práctica clínica”*(61), Gaba definió en 2004 el terminio de simulación como *“La simulación es una técnica, no una tecnología para sustituir o ampliar las experiencias reales con experiencias guiadas que evocan o replican los aspectos sustanciales del mundo real en una de forma totalmente interactiva”*(62). También Bradley en 2006 definió el terminio como *“Técnica que imita una situación o un proceso real por un medio de una situación o proceso análogo adecuado, con el propósito de entrenamiento y aprendizaje”*(63). Por último, Durá la definió de manera más amplia diciendo *“que la Simulación es*

*un modelo centrado en aspectos específicos, reales y observables. En consecuencia, y acotando el concepto de simulación, éste viene a constituir el empleo de un sistema, lo más realista posible, con el propósito de educar, investigar o de experimentar” (64).*

Intentando englobar todas las definiciones anteriormente expuestas se puede concluir que la simulación clínica es un conjunto de procedimientos y técnicas utilizadas para recrear y/o representar de manera estructurada una situación clínica real, a fin de enseñar, aprender, practicar, evaluar y/o investigar.

La simulación clínica ha sufrido una evolución tecnológica muy notable en un período corto de tiempo aunque la primera referencia histórica documentada en cuanto a simulación en ciencias de la salud es en 1911 en Rhode Island, concretamente en el Memorial Hospital en Pawtucket, donde se hace referencia al uso del primer maniquí de enseñanza tamaño real(65), cuya razón de ser era la misma que la de nuestros tiempos, permitir a los alumnos desarrollar habilidades prácticas en técnicas habituales de la medicina, como canalizar vías venosas.

Otro precursor de la simulación clínica es Asmund Laerdal que en la segunda mitad del siglo XX creó a Resusi Anne el primer maniquí de reanimación cardiopulmonar. A partir de este momento se empiezan a diseñar simuladores cada vez tecnológicos y realistas, capacitados para simular desde ruidos cardiacos, monitorización , respuestas fisiológicas, etc., y es a partir del 2010 es donde se inicia la cuarta era de los simuladores informatizados con software de 3º y 4ª generación capaces de aportarnos sensaciones táctiles, auditivas y visuales mediante simulación clínica virtual(64).

### **1.7.1.Modelos de simulación clínica**

Existen diferentes clasificaciones de simulación clínica como por ejemplo en función del nivel de complejidad del entrenamiento (complejidad baja, intermedia o alta), otra clasificación de simulación se realizaría en función del tipo de simulador(tecnológicos y no tecnológicos) clasificándolos en (63,66–69):

- Simulación por ordenador o simuladores “de pantalla”: son básicamente softwares informáticos, donde se ofrece información clínica que obliga al usuario a realizar una toma de decisiones que desencadena una respuesta adaptada o en consecuencia a la decisión tomada y que pueden ser interactivos (más complejos) y no interactivos (más básicos). Incluyen herramientas de autoevaluación y retroalimentación.

- Simulación con actores: estas simulaciones no incluyen tecnología, se caracteriza por utilizar actores entrenados en un determinado perfil de paciente para actuar de una determinada forma donde se simulan situaciones en las que la interacción entre el paciente y sanitario son muy importantes. Se suelen realizar en “escenarios” acondicionados para ello buscando reproducir lo más fielmente la realidad de la asistencia. Una variante podría ser la simulación con juegos de rol, donde los actores son los alumnos.

- Simulación con animales: Ligados únicamente a la práctica quirúrgica, actualmente en desuso por las connotaciones éticas derivadas de su práctica.

- Simulación con maniquís o modelos anatómicos:

- Simuladores por partes: (PART- TASK-TRAINERS) representan determinadas zonas del cuerpo (cabeza, brazo, tórax) permitiendo la práctica de una técnica en concreto (canalización venosa, intubación orotraqueal, reanimación cardiopulmonar). En este subconjunto podemos destacar que si unimos este tipo de simulador a un actor podemos desempeñar una simulación híbrida uniendo el ensayo de la parte técnica y la parte de interacción con el paciente.

- Simuladores anatómicos de tamaño completo: maniquís de cuerpo completo casi completo que representan a un adulto, un niño o un bebé. Estos también se subclasifican según su complejidad:

- Complejidad baja: sin mecanismos informáticos, pensados para practicar movilizaciones, aseos, traslados, etc.

- Complejidad intermedia: están informatizados dotados con algunas capacidades fisiológicas (ritmo cardiaco) y de retroalimentación.
  - Complejidad alta: Estos presentan software más completo que proporcionan constantes vitales y de monitorización capaces de ser programados para reproducir respuestas fisiológicas o eventos adversos en función de las técnicas y las decisiones de la persona que interactúan con ellos. Estos también se denominan simuladores integrados, controlados a distancia pudiendo modificar todas sus funciones.
- Simuladores virtuales: son simuladores que implican realidad virtual y sistemas hápticos (son sistemas tecnológicos capaces de detectar presión y contacto desencadenando una respuesta fisiológica), la máxima evolución hasta ahora en simulación, muy utilizados para entrenar técnicas exploratorias endoscópicas.

Otra clasificación atiende a la fidelidad o realismo de la simulación clasificándola en:

- Simulación de baja fidelidad: En ella se utilizan simuladores sin tecnología o con tecnología muy básica. Con escaso realismo.
- Simulación de mediana fidelidad: se realizan con simuladores por partes o simuladores anatómicos de complejidad intermedia. También está incluida la simulación con actores.
- Simulación de alta fidelidad: También denominada simulación de alto realismo o simulación a escala real (SER): se puede realizar con simuladores integrados en un entorno también simulado recreando una habitación de hospital, por ejemplo. Con este tipo de simulación aparte de entrenar habilidades de tipo técnico muy diversas, también se entrenan valores como el trabajo en equipo, el liderazgo, la respuesta ante situaciones de estrés.

### **1.7.2. La simulación clínica como herramienta de laboratorio.**

La simulación clínica fue concebida principalmente como método de aprendizaje para los alumnos de las diferentes disciplinas sanitarias además de ser una valiosa herramienta como metodología de evaluación. Pero es poco lo descrito en la literatura que situó a la simulación clínica como herramienta de laboratorio.

Por todos son conocidas las implicaciones éticas, legales y organizacionales que conlleva la experimentación en el contexto de investigación clínica.

Ni todos los pacientes son iguales ni dos patologías iguales se tratan de la misma forma, partiendo de este punto si queremos probar una determinada tecnología en un determinado ambiente sanitario (como es el objetivo de la presente tesis) con un determinado paciente tipo se nos complica considerablemente llevar a cabo este tipo de investigación.

La simulación clínica de alta fidelidad nos permite reproducir una situación clínica con un alto realismo de forma infinita sin tener que utilizar personas y eliminando el hándicap de variabilidad en la muestra. Es decir, si eliminamos la variabilidad que presenta la diferente fisiopatología que aporta un paciente real, no como objeto de estudio, sino como objeto presente el proceso a investigar y lo estandarizamos con un simulador de alto realismo, eliminamos una variable que nos podría complicar el objetivo final del estudio. Claro está que no podríamos asegurar que una tecnología es ciento por cien efectiva sin ser probada en la vida real y con pacientes reales, pero sería un paso previo muy útil para identificar errores, eliminar sesgos y aumentar la seguridad clínica del estudio.

### **1.8. PATOLOGÍAS ELEGIDAS PARA LA VALORACION DEL DISPOSITIVO.**

Para el diseño y posterior análisis del dispositivo debíamos seleccionar una serie de patologías que por su sintomatología y tratamiento permitieran valorar de una manera global el dispositivo. Decidimos elegir patologías frecuentes y recurrentes dentro de la actividad asistencial de los expertos

que intervendrían en el desarrollo del ensayo clínico, es decir patologías conocidas por todos.

A su vez debían estar suficientemente protocolizadas para evitar la posible variabilidad de tratamiento, con el fin de homogeneizar en la medida de lo posible las intervenciones tanto de los expertos que tutelarán el ensayo como los enfermeros que intervendrán de manera directa en el paciente.

Basados en la bibliografía revisada y en nuestra propia experiencia asistencial, elegimos los siguientes cuadros clínicos:

- Manejo de la vía aérea en paciente que presenta pérdida súbita de consciencia.
- Diagnóstico y tratamiento de la fibrilación ventricular (FV).

También valoramos y diseñamos otros escenarios que finalmente no se desarrollaron en el experimento, los cuales fueron:

- Diagnóstico y tratamiento del Ictus isquémico.
- Diagnóstico y tratamiento del síndrome coronario agudo con elevación del segmento ST

### **1.8.1. Manejo de la vía aérea en paciente que presenta pérdida súbita de consciencia.**

La intubación orotraqueal (IOT), dentro de la secuencia de intubación rápida (SIR), es el procedimiento de elección en el manejo avanzado de la vía aérea en situaciones de emergencia(70). En ocasiones, los profesionales sanitarios se pueden encontrar en situaciones de urgencia vital sin tener las destrezas o experiencia suficiente. La curva de aprendizaje de la IOT puede oscilar entre las 41 hasta las 57 intubaciones, para obtener un 90% de porcentaje de éxito(71)

El manejo de la vía aérea y la oxigenación adecuada en pacientes críticos es una de las prioridades y desafíos más importantes a los que se tiene que enfrentar un profesional sanitario(70). Podemos definir el manejo de la vía aérea como la realización de maniobras y la utilización de dispositivos que permiten una ventilación adecuada y segura a pacientes

que lo necesitan(71). El soporte ventilatorio puede ir desde un manejo básico y no invasivo, consistente en una asistencia ventilatoria con una mascarilla facial y un balón resucitador, hasta un manejo avanzado e invasivo de la vía aérea, consistente en una intubación orotraqueal (IOT) mediante laringoscopia directa. Además existen alternativas a la IOT como la aplicación de los dispositivos supraglóticos o un abordaje quirúrgico de la vía aérea (traqueotomía o cricotirotomía)(15). La realización de éstos procedimientos conlleva un riesgo de aparición de efectos adversos graves si no se realiza correctamente pudiendo ocasionar un aumento de la morbi-mortalidad del paciente(17,71,72). Para ello se requiere de entrenamiento continuo para que los profesionales sanitarios sean técnicamente competentes, capaces de tomar decisiones y de prevenir o tratar las posibles complicaciones(72,73). En el aprendizaje de la IOT se realizan una serie de maniobras que conllevan una curva de aprendizaje que dependiendo de los estudios pueden oscilar entre las 41 hasta las 57 intubaciones, para obtener un 90% de porcentaje de éxito(57).

### **1.8.2. Manejo de la parada cardiorrespiratoria derivada de la fibrilación ventricular**

La parada cardiorrespiratoria (PCR) es definida como la interrupción súbita, inesperada y potencialmente reversible de la circulación y de la respiración espontánea que se manifiesta clínicamente por inconsciencia, apnea y ausencia de pulso, y que de persistir durante varios minutos lleva irreversiblemente a la muerte biológica(74). A pesar de los intentos de mejora de su conocimiento y divulgación, la muerte súbita o PCR del adulto continúa siendo un problema importante de salud pública(75).

Los profesionales sanitarios precisan de un adecuado aprendizaje y un continuo reciclaje en los conocimientos de reanimación cardiopulmonar (RCP)(76) pero a partir de las 6 semanas posteriores a los cursos de formación la curva de olvido empieza a ascender progresivamente provocando una pérdida de conocimientos y de habilidades(77,78). En el período comprendido entre los tres a los seis meses posteriores a la formación, el nivel de conocimientos sobre RCP se deteriora

significativamente(79,80). Por otro lado, los reanimadores suele experimentar la gestión de un paro cardiaco como una situación de alto estrés. Si ésta experiencia estresante le añadimos factores distractores externos, tales como testigos y/o familiares del paciente, el rendimiento de los reanimadores durante la RCP puede verse influenciado negativamente(81). Estos factores de distracción son independientes del nivel de experiencia del profesional(82).

### 1.9. JUSTIFICACION.

Actualmente parece aceptado que el establecimiento de sistemas para la atención de pacientes mediante tecnologías de telecomunicaciones es factible, pero hay poca evidencia de sus beneficios clínicos(15,83). La ventaja fundamental para el sistema sanitario es un aumento de la eficiencia a través de la optimización de los recursos asistenciales, la mejora de la gestión de la demanda, la disminución de la repetición de actos médicos, y la disminución de los desplazamientos(19).

Las ventajas para los profesionales es una mejor comunicación entre ellos, una mejora en la accesibilidad de los datos del paciente e importantes recursos de formación y de investigación. En cuanto a los usuarios, las ventajas serian la facilidad de acceso a consultas con sus médicos, su constante monitorización para detectar cualquier problema cardiaco o de otra índole, las facilidades inherentes a la digitalización de la información(19,83).

En una revisión Cochrane(15)se propusieron revisar la información sobre los distintos usos en los que la TM podría ser útil en comparación con la medicina "*face to face*" (que nosotros definiremos como medicina convencional o medicina "cara a cara"). El punto 5 de los posibles usos y aplicaciones de la TM se refiere a la posibilidad de transmitir habilidades e información entre profesionales sanitarios. Esta aplicación de la TM aporta una diferencia sustancial con respecto a las otras modalidades puesto que en

este caso el paciente o usuario será atendido por un profesional sanitario el cual estará en comunicación con un supuesto especialista.

Los resultados de esta revisión indicaban que hasta el 2010 no se había encontrado ningún estudio en este ámbito (que fuera incluido dentro de la muestra de estudio según los criterios de inclusión y exclusión marcados). Por otro lado, sí que se encontraron resultados parciales derivados de otros estudios donde indicaban que este punto 5 debería de ser objeto de estudio y desarrollo científico en los siguientes años(15,17).

En 2014 se publican varios estudios de aplicación de TM en emergencias extrahospitalarias. Un trabajo belga que afirma que la TM en ambulancia es segura, factible y confiable, pero que necesita más investigación y desarrollo especialmente en relación con el acceso de banda ancha de alta velocidad(84). Otro estudio alemán implementaron un sistema de TM en sistemas EMS, donde también concluyen que el principal reto está en la comunicación móvil y la disponibilidad de red de datos(85).

Otra revisión sistemática de las aplicaciones de la TM en emergencias prehospitalarias publicada en 2014, nos dice que con la TM se mejoró el diagnóstico pre-hospitalaria de accidente cerebrovascular y parece tener un significativo impacto en la calidad de la interpretación del ECG, pero hay todavía no hay evidencia concluyente de que la TM afecte el resultado clínico en el infarto de miocardio. Aunque existen pocos estudios de valoración de la TM en trauma éstos han demostrado que la evaluación de las quemaduras era tan precisa como la evaluación cara a cara.

Por último ésta revisión resalta que los estudios revisados siempre se trataban de equipos montados dentro de la ambulancia, con lo que se anima a investigar sobre tecnología portátil, que permita a los profesionales llegar a los pacientes "*in situ*" ya que ésta puede mejorar el diagnóstico precoz en pre-hospitalaria(39).

## **2. HIPOTESIS Y OBJETIVOS**



## 2.1. HIPOTESIS

La hipótesis planteada es que las GG podrían ayudar en la transferencia de habilidades y conocimientos, permitiendo una gran capacidad de movimientos y dejando las manos libres del profesional que las porta mejorando así la asistencia sanitaria.

## 2.2. OBJETIVOS

Objetivo general: Analizar las GG como dispositivo de TM para la mejora en la asistencia sanitaria.

Objetivos específicos:

1. Determinar el nivel óptimo de la calidad en la videoconferencia que permita una correcta visualización del vídeo sin saturarse o colapsar los datos de la red.
2. Describir los cambios en el porcentaje de éxito y el tiempo de realización de una intubación orotraqueal por un profesional no experto ayudado a través de las GG.
3. Analizar la realización de soporte vital avanzado, ante una parada cardiorrespiratoria, por un profesional no experto ayudado a través de las GG.
4. Enumerar las limitaciones de las GG y su uso en situaciones de emergencias.
5. Analizar la opinión de los profesionales sobre el uso de la GG en situaciones de emergencia.



### **3. METODOLOGIA**



### 3.1. FASES DEL ESTUDIO DE INVESTIGACION.

Este trabajo de investigación se ha realizado en dos fases diferentes y consecutivas (Figura 4), en las cuales se aplicó una metodología de investigación diferente para adaptarse mejor a los objetivos del estudio, estas fases son las siguientes:

- Fase previa. Determinación de los recursos necesarios para el desarrollo del estudio. Evaluación de GG como dispositivo para su utilización en TM. Análisis de la calidad de imagen óptima para utilizar en la fase exploratoria.
  
- Fase experimental. Evaluación a grupos de profesionales, unos ayudados telemáticamente y otro no, enfrentados a dos situaciones clínicas simuladas. Dentro de la fase experimental podemos distinguir un apartado más cualitativo que las anteriores, donde analizamos la opinión de los participantes en el estudio mediante una encuesta, tras la realización de los casos.

### 3.2. METODOLOGÍA FASE PREVIA.

El diseño de la fase previa se desarrolló mediante una metodología cuantitativa de forma transversal, observacional y exploratoria. Este tipo de metodología permitió analizar las diferentes aplicaciones de transmisión ofrecidas por GG, entre ellas las de vídeo, y con ello poder determinar que calidades de emisión son las más óptimas para realizar videoconferencia en cuanto a calidad de imagen y retardo de emisión se refiere. Esta fase a su vez se divide en 3 subfases. Tras éstas se procedió al análisis de los resultados obtenidos y se diseñó la fase siguiente.



Figura 4. Fases del trabajo de investigación. Fuente: Realización propia.

### 3.2.1. Fase previa 1: análisis de las GG y establecimiento de necesidades.

En la primera toma de contacto con el dispositivo nos reunimos los miembros del equipo, tanto sanitarios como informáticos, que realizaríamos esta investigación, para abordar varias características técnicas del dispositivo, pudiéndose así, definir los problemas de operatividad que deberían ser resueltos, antes del diseño y posterior realización de la fase exploratoria del estudio.

Al inicio de esta sesión se estableció como primera prioridad examinar la conectabilidad del dispositivo, ahondado sobre todo en la estabilidad de la

conexión durante la realización del vídeo conferencia que se utilizaría a posteriori, como dato fundamental para la utilización de la TM.

Para llevar a cabo esta fase y las posteriores definimos una serie de necesidades en cuanto a material sanitario, recursos tecnológicos y de simulación expuestos en el apartado siguiente.

#### 3.2.1.1. Recursos materiales y humanos.

Los *recursos materiales* necesarios para llevar a cabo esta fase previa son los siguientes:

A. **Sala de simulación clínica** (Imagen 4). Esta sala es el número 5 del pabellón 7 de la Universidad Católica de Murcia. En este espacio se divide en tres salas:

- *Sala principal de simulación*: En esta sala es dónde está ubicado el simulador y cuyo ambiente recrea un box/habitación de hospital con todo el material necesario. Además, esta sala tiene instaladas unas cámaras de vídeo y micrófonos que recogen las situaciones que dan lugar en ellas. Estos vídeos se pueden grabar y emitir en directo para su análisis. En esta sala el usuario puede realizar prácticas relacionadas puede interrelacionar tanto con simuladores como con actores. El material por el que está dotada la sala y las especificaciones técnicas de ésta son las siguientes:

- Simulador a escala real Laerdal SimMan Essential® (Adulto) (Laerdal Medical Ltd, Orpington, UK). Especificaciones técnicas en tabla 4.

- Ordenador portátil Táctil Leonovo Tablet X220.
- Monitor de televisión LG LCD M2250DM (55cm).
- Cámara fija Airspacecctv (Sam -1799).
- Cámara móvil domo Samsung SCX-DF300W.
- 1x altavoz Bose.

- Cama de hospital, mobiliario de pared y armarios. Tomas de vacío y de oxígeno en la pared. Teléfono e interfono.
- Mobiliario clínico: Carro de parada, carro de curas y mesa de Mayo.
- Electromedicina: monitor-desfibrilador con electrocardiografía, monitor telemático con pantalla táctil fija, pantalla de plasma para visionado de constantes vitales, bomba de perfusión, respirador mecánico.
- Aspirador de secreciones.
- Material fungible:
  - Parches de monitorización electrocardiografía, parches de desfibrilación.
  - Material cardiocirculatorio (canalización de vías periféricas, sistemas de gotero, sistemas de bomba para bomba de perfusión, apósitos de sujeción, llaves de tres pasos, jeringas, agujas etc.).
  - Sueroterapia en plástico y cristal. De 500 ml y de 100 ml.
  - Material para control de la vía aérea y oxigenoterapia (mascarillas reservorio, gafas nasales, mascarilla tipo Venturi, balón resucitador, alargaderas, tubos endotraqueales, cánulas de Guedell, etc.).
  - Medicación en pastillas, ampollas y viales.
  - Material de cura con gasas, compresas, algodón, vendas, antisépticos y apósitos. Recipientes para material punzante y biopeligroso.



Imagen 4. Imágenes desde diferentes perspectivas de la sala principal de simulación. Fuente: Elaboración propia.

MODELO	Descripción	Compuesto por:	CARACTERÍSTICAS				
			Características Vía aérea		Características cardíacas		Características Ojos
			Características	Complicaciones	Características	Complicaciones	
SIMMAN 3G	Simulador avanzado de paciente adulto autónomo, compresor integrado en pierna derecha, comunicación inalámbrica con el PC de instructor y monitor del paciente.	Simulador de paciente adulto, articulado, accesorios y recambios, ropa, maletas de transporte.	Apertura y cierre de la vía aérea de manera automática y manual. Respiración espontánea simulada. Hipertensión/maneja frente-menton. Tracción mandibular con mandíbula articulada	Detecta la posición correcta de la cabeza. Movimiento cervical limitado. Trismus	Biblioteca muy amplia de ECG. Monitorización del ECG (4 cables) Monitor ECG de 12 derivaciones. Defibrilación y cardioversión. Marcapasos.	BCP (Conforme con las recomendaciones 2000)	Papado - lento, normal y rápido
	Controlado de forma remota por un tablet PC que se comunica directamente con el maniquí a través de WLAN, funcionando completamente en entorno de Windows.	Tablet PC para control del instructor y Tablet PC que incorpora la funcionalidad de monitor de paciente simulado. Software	Intubación orotraqueal y nasotraqueal. Intubación retrógrada. Intubación fiberoptica. Permite el uso de Combitube, mascarilla laringea y otros dispositivos para la instrumentalización de la vía aérea.	Posibilidad de activar situación de poder intubar y no ventilar. Posibilidad de activar situación de no poder ventilar ni intubar	Sonidos cardíacos - diferenciados en 4 áreas. Sonidos cardíacos incluyen: Sondo normal, estenosis aortico-aórtica, estenosis aórtica, soplo sistólico-soplo diastólico	Las compresiones torácicas de BCP generan pulso palpable, presión sanguínea y ECG	Abiertos, cerrados y semi-abiertos
	Baterías recargables mas 4 horas de autonomía	Pulsómetro simulado. Exhalación de CO2. Saturación de oxígeno (SpO2) con curva.	Aspiración oral y nasofaríngea. Ventilación con resucitador. Elevación del pecho bilateral y unilateral	Edema de lengua. Obstrucción faríngea. Laringoespasmo. Gargateo	Presión sanguínea medida manualmente por auscultación de sonda de Korotkoff	Fuerza y resistencia de las compresiones realista	Reacción pupilar-Sincrónica/asincrónica/Reacción normal y lenta
	Reforzado internamente con revestimientos de aluminio y acero inoxidable, que garantizan su uso optimo en condiciones ambientales extremas.	WebCam, que permite la grabación de video/áudio durante los casos. Auriculares/casco c/microfono incluido	Sonidos respiratorios normales y anormales. 3 lugares para la auscultación anterior. 6 lugares para la auscultación posterior	Movimiento del pecho unilateral y bilateral. Sonidos respiratorios unilaterales, bilaterales con focalización en los diferentes lóbulos	Sensores que detectan y registran el pulso. Pulso carotídeo, femoral, braquial, radial, pedio, popliteo, y tibial posterior sincronizados con ECG. Fuerza de pulso variable.	Detección de profundidad, momento y frecuencia de las compresiones.	
	Almacena la información de los casos en el propio equipo de cara a garantizar en todo momento el mantenimiento de los datos y evitar pérdidas de información.	Kit de etiquetas para la detección por radiofrecuencia de fármacos y técnicas de vía aérea. Kit de heridas.	Sonidos respiratorios: Sondo normal, neumonia, roncus, estridor, sibilancias, crepitantes gruesos, crepitantes finos, crepitantes de base, roncus con gorgoteos, roncus pleural.	Tirocentesis - bilateral. Inserción bilateral de tubo de tórax	Acceso vasculares. Acceso intravenoso (brazo derecho). Acceso intrateal (tba y externos). Reconocimiento automático de fármacos	Feedack en tiempo real con el sistema Quality-CPR	

Tabla 3. Descripción técnica de característica y funciones del simulador a escala real Laerdal SimMan Essential®.Fuente: Elaboración propia.

- **Sala de control y mandos** (Imagen 5). Esta sala es desde dónde el instructor maneja el simulador mediante su software, está separada de la sala contigua a través de espejos opacos que solo dejan ver en una dirección (la del instructor) (Imagen 6). Esta sala está dotada de:

- Mesa escritorio.
- Router Cisco Linksys E4200.
- Conmutador de imagen Aten Video Matrix VS202.
- Joystick Sony RM-BR300.
- Ordenador portátil Táctil Leonovo Tablet X220 Core I5vPro.
- Ordenador de mesa Dell Pentium Inside.
- Pantalla de ordenador Dell LCD 17".
- 2x altavoces ordenador de mesa Genius.
- Sistema de audio: L-tronik EPQ4120 (4Channel Amplifier).
- Sistema de video: UD (px89).



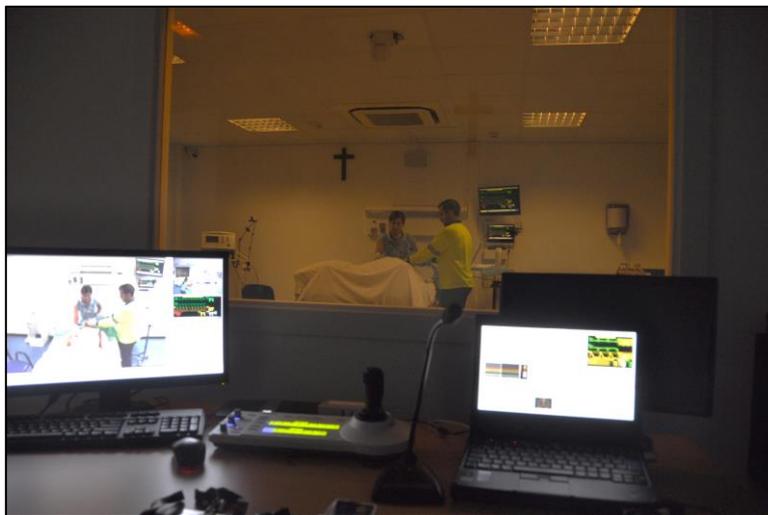
Imagen 5. Imágenes de la sala de control y detalle de Software Laerdal®. Fuente: Elaboración propia.

- **Aula debriefing/Discusión:** Se utiliza para la discusión de los escenarios resueltos en la sala principal, tiene una capacidad para unas 30 personas cuenta con un equipo informático interconectado con la sala de control y un proyector

para el visionado de las imágenes. Las especificaciones técnicas de esta sala son las siguientes:

- Ordenador HP Compaq Pentium IV.
- 2x altavoces Bose aula debriefing.
- 2x altavoces PC proyector Genius 50 Hz.
- Pantalla proyector 3M.
- Proyector Panasonic PT- VW330.

En nuestro estudio esta sala se utilizó para aislar al médico encargado de la tutorización del escenario asignado.



*Imagen 6. Visión del instructor desde la sala de control a través del cristal opaco. Fuente: Elaboración propia.*

#### B. Google Glass. Versión V1.0. (Tabla 4)

Características técnicas de Google Glass® V1.0:	
Versión	V1.0 con RAM 1GB
Procesador	OMAP 4430 (Doble núcleo) a 1.2 Gigahertz
Pantalla	Protector con prisma con resolución 640x360 píxeles.
Almacenamiento	16 gigas total (sin incluir S.O.)
Cámara	5 mpx
Conectividad	Micro USB, bluetooth 3.0, Wifi 802.11 b/g,

Altavoz	Conducción ósea
Software Google Glass®:	Glass Explorer Edition (XE) 22 basado en Android 4.4.2

Tabla 4. Características técnicas de GG en la fase de prueba. Fuente: Elaboración propia.

### C. Google Glass. Explorer Edition XE V2.0

Características técnicas de Google Glass® Explorer Edition V2.0:	
Versión	V2.0 con RAM 1GB
Procesador	TI OMAP 4430 (Doble núcleo) a 1.2 Gigahertz
Pantalla	Protector con prisma con resolución 640x360 píxeles. Pantalla de 25" con HD
Almacenamiento	16 gigas total (sin incluir S.O.)
Cámara	5 mpx,
Conectividad	Micro USB, bluetooth 3.0, Wifi 802.11 b/g,
Altavoz	Conducción ósea + mono Earbud®
Software Google Glass®:	Glass Explorer Edition (XE) 22 basado en Android 4.0.4 Ice Cream Sandwich

Tabla 5. Características técnicas de GG V2.0 en la fase de prueba. Fuente: Elaboración propia.

### D. Ordenadores portátiles utilizados para la transmisión con GG:

- MacBook Pro (2011) con procesador Core i5 2.4Ghz (Doble núcleo), con gráficos Intel HD 3000, memoria de 8GB, pantalla de 13" (1280x800) y sistema operativo OSX Yosemite.
- Asus Pro V55VA con procesador Core i5 2.5Ghz (Doble núcleo), con gráficos Intel HD 4000, memoria de 4GB, pantalla de 15" (1366x768) y sistema operativo Windows 8.

### E. Teléfonos Móviles utilizados para la transmisión con GG:

- iPhone 5S, iOS 8.1, Bluetooth 4.0, Hasta 4G (utilizado en 3G), Auriculares estéreo Apple Earbud® con micro incorporado.
- Samsung Galaxy Note 3. Android V4.4.4, Bluetooth 4.0, Hasta 4G (utilizado en 4G), Auriculares Samsung EHS64AVFWE con micro incorporado.

F. Dispositivos de red: Punto de Acceso Wifi Juniper WLA 552. Doble radio 2.4Ghz y 5Ghz (2.4Ghz usado), 4 antenas, Cobertura omnidireccional, 802.11 a/b/g/n (“n” utilizado para portátiles, “g” para Google Glass®), Seguridad WPA.

G. Material para la caracterización del actor y otros necesarios para la simulación de un accidente de tráfico en exterior.

Como *recursos humanos* necesarios contamos con un actor caracterizado, un ingeniero informático, un instructor en simulación clínica y dos enfermeros.

#### 3.2.1.2. Desarrollo de la Fase Previa 1:

Durante esta fase se realizaron conexiones con ambas versiones de GG, las cuales son prácticamente iguales y solamente fueron utilizadas para su aplicación de videoconferencia, en esta fase no se utilizó sin auricular como Earbud®. Estas conexiones se realizaron de diferentes formas patrones de calidad de transmisión (Imagen 8) para lograr el objetivo mencionado con anterioridad y en el transcurso de esta sesión se detectaron los siguientes problemas:

a) La red Wifi disponible, que emite para toda la universidad, era insuficiente ya que el dispositivo no se podía conectar a dicha red por estar fuera de rango. Por lo que no se podía emitir en *streaming*. Para solucionar este problema se plantearon varias opciones:

- La primera de las soluciones fue solicitar la ampliación de potencia de la red Wifi mediante la colocación de repetidores.
- La segunda conectar las gafas a una red Wifi privada de un *smarthphone*.

- Y la tercera conectar las gafas mediante un cable USB una red fija de Internet.

b) Al no poder emitir esta primera vez en *streaming* utilizamos para probar el dispositivo la opción de grabar en vídeo y después descargar el contenido en un PC portátil y así probar los ángulos de visión y la calidad de imagen que recibiría el interlocutor.

c) En un primer momento apreciamos que el portador de las gafas la primera vez que las utiliza, percibe una disminución del campo visual y un déficit de atención a la técnica que realiza por estar pendiente de la pantalla del dispositivo. Esta sensación desaparece en un corto periodo de tiempo, en el cual el profesional se adapta al dispositivo y aprende a manejarlo.

d) También observamos que cuando se realizan técnicas que precisan mucho movimiento tipo RCP, las gafas no son útiles ya que las imágenes que recibiría el interlocutor serían demasiado movidas.



Imagen 7. Detalle de las comprobaciones técnicas del dispositivo por parte del ingeniero informático.  
Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.2. Fase previa 2: valoración de calidad de imagen durante la emisión a tiempo real (*streaming*).

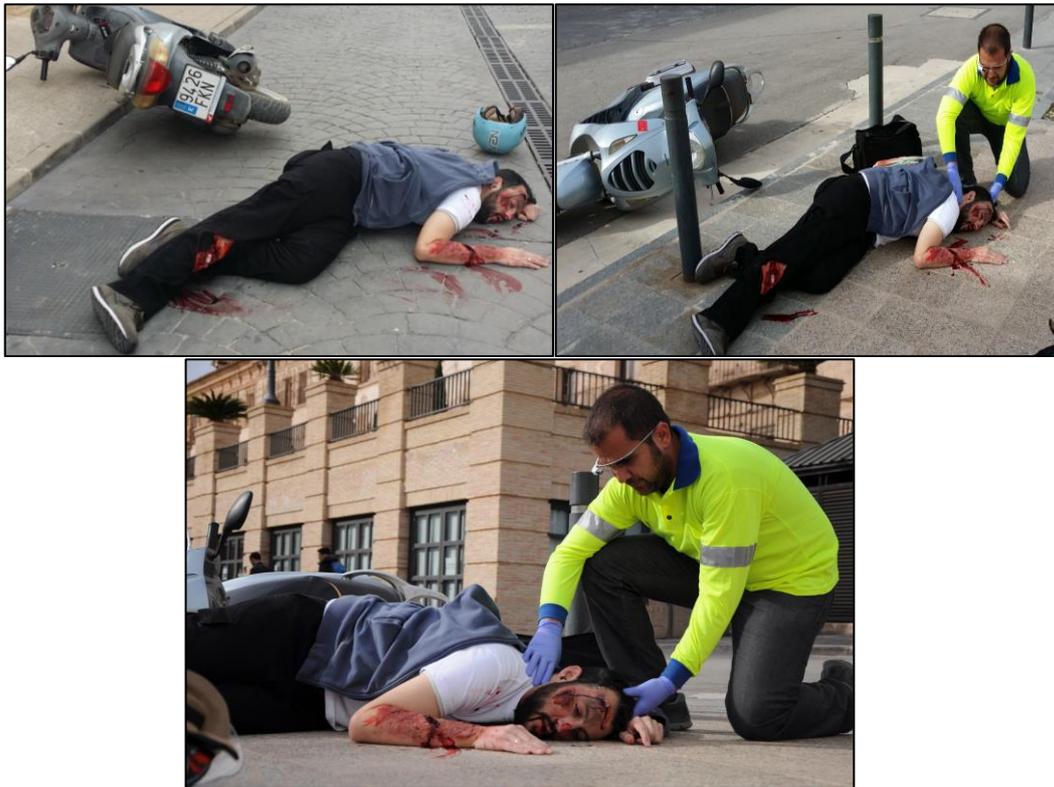
En esta ocasión se decidió analizar las diferentes calidades imagen que era capaz de transmitir el dispositivo y las posibles incidencias que conllevaran la elección de una calidad u otra. Ya que a más calidad de imagen más se dificulta la retransmisión a tiempo real de éstas imágenes y se congelan o pixelan las imágenes retransmitidas.

Las cuatro calidades de imagen con las que podemos emitir en videoconferencia con GG son:

- 320x240 pixeles, a la que denominamos calidad baja.
- 1024x576 pixeles, a la que denominamos calidad media.
- 1280x960 pixeles, a la que denominamos calidad alta.
- 1920x1080 pixeles, a la que denominamos calidad superior.

Para probar las diferentes calidades se prepararon dos entornos simulados con diferentes condiciones, una en el exterior del edificio y otra en el interior del edificio en un entorno más controlado.

De los dos entornos simulados, en el primero recreamos un accidente de motocicleta en la vía pública (concretamente en una de las calles aledañas al pabellón 7 de la Universidad Católica de Murcia) en la que la víctima, un actor caracterizado, (Imagen 8) presentaba inconsciencia y politraumatismo. Dicha patología consistía en un traumatismo facial, craneoencefálico, una fractura abierta de tibia-peroné de miembro inferior derecho y una quemadura por abrasión en el antebrazo derecho. El objetivo de este escenario era examinar las interferencias que se podrían dar al emitir en exterior y en analizar si la calidad de retransmisión de imágenes que contenían heridas era suficiente para realizar un diagnóstico posible de la patología que presentaba la víctima.



*Imagen 8. Detalles de escenario simulado para la grabación en exterior fotografía tomada con cámara fotográfica diferentes ángulos. Fuente: Elaboración propia.*

El segundo entorno consistía en la retransmisión de la monitorización de un paciente en diferentes soportes en la sala de simulación como se muestra en la imagen 9. Un ECG en papel, en pantalla táctil y pantalla de TV de plasma convencional además de un monitor desfibrilador portátil de uso habitual en ambulancias medicalizadas.

El objetivo de este escenario, como en el anterior, era examinar las interferencias que se podrían dar al emitir en interior de la sala, que a priori deberían ser menos ya que la red Wifi no estaba sometida a las inclemencias meteorológicas, y en analizar si la calidad de retransmisión de imágenes que contenían detalles como la monitorización y electrocardiografía eran apropiados.

Una vez preparados los escenarios pasamos a realizar las emisiones en tiempo real entre las GG y un PC colocado a distancia fuera del escenario

simulado siguiendo el mapa de conexiones representado en la figura 5 procedimiento durante el cual se midió la señal de Wifi tanto en la calle como en la sala de simulación a fin de diagnosticar los fallos de los diferentes dispositivos además de caídas y/o interferencias de la señal de Wifi. A su vez estas emisiones de vídeo y sonido a tiempo real fueron grabadas por el ordenador que recibía la señal de las GG para su posterior reproducción y análisis.



*Imagen 9. Detalle de escenario simulado, visualización del ECG en formato papel. Elaboración propia.*

Se realizaron 4 pases de cada uno de los escenarios de manera protocolizada, realizando los mismos movimientos en cada pase y con la misma duración, consiguiendo así minimizar variables.

#### *3.2.2.1. Recursos materiales y humanos.*

En este estudio se utilizaron los mismos recursos materiales mencionados en el apartado anterior, sumándole la participación del actor y todos los materiales necesarios para su caracterización y la recreación del accidente de tráfico en el exterior como son la motocicleta y el casco.

### **3.2.3. Fase previa 3: valoración de la transmisión por expertos en TM.**

En esta fase pretendemos elegir la calidad de emisión con GG para la posterior utilización en la fase experimental. Para que esta elección no fuera realizada por los investigadores se decidió que un grupo de expertos en emergencias visionaran la totalidad de los vídeos y ellos mismos bajo su criterio profesional determinar cuál de las calidades sería la óptima para la aplicación de TM. Por lo que se diseñó un estudio transversal y observacional.

#### *3.2.3.1. Muestra del estudio:*

El Centro Coordinador de Emergencias de la Región de Murcia, está compuesto por diferentes elementos coordinadores, como son la atención de urgencias sanitarias y socio-sanitarias, extinción de incendios y salvamento, seguridad ciudadana y Catástrofe o calamidad pública (Protección Civil). La coordinación de atención de urgencias socio-sanitarias gestionada por Gerencia de Emergencias (061) de forma diaria está compuesta por 3 médicos, 1 enfermero, 4 técnicos/telefonistas encargados de la movilización de recursos de soporte vital avanzado, y dos técnicos/telefonistas encargados de la movilización de las ambulancias no asistenciales. El equipo completo de profesionales asciende a 18 médicos, 6 enfermeros y 30 técnicos/telefonistas sumando un total de 54 profesionales sanitarios.

La población a estudio en este caso fueron los profesionales (médicos, enfermeros y técnicos) en emergencias sanitarias del Centro Coordinador de Emergencias (CCU) de la Región de Murcia. Como criterios de inclusión se estableció que fueran trabajadores en activo del CCU en sus diferentes categorías profesionales con más de 2 años de experiencia en el puesto de trabajo actual. Y como criterios de exclusión se estableció la negativa a la participación en el estudio.

### 3.2.3.2. Desarrollo de la Fase previa 2:

El visionado de los vídeos se realizó en el despacho del CCU en el puesto de trabajo número 9. La emisión de los vídeos fue de forma aleatoria a cada profesional, además estos vídeos se encontraban codificados a fin de que no conocieran que calidad pertenecía a cada vídeo para no sesgar los resultados. Tras mostrárselos cumplieron una encuesta de opinión compuesta de datos socio demográfico, preguntas tipo test y dos escalas Likert (Anexo 1).

## 3.3.METODOLOGIA DE LA FASE EXPERIMENTAL.

Tras la fase previa, iniciamos el diseño de la fase experimental, donde desarrollaremos el procedimiento asistencial y técnico por el cual dos profesionales sanitarios interactúan mediante GG para la valoración, diagnóstico y tratamiento de un paciente en una situación clínica determinada, analizando mediante simulación clínica de alta fidelidad el tratamiento de la fibrilación ventricular y el manejo de la vía aérea en un paciente inconsciente.

Esta fase del estudio se diseñó como un ensayo prospectivo aleatorizado de simulación clínica realizado en la Universidad Católica de Murcia entre noviembre 2014 y febrero 2015. Este trabajo fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad y todos los participantes consintieron formar parte del estudio y autorizaron la filmación de vídeo y captura de imágenes. (Anexo 2. Consentimiento informado participantes).

### 3.3.1. Muestra del estudio.

Se realizó una convocatoria abierta dirigida a médicos y enfermeros de la Gerencia de Emergencias del 061 de Murcia. El equipo de enfermería de la Gerencia de Urgencias y Emergencias de la Región de Murcia está compuesto por 17 unidades móviles. A su vez en cada unidad el equipo está compuesto por 5 médicos y 5 enfermeros, por lo que en total la Gerencia dispone de 85 enfermeros y 85 médicos en total.

Como criterios de inclusión se establecieron estar en posesión de la titulación requerida y pertenecer en el momento del estudio a la Gerencia de Urgencias y Emergencias de la Región de Murcia para ambos grupos de profesionales. Y en el caso de los médicos además de los criterios anteriores debían tener una experiencia profesional superior a 3 años, para realizar la tutela telemática.

Como criterios de exclusión para los enfermeros, se estableció que aquellos profesionales que manifestaran conocimiento previo en el manejo de las GG y aquellos que precisaran gafas correctoras. Para el grupo médico solo se estableció como criterio de exclusión no cumplir la experiencia superior a 3 años en el servicio de emergencias.

Los enfermeros que cumplieron los criterios de selección y acudieron a la cita fueron asignados mediante un método aleatorio simple 1:1 a Grupo Google Glass® (GpG) o Grupo Control (GpC).

En cada sala trabajarían a la vez un instructor en simulación clínica (de los tres posibles) y un ayudante/técnico de sala (de los tres posibles), responsables de la simulación, por lo que la responsable del proyecto fue la encargada de realizar, cada día un muestreo aleatorio simple mediante el programa Microsoft Excel®.

### **3.3.2. Recursos materiales y humanos.**

Los recursos humanos para llevar a cabo todos los experimentos son:

- Los propios intervinientes (la muestra viene definida en el apartado anterior).
- Instructor en simulación clínica (tres instructores en total)
- Técnico estándar que realizara técnicas auxiliares (tres auxiliares en total)
- Informático experto en tecnologías *wareables*, para dar soporte tecnológico.

Los recursos materiales para llevar a cabo todos los experimentos son:

- Aula de simulación clínica descrita en el apartado 3.1.1.1
- Material fungible descrito en cada escenario.
- Tecnología descrita en el apartado correspondiente.

### 3.3.3. Diseño de escenarios clínicos simulados.

La simulación clínica, nos ayudara a crear escenarios controlados con diferentes tipos de patología que se desarrollaran exactamente igual para los diferentes grupos de profesionales proporcionándonos así una homogenización del suceso y así poder evaluar las competencias del profesional que ofrece la atención en el caso clínico concreto creado para el experimento.

Para ello se precisa diseñar estos escenarios de forma previa, y posteriormente estudiarlos junto con los instructores para poder consensuar las diferentes alternativas que pudieran plantearse durante la simulación y así crear criterios objetivos de suspensión del escenario, duración, eventos no admitidos, etc. El diseño del escenario previo facilita el desarrollo del mismo, evita las improvisaciones y en medida de lo posible contempla todas las variables de asistencia admitidas para la resolución del caso.

Por todo ello nos reunimos el equipo de simulación (instructores, ayudante/técnico de sala y la responsable del estudio para definir criterios, variables y objetivos a conseguir, y así escribir un guion del caso (signos vitales, entorno, signos y síntomas, etc.). El guion debe incluir la ubicación del caso (hospital, calle, etc.), el estado del paciente, el tiempo de ejecución disponible para resolverlo, el material disponible para su utilización y las limitaciones asociadas que podemos encontrar durante desarrollo del escenario (falta de material, no poder sacar de la cama al paciente, etc.). Se diseñaron dos escenarios distintos, intentando que el entorno clínico fuera bastante realista para facilitar la inmersión del participante en caso y así tratar el caso como si de una situación clínica real se tratara.

El primero de los escenarios, denominado de aquí en adelante "Soporte vital básico en fibrilación ventricular ("SVA-FV"), consistía en la asistencia a un paciente que sufría una fibrilación auricular (FV) que desembocaba en parada cardiorrespiratoria (PCR). El segundo escenario, denominado de aquí en adelante "Intubación orotraqueal" ("IOT"), consistía en el manejo de la vía aérea en un paciente inconsciente.

Para el diseño de ambos escenarios se crearon unas plantillas de constantes vitales y de eventos críticos mediante el programa de Laerdal Scenario Editor for SinMan 3G® descritas en los apartados siguientes.

### 3.3.3.1. Diseño escenario SVA-FV

En el escenario clínico simulado se presentó a un paciente hospitalizado consciente, con dolor torácico de tipo anginoso, náuseas, SatO<sub>2</sub> 94%, taquicardia supraventricular de complejo QRS estrecho que tras 2 minutos de simulación desencadenaba en PCR por FV. Esta situación simulada requería de una RCP con desfibrilación temprana que tras dos ciclos de masaje cardiaco (2 min cada uno), con sus correspondientes desfibrilaciones, revertía a un ritmo sinusal.

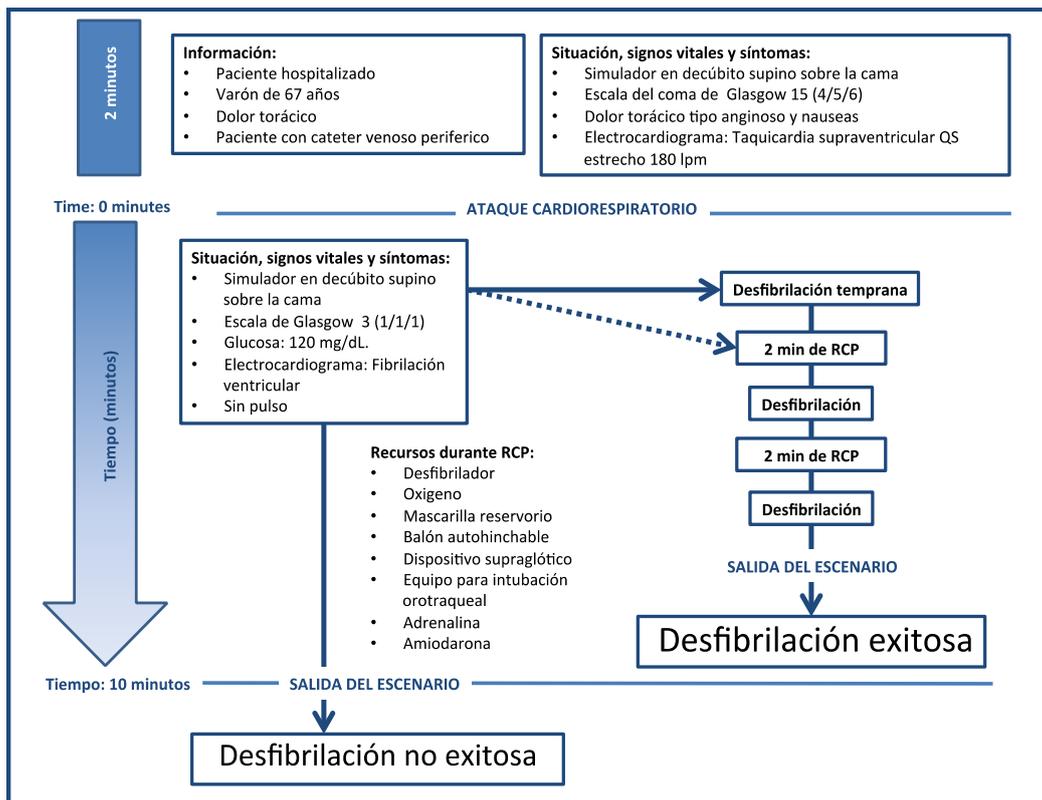


Figura 5. Diagrama de flujo escenario RCP. Fuente: Elaboración propia.

El diagrama de flujo del desarrollo de la simulación viene representado en la figura 5.

- La simulación daba por concluida cuando:
- El interviniente revertía la PCR (a ritmo sinusal).
- Transcurridos 10 minutos sin resolver el caso.
- El interviniente abandonaba el experimento.

A continuación, se expone una imagen en la que se visualiza el programa informático que se utilizó para diseñar ambos escenarios.

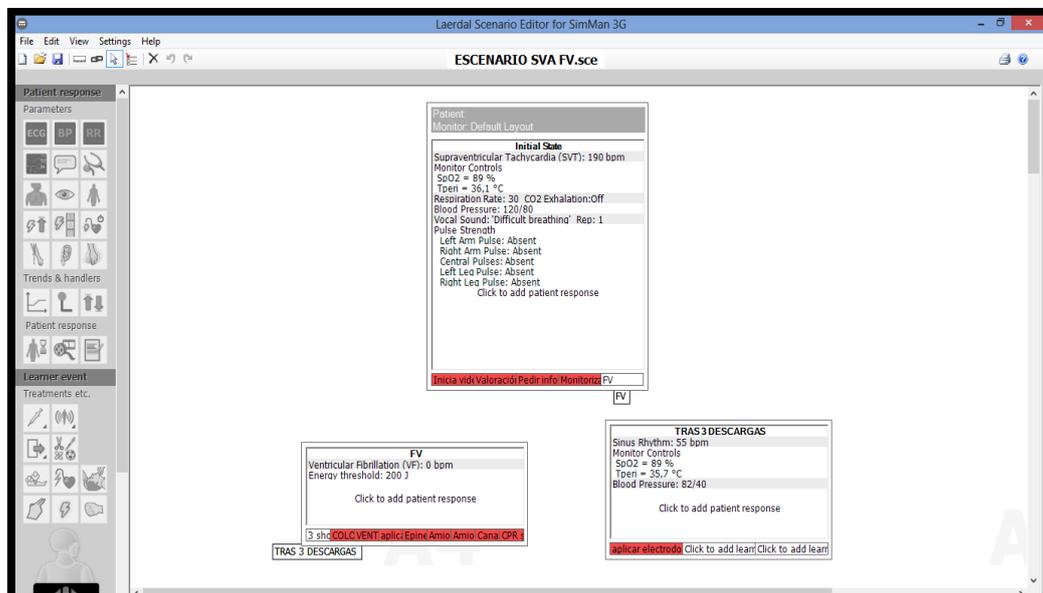


Imagen 10. Programación del escenario de FV con Scenario Editor®(86–88). Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.3.2. Diseño escenario IOT.

En este escenario se presentó a un paciente hospitalizado e inconsciente (Escala de Coma de Glasgow de 3) con hipoxia severa ( $SpO_2 < 75\%$ ) y taquicardia compensatoria. Se descartaron posibles elementos de confusión como hipoglucemia, hipotensión, consumo de drogas o fármacos, traumatismos craneoencefálicos, etc. El desarrollo de la simulación y las distintas opciones que se aceptaron como válidas y las decisiones de abandono o tratamiento no adecuado vienen representados en el diagrama de flujo de la figura 6.

El escenario se daba por finalizado por alguna de las siguientes condiciones:

- Cuando el interviniente aislaba la vía aérea (mediante intubación oro-traqueal o mascarilla laríngea) y remontaba la hipoxia (superando el 95% de SpO<sub>2</sub>).
- Transcurridos 10 minutos sin resolver el caso.
- Cuando el interviniente abandonaba el experimento.

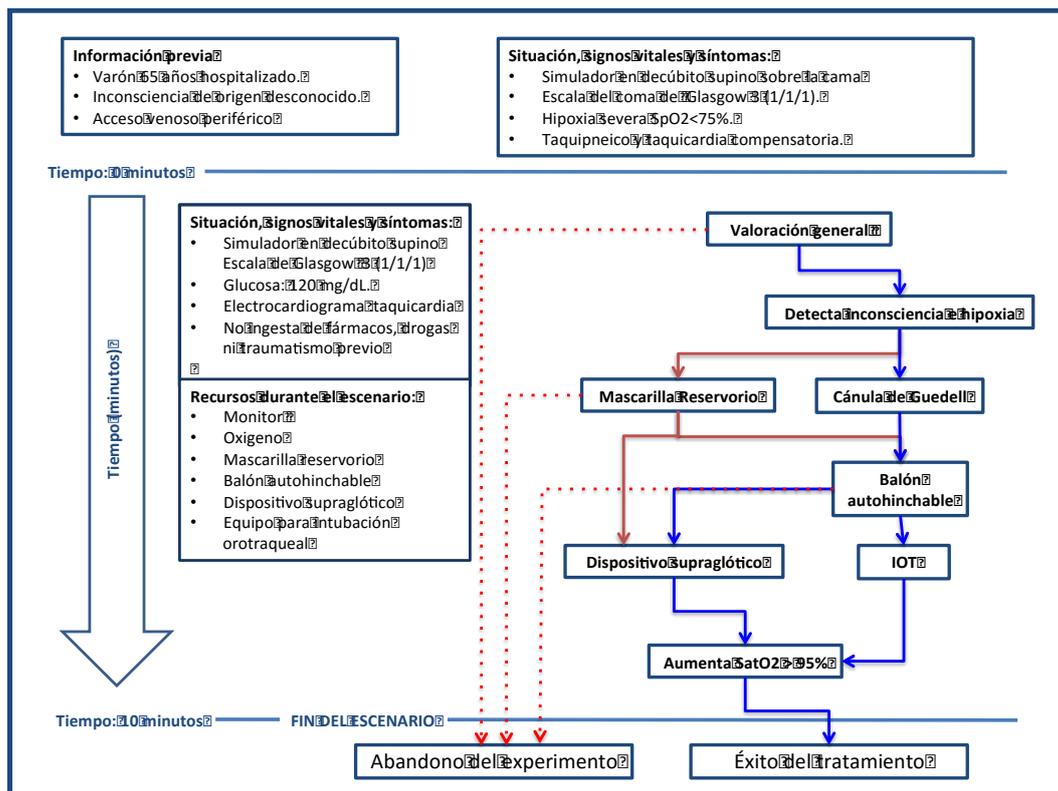


Figura 6. Diagrama de flujo escenario IOT. Fuente: Elaboración propia.

La información referida a ambos escenarios, entorno, datos clínicos, etc., fueron grabados en vídeo polimedia para así proporcionar exactamente la misma información a todos los participantes. A continuación, los enlaces de los vídeos polimedias que aportaba la información clínica del escenario.

Vídeo polimedia escenario IOT:

<https://www.youtube.com/watch?v=Gsv9U7XxmFM&feature=youtu.be>

Vídeo polimedia escenario FV-SVB:

<https://www.youtube.com/watch?v=o9geXoIYkAo&feature=youtu.be>



Imagen 11. Imágenes de la realización de la RCP por parte del grupo tutelado con Google Glass®. Fuente: Elaboración propia.

YouTube ES

poli [Media] UCAM | UNIVERSIDAD CATÓLICA DE MURCIA

**Motivo de la llamada:**

Paciente hospitalizado, que presenta inconsciencia de origen desconocido.

Escenario 3

0:13

0:13 / 1:22

Simulación Clínica - Escenario 3 - Nuria Pérez

UCAM - Universidad Católica de Murcia

UCAM [Suscribirse](#) 18.623

7 visualizaciones

Imagen 12. Captura de pantalla de vídeo polimedia introductor al escenario IOT. Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.4. Desarrollo simulación.

Los participantes en el estudio fueron citados en la Universidad Católica de Murcia en el pabellón 7 del Campus de los Jerónimos. En dicho pabellón se estableció un circuito de flujo unidireccional que permitiera aislar a los intervinientes unos de otros evitando el intercambio de información. Se utilizaron dos salas de simulación de forma simultánea. Ambas salas disponían de los mismos recursos materiales y humanos, a excepción de que en una de ellas se disponía del auricular externo para las GG mono Eardbud® para aquellos participantes pertenecientes al GpG. Y de manera aleatorizada cada participante era asignado a una sala u otra. Los pasos que se realizaron desde que el participante entro en el estudio fueron los siguientes (Figura 8):

- En primer lugar, se realizó una introducción al experimento en una sala en la cual se realizó una presentación del equipo y los roles que cada uno tenía asignados.
- Seguidamente se proyectó un vídeo polimedia con información general que cumplía el objetivo de informar al participante de todos los datos básicos, aspectos legales y éticos del estudio. Además, se informó a los participantes del material e instrumentos que tendrían a su disposición durante la simulación y se explicó el funcionamiento y características del simulador a escala real.  
(<https://www.youtube.com/watch?v=ev42i6J8ZEs&feature=youtu.be>).
- Tras recibir toda la información necesaria y resolver las dudas surgidas se firmaron los consentimientos de participación y grabación audiovisual, también se realizó una recogida de datos sociodemográficos de los participantes.
- El siguiente paso consistió en una visita guiada de acomodación a la sala de simulación para todos los participantes enfermeros en el estudio. Esta visita tuvo una duración de 10 minutos en la cual se pretendió que el participante pudiera ubicarse en el espacio y con el material y además se le presentó al profesional colaborador que les auxiliaría en la sala en caso de

no encontrar material o precisar de ayuda para realizar algunas técnicas o tareas. Este profesional se seleccionaba de forma aleatoria y era vinculado al caso. El profesional solamente podía obedecer las órdenes directas por parte del participante y en ningún momento tendría iniciativa para resolver el caso.

- En el caso de los médicos participantes en el estudio incluidos en el grupo GpG no realizaban esta visita a la sala de simulación, sino que visitaban la sala desde donde realizarían la tutela donde tuvieron una acomodación de 2 minutos al ordenador y sistema de audio. A ellos no se les presentó al personal auxiliar de la sala.
- Tras la visita guiada los participantes volvían a la sala inicial (excepto el profesional médico que se quedaba en la sala de tutela) y es a partir de este momento en el que el circuito variaba dependiendo de si el participante pertenecía al GpC o al GpG.
- En el caso del GpC, el participante justo antes de entrar a la sala de simulación visionaba un vídeo específico del caso clínico planteado que contenía la información necesaria para el inicio de la simulación (estado del paciente, signos y síntomas, antecedentes personales etc.). Tras esto el instructor de simulación daba acceso a la sala y comenzaba el desarrollo de la simulación, la cual era grabada para su posterior análisis.
- En el caso de estar incluidos en el grupo GpG, además del visionado del vídeo específico del caso a resolver estos participantes recibieron un adiestramiento en el manejo de las GG. Este dispositivo se utilizó con la aplicación *wHealth® Live Streaming for Smart Glasses* (desarrollada por Zerintia Technologies) y en el caso de la sala que disponía el auricular externo este también se utilizaba.
- En todos los casos fueron adiestrados por el mismo experto en informática y tecnología *wearable*. Tras éste adiestramiento tuvieron 5 minutos de acomodación al dispositivo durante la cual se activó la comunicación entre el enfermero que portaba las GG y el médico que ofrecía la tutela, comprobándose así el perfecto funcionamiento del dispositivo antes del inicio de la simulación.
- Tras cada simulación se realizaba una carga de batería del dispositivo con el objetivo de evitar interrupciones durante la simulación de cada caso.

Una vez realizado todo el proceso de preparación y acomodación, el instructor daba acceso al profesional y comenzaba la simulación y grabación escenario clínico.



Figura 7. Fases de desarrollo del experimento. Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.5. Opinión de los profesionales incluidos en la muestra.

Una vez finalizada la simulación a la salida de la sala todos los participantes incluidos en el GpG contestaron una encuesta con preguntas estructuradas y una escala Likert para conocer su opinión sobre el uso de las GG durante la simulación.

Se realizó un cuestionario semiestructurado, realizado ad hoc, impreso con preguntas abiertas para autoentrevista(89), cumplimentado de manera anónima al finalizar la simulación (Anexo 4). Tras la grabación es la recogida de los datos se realizó de manera independiente por dos profesionales sanitarios, un médico y una enfermera, cada uno con más de 5 años de experiencia en urgencias, que alcanzaron un consenso sobre los datos.

### 3.3.6. Análisis estadísticos y variables.

#### 3.3.6.1. Análisis estadístico escenario: FV-SVB.

La variable principal de este escenario fue la correcta IOT (V1) determinada por el sensor del simulador. Las variables secundarias analizadas fueron (tabla 6):

- Recaba información del proceso (V2)
- Toma de constantes vitales (V3)
- Valora nivel de consciencia (V4)
- Coloca cánula de Guedell (V5)
- Hiperextiende el cuello (V6)
- Oxigena (V7)
- Finalización completa del escenario (fija el tubo endotraqueal, infla el neumotaponamiento y recupera O<sub>2</sub>) (V8).

Tiempo	Etiqueta	Definición
V2	Información	Tiempo hasta que solicita más información sobre el paciente o lo sucedido.
V3	Constantes	Tiempo hasta que solicita o realiza la toma constantes vitales.
V4	Consciencia	Tiempo hasta que valora el nivel de consciencia.
V5	Guedell	Tiempo hasta que coloca una cánula de Guedell.
V6	Hiperextensión	Tiempo hasta que realiza la hiperextensión de la cabeza.
V7	Oxigena	Tiempo hasta que empieza a administrar oxígeno al paciente (mascarilla reservorio o bolsa autohinchable).
V8	Aislamiento	Tiempo hasta que consigue aislar la vía aérea por alguno de los métodos disponibles (Tubo endotraqueal o dispositivo supraglótico).

Tabla 6. Definición de cada uno de los puntos valorados durante la intervención en el escenario IOT.  
Fuente: Elaboración propia.

Además, se determinó el dispositivo utilizado para la intubación tubo endotraqueal (TET) o mascarilla laríngea (ML), el número de intentos para la IOT y el tiempo de apnea.

Tras la grabación de los escenarios clínicos, el programa *Debrief Viewer*<sup>®</sup> genera un archivo, del cual se obtuvieron los datos analizados mediante el *Statistical Package for the Social Sciences*<sup>®</sup> (SPSS) versión 21. Se realizaron pruebas de normalidad mediante el test Shapiro-Wilk.

Las variables cualitativas fueron expresadas mediante frecuencias y porcentajes y la comparación entre grupos se realizó mediante el test de  $\chi^2$  al cuadrado. Además, fueron expuestas a través de la media y la desviación típica y la comparación entre grupos se realizó por medio de la prueba de U de Mann-Whitney de muestras independientes planteando el contraste de hipótesis de medias distintas. Se asumió que los resultados eran significativos con un intervalo de confianza del 95% y, por lo tanto,  $p < 0,05$ .

#### 3.3.6.2. Segundo escenario: SVB-FV.

La variable principal es la realización la consecución la reanimación cardiopulmonar mediante la instauración del ritmo sinusal (V1. Consigue reanimar).

Las variables secundarias del segundo escenario fueron las siguientes: (tabla 7)

- Preparación periparada (V2)
- Detecta PCR (V3)
- Posición correcta del paciente (V4)
- Inicio compresiones torácicas (V5)
- Aplicación DEA (V6) A realización de la 1ª Descarga, B si se realizaron compresiones durante preparación y C si se reiniciaron las compresiones inmediatamente después de la descarga.
- Abre vía aérea (V7)
- Coloca Guedell (V8)
- Inicia ventilación (V9)
- Administraron fármacos (V10).

Tiempo	Etiqueta	Definición
V1	Preparación periparada	Realiza la acción de colocar los parches DESA.
V2	Detecta PCR	Tiempo hasta que reconoce la PCR. (Ritmo y/o Inconsciencia/signos vitales.)
V3	Primera intervención tras identificación PCR	Tiempo hasta que realiza la primera intervención (Inicia compresiones/aplica DESA)
V4	Posición correcta del paciente	Tiempo hasta que coloca al paciente en decúbito supino y coloca la tabla corta de RCP.
V5	Inicio compresiones	Tiempo hasta que inicia las compresiones torácicas.
V6	Aplicación DESA	Tiempo en el que el individuo realiza la desfibrilación cardiaca, si es que la realiza.
V7	Apertura vía aérea	Tiempo en el que el individuo hiperextiende el cuello del paciente.
V8	Guedell	Tiempo en el que el individuo utiliza la cánula orofaríngea
V9	Inicia ventilación	Tiempo en el que el individuo usa el BAH.
V10	Fármacos	Tiempo en el que el individuo administra fármacos.

Tabla 7. Definición de cada uno de los puntos valorados durante la intervención en el escenario FV-SVB. Fuente: Elaboración propia.

Los datos fueron analizados mediante el programa *Statistical Package for the Social Sciences*® (SPSS) versión 21. Se realizaron pruebas de normalidad mediante el test Shapiro-Wilk. Las variables nominales fueron expuestas mediante frecuencias y porcentajes y la comparación entre grupos se realizó mediante el test de la Chi Cuadrado. Las variables ordinales fueron expuestas a través de la media y la desviación típica y la comparación entre grupos se realizó por medio de la prueba t de Student para muestras independientes. Se

asumió que los resultados eran significativos con un intervalo de confianza del 95% y, por lo tanto,  $p < 0,05$ .

### 3.3.6.3. Opiniones profesionales.

El análisis cualitativo se realizó utilizando el programa de análisis MAX QDA©. Este análisis fue realizado por un profesional experto en simulación clínica y metodología cualitativa. En la encuesta realizada por los participantes (Anexo 1) se les introducían varias preguntas abiertas autoadministradas referidas al uso de las GG y a su experiencia al llevarlas puestas durante la resolución del caso clínico asignado.

Las preguntas y sus resultados fueron las siguientes:

1. “¿Te han facilitado la labor las *Google Glass*® para resolver el escenario?”.

En esta cuestión se analizaba la dimensión de “ayuda”, es decir, si los participantes percibían que el uso del dispositivo les favorecía el desarrollo de la actividad.

2. “El manejo de éste dispositivo (*Google Glass*®) ¿te ha entorpecido y/o molestado en el desarrollo de la actividad?”.

En esta cuestión también se analizaba la dimensión de “ayuda” pero de forma negativa valorando en esta ocasión todo lo contrario a la pregunta anterior.

3. “¿Has tenido problemas para interactuar con la persona que te ha tutelado la intervención?”.

En esta pregunta la categoría de análisis fue “la comunicación”, para describir si la comunicación entre ambos profesionales ayudaba o entorpecía en cuanto al desarrollo de la actividad.

Además, se realizó un estudio estadístico de los resultados de la escala Likert mediante el programa estadístico *Statistical Package for the Social Sciences*® (S.P.S.S.) Versión 21. Sobre estos datos se realizó el cálculo de las variables descriptivas (moda y porcentajes) y el contraste de hipótesis Chi-Cuadrado de Pearson para los dos grupos del estudio.

## **4. RESULTADOS**



#### 4.1.RESULTADOS FASE PREVIA.

Ante esta problemática surgida en este pilotaje de la tecnología las soluciones encontradas en el estudio exploratorio inicial fueron:

a) El problema derivado de la red Wifi, tras ponernos en contacto con los departamentos adecuados de la universidad optamos por realizar la primera opción contemplada, con lo que ampliamos la red por medio de repetidores.

b) Las GG se conectaron a Internet a través de su radio Wifi interna y además para realizar las conexiones se tuvieron que utilizar dos ordenadores portátiles, ya que la conexión al servidor RTSP (*Real Time Streaming Protocol*) ejecutándose en las GG se realiza a través del reproductor multimedia VLC® en su versión 2.1.5 para 64 bits, para cualquier plataforma tanto de escritorio como móvil. Con ello, al conectarse el reproductor (cliente), las GG recibirán la petición de transmisión del *streamy* enviarán el mismo. (Figura 5). Tras la realización de varias pruebas se comprobó tanto la baja calidad de la imagen como el gran retardo existente con el especialista, finalmente se optó por una nueva posibilidad de conexión que aumentaba la calidad de la transmisión de datos. La cuestión del retardo fue solventada utilizando la aplicación wHealth® Live Streaming for Smart Glasses, desarrollada por Zerintia Technologies®, la cual es capaz de transmitir vídeo en tiempo real a diferentes calidades, así como realizar llamadas a través de un teléfono gracias a su comunicación por bluetooth con el mismo para actuar de manos libres.

c) En el apartado c) describimos un problema de adaptación al dispositivo por lo que decidimos estudiar este suceso durante el ensayo clínico aleatorizado a fin de obtener una información contrastada con los usuarios, con lo que decidimos incluir una encuesta de opinión, como detallamos más adelante.

d) Con respecto a la realización de movimientos bruscos por parte del portador de las gafas, también decidimos estudiar éste suceso durante el ensayo clínico aleatorizado, pero teniendo en cuenta en que no

queríamos intervenir de forma alguna en la resolución de los casos, más bien decidimos, tomar una actitud observadora.

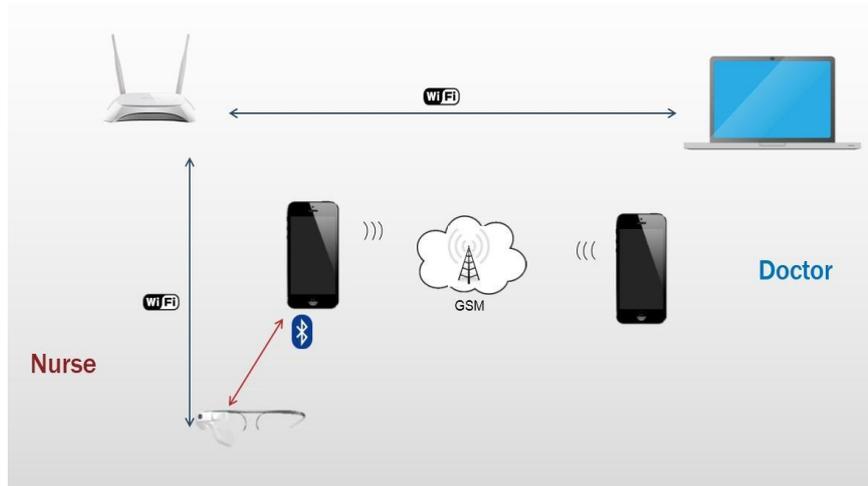


Figura 8. Mapa de la conexión de redes y dispositivos. Fuente: Elaboración propia.

Como resultado a las grabaciones y comprobaciones técnicas realizadas previas al desarrollo de la fase experimental se obtuvieron 8 vídeos a diferentes calidades, las proporcionadas por GG. Las calidades obtenidas fueron:

- Calidad 320x240 (baja)
- Calidad 1024x576 (media)
- Calidad 1280x960 (alta)
- Calidad 1920x1080 (superior).

Para la transmisión de las diferentes calidades de vídeo las GG necesitan una velocidad de transmisión predefinida, en la tabla 8 se representan una velocidad mínima y otra velocidad optima recomendada asociadas ambas a cada calidad de imagen determinada.

Durante las grabaciones se observó como principal acontecimiento adverso las interferencias producidas por el viento en la señal de Wifi provocando ralentizaciones y pixelado de las imágenes, éstas se midieron con un programa específico de medición de señal Wifi (Figura 9). Como se expone en las imágenes siguientes en la imagen A disponemos de una señal de 96% y en la imagen B una señal del 87% coincidente con una ráfaga de aire.

Calidades	Calidad mínima	Recomendada
320x240 pixeles	>256kbps	>512kbps
1024x576 pixeles	>512kbps	>1Mbps
1280x960 pixeles	>1Mbps	>4Mbps
1920x1080 pixeles	>4Mbps	>10Mbps

Kbps: kilobit por segundo Mbps: mega bits por segundo.

Tabla 8. Relación de calidad de imagen emitidas por GG con velocidad de transmisión mínima y recomendada (90). Fuente: Elaboración propia.

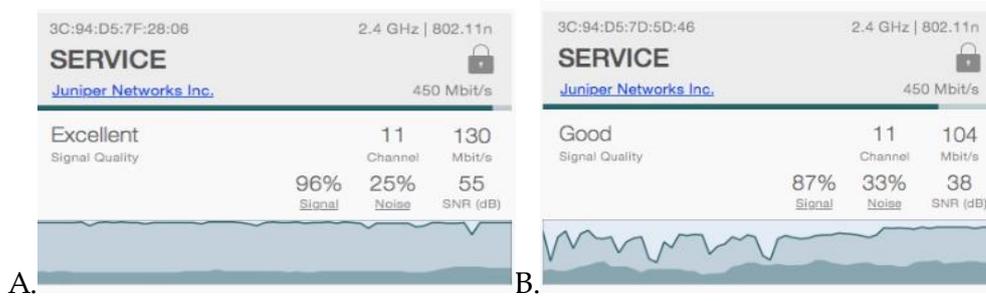


Figura 9. Caída de señal WIFI. Resultado en imágenes. Fuente: Elaboración propia.

Esta caída de señal tenía su consecuencia automática en las imágenes retransmitidas como se demuestra en la Figura 10.



Figura 10. Caída de señal WIFI. A: Con ráfagas de aire. B: Sin ráfagas de aire. Fuente: Elaboración propia.

Debido a esta problemática con respecto a las condiciones meteorológicas se decidió que las simulaciones se hicieran en salas cerradas de simulación para

evitar esta variable. Tras la obtención de estos vídeos se procedió a la valoración de los expertos del Centro Coordinador de Emergencias de la Región de Murcia. Tras la cumplimentación de la encuesta se obtuvieron los siguientes datos.

De total de los trabajadores adjuntos al CCU, participaron como muestra final 31 trabajadores de los cuales, tal y como muestra la figura 11 y 12, eran 10 médicos, 5 enfermeros y 16 técnicos. Entre ellos un 67% eran mujeres y un 33% hombres (Figura 13).

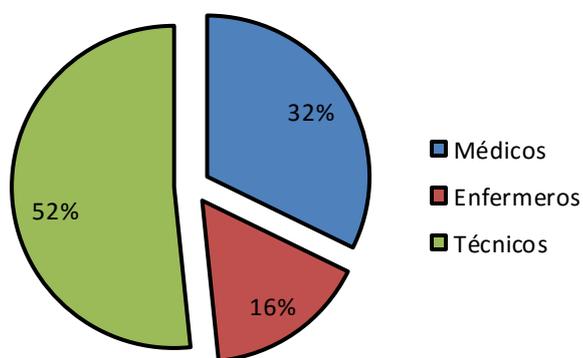


Figura 11. Distribución de profesionales del CCU de la Región de Murcia incluidos en el estudio. Fuente: Elaboración propia.

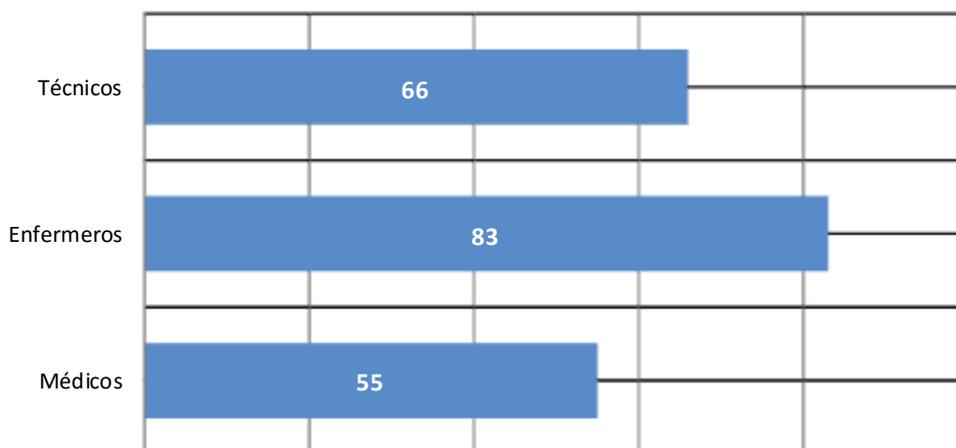


Figura 12. Porcentaje de participación de profesionales del CCU de la Región de Murcia incluidos en el estudio. Fuente: Elaboración propia.

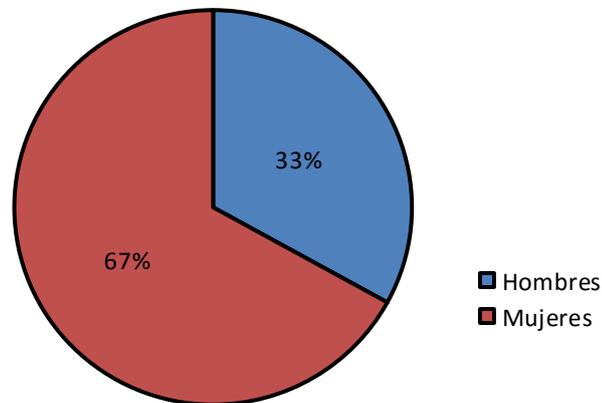


Figura 13. Distribución por género de los profesionales del CCU de la Región de Murcia incluidos en el estudio. Fuente: Elaboración propia.

La distribución por rangos de edades de los profesionales del CCU de la Región de Murcia incluidos en el estudio viene representada en la figura 14, siendo la edad más frecuente la de 51 y 60 años de edad seguida del rango de 31 a 40 años de edad.

La media de edad de tiempo trabajado en el CCU es de  $2,29 \pm 1,35$  años

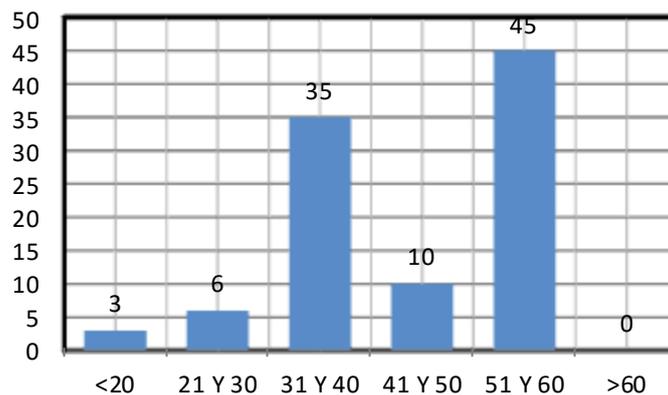


Figura 14. Distribución por rangos de edades de los profesionales del CCU de la Región de Murcia incluidos en el estudio. Fuente: Elaboración propia.

De las cuatro calidades de resolución de los vídeos expuestas por cada escenario (el escenario de accidente en motocicleta retransmitido en exterior y la

retransmisión en interior de los monitores y pantallas) los participantes, como muestra la figura 15 y 16, eligieron como calidad óptima para su utilización en TM el de menor resolución (320x240 píxeles) para los dos escenarios.

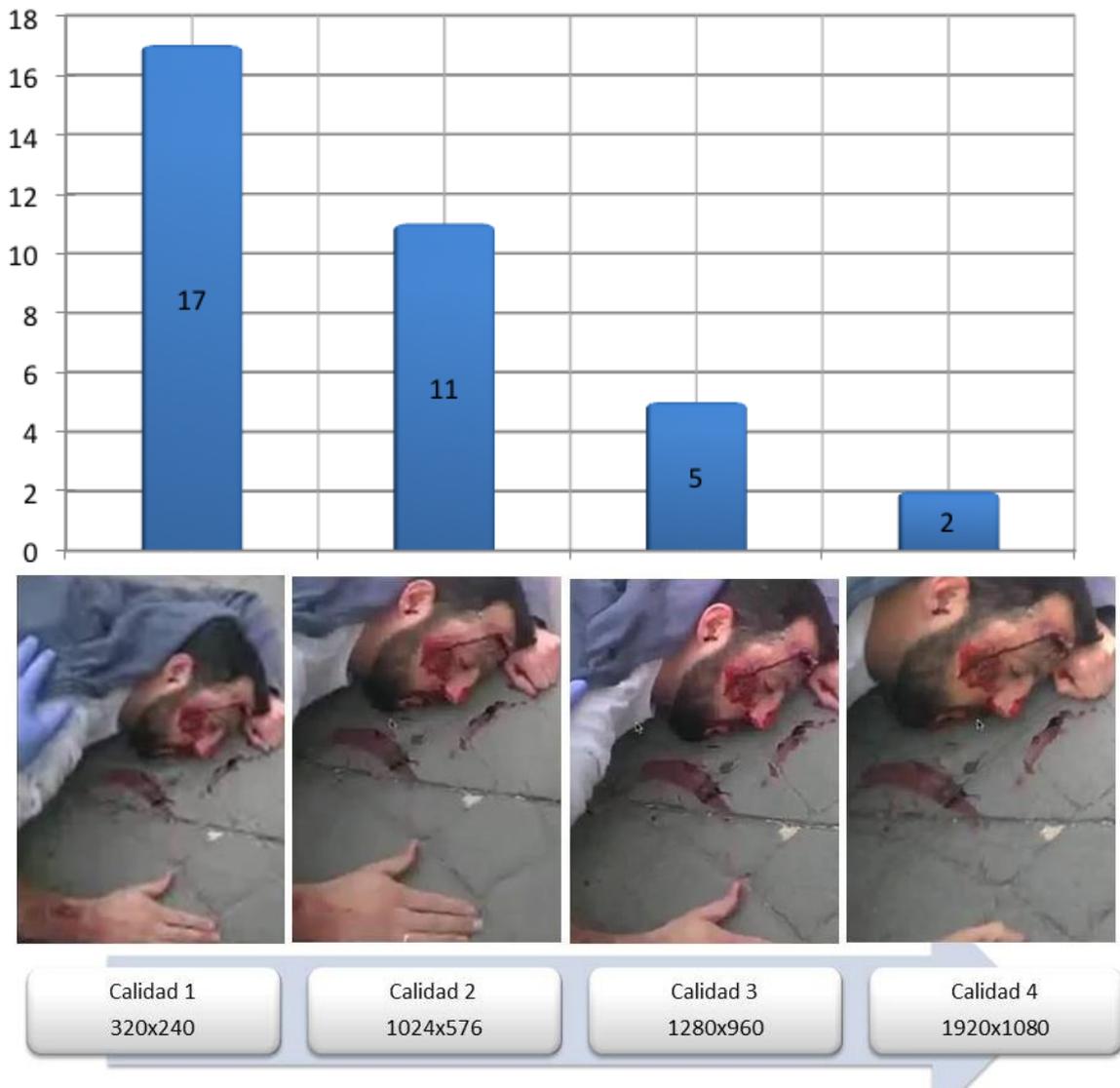


Figura 15. Resultados de calidad de vídeo que prefieren los profesionales para los vídeos grabados en exterior. Fuente: Elaboración propia.

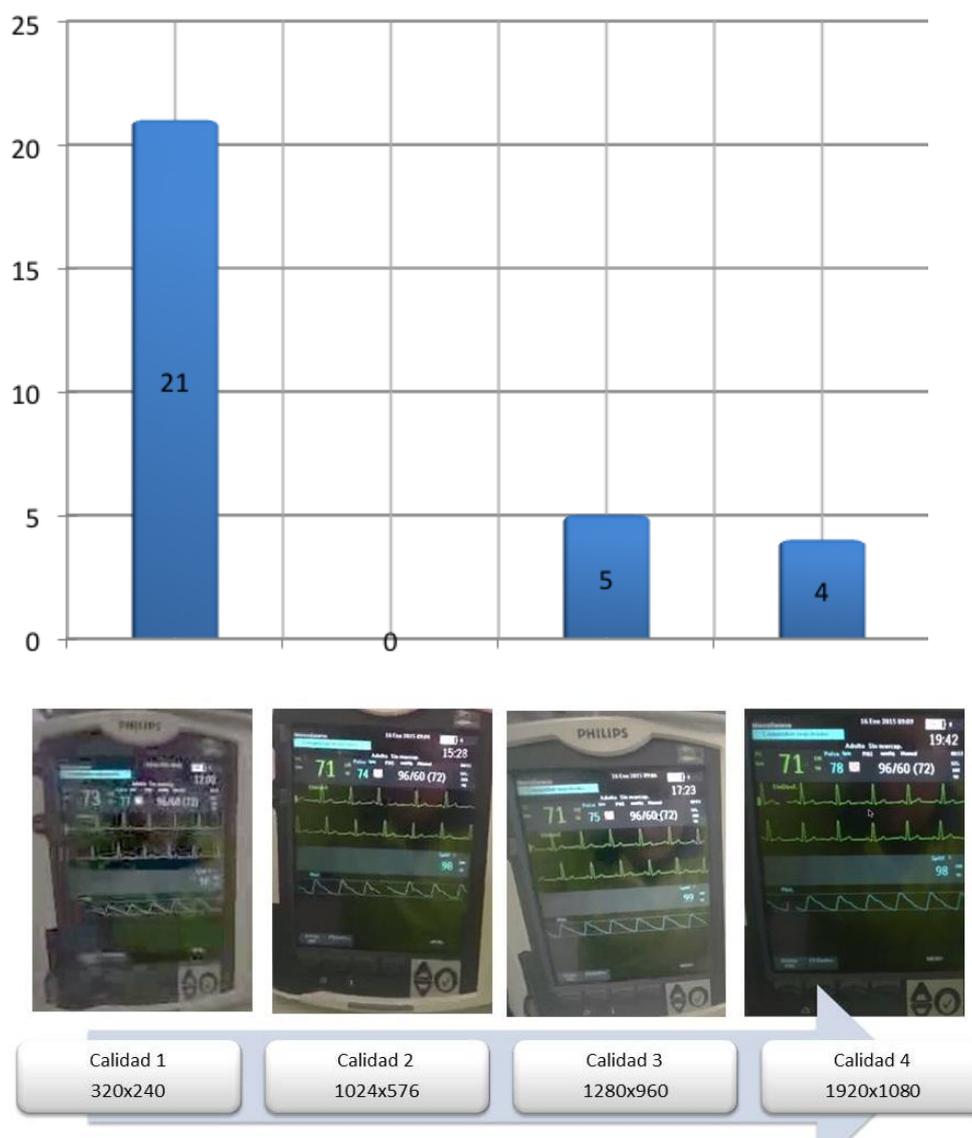


Figura 16. Resultados de calidad de vídeo que prefieren los profesionales para los vídeos grabados en interior. Fuente: Elaboración propia.

En la encuesta cumplimentada (Anexo 1) tras la elección del vídeo se realizan una serie de preguntas con tipo de respuesta Lickert para analizar más en profundidad su respuesta.

Tal y como muestra la figura 17, los resultados obtenidos mediante las preguntas referidas al vídeo grabado en exterior, exponen que más de la mitad de

los encuestados (52,9%) afirma que la calidad de imagen del vídeo es buena en confrontación con el 11,80% de los profesionales que opina todo lo contrario. El 26,50% de los profesionales no se deciden ni por una opción ni por otra.

Además, el 76,4 % de los profesionales del CCU decidieron que la calidad de la imagen es suficiente para valorar la patología del paciente y un 67,3% afirman que las heridas pueden ser valoradas con esta calidad de imagen tan baja, tan solo el 2,9% de los participantes piensa que no sea suficiente para valorar la patología o y el 8,8% que no es suficiente para la valoración de las heridas.

En cuanto a los resultados de la encuesta del vídeo grabado en interior (figura 18) también el 55,9% de los encuestados estima que el vídeo tiene una buena calidad de imagen a pesar de ser escogida la que menor resolución presenta. También más de la mitad de los encuestados expone que dicha calidad es suficiente para valorar la patología que presenta el paciente y le permite la monitorización de éste.

En este caso el 17,7% de los encuestados no le gusta la calidad del vídeo y refiere que no es suficiente para valorar la patología del paciente y un 14,9 no puede ver bien la monitorización del paciente.

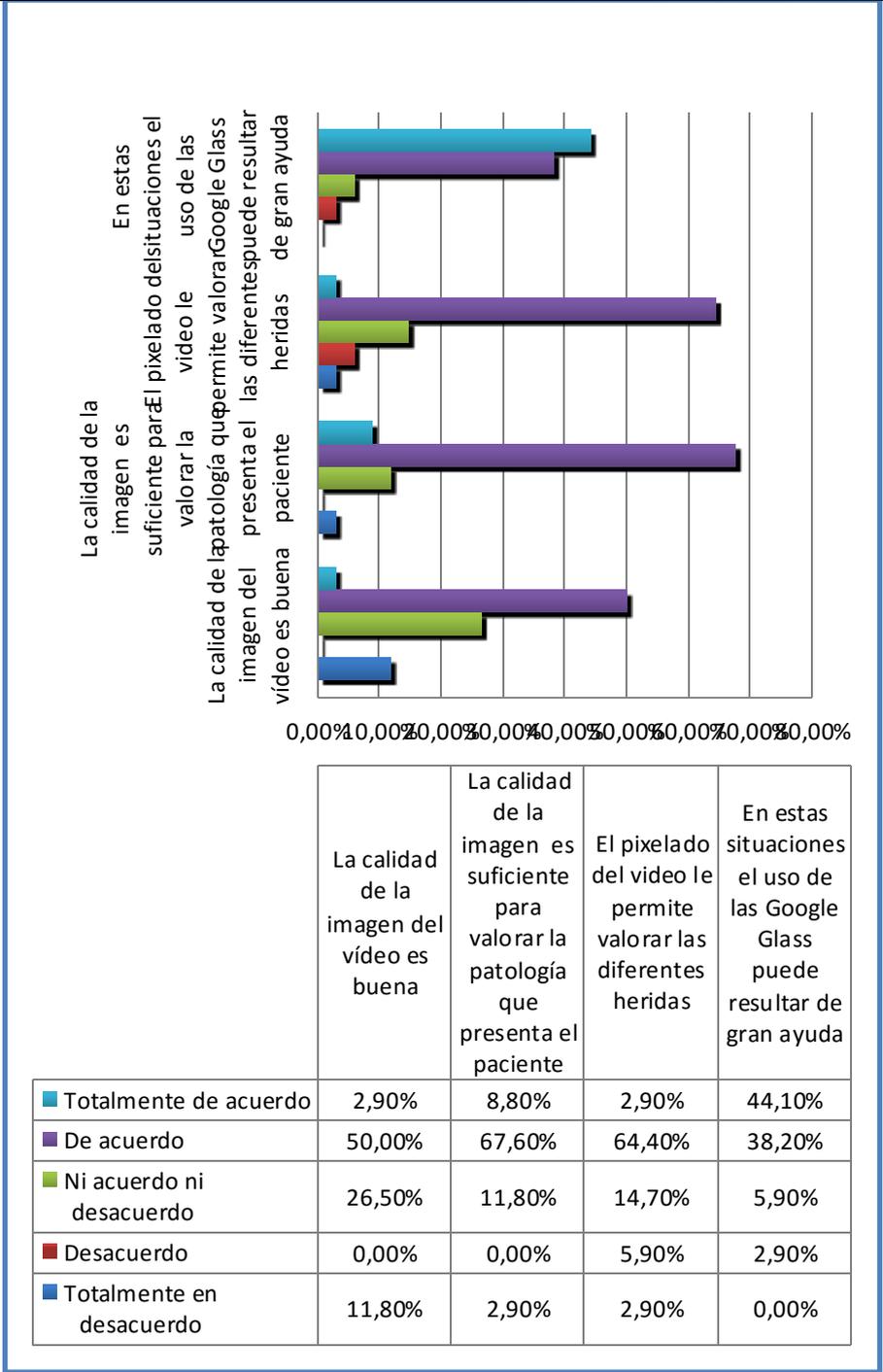


Figura 17. Resultados obtenidos mediante escala Likert del vídeo de accidente grabado en exterior seleccionado por cada uno de los profesionales. Fuente: Elaboración propia.

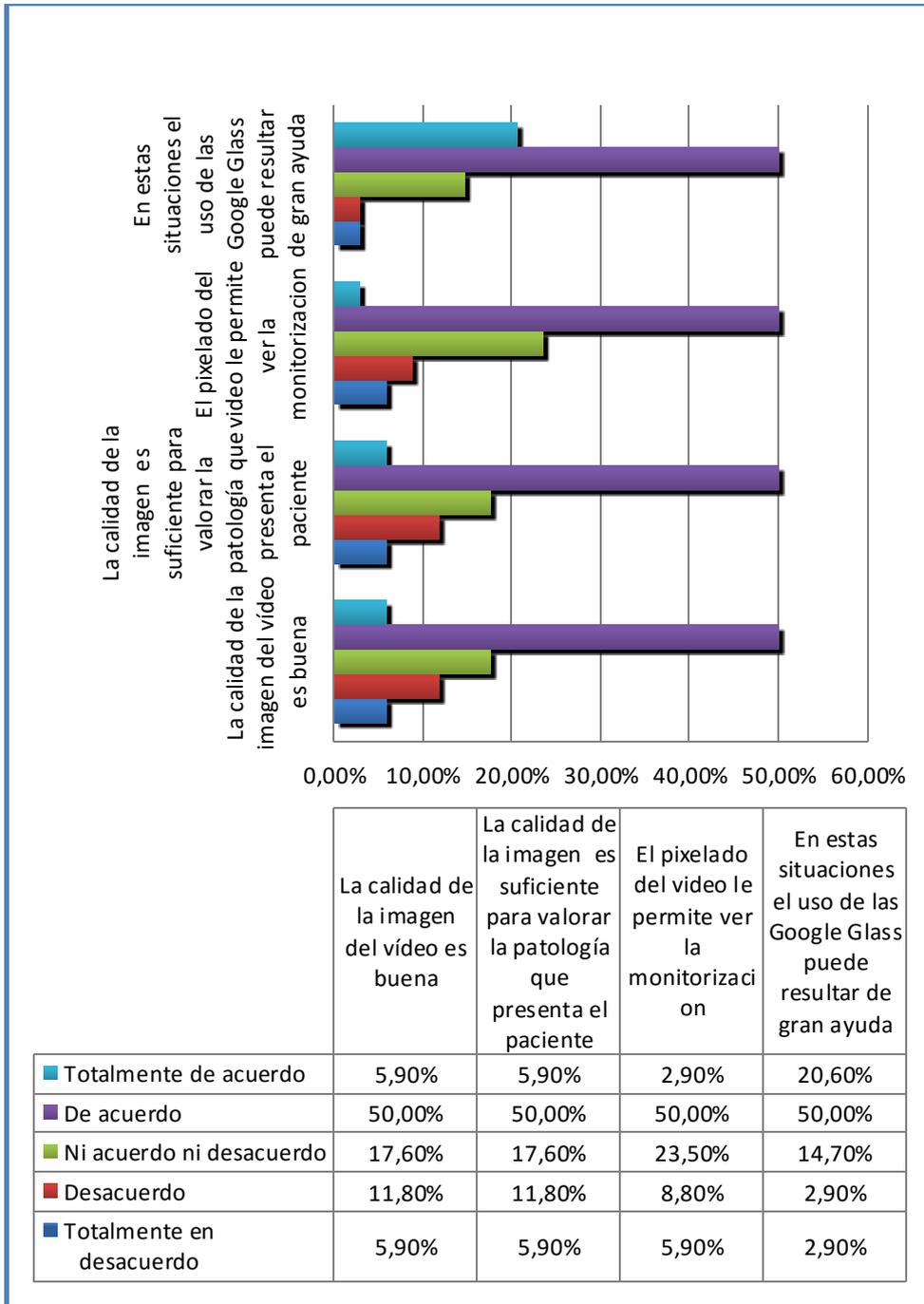


Figura 18. Resultados obtenidos mediante escala Likert del vídeo de monitores grabado en interior seleccionado por cada uno de los profesionales. Fuente: Elaboración propia.

## 4.2.RESULTADOS FASE EXPERIMENTAL.

### 4.2.1. Resultados escenario IOT.

La muestra del escenario de IOT partió de un total de 70 enfermeros inscritos, de los cuales se incluyeron finalmente 50. Nueve se excluyeron por necesidad de gafas correctoras y 11 por no acudir a la cita para el experimento. La muestra final fue asignada de forma aleatorizada a GpG (n = 25) y GpC (n = 25). Se seleccionaron veinticinco médicos para tutelar de manera telemática a los enfermeros del GpG (Figura19, imagen 13).

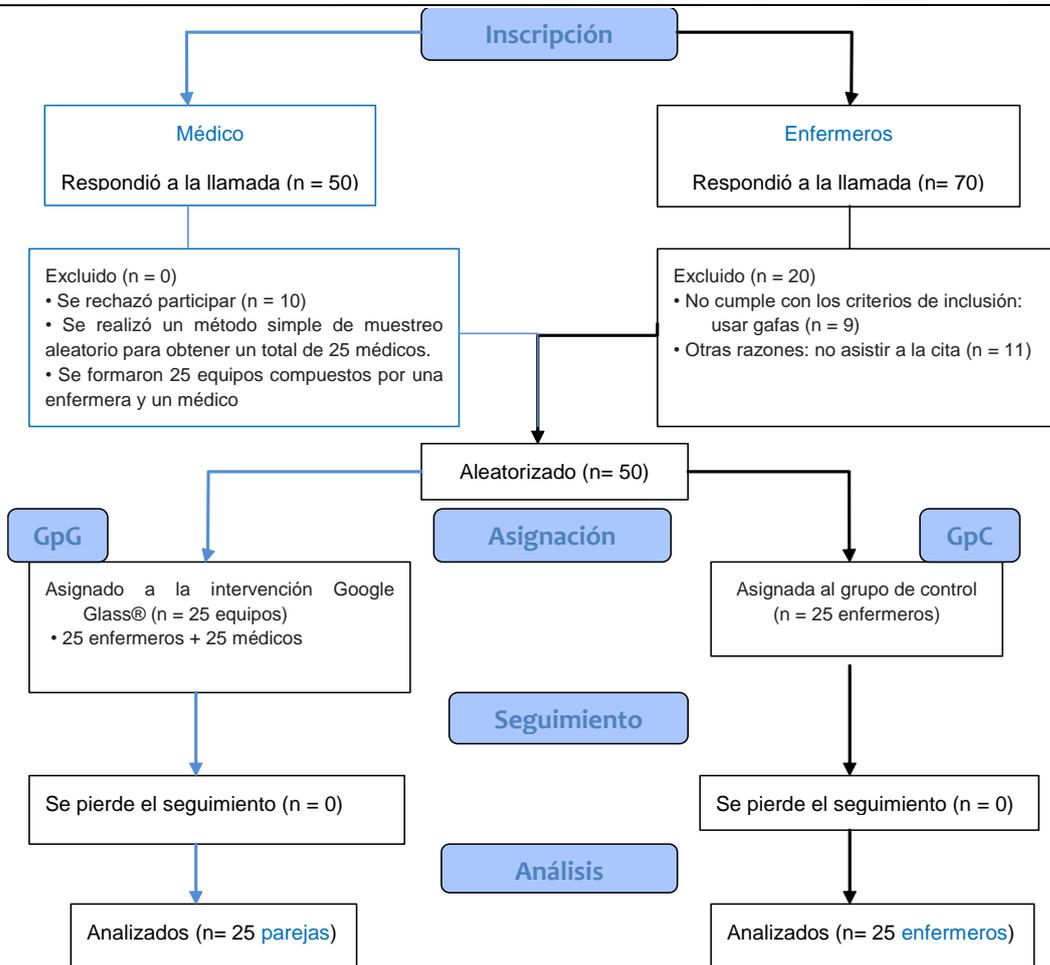


Figura 19 .Diagrama CONSORT escenario IOT. Fuente: Elaboración propia.

Los enfermeros incluidos en el estudio tuvieron una edad media de  $33 \pm 8$  años ( $34 \pm 5$  años GpG y  $32 \pm 9$  años GpC), y una distribución por sexos que era siendo 34% hombres (44% GpG y 24% GpC) y con una experiencia profesional en servicios de urgencias de  $7 \pm 4$  años ( $8 \pm 4$  años GpG y  $7 \pm 5$  años GpC).

No existieron diferencias demográficas significativas entre ambos grupos.

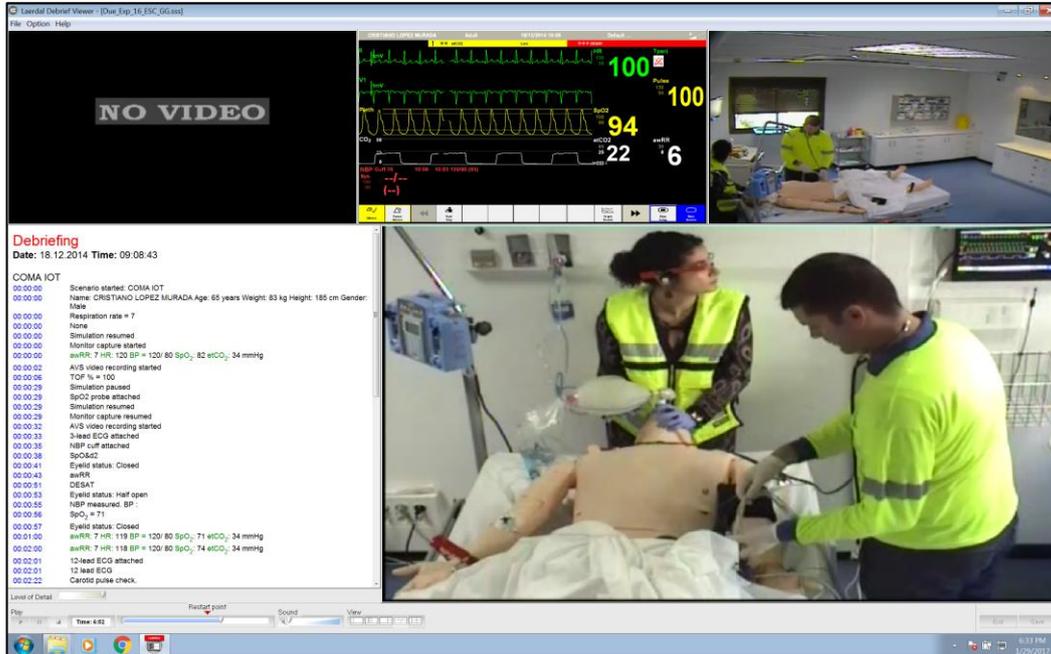


Imagen 13. Captura de imagen del escenario IOT obtenida del programa DebriefView de Laerdal®.  
Fuente: Elaboración propia.

El porcentaje de la correcta IOT (variable resultado principal) fue de un 84%, existiendo diferencias significativas entre ambos grupos (96% GpG vs 72% GpC;  $p = 0,024$ ). En la Tabla 8 se pueden ver los porcentajes de las variables secundarias, encontrando diferencias significativas con mejores resultados para el GpG respecto al GpC [V5 ( $p = 0,044$ ), V6 ( $p = 0,036$ ) y V8 ( $p = 0,037$ )].

El tiempo de realización de la correcta IOT fue 343,33 (DE 78,68) s para el GpC y 249,0 (DE 89,55) s para el GpG [diferencia de medias 94,33 (IC95% 40,69-147,96) s,  $p = 0,001$ ].

En la figura 19 se pueden ver las variables secundarias, encontrándose diferencias significativas con mejores resultados para el GpG en:

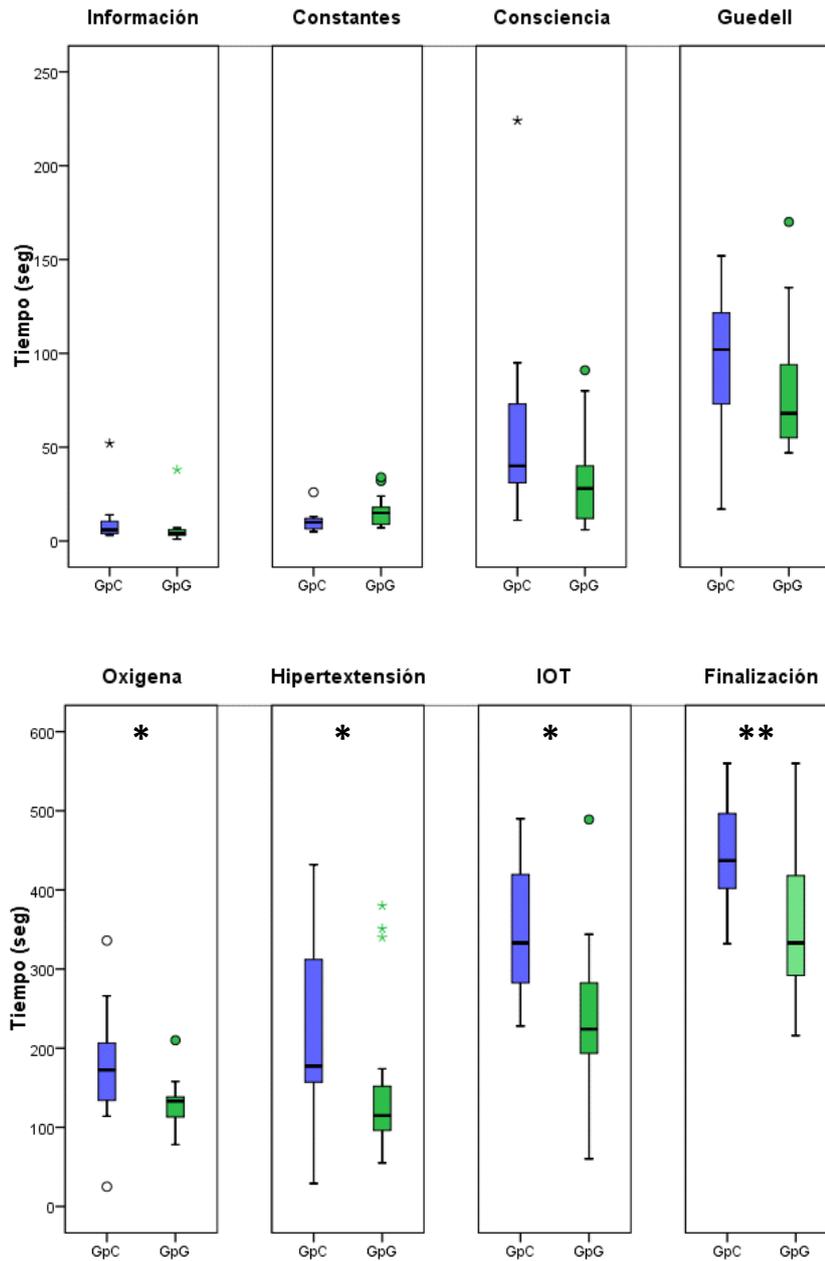
- V6 [diferencia de medias 82 (IC 95% 8,63-155,81) s,  $p = 0,004$ ]
- V7 [diferencia de medias 48,10 (IC95% 14,16-82,03) s,  $p = 0,001$ ]
- V8 [diferencia de medias 100,64 (IC95% 52,08-149,19) s,  $p = 0,001$ ]

El tiempo medio de apnea fue de 57,20 (DE 19,38) s para el GpC y 38,20 (DE 19,71) s el GpG (diferencia de medias 19,00 (IC95% 7,88-30,12) s,  $p = 0,024$ ).

	<b>Total de profesionales (N=50) N (%)</b>	<b>Grupo Control (N=25) N (%)</b>	<b>Grupo Google Glass® (N=25) N (%)</b>	<b>Valor de P</b>
<b>VARIABLES DEL RESULTADO</b>				
<b>V1. Correcta IOT</b>	42 (84 %)	18 (72 %)	24 (96 %)	0,024
<b>V2. Recaba información</b>	48 (96 %)	24 (96 %)	24 (96 %)	0,755
<b>V3. Solicita constantes</b>	50 (100 %)	25 (100 %)	25 (100 %)	-
<b>V4. Valora consciencia</b>	45 (90 %)	22 (88 %)	23 (92 %)	0,5
<b>V5. Coloca Guedell</b>	25 (50 %)	9 (36%)	16 (64 %)	0,044
<b>V6. Hiperextensión del cuello</b>	33 (66 %)	13 (52%)	20 (80%)	0,036
<b>V7. Oxigena</b>	38 (100 %)²	18 (72%)	20 (80%)	0,173
<b>V8. Finaliza el escenario</b>	40 (80 %)	17 (62%)	23 (92%)	0,037
<b>Numero de intentos de intubación</b>				
<b>0</b>	8 (16 %)	7 (28 %)	1 (4 %)	
<b>1</b>	31 (62 %)	11 (44 %)	20 (80 %)	
<b>2</b>	10 (20%)	6 (24 %)	4 (16 %)	
<b>&gt;3</b>	1 (2 %)	1 (4 %)	-	
<b>Dispositivo seleccionado para la IOT</b>				
<b>TET</b>	41 (82 %)	23 (92 %)	18 (72 %)	0,619
<b>ML</b>	9 (18 %)	2 (8%)	7 (28 %)	0,024

Test de ji cuadrado; IOT: intubación orotraqueal; TET: tubo endotraqueal; ML: mascarilla laríngea

Tabla 9. Resultados valorados durante la intervención. Fuente: Elaboración propia.



Prueba de medianas de muestras independientes: \* $p < 0,05$  y \*\* $p < 0,001$ .  
 Diagramas de cajas y comparación de las diferentes variables de resultado mediante la prueba de U de Mann-Whitney de muestras independientes.

Figura 20. Tiempo de la realización de actividades para cada uno de los dos grupos: Grupo Control (GpC) y Grupo Google Glass® (GpG) en el escenario IOT. Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2.2. Resultados escenario FV-SVA.

La muestra en el escenario FV-SVA fue confeccionada de un total de 105 enfermeros inscritos, se incluyeron finalmente 72. Se excluyeron un total de 36 de los cuales, 15 se eliminaron por no cumplir los criterios de inclusión al necesitar gafas correctoras, 7 por rechazar la participación en el estudio y 11 por no acudir a la cita para el experimento.

La muestra final fue asignada de forma aleatorizada a GpG (n = 36) y GpC (n =36). Se seleccionaron 36 médicos para tutelar de manera telemática los enfermeros del GpG (Figura 21).

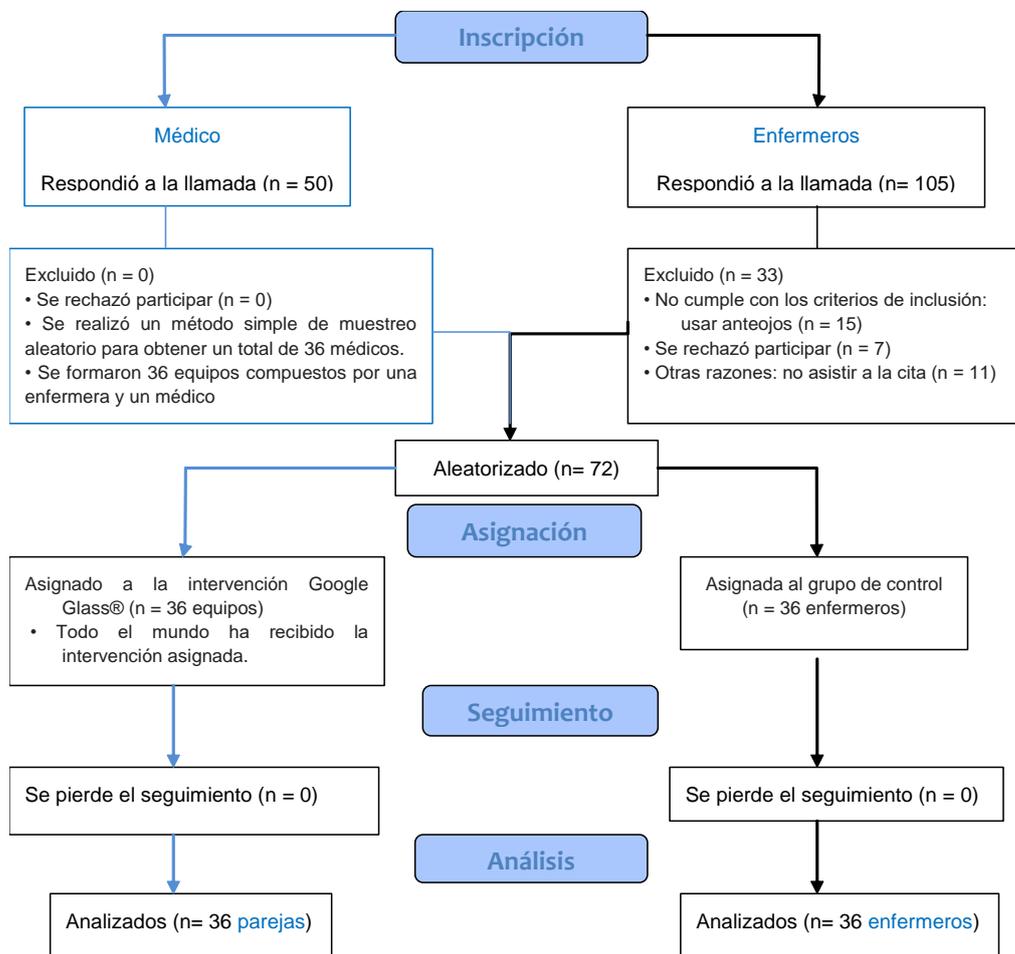


Figura 21 .Diagrama CONSORT escenario RCP. Fuente: Elaboración propia.

Las características demográficas del grupo de enfermeros incluidos en el estudio son: edad  $33 \pm 7$  años ( $33 \pm 8$  años GpG y  $32 \pm 7$  años GpC), experiencia profesional en servicios de urgencias  $7 \pm 5$  años ( $7 \pm 4$  años GpG y  $7 \pm 5$  años GpC) y una distribución por sexos que era 24/72 hombres (14/36 GpG y 10/36 GpC) y 48/50 mujeres (21/36 GpG y 27/36 GpC). No existen diferencias demográficas significativas entre ambos grupos.

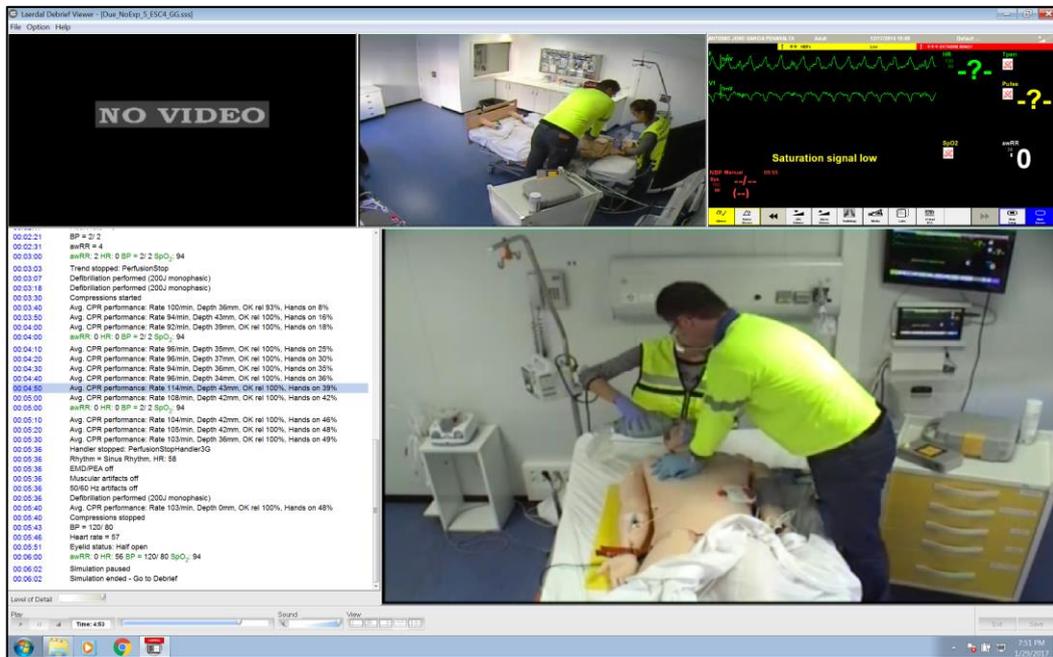


Imagen 14. Captura de imagen del escenario FV-RCP obtenida del programa Debrief Viewew de Laerdal®. Fuente: Elaboración propia.

La tasa de realización de la variable principal (V1) fue 64/72, existiendo diferencias significativas entre el GpG 36/36 y el GpC 28/25 ( $p=0,003$ ).

En la Tabla 10 se pueden ver las tasas de las variables secundarias, encontrando diferencias significativas con mejores resultados para el GpG en:

- V2 ( $p=0,001$ ).
- V4 ( $p=0,004$ ).
- V5 ( $p=0,003$ ).
- V6. A ( $p=0,012$ ).
- V9 ( $p=0,006$ ).

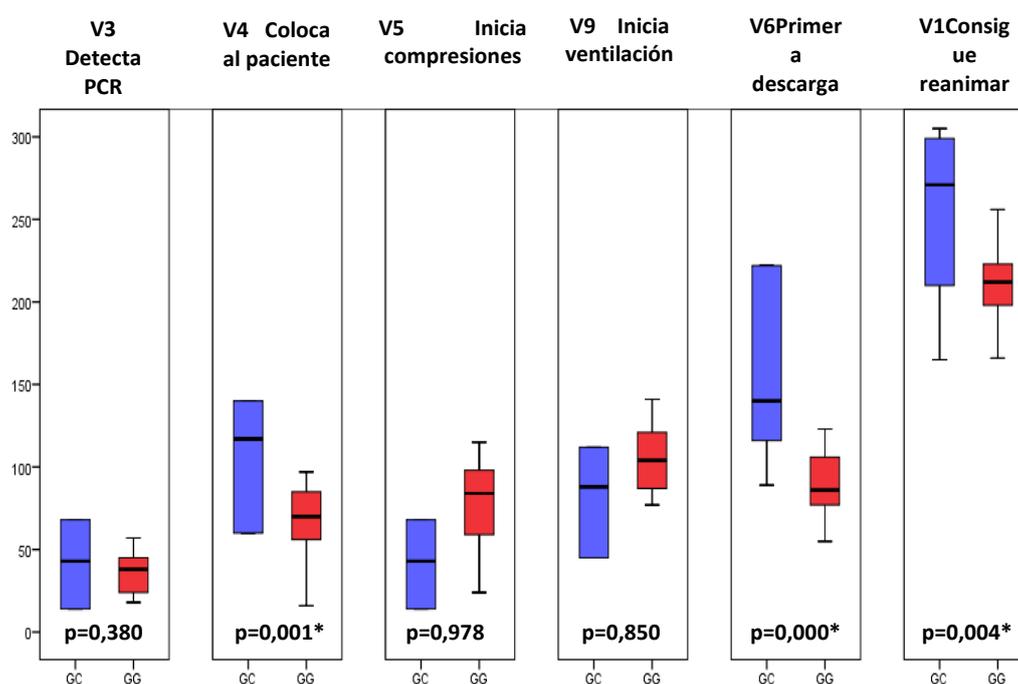
		Total de profesionales (N=72) N (%)	Grupo Control (N=36) N (%)	Grupo Google Glass® (N=36) N (%)	Valor de P
V1. Consigue reanimar		10/ 72 (89 %)	28/ 36 (78 %)	36/ 36 (100 %)	0,003*
V2. Preparación periparada		10/ 72 (14 %)	0/ 36 (0 %)	10/ 36 (28 %)	0,001*
V3. Detecta PCR		72/ 72 (100 %)	36/ 36 (100 %)	36/ 36 (100 %)	-
V4. Posición correcta del paciente		44/ 72 (61 %)	16/ 36 (44 %)	28/ 36 (78 %)	0,004*
V5. Inicio compresiones torácicas		64/ 72 (89 %)	28/ 36 (78 %)	36/ 36 (100 %)	0,003*
V6. Aplicación DEA	V6.A 1º Descarga	66/ 72 (92 %)	30/ 36 (83 %)	36/ 36 (100 %)	0,012*
	V6.B Compresiones durante la preparación	18/ 72 (25 %)	12/ 36 (33 %)	6/ 36 (17 %)	0,086
	V6.C Reinicia compresiones tras la descarga	10/ 72 (97 %)	6/ 36 (94 %)	4/ 36 (100 %)	0,367
V7. Abre vía aérea		52/ 72 (72 %)	26/ 36 (72 %)	26/ 36 (72 %)	0,604
V8. Coloca Guedell		26/ 72 (36 %)	11/ 36 (30 %)	15/ 36 (42 %)	0,231
V9. Inicia ventilación		59/ 72 (82 %)	25/ 36 (69 %)	34/ 36 (94 %)	0,006*
V10. Administración de fármacos	Adrenalina	14/ 72 (19 %)	6/ 36 (17 %)	8/ 36 (22 %)	0,383
	Amiodarona	2/ 72 (3 %)	0/ 36 (0 %)	2/ 36 (5 %)	0,246

Test ji Cuadrado de Pearson: \*= p < 0.05.

Tabla 10. Resultados valorados durante la intervención. Fuente: Elaboración propia.

El tiempo de realización de la variable principal (V1) fue  $250,31 \pm 62,32s$  para el GpC y  $213,91 \pm 29,85s$  GpG (diferencia de medias muestrales  $36,39$  ( $12,03-60,75$ ) s,  $p=0.004$ ). En la figura 22 se pueden ver las variables secundarias,

encontrando diferencias significativas con mejores resultados para el GpG en: V4 (diferencia de medias muestrales 34,36 (17,07-51,65) s,  $p=0.001$ ) y V6.A (diferencia de medias muestrales 38,34 (20,31-56,37) s,  $p=0.000$ ).



Prueba de t de student para muestras independientes: \*  $p < 0,05$ .

Figura 22. Tiempo de la realización de actividades para cada uno de los dos grupos: Grupo Control (GpC) y Grupo Google Glass (GpG). Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2.3. Resultados de la opinión de los profesionales

Los resultados de la valoración realizada por los profesionales muestran una gran aceptación por parte de los usuarios sobre este dispositivo. En un primer momento el portador de GG percibe una disminución del campo visual y un déficit de atención a la técnica que realiza por estar pendiente del dispositivo.

Esta sensación desaparece en un corto periodo de tiempo, en el cual el profesional se adapta al dispositivo.

La saturación teórica a la hora de analizar los resultados solamente se alcanza de manera positiva en la primera pregunta (“facilitación de la labor”) y de manera negativa en la segunda (“entorpece la labor”). En la tercera pregunta los resultados no han alcanzado saturación teórica.

La edad media de los participantes fue de  $33 \pm 8$  años de edad y un 44 % (n= 22) de hombres y un 56% (n= 28) mujeres. La moda obtenida para la primera pregunta (“facilitación de la labor”) fue de 5 (“mucho”) donde el 94% de las respuestas fueron entre “bastante” y “mucho”; no hubo ningún profesional que respondiera “muy poco”. Para segunda pregunta (“entorpece la labor”) la moda fue de 5 (“nada”), respondiendo el 80% entre “poco” y nada; no hubo ningún profesional que respondiera “mucho”. Para la tercera pregunta (“dificultades en la comunicación”) la moda fue de 4 (“poco”), siendo el 74% de las respuestas entre “poco” y “nada”; ninguno de los participantes contestó “mucho”.

En la tabla 11 se pueden ver los resultados de opinión obtenidos comparando a aquellos profesionales que llevaban el auricular mono *Earbud*<sup>®</sup> durante la simulación de los que no lo llevaban, en la tabla definidos como grupo auricular (GA) y grupo no auricular (GNA).

El análisis estadístico muestra diferencias de puntuación, solamente para la tercera pregunta (dimensión “comunicación”), entre los grupos GA (mayor puntuación) y GNA, que son estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ )”

Pregunta	Resultados							
	Grupos	GA		GNA		Total		
	N	20		30		50		
¿Te han facilitado la labor las Google Glass® para resolver el escenario? Es decir, ¿te ha aportado algo más que si lo compararas con la experiencia de realizar la simulación sin ellas?	Moda	5		4		5		
	Respuesta		<b>N</b>	<b>%</b>	<b>N</b>	<b>%</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
		1 Muy poco	<b>0</b>	-	<b>0</b>	-	<b>0</b>	-
		2 Poco	<b>1</b>	5 %	<b>0</b>	-	<b>1</b>	2 %
		3 Algo	<b>0</b>	-	<b>2</b>	6.7 %	<b>2</b>	4 %
		4 Bastante	<b>4</b>	20 %	<b>15</b>	50 %	<b>19</b>	38 %
5 Mucho	<b>15</b>	75 %	<b>13</b>	43.3 %	<b>28</b>	56 %		
El manejo de éste dispositivo (Google Glass®) ¿te ha entorpecido y/o molestado en el desarrollo de la actividad?	Moda	5		4		5		
	Respuesta	1 Mucho	<b>0</b>	-	<b>0</b>	-	<b>0</b>	-
		2 Bastante	<b>1</b>	5 %	<b>1</b>	3.3 %	<b>2</b>	4 %
		3 Algo	<b>2</b>	10 %	<b>6</b>	20 %	<b>8</b>	16 %
		4 Poco	<b>5</b>	25 %	<b>12</b>	40 %	<b>17</b>	34 %
		5 Nada	<b>12</b>	60 %	<b>11</b>	36.7 %	<b>23</b>	46 %
¿Has tenido problemas para interactuar con la persona que te ha tutelado la intervención?	Moda	4		4		4		
	Respuesta	1 Mucho	<b>0</b>	-	<b>0</b>	-	<b>0</b>	-
		2 Bastante	<b>0</b>	-	<b>3</b>	10 %	<b>3</b>	6 %
		3 Algo	<b>1</b>	5 %	<b>9</b>	30 %	<b>10</b>	20 %
		4 Poco	<b>13</b>	65 %	<b>13</b>	43.3 %	<b>26</b>	52 %
		5 Nada	<b>6</b>	30 %	<b>5</b>	16.7 %	<b>11</b>	22 %

Tabla 11. Resultados de opinión de los profesionales. Fuente: Elaboración propia.

### 4.3.RESULTADOS PUBLICADOS.

En la actualidad, se hemos publicado un artículo científico titulado “Ensayo de simulación clínica aleatorizado para evaluar el efecto de la TM, a través de las Google Glass®, en la intubación orotraqueal”. El artículo está disponible en el Anexo 5.

- Revista: *Emergencias*, 28(4), 235-238. (2016).
- Sección: Emergency Medicine.
- Índice de impacto: 2,917.
- Posición: 1er cuartil (3 de 24).
- Esta revista es Q1 de su especialidad a nivel mundial y primera revista de medicina en castellano.

Emergencias 2016;28:235-238

## ORIGINAL BREVE

### Ensayo de simulación clínica aleatorizado para evaluar el efecto de la telemedicina, a través de las Google Glass®, en la intubación orotraqueal

Nuria Pérez Alonso<sup>1</sup>, Manuel Pardo Ríos<sup>1,2</sup>, Joaquín Lasheras Velasco<sup>3,4</sup>, Laura Juguera Rodríguez<sup>1,2</sup>, Belén López Ayuso<sup>4</sup>, Rubén Muñoz Solera<sup>5</sup>

**Objetivo.** Evaluar el efecto de la ayuda telemática, a través de las Google Glass® (GG), de un médico experto para la correcta intubación orotraqueal (IOT) realizada en simulación clínica por enfermeros de extrahospitalaria.

**Método.** Ensayo aleatorizado de simulación clínica desarrollado en la Universidad Católica de Murcia de noviembre 2014 a febrero 2015. Se distribuyó aleatoriamente a los enfermeros voluntarios de la Gerencia de Emergencias 061 de Murcia en un grupo de 25 enfermeros con ayuda telemática mediante las GG (GpG) y un grupo de 25 enfermeros sin ayuda (GpC). La variable principal del estudio fue la correcta IOT.

**Resultados.** Se hallaron diferencias significativas entre ambos grupos en los porcentajes de IOT correcta (96% GpG vs 72% GpC;  $p = 0,024$ ) y en el tiempo de ejecución de la IOT [diferencia de medias 94,3 (IC95% 40,7-147,9) s;  $p = 0,001$ ].

**Conclusión.** La ayuda telemática de un médico experto, a través de las GG, mejora los porcentajes y tiempos de la IOT correcta de los enfermeros de extrahospitalaria en situaciones clínicas simuladas.

**Palabras clave:** Servicios médicos de urgencia. Intubación intratraqueal. Telemedicina.

*Imagen 15. Publicación digital del artículo en la revista Emergencias. Fuente: Revista emergencias.*

Otros artículos científicos derivados de este proyecto de investigación están siendo evaluados por distintas revistas científicas de reconocido prestigio.

## **5. DISCUSSION**



*Las nuevas tecnologías en los servicios de emergencias sanitarias*

La TM es un concepto que engloba a un variado número de acciones sanitarias (teleconsulta, teleasistencia, etc.), basadas en la existencia de cierto grado de distancia entre profesionales y pacientes. La posibilidad de comunicación entre los distintos agentes se ve determinada de manera muy significativa por los dispositivos tecnológicos utilizados para esa conexión, la capacidad de las redes de transmitir una gran cantidad de datos y la formación y experiencias de los profesionales y pacientes para desempeñar su labor profesional mediante estos nuevos sistemas.

Hasta el momento, la mayor parte de aplicaciones de la TM eran mediante la conexión de un sanitario con un paciente, que es definido como teleconsulta. Una interesante aplicación de la TM es la transmisión de habilidades de conocimientos entre un profesional experto y otro profesional novel o no experto. Mediante la conexión telemática ambos podrían diagnosticar y tratar al paciente, transmitiéndose los conocimientos del profesional más experto y aplicándose por la profesional *in situ*. Estas nuevas aplicaciones que parecen parte de ciencia ficción, son ya hoy en día una realidad que se van incorporando progresivamente a los servicios de emergencias. En un Editorial en 2016, el Dr. F.J. Escalda llega a afirmar que la transmisión de imágenes y vídeos por medio de drones “podrían llegar a ser los ojos de nuestras centrales de coordinación sanitaria, actualmente ciegas”(91). En este mismo sentido, en un reciente artículo, publicado en el *British Medical Journal*, Mary Church llega a afirmar que gran parte de los problemas de gran demanda y escasos recursos del Sistema Nacional de Salud Británico (NHS), podrían solucionarse con una “gran inyección de drones, robots y ambulancias autónomas”(92). Por todo lo expuesto, queda evidenciado que disponemos una gran cantidad de avances que pueden ser la base de la solución de ciertos problemas de los servicios sanitarios y de la búsqueda de la mejora de la calidad asistencial y de la accesibilidad a los servicios sanitarios.

En este trabajo se han utilizado unas GG, dispositivo de la compañía Google Inc, en sus versiones prototipo V1.0 y XE V2.0. Las GG supusieron un salto cualitativo en la evolución tecnológica que se había producido hasta el momento. Tal y como muestran nuestros resultados tanto la versión V1.0 como la XE estaban en fase de prueba y aun a día de hoy no están completamente

desarrolladas. En la actualidad existen nuevos modelos mejorados que presentan una velocidad de 2 GB de RAM en lugar 1 GB y que contienen numerosas aplicaciones nuevas entre ellas el *Live Stream* (plataforma de vídeo en *streaming* que permite tanto reproducir como transmitir vídeos a través de Internet). También se ha mejorado la compatibilidad con terminales de Apple mediante la aplicación de *My Glass* para iOS(93).

Las principales novedades y ventajas de este dispositivo radican en su portabilidad, maniobrabilidad y fácil manejo del software del dispositivo. Su reducido peso, comodidad para llevarlas y su opción de manos libres hacen que se trate de una tecnología ideal para la retransmisión de eventos sanitarios sin entorpecer la actividad a desarrollar por el portador.

Como muestran los resultados obtenidos en este estudio, el dispositivo tuvo mucha aceptación por parte de los profesionales que las utilizaron los cuales opinaron casi en su mayoría que las GG no entorpecen la labor asistencial cuando la están desarrollando. Nuestros resultados están en consonancia con el estudio desarrollado por Lee, C. K. et al (2017), en el cual se compararon tres dispositivos capaces de retransmitir en vídeo una cirugía de columna. Dicha comparación se realizó entre las GG, GoPro® y la cámara Panasonic® Hx-A100. Los profesionales encuestados en dicho estudio concluyeron que el dispositivo más cómodo para llevar el largo tiempo que dura una cirugía de este tipo y más ligero fueron las GG, pero en cuanto a calidad de imagen, resolución y campo de visión, la cámara de GoPro® fue la mejor. Quizás, analizando la idiosincrasia del tipo de acto médico analizado (cirugía), la lente en ojo de pez de la GoPro® sea más idónea para las situaciones en las que el profesional se encuentra muy cerca del área que se pretende transmitir y para otro tipo de situaciones los otros tipos de cámaras sean más idóneas. Aunque las tres cámaras tienen posibilidad de emitir en *streaming* las GG son las únicas que permiten una comunicación bidireccional(94).

Con respecto a la comodidad, en otro estudio exploratorio en el campo de la radiología intervencionista(95) señalaban las GG como un dispositivo de entrenamiento a tener en cuenta y que las cámaras de acción o deportivas podrían ser una alternativa pero que no son tan cómodas como GG.

Las GG son un dispositivo cómodo y versátil, capaces de transmitir vídeo, audio, imagen y realizar videollamada. También se pueden utilizar aplicaciones desarrolladas por Google Inc como por ejemplo Google Maps, Google Plus,

Gmail®, etc. Además, gracias a diferentes aplicaciones en desarrollo son uno de los primeros dispositivos diseñados para la utilización de realidad aumentada. La medicina es uno de los ámbitos que se pueden beneficiar de la utilización de las GG y, por ello, ha aparecido un importante interés en realizar estudios científicos para explorar las áreas de utilización del mismo. Ello lo demuestra inversiones millonarias, como la de Augmedix, para el desarrollo de aplicaciones médicas para GG(96).

Pero este dispositivo también presenta una serie inconvenientes que a día de hoy podrían presentar dificultades para la utilización en el ámbito sanitario, en general, y en la TM, en particular, como son el tiempo de duración de la batería, el calentamiento del procesador, problemas de comunicación que presenta el auricular de conducción ósea y la conectividad a internet.

Ya en la fase exploratoria detectamos este problema de duración de la batería que, aunque en sus especificaciones técnicas refiere la duración de entre 5-8 horas de duración y en versiones posteriores indican de hasta un día, la utilización de la aplicación de videoconferencia es una de las que más energía consume y esta duración se ve realmente comprometida en el caso de procesos asistenciales largos. Aunque en nuestro experimento las simulaciones de los casos tenían un tiempo máximo predeterminado de 10 minutos, tiempo *a priori* soportable por la batería, decidimos no comprometer la continuidad del experimento apurando la capacidad de la batería integrada, poniendo en carga la batería de manera cíclica tras cada participante en el estudio.

O.J. Muensterer et al. en 2014 realizó un estudio exploratorio con este dispositivo en el ámbito de la cirugía pediátrica retransmitiendo las intervenciones realizadas por un grupo de cirujanos. En este estudio detectaron la misma problemática con respecto a la duración de la batería. Y coinciden con nosotros que la capacidad de la batería debería ser mucho más potente si se plantea su utilización para la grabación continua de vídeo o videoconferencia en el marco de telepresencia o telemonitorización. Ellos proponen como solución provisional a este respecto la adaptación de baterías externas ya comercializadas conectadas por el puerto USB(73). Esta solución nos parece poco practica por la dimensión de dichas baterías externas y además ensombrecería una de las virtudes del dispositivo, la comodidad y maniobrabilidad al llevarlas puestas.

Por otro lado, J.A.Paro et al en 2015 también destacaron en su estudio esta misma problemática de batería y coincidió con otros autores en su comparativa entre las GG y GoPro® que esta última, aunque proporciona mejor calidad de imagen y vídeo pierde en cuanto a maniobrabilidad y facilidad de utilización, además de su activación y manejo por comandos de voz que el otro dispositivo no presenta (95).

Actualmente se está trabajando sobre este aspecto. Una solución que se estaría contemplando sería acoplar baterías externas de diferentes capacidades que se conectarían a la montura de las gafas a través del puerto micro USB que se encuentra debajo del *touchpad*, dichas baterías serían específicas para el uso de GG, más pequeñas y que no le restaran maniobrabilidad al dispositivo(97). Incluso hay patentes registradas para ampliar la batería con pilas AA(98). También se especula que las posibles nuevas versiones del dispositivo tengan batería en ambas patillas de la montura y no solo en una como ocurre hasta ahora.

En cuanto a los problemas de comunicación a través del auricular de conducción ósea y el auricular externo mono *Earbud*®, observamos que este interesante avance tecnológico puede que aún tenga que mejorarse para poder obtener resultados óptimos en las situaciones más exigentes. En nuestro estudio cualitativo no se satura la dimensión de comunicación, lo que quiere decir, que para esta muestra los resultados cualitativos no son concluyentes por lo que no podemos asegurar que los problemas de audio se puedan solucionar con la utilización del auricular externo Por el contrario si se aprecian diferencias significativas entre las contestaciones de la escala Likert denominando la comunicación menos positiva en el grupo que no llevaban auricular externo que el grupo que si lo llevaba. En el grupo que no llevaban auricular (GNA) se expresan puntuaciones más bajas en cuanto a la calidad de la comunicación con el profesional que les tutelaba (Figura 16).



Imagen 16. Detalle donde se muestran los problemas de sonido. Fuente: Elaboración propia.

La exposición al mundo de las GG se produjo en 2013 y a partir de ese momento se hicieron muchas especulaciones sobre este dispositivo. Su nacimiento tecnológico fue una gran revolución de la que todo el mundo hablaba, pero tras la puesta en sociedad para desarrolladores de su versión beta y la identificación de algunas carencias este dispositivo entro en declive, para más tarde patentar una versión mejorada del dispositivo(99).

En el sector de las gafas inteligentes de realidad aumentada se está evolucionando muy rápido y cada día se patentan o salen al mercado dispositivos en la línea de GG. Ejemplo de ellos son:

- Epiphany Eyewear de Vergencia Labs, este es un dispositivo más asequible que las GG y con una apariencia más similar a la de unas gafas clásicas.
- M100 de Vuzix con prestaciones muy parecidas a las GG fueron las primeras en salir al mercado.
- Metapro de Spaceglasses, este dispositivo bastante más costoso que todos los mencionados tiene una superficie de pantalla 15 veces superior

a GG y unas potentes prestaciones de hardware que las hacen más parecidas a un ordenador que a unas *smarthglasses*.

- Moverio BT200 en este dispositivo de Epson se pueden ver películas en 2D y 3D con sonido Dolby entre otras de sus prestaciones.
- ReconJet son las gafas diseñadas por Reconinstruments orientadas a un sector más deportivo, son capaces, entre otras de sus aplicaciones, monitorizar parámetros fisiológicos relacionados con el deporte.

Estos son algunos ejemplos de dispositivos sacados al mercado que podrían sustituir la función de GG en nuestro experimento.

#### *La comunicación de emergencias a través de las Google Glass.*

Los Centros Coordinadores de Urgencias (CCU) son los encargados de coordinar las llamadas recibidas en el teléfono único de emergencias 112. Existe una comunicación constante entre los profesionales reguladores de la asistencia y los profesionales que realizan dicha asistencia sanitaria.

Esta comunicación a día de hoy es básicamente realizada mediante llamada telefónica y vía radio. No se incluyen imágenes, ni vídeo, ni otro soporte gráfico o multimedia. Esta comunicación debe ser recíproca y más cuando se trata de sucesos de gran envergadura que incluyen distintos medios asistenciales, profesionales sanitarios y no sanitarios como pueden ser bomberos y cuerpos y fuerzas de seguridad del estado.

En este tipo de situaciones (urgentes y/o emergentes), la información es un bien muy preciado, indispensable para la toma de decisiones, gestión de recursos y respuesta oportuna por parte de los organismos gestores. Esta información condiciona enormemente la movilización de recursos más o menos avanzados y además sirve, *a posteriori*, para el análisis de resultados de calidad.

Un porcentaje de los sanitarios que desempeñan su actividad profesional en el sector de urgencias y emergencias, son profesionales estresados(100). Este estrés viene generado entre otros motivos por los altos niveles de responsabilidad, excesivas horas de trabajo y la falta de descanso(101). Estas afirmaciones podemos realizarlas también para los profesionales que trabajan en los centros coordinadores, ya que aunque no vivan en primera persona la

situación urgente, son los responsables de la obtención de la primera información derivada del incidente y la gestión de los recursos asistenciales, labor desempeñada en muchas ocasiones bajo niveles de demanda elevados, que pueden provocar que no se pueda ejercer una dedicación más exhaustiva generando estrés en dichos profesionales(102) además de tratar con patologías tiempo-dependientes que si son demoradas en la asistencia, la resolución y pronóstico final se ven afectadas de forma negativa(103).

Añadiendo más presión a la actividad de la gestión de recursos y aumentando, más si cabe, el valor de la información obtenida durante la comunicación en emergencias, labor dificultosa, en muchas ocasiones, por el propio origen de la urgencia.

En 2007 se realizó en la región de Murcia el Congreso Europeo de Emergencias. En el mismo se expusieron plataformas muy novedosas como el *Mirror Eyes*. Este sistema permitía la realización de una videollamada entre un ciudadano y el CCU. Pero esta novedosa idea no llegó nunca a superar la fase de pruebas y quedó archivada. En nuestra opinión, la idea sigue siendo muy brillante y la falta de implantación se debió a problemas técnicos y legales. En la actualidad han pasado casi 10 años y los teléfonos móviles y las redes han experimentado mejoras exponenciales. Por ello, en nuestro estudio, nos planteamos añadir a la comunicación telefónica habitual un extra, incluyendo tecnología que soportara transmisión de imágenes que permitieran recabar más información de valor en menos tiempo. Siendo nuestro *live motive* la frase de “*una imagen vale más que mil palabras*”, con las GG podíamos llevar a cabo este objetivo.

Cuando se inició este estudio el prototipo beta de GG que utilizamos, utilizaban como software para transmitir videoconferencia la aplicación de *Hangout de Google*. Con este software teníamos problemas de emisión y de retardo que no hacían factible el uso de la videoconferencia en el contexto de TM que pretendíamos utilizar. Poco después, debido a la escasa calidad de la app, la compañía Google Inc desinstaló dicho software de forma masiva del dispositivo mediante una actualización sin consentimiento, porque consumía demasiada batería y penalizaba seriamente la experiencia de usuario. En su lugar se creó *Mirror API* una aplicación que ayuda a crear otras aplicaciones que interactúen con GG desarrolladas por programadores externos a la compañía(104).

En el momento en el que se realizó el estudio (diciembre de 2014) apenas existían apps desarrolladas y el dispositivo era una versión beta lanzada fuera de Estados Unidos en Junio de ese mismo año(105).

Por lo que contactamos con la empresa Zerintia Technologies® y firmamos una acuerdo de colaboración para poder realizar nuestra fase experimental con la aplicación que ellos habían desarrollado para las GG que se denomina *wHealth® Live Streaming for Smart Glasses*, la cual nos solucionaba el problema de retransmisión mediante videoconferencia proporcionándonos la opción de elegir diferentes calidades de imagen, pudiéndose adaptar a las condiciones de la red y sin retardo demasiado grande en la transmisión de vídeo.

En nuestro estudio, de las cuatro calidades de vídeo proporcionadas y valoradas por los profesionales expertos del CCU, la calidad elegida fue la más baja, hecho muy representativo y que nos llamó la atención. Este fenómeno podría explicarse a que dichos profesionales no están acostumbrados a recibir información visual del suceso en cuestión si no que solo pueden optar a una comunicación verbal y acústica que les proporcionan otros profesionales o pacientes con la subjetividad y parcialidad de la información que ello conlleva.

Esta puede ser una de las explicaciones a que los profesionales encuestados antepongan una retransmisión vía *streaming*, sin retardo o congelación de la imagen, a la nitidez de ésta, es decir prefieren una imagen de baja calidad, pero sin retardo en tiempo real, que una imagen muy nítida y clara con retardo en la retransmisión, aunque solo sean segundos.

En este mismo sentido, otro problema identificado en el presente estudio fue caída de señal de la red Wifi que producía la congelación de la imagen cuando emitíamos en exterior. Esto era debido a que la señal Wifi se ve afectada por las inclemencias meteorológicas (p.e. ráfagas de aire) y términos de cobertura.

Nosotros utilizamos dos sistemas distintos para emitir, utilizados de manera simultánea, es decir, emitimos la imagen en vídeo por Wifi y el audio de voz por bluetooth, tal y como muestra la Figura 5 en el mapa de conexión de redes. Cuando emitíamos señal dentro de edificaciones con un internet vía Wifi estable la estabilidad de la conexión no sufría grandes interferencias que entorpecieran el desarrollo de la simulación, pero no podemos afirmar lo mismo en el caso de exteriores. Hecho que no favorece implementar la TM en medicina

extrahospitalaria. El problema que encontramos en la retransmisión en el interior es en los casos en los que el edificio tenía paredes cubiertas con metal que entorpecía el traspaso de las señales electromagnéticas.

En otros estudios, la conexión del dispositivo se realizó exclusivamente a través de red 3G del móvil en la cual no se detectaron problemas graves de conectividad(73)Realmente esta sería la utilización idónea del sistema, permitiendo su uso en los distintos espacios de trabajo de las unidades móviles de emergencias.Aunque existen otros trabajos exploratorios con GG no especifican como se realizó la conexión a la red para utilizar el dispositivo. Hasta el momento, se recomienda realizar una conexión a través de Wifi en edificaciones con red de internet estable con routers potentes y para exterior realizar las conexiones a través del móvil utilizando la tecnología 4G.

Aunque la tecnología 4G está implantada en nuestro país la distribución por todo el territorio español no es 100% efectiva, con lo que establecer un sistema de TM como el que se plantea en el presente estudio esta red nos podría plantear problemas de operatividad(106,107).

Actualmente se trabaja en el desarrollo del 4G+ o también denominado LTE *Advanced*, la cual es una mejora de la actual tecnología 4G que permite llegar teóricamente a una velocidad de bajada de internet móvil hasta los 300 Mbps y 50 Mbps de subida permitiendo así el exponencial uso de Internet en la sociedad. Esta evolución tecnológica nos permitirá realizar videoconferencias sin ralentizaciones y desconexiones(108).

En estos momentos es posible realizar TM con los sistemas de conexión inalámbrica disponibles, utilizando diferentes dispositivos, o como en este caso, utilizando GG, pero con un mayor desarrollo y el establecimiento de más áreas de cobertura total, solventaríamos los problemas identificados en este estudio.

#### *Las Google Glass en la realización de técnicas complejas*

En uno de los experimentos desarrollados, enfrentamos al profesional al manejo de un paciente inconsciente que precisaba del manejo avanzado de la vía aérea. En dicha situación el profesional debía identificar la inconsciencia, restaurar la saturación de oxígeno en sangre del paciente y aislar la vía aérea del

mismo, bien mediante la IOT o la aplicación de una mascarilla laríngea, como proponen los protocolos actuales. Estos profesionales fueron divididos en dos grupos, los que recibían ayuda del profesional experto y los que se enfrentaban solos a dicha situación simulada. Hay que resaltar que el experimento se realizó por Enfermeros y que esta técnica habitualmente es desarrollada por médicos, más concretamente por especialistas en Anestesiología y Reanimación. Por lo que podríamos considerar que ninguno de los participantes era un experto en la IOT, aunque según su formación sí que deben de conocer la técnica y la SIR.

Entre los dos grupos comparados, el que obtuvo la tutela a través de las GG, mejoró de forma significativa el porcentaje de éxito de IOT. Tanto es así, que en el grupo control (GpC) no se realizó ningún intento en un 28% de los casos, frente al 4% de no intentos en el grupo GG (GpG). La tasa de éxito de la laringoscopia directa se encuentra en torno al 95%(109). Y se precisan realizar entre 41 y 57 intubaciones para alcanzar dicha tasa(71) esta horquilla se alcanza habitualmente durante la residencia de la especialidad médica, y se acelera si además se practica con simuladores(110). Pero evidentemente cuando se trata de profesionales no habituados a realizar esta técnica estas cifras disminuyen considerablemente, tal y como se muestra en nuestros resultados pero que han podido ser mejoradas gracias a las GG.

Es llamativo este bajo porcentaje de intentos de realizar la IOT el cual podría justificarse porque dicho procedimiento no es una técnica habitual para los enfermeros, por el contrario, aquellos enfermeros que se sintieron respaldados por el médico a distancia si realizaron la técnica.

Además, se documentó que los dos grupos realizaron de forma similar los primeros pasos de la secuencia de intubación rápida (SIR), pero los del GpG se olvidaron de menos pasos. Este efecto ha sido descrito por otros estudios en distintos ámbitos en los que han utilizado las GG(57,72,73,111) que corroboran nuestros resultados. Cabría recordar que la SIR implica la realización de una serie de acciones, técnicas y fármacos que están bastante consensuados.

Otros resultados de nuestro estudio, son los relacionados con los tiempos de actuación, donde se pone de manifiesto que el uso de la TM a través de las GG mejora el procedimiento realizado por parte de los profesionales incluidos en el GpG, es que éstos fueron más rápidos realizando la técnica de intubación

oro-traqueal y estabilización de la vía aérea, con menores tiempos de apnea para el paciente.

Por otro lado, en cuanto a los dispositivos para el manejo de la vía aérea disponibles para la simulación y que podrían ser utilizados para este fin, el tubo endotraqueal (TET) y la mascarilla laríngea (ML), este último fue un dispositivo infrautilizado a pesar de que son una alternativa altamente eficaz en los casos de vía aérea difícil o de sujetos inexpertos(112,113).

La mascarilla laríngea solamente se utilizó en un 28% de los casos del GpG y en un 8% del GpC, con diferencias significativas entre ambos grupos. Este fenómeno puede explicarse por el hecho de que los profesionales habituados a realizar esta técnica, en este caso el médico que realiza la tutela, su primera opción siempre es la laringoscopia directa, porque se ciñe a los protocolos aprendidos durante su formación y solo recurre a otros dispositivos de intubación cuando identifica vías aéreas difíciles, que no se dan en este caso simulado, o cuando experimenta 2 intubaciones fallidas durante una intubación de urgencia(114).

Actualmente existe mucha evidencia científica sobre la asistencia de IOT mediante dispositivos facilitadores, como pueden ser los videolaringoscopios, los dispositivos de intubación a ciegas, etc. Pero se entiende que dicha asistencia se ofrece a profesionales expertos que se encuentran ante una vía aérea difícil que presenta el paciente como expone E.M. Hurtado en su revisión sistemática de 2014 (115). Pero, en nuestro conocimiento, no existen publicaciones científicas sobre la asistencia al profesional no experto, que precisa de un manejo de la vía aérea, con intubación o no, y que no está habituado a la utilización de estos protocolos, y aún menos con un dispositivo como las GG. En EEUU sí que se han implementado en algún caso el uso de videolaringoscopios que permiten la asistencia a la IOT a distancia para reforzar la gestión de la vía aérea difícil(116). O se demostrado gestión de vías respiratoria mediante TM utilizando teléfonos o tabletas (117).

*La reanimación cardiopulmonar a través de las Google Glass.*

Las principales asociaciones que investigan y realizan las recomendaciones para el tratamiento de la parada cardiorrespiratoria como son la *European Resuscitation Council* (ERC), la *American Heart Association* (AHA), o el consejo general de RCP en España, coinciden en la importancia de aprender e integrar, tanto por parte de los profesionales sanitarios como del público en general, los algoritmos de tratamientos esenciales de reanimación cardiopulmonar que se revisan y actualizan cada cinco años. Dentro de dichas recomendaciones estas sociedades científicas inciden en que el reconocimiento de los signos periparada, el rápido inicio de las compresiones torácicas y la realización de una RCP de calidad son esenciales para los pacientes que presentan este tipo de patología mortal.

La parada cardiorrespiratoria se puede presentar en cualquier lugar y ésta puede ser atendida por diversidad de respondedores, algunos más actualizados y eficaces y otros no tanto. Por este motivo creemos que una tutela por un profesional experto que además puede obtener información muy valiosa vía vídeo puede mejorar dicha asistencia al paciente en PCR como ya se demostró que los operadores telefónicos de los Servicios de Emergencias Médicas (SEM), convenientemente formados pueden mejorar las tasas de RCP realizada por testigos(78,118), lo cuales no tenían formación a priori sobre RCP.

En nuestro estudio dicha tutela se realizó con enfermeros ayudados por médicos expertos utilizando las GG como dispositivo de videoconferencia que permite liberar las manos, también obtuvimos mejoras en la realización de la RCP (78% del GpC frente al 100% del GpG). Además, teniendo como valor sobreañadido que el interlocutor podía ver en todo momento lo que estaba sucediendo en la sala vía *streaming*, circunstancia que no se da durante la tutela telefónica que puede brindar un operador telefónico.

Más específicamente se pudo determinar que el grupo que portaba las GG, una vez iniciada la PCR, mejoró la correcta posición del paciente e inicio las compresiones torácicas de forma más veloz con respecto al GpC, dichas mejoras fueron estadísticamente significativas.

Los casos atendidos por el GpC no iniciaron las compresiones torácicas (24 % de los casos), ni usaron en ningún momento el DEA (6 % de los casos), por el contrario, el 100% los profesionales del GpG sí que realizaron estas dos actividades. Además, aunque el 100% los profesionales fueron capaces de detectar la PCR, solamente el 26 % de los profesionales del GpG tomaron medidas previas a la misma. Estos resultados van en contra de las recomendaciones de RCP, tanto de 2010(119) como 2015(120), que indican que se debe reconocer al paciente que se está deteriorando, prevenir la PCR y solicitar o tener disponible un DEA(121).

Los tiempos de actuación en algunos aspectos fundamentales en la RCP fueron, en nuestro estudio relativamente bajos: tiempo en detectar la PCR (15 s), inicio de las compresiones (1 min) y uso del DEA (1 min y 41 s), cumpliendo con el objetivo de intentar la desfibrilación en menos de 3 minutos del colapso en el medio hospitalario(120,121).

Se puede observar que la priorización de las tareas entre ambos grupos fue ciertamente heterogénea, existiendo diferencias a favor del GpG que consiguieron ser más precoces en: detección de la PCR (10 s más rápidos), colocación correcta del paciente (33 s más rápidos) y en el uso del DEA (43 s más rápidos). Estos resultados están en la misma línea de otros estudios realizados mediante indicaciones telefónicas donde se señalaba que se había conseguido disminuir el intervalo de inicio de la RCP(122).

La realización de las compresiones durante la preparación del DEA y la reanudación de las mismas justo después de desfibrilar al paciente, se realizó en un número muy escaso de casos, en contra de las recomendaciones de RCP(119,120), tanto para el GpG (35 % y 17 % respectivamente) como para el GpC (16 % y 10 % respectivamente), ya que las pausas pre y postdescarga de menos de 10 segundos se asocian con mejores resultados obtenidos en la PCR(123,124).

La vía aérea no es una prioridad en la PCR, hasta el momento ningún estudio aleatorizado controlado ha demostrado que la intubación traqueal aumente la supervivencia tras la parada cardíaca(120), aun así en un gran número de casos se abrió la vía aérea y se ventiló con bolsa autohinchable, aunque el uso de la cánula de Guedell fue relativamente bajo (36 %).

En el diseño del caso no estaba prevista la administración de fármacos, como se recomienda en las Guías de Soporte Vital Avanzado tanto en 2010 como

en 2015, aun así, tenían fármacos y material para administrarlos. Nuestros resultados muestran que los profesionales del GpG (31 %) como los profesionales del GpC (17 %), administraron adrenalina y/o amiodarona que ha demostrado mejores resultados únicamente en FV refractaria después de al menos 3 desfibrilaciones(125).

Otro estudio publicado en 2017 concluye que la comunicación en vídeo a tiempo real entre un primer respondedor (residentes de pediatría de primer año) y un intensivista a distancia, a través de GG, no disminuyó el tiempo de aplicación ni de ventilación ni de compresiones torácicas durante los primeros 5 minutos de PCR simulada, pero si mejoro la calidad de las insuflaciones y de las compresiones torácicas (126). Estos datos apoyan nuestros resultados parcialmente, ya que las variables analizadas en este estudio, solo fueron dos, la fracción sin ventilación y la fracción sin compresión.

#### *Limitaciones del estudio*

La principal limitación de este estudio es la realización del mismo en un entorno simulado. Aunque la simulación de alta fidelidad es una herramienta de entrenamiento y aprendizaje pedagógico con unos resultados buenos cuando se compara con otros métodos de formación e investigación(127)y que además que nos permite la estandarización de casos y reproducción del experimento infinidad de veces, no es un procedimiento que nos permita sacar conclusiones reales extrapolables a la clínica diaria. No podemos olvidar que no son situaciones reales, ni pacientes de verdad con sus particularidades, enfermedades concomitantes, etc. La situación clínica elimina el riesgo para el paciente y la implicación ética y moral de probar nuevos procedimientos asistenciales, dispositivos y herramientas, pero por otra parte nos resta la validez de la experimentación con la vida real. En segundo lugar, el impacto emocional y la tensión de la realización tanto de una IOT como de una RCP en entornos simulados nunca serán los mismos que en un entorno real, Por lo tanto, estos resultados no pueden extrapolarse directamente a una situación real.

La falta de experiencia de algunos intervinientes con el desarrollo de la simulación clínica podríamos mencionarlo también como una limitación del

estudio, ya que el desconocimiento de este tipo de metodologías, el sentirse observados por otros profesionales o grabados por vídeo, podrían influir en el desarrollo de las mismas y esto reproducirse en los resultados obtenidos de manera negativa.

Otra limitación de nuestro estudio es la conectividad a la red para emitir en *streaming*, ya que utilizamos una conexión vía Wifi que es muy dependiente de la calidad de señal que se emite desde el router, de la ubicación de éste y de la distancia desde donde se encuentran las GG, por lo que se recomienda explorar con otro tipo de conexiones con internet móvil de 4G o 4G+ o incluso vía satélite.

#### *Las líneas futuras de trabajo con las Google Glass.*

La aparición de los dispositivos wearables y, en concreto, de las GG, ha propiciado la apertura de un campo nuevo de posibilidades. Nuestra opinión es que los siguientes desarrollos tecnológicos van a promover que se pueda disponer de estos dispositivos de tutela telemática en ambulancias y servicios sanitarios. También somos de la opinión que se conquistaran nuevos espacios de aplicación como es su implantación en el ámbito militar y operaciones en territorios muy remotos donde suele haber personal sanitario con una formación general y puedan ser ayudados por especialistas de diversas áreas.

El dispositivo tiene muchas propiedades sin explorar, como sería la utilización de la memoria y la pantalla de cristal para la visualización de protocolos, cálculo de dosis de fármacos o cualquier otro tipo de ayuda que se pueda incluir en el dispositivo cuando no es posible hacer una comunicación por falta de redes de conexión.

Por último, opinamos que la mejora en la calidad de la realidad aumentada puede suponer un hito importante en la asistencia sanitaria tal y como la conocemos en la actualidad. La posibilidad de superponer información (p.e. imagen radiológica) sobre el paciente mientras se está explorando (Imagen 16), puede suponer un cambio en el diagnóstico de consecuencias que no somos capaces de calibrar.



*Imagen 17. Ejemplo de realidad aumentada aplicada a la radiología para una intervención de gemelos.  
Fuente: Radiología Club (128).*

## **6. CONCLUSIONES**



Las conclusiones extraídas de los resultados obtenidos en esta memoria de Tesis Doctoral son las siguientes:

- Los dispositivos wearables y, en particular, las Google Glass®, son útiles en la mejora de la asistencia sanitaria prestada por profesionales que son tutelados a distancia por un experto.
- La ayuda telemática, a través de las GG, por parte de un médico experto mejoró los porcentajes y tiempos en la realización de la IOT y de la SIR en situaciones clínicas simuladas.
- El uso de las GG ha mejorado la calidad de la RCP, realizada en un entorno simulado, sobre todo en aspectos fundamentales como la precocidad del reconocimiento de las PCR, desfibrilación temprana y en el inicio de las compresiones torácicas.
- El nivel óptimo de la calidad en la transmisión de vídeo a los centros coordinadores de emergencias que permite una correcta visualización sin producirse saturaciones o colapso de datos de red es la de una resolución igual a 320x240píxeles.
- Los dispositivos wearables necesitan continuar con su desarrollo para mejorar su fiabilidad, limitar los problemas de conectividad y, sobre todo, se deben desarrollar marcos éticos y legales que permitan transmitir datos, imágenes y vídeos de los pacientes y entornos clínicos.
- La opinión de los profesionales es que el uso de las GG en situaciones de emergencia puede mejorar la asistencia sanitaria prestada, siendo un dispositivo cómodo de llevar que no intercede en la actuación del profesional y deja gran maniobrabilidad para los mismos.



## **BIBLIOGRAFIA**



1. Tabarca cuenta con un sistema de telemedicina para diagnosticar y actuar ante emergencias cardiacas. La Verdad [Internet]. [cited 2017 Feb 7]. Available from: <http://www.laverdad.es/alicante/20081116/alicante/tabarca-cuenta-sistema-telemedicina-20081116.html>
2. S.E.M.A. » La Telemedicina sigue extendiéndose en aviación [Internet]. [cited 2017 Feb 7]. Available from: <http://www.semae.es/?p=3464>
3. Jiménez JG. Urgencia, gravedad y complejidad: un constructo teórico de la urgencia basado en el triaje estructurado. *Emerg Rev Soc Esp Med Urgenc Emerg*. 2006;18(3):156–64.
4. Revista Científica de la Sociedad Española de Medicina de Urgencias y Emergencias [Internet]. Revista Científica de la Sociedad Española de Medicina de Urgencias y Emergencias. [cited 2017 Feb 7]. Available from: <http://emergencias.portalsemes.org/>
5. Holtermann KA, González AGR. Desarrollo de sistemas de servicios de emergencias médicas: experiencia de los Estados Unidos de América para países en desarrollo, octubre 2003, Washington [Internet]. Pan American Health Org; 2003 [cited 2017 Jan 20]. Available from: [https://books.google.es/books?hl=es&lr=lang\\_es&id=5Bi1i95T8kUC&oi=fnd&pg=PA1&dq=+Desarrollo+de+sistemas+de+Servicios+de+Emergencias+M%C3%A9dicas.+Washington+DC:+Organizaci%C3%B3n+Panamericana+de+la+Salud%3B+2003+.&ots=njBwmyJ7ka&sig=mYKg32XdjxTWjEacKl9-gWV6ikU](https://books.google.es/books?hl=es&lr=lang_es&id=5Bi1i95T8kUC&oi=fnd&pg=PA1&dq=+Desarrollo+de+sistemas+de+Servicios+de+Emergencias+M%C3%A9dicas.+Washington+DC:+Organizaci%C3%B3n+Panamericana+de+la+Salud%3B+2003+.&ots=njBwmyJ7ka&sig=mYKg32XdjxTWjEacKl9-gWV6ikU)
6. Emergency medical services systems in the European Union - E92039.pdf [Internet]. [cited 2017 Jan 20]. Available from: [http://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0003/114564/E92039.pdf](http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0003/114564/E92039.pdf)
7. Nicolás, J. M. R., Jiménez, J. (último), Net, X (último), Jiménez Murillo, L., Montero Pérez, F. J., (último), Audenino, R. O. G (último), et al. Enfermo crítico y emergencias. 2011th ed. Elsevier España; (No. 61 (036)).
8. Los\_SEM\_en\_Espana.pdf [Internet]. [cited 2017 Jan 20]. Available from: [http://www.epes.es/wp-content/uploads/Los\\_SEM\\_en\\_Espana.pdf](http://www.epes.es/wp-content/uploads/Los_SEM_en_Espana.pdf)

9. González LM, Gil ER. Los sistemas de emergencias extrahospitalaria. [cited 2017 Feb 7]; Available from: <http://davidcrespo.blogspot.es/img/see.pdf>
10. Menchaca MA, Huerta A, Cerdeira JC, Martínez P. Manual de Procedimientos de Enfermería SUMMA 112. Madrid [Internet]; 2012 [Consultado 7 febrero 2015].
11. Libro blanco: Los servicios de emergencias y urgencias extrahospitalarias en España | Empresa Pública de Emergencias Sanitarias. EPES - 061 [Internet]. [cited 2017 Feb 7]. Available from: <http://www.epes.es/?publicacion=los-servicios-de-emergencias-y-urgencias-extrahospitalarias-en-espana>
12. BOE.es - Documento BOE-A-1997-14058 [Internet]. [cited 2017 Feb 7]. Available from: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1997-14058>
13. BOE.es - Documento consolidado BOE-A-2006-16212 [Internet]. [cited 2017 Feb 7]. Available from: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2006-16212>
14. Cáceres-Méndez EA, Castro-Díaz SM, Gómez-Restrepo C, Puyuna JC. Telemedicina: historia, aplicaciones y nuevas herramientas en el aprendizaje. *Univ Médica*. 2011;52(1):11-35.
15. Currell R, Urquhart C, Wainwright P, Lewis R. Telemedicine versus face to face patient care: effects on professional practice and health care outcomes. *Cochrane Database Syst Rev*. 2000;(2):CD002098.
16. Gil-Loyzaga P. Telemedicina y desarrollo sanitario: Introducción y conceptos generales. 2004.
17. Armengol JJG, Carricondo F, Mingorance C, GIL-LOYZAGA P. Telemedicina aplicada a la atención sanitaria urgente: aspectos metodológicos y prácticos. *Emergencias*. 2009;21:287-294.
18. Vergeles-Blanca JM. La telemedicina. Desarrollo, ventajas y dudas. Tema Monográfico Búsqueda Bibliográfica Internet Las Nuevas Tecnol [Internet]. 2011 [cited 2016 Mar 16]; Available from: <http://ferran.torres.name/edu/imi/59.pdf>

19. Alvez R. Aplicación de telemedicina para la mejora de los sistemas de emergencias y diagnósticos clínicos. *Mem Trab Difus Científica Téc.* 2011;(9):91-97.
20. Akhlaghi H, Asadi H. *Essentials of telemedicine and telecare* [Internet]. Chichester: Wiley; 2002 [cited 2016 Mar 16]. Available from: [https://www.researchgate.net/profile/Enrico\\_Coiera/publication/24955652\\_Essentials\\_of\\_Telemedicine\\_and\\_Telecare/links/542161990cf2ce3a91b7164f.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Enrico_Coiera/publication/24955652_Essentials_of_Telemedicine_and_Telecare/links/542161990cf2ce3a91b7164f.pdf)
21. *Telemedicine1.4 - road\_map\_for\_telemedicine\_iwg\_asia\_2014.pdf* [Internet]. [cited 2016 Mar 16]. Available from: [http://www.pchalliance.org/sites/pchalliance.org/files/road\\_map\\_for\\_telemedicine\\_iwg\\_asia\\_2014.pdf](http://www.pchalliance.org/sites/pchalliance.org/files/road_map_for_telemedicine_iwg_asia_2014.pdf)
22. Soledad BL. *Telemedicina, aplicaciones en urgencias.* Sevilla Esp Agencia Eval Tecnol Sanit Andal. 1999;
23. Zundel KM. Telemedicine: history, applications, and impact on librarianship. *Bull Med Libr Assoc.* 1996;84(1):71.
24. Bashshur RL. On the definition and evaluation of telemedicine. *Telemed J.* 1995;1(1):19-30.
25. Bauer JC, Ringel M. *Telemedicine and the Reinvention of Healthcare.* McGraw-Hill Professional Publishing; 1999.
26. Benschoter RA. MULTI-PURPOSE TELEVISION. *Ann N Y Acad Sci.* 1967;142(1):471-478.
27. Grigsby J, Kaehny MM, Sandberg EJ, Schlenker RE, Shaughnessy PW. Effects and effectiveness of telemedicine. *Health Care Financ Rev.* 1994;17(1):115-131.
28. Dwyer TF. Telepsychiatry: psychiatric consultation by interactive television. *Am J Psychiatry.* 1973;130(8):865-869.
29. González Fraga MJ, Herrera Rodríguez ON. Bioética y nuevas tecnologías: Telemedicina. *Rev Cuba Enferm.* 2007;23(1):0-0.
30. Lovett JE, Bashshur RL. Telemedicine in the USA: An overview. *Telecommun Policy.* 1979;3(1):3-14.

31. Pool SL, Stonsifer JC, Belasco N. Application of telemedicine systems in future manned space flight. In: Second Telemedicine Workshop, Tucson, AZ. 1975.
32. Doarn CR, McVeigh F, Poropatich R. Innovative new technologies to identify and treat traumatic brain injuries: Crossover technologies and approaches between military and civilian applications [Internet]. Mary Ann Liebert, Inc. 140 Huguenot Street, 3rd Floor New Rochelle, NY 10801 USA; 2010 [cited 2017 Feb 7]. Available from: <http://online.liebertpub.com/doi/abs/10.1089/tmj.2010.0009>
33. The Journey to a Polio-Free India [Internet]. UNICEF USA. [cited 2017 Feb 7]. Available from: <https://www.unicefusa.org/stories/mission/survival/immunization/polio/journey-polio-free-india/7512>
34. Birkmire-Peters DP, Peters LJ, Whitaker LA. A Usability Evaluation for Telemedicine Medical Equipment. *Telemed J.* 1999 Jul;5(2):209–12.
35. Stanberry B. Telemedicine: barriers and opportunities in the 21st century. *J Intern Med.* 2000 Jun;247(6):615–28.
36. Monteagudo JL, Serrano L, Hernández SC. Telemedicine: science or fiction? In: *Anales del sistema sanitario de Navarra* [Internet]. 2005 [cited 2017 Feb 7]. p. 309. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16421609>
37. Street Jr RL, Wheeler EJ, McCaughan WT. Specialist–primary care provider–patient communication in telemedical consultations. *Telemed J.* 2000;6(1):45–54.
38. Miller EA. Telemedicine and doctor–patient communication: an analytical survey of the literature. *J Telemed Telecare.* 2001;7(1):1–17.
39. Hersh W, Helfand M, Wallace J, Kraemer D, Patterson P, Shapiro S, et al. A systematic review of the efficacy of telemedicine for making diagnostic and management decisions. *J Telemed Telecare.* 2002;8(4):197–209.
40. Monteagudo JL, Serrano L, Hernández Salvador C. La telemedicina: ¿ciencia o ficción? In: *Anales del sistema sanitario de Navarra* [Internet]. SciELO Espana; 2005 [cited 2016 Mar 16]. p. 309–323. Available from:

- [http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1137-66272005000500002&script=sci\\_arttext](http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1137-66272005000500002&script=sci_arttext)
41. Tetzlaff L. Consumer informatics in chronic illness. *J Am Med Inform Assoc.* 1997;4(4):285–300.
  42. Balas EA, Jaffrey F, Kuperman GJ, Boren SA, Brown GD, Pinciroli F, et al. Electronic communication with patients: evaluation of distance medicine technology. *JAMA.* 1997;278(2):152–159.
  43. Caceres C, Gomez EJ, Garcia F, Gatell JM, del Pozo F. An integral care telemedicine system for HIV/AIDS patients. *Int J Med Inf.* 2006;75(9):638–642.
  44. Watson R, Stimpson A, Hostick T. Prison health care: a review of the literature. *Int J Nurs Stud.* 2004;41(2):119–128.
  45. Yu C, Yang J-J, Chen J-C, Liu C-S, Chen C-C, Lin M-L, et al. The development and evaluation of the citizen telehealth care service system: case study in Taipei. In: *Engineering in Medicine and Biology Society, 2009 EMBC 2009 Annual International Conference of the IEEE [Internet]. IEEE; 2009 [cited 2017 Feb 7]. p. 6095–6098. Available from: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5334945/>*
  46. Chae YM, Park HJ, Cho JG, Hong GD, Cheon K-A. The reliability and acceptability of telemedicine for patients with schizophrenia in Korea. *J Telemed Telecare.* 2000;6(2):83–90.
  47. Ruiz Ibañez C, Zuluaga de Cadena A, Trujillo Zea A. Telemedicina: introducción, aplicación y principios de desarrollo. 2007 [cited 2017 Feb 7]; Available from: <http://bdigital.ces.edu.co:8080/repositorio/handle/10946/2911>
  48. Descripción Wearable Technology & Internet of Things: Tecnología para llevar puesta [Internet]. [cited 2017 Feb 7]. Available from: <http://www.wearablespain.com/Wearable.html>
  49. Vacas F. Evolución de dispositivos y nuevas formas de consumo. *TELOS 102 Tur Patrim NTIC.* 2015;102:25.

50. Características técnicas de Google Glass [Internet]. [cited 2017 Feb 7]. Available from: <https://hipertextual.com/2013/04/caracteristicas-de-google-glass>
51. Google Glass, toda la información ¿ Qué es Google Glass ? [Internet]. Tu blog de Google Glass. [cited 2017 Feb 7]. Available from: <http://gglasday.com/google-glass-toda-la-informacion-que-es-google-glass-para-que-sirven/>
52. Rozalén R. Google retira la venta de Google Glass [Internet]. Silicon. 2015 [cited 2017 Feb 7]. Available from: <http://www.silicon.es/google-retira-la-venta-de-google-glass-2281306>
53. Adiós Glass Explorer, Google suspende su programa de desarrolladores [Internet]. [cited 2017 Feb 7]. Available from: <https://www.xataka.com/aplicaciones/adios-glass-explorer-google-suspende-su-programa-de-desarrolladores>
54. Las luces y sombras de Google Glass [Internet]. [cited 2016 Mar 16]. Available from: <http://www.centrodeinnovacionbbva.com/noticias/las-luces-y-sombras-de-google-glass>
55. Los estudiantes de Stanford aprenden a operar con Google Glass [Internet]. Forbes. [cited 2016 Mar 16]. Available from: <http://www.forbes.es/actualizacion/1728/los-estudiantes-de-stanford-aprenden-a-operar-con-google-glass>
56. BOE.es - Documento BOE-A-1999-23750 [Internet]. [cited 2017 Feb 13]. Available from: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1999-23750>
57. Jeroudi OM, Christakopoulos G, Christopoulos G, Kotsia A, Kypreos MA, Rangan BV, et al. Accuracy of remote electrocardiogram interpretation with the use of Google Glass technology. *Am J Cardiol.* 2015;115(3):374–377.
58. Armstrong DG, Rankin TM, Giovinco NA, Mills JL, Matsuoka Y. A Heads-Up Display for Diabetic Limb Salvage Surgery A View Through the Google Looking Glass. *J Diabetes Sci Technol.* 2014;1932296814535561.

59. Carengo L, Barra FL, Ingrassia PL, Colombo D, Costa A, Della Corte F. Disaster medicine through Google Glass. *Eur J Emerg Med.* 2015;22(3):222–225.
60. ASALE R-. Diccionario de la lengua española - Edición del Tricentenario [Internet]. Diccionario de la lengua española. [cited 2016 Apr 8]. Available from: <http://dle.rae.es/?id=Xw4s6f6>
61. Jeffries PR. A Frame Work for Designing, Implementing, and Evaluating Simulations Used as Teaching Strategies in Nursing. *Nurs Educ Perspect.* 2005 Mar 1;26(2):96–103.
62. Gaba DM. The future vision of simulation in health care. *Qual Saf Health Care.* 2004 Jan 10;13(suppl 1):i2–10.
63. Bradley P. The history of simulation in medical education and possible future directions. *Med Educ.* 2006 Mar 1;40(3):254–62.
64. Durá Ros MJ, Durá Ros MJ. La simulación clínica como metodología de aprendizaje y adquisición de competencias en enfermería [Internet] [info:eu-repo/semantics/doctoralThesis]. [Madrid]: Universidad Complutense de Madrid; 2013 [cited 2016 Apr 8]. Available from: <http://eprints.ucm.es/22989/>
65. Grypma S. Regarding Mrs. Chase. *J Christ Nurs Q Publ Nurses Christ Fellowsh.* 2012;29(3):181.
66. Velasco Martín A. Simulación clínica y enfermería : creando un ambiente de simulación. *Clinical simulation and nursing: creating a simulation environment* [Internet]. 2013 Oct [cited 2016 Apr 8]; Available from: <http://repositorio.unican.es/xmlui/handle/10902/3949>
67. Quesada Suescun A, Burón Mediavilla FJ, Castellanos Ortega A, Moral Vicente-Mazariegos I del, González Fernández C, Olalla Antolín JJ, et al. Formación en la asistencia al paciente crítico y politraumatizado: papel de la simulación clínica. *Med Intensiva.* 2007 May;31(4):187–93.
68. Argullos JLP, Sancho C-VG. El uso de las simulaciones en educación médica. *Educ Knowl Soc EKS.* 2010;11(2):147–70.

69. Corvetto M, Bravo MP, Montaña R, Utili F, Escudero E, Boza C, et al. Simulación en educación médica: una sinopsis. *Rev Médica Chile*. 2013 Jan;141(1):70–9.
70. Coloma O, Alvarez A, Pablo J, others. Manejo avanzado de la vía aérea. *Rev Méd Clín Condes*. 2011;22(3):270–279.
71. Bouchacourt JP, Castromán P. Evaluación del aprendizaje de la Intubación Orotraqueal mediante el método de la suma acumulativa (CuSum). *Rev Esp Anestesiología Reanimación*. 2007;54(6):349–354.
72. Cicero MX, Walsh B, Solad Y, Whitfill T, Paesano G, Kim K, et al. Do you see what I see? Insights from using google glass for disaster telemedicine triage. *Prehospital Disaster Med*. 2015;30(01):4–8.
73. Muensterer OJ, Lacher M, Zoeller C, Bronstein M, Kübler J. Google Glass in pediatric surgery: an exploratory study. *Int J Surg Lond Engl*. 2014;12(4):281.
74. Perkins GD, Handley AJ, Koster RW, Castrén M, Smyth MA, Olasveengen T, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 2. Adult basic life support and automated external defibrillation. *Resuscitation*. 2015 Oct;95:81–99.
75. Ballesteros Peña S. Supervivencia extrahospitalaria tras una parada cardiorrespiratoria en España: una revisión de la literatura. *Emerg St Vicenç Horts*. 2013;137–142.
76. Perkins GD, Lall R, Quinn T, Deakin CD, Cooke MW, Horton J, et al. Mechanical versus manual chest compression for out-of-hospital cardiac arrest (PARAMEDIC): a pragmatic, cluster randomised controlled trial. *The Lancet*. 2015;385(9972):947–955.
77. Greif R, Lockey AS, Conaghan P, Lippert A, De Vries W, Monsieurs KG. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 10. Education and implementation of resuscitation. *Resuscitation*. 2015;95:288–301.
78. Akahane M, Ogawa T, Tanabe S, Koike S, Horiguchi H, Yasunaga H, et al. Impact of telephone dispatcher assistance on the outcomes of pediatric out-of-hospital cardiac arrest. *Crit Care Med*. 2012;40(5):1410–1416.

79. Roppolo LP, Pepe PE, Campbell L, Ohman K, Kulkarni H, Miller R, et al. Prospective, randomized trial of the effectiveness and retention of 30-min layperson training for cardiopulmonary resuscitation and automated external defibrillators: The American Airlines Study. *Resuscitation*. 2007;74(2):276–285.
80. Smith KK, Gilcreast D, Pierce K. Evaluation of staff's retention of ACLS and BLS skills. *Resuscitation*. 2008;78(1):59–65.
81. Bjørshol CA, Myklebust H, Nilsen KL, Hoff T, Bjørkli C, Illguth E, et al. Effect of socioemotional stress on the quality of cardiopulmonary resuscitation during advanced life support in a randomized manikin study. *Crit Care Med*. 2011;39(2):300–304.
82. Krage R, Tjon SLL, Schober P, Kolenbrander M, van Groeningen D, Loer SA, et al. Does individual experience affect performance during cardiopulmonary resuscitation with additional external distractors? *Anaesthesia*. 2014;69(9):983–989.
83. Amadi-Obi A, Gilligan P, Owens N, O'Donnell C. Telemedicine in pre-hospital care: a review of telemedicine applications in the pre-hospital environment. *Int J Emerg Med*. 2014;7(1):1–11.
84. Yperzeele L, Van Hooff R-J, De Smedt A, Espinoza AV, Van Dyck R, Van de Casseye R, et al. Feasibility of AmbulanCe-Based Telemedicine (FACT) study: safety, feasibility and reliability of third generation in-ambulance telemedicine. *PloS One*. 2014;9(10):e110043.
85. Czaplik M, Bergrath S, Rossaint R, Thelen S, Brodziak T, Valentin B, et al. Employment of telemedicine in emergency medicine. *Methods Inf Med*. 2014;53(2):99–107.
86. Simulador avanzado de paciente SimMan 3G | Especificaciones [Internet]. [cited 2017 Feb 9]. Available from: <http://www.laerdal.com/es/SimMan3G#/Specifications>
87. Abellán Hervás MJ, Carnicer Fuentes IC, Castro Yuste C, Martínez Nieto JM, Moreno Corral LJ. Manual de Casos Clínicos Simulados. 2012 [cited 2017 Feb 9]; Available from: <http://rodin.uca.es/xmlui/handle/10498/14872>

88. Maestre JM, Sancho R, Rábago JL, Martínez A, Rojo E, Moral I del. Diseño y desarrollo de escenarios de simulación clínica: análisis de cursos para el entrenamiento de anestesiólogos. *FEM Rev Fund Educ Médica*. 2013;16(1):49-57.
89. Álvarez-Gayou JL. Cómo hacer investigación cualitativa. *Fundamentos y metodología*. Colecc Paid Educ México Paid Mex [Internet]. 2003 [cited 2017 Feb 9]; Available from: <http://www.ceppia.com.co/Herramientas/Herramientas/Hacer-investigacion-alvarez-gayou.pdf>
90. How Much Did It Cost YouTube To Stream Gangnam Style? [Internet]. [cited 2017 Feb 9]. Available from: <http://www.forbes.com/sites/quora/2012/10/29/how-much-did-it-cost-youtube-to-stream-gangnam-style/#347239b95c73>
91. Roig FJE. Drones al servicio de los sistemas de emergencias médicas: algo más que un juguete. *Emergencias*. 2016;28:73-74.
92. Church M. We need drones, robots, and autonomous ambulances. *BMJ* [Internet]. 2015 [cited 2017 Feb 9];350. Available from: <http://search.proquest.com/openview/ae440ffafc732b08fec7338189354a16/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2040978>
93. Google Glass review | TechRadar [Internet]. [cited 2017 Feb 9]. Available from: <http://www.techradar.com/reviews/gadgets/google-glass-1152283/review>
94. Lee CK, Kim Y, Lee N, Kim B, Kim D, Yi S. Feasibility Study of Utilization of action camera, GoPro Hero 4, Google Glass and Panasonic HX-A100 in Spine Surgery. *Spine* [Internet]. 2017 [cited 2017 Feb 9]; Available from: [http://journals.lww.com/spinejournal/Abstract/publishahead/Feasibility\\_Study\\_of\\_Utilization\\_of\\_action\\_camera,95989.aspx](http://journals.lww.com/spinejournal/Abstract/publishahead/Feasibility_Study_of_Utilization_of_action_camera,95989.aspx)
95. Editorial | Google Glass: Finding True Clinical Value | Which Medical Device [Internet]. [cited 2017 Feb 9]. Available from: <http://www.whichmedicaldevice.com/editorial/article/390/google-glass-finding-true-clinical-value>
96. Augmedix y el desarrollo de aplicaciones médicas para Google Glass [Internet]. [cited 2017 Feb 9]. Available from:

- <http://gglassday.com/5388/augmedix-recibe-32-millones-de-euros-para-desarrollar-aplicaciones-medicas-en-google-glass/>
97. Baterías intercambiables en Google Glass, sale a la luz una nueva patente [Internet]. [cited 2017 Feb 9]. Available from: <http://gglassday.com/7906/baterias-intercambiables-google-glass/>
  98. MB A. Utilizar pilas AA para la batería de Google Glass [Internet]. Tu blog de Google Glass. 2016 [cited 2017 Feb 9]. Available from: <http://gglassday.com/7738/pilas-aa-bateria-google-glass/>
  99. Nueva versión de Google Glass en 2015 [Internet]. [cited 2017 Feb 9]. Available from: [http://www.pactual.com/noticias/actualidad/nueva-version-google-glass-2015\\_12812](http://www.pactual.com/noticias/actualidad/nueva-version-google-glass-2015_12812)
  100. Miret C, Larrea AM. El profesional en urgencias y emergencias: agresividad y burnout. In: Anales del Sistema Sanitario de Navarra [Internet]. [cited 2017 Feb 9]. p. 193–201. Available from: <https://recyt.fecyt.es/index.php/ASSN/article/view/9413>
  101. Arbelo Figueredo MC, Sotolongo García Y, Hernández Quintero O, Iglesias González BM, Santander Montes A. Morbilidad oculta de depresión y síndrome de burnout en profesores de la Facultad de Ciencias Médicas 10 de Octubre. 2008;
  102. Magán AMC. Estrés laboral, fuentes de estrés e inteligencia emocional en los trabajadores de centro de urgencias y emergencias 112 de Extremadura [Internet]. Universidad de Extremadura; 2015 [cited 2017 Feb 9]. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/dctes?codigo=45708>
  103. Fàbrega XJ, Espila JL. Códigos de activación en urgencias y emergencias. La utilidad de priorizar Activation codes in urgency and emergency care. The utility of prioritising. Sist Sanit Navar. 2010;33(Suplemento 1):77.
  104. Como empezar a desarrollar apps para Google Glass - [Internet]. [cited 2017 Feb 9]. Available from: <http://apptradecentre.com/2014/05/07/desarrollo-apps-google-glass/>
  105. Google Glass ya se puede comprar fuera de Estados Unidos [Internet]. Silicon. 2014 [cited 2017 Feb 9]. Available from:

- <http://www.silicon.es/google-glass-ya-se-puede-comprar-fuera-de-estados-unidos-61328>
106. Perez F. Redes móviles terrestres: 4g. Esc Téc Super Ing-ICAI Univ Comillas Consult El [Internet]. 2010 [cited 2017 Feb 9];28. Available from: <http://www.academia.edu/download/38771179/4G.pdf>
  107. Tello F. 4G: Expectativas, Aplicaciones y Retos Existentes en su Implementación. Prisma. 2016;2(1):15–18.
  108. LTE y LTE Advanced Todo Lo que Tienes que Saber [Internet]. [cited 2017 Feb 9]. Available from: <http://www.areatecnologia.com/tecnologia/lte.html>
  109. Shiga T, Wajima Z, Inoue T, Sakamoto A. Predicting Difficult Intubation in Apparently Normal Patients A Meta-analysis of Bedside Screening Test Performance. *J Am Soc Anesthesiol*. 2005;103(2):429–437.
  110. Rall M, Gaba DM. Simuladores de pacientes. En Mill RD Ed Mill Anest 6ª Ed Phila Elsevier Churchill Livingstone. 2005;84:3090–93.
  111. Widmer A, Müller H. Using Google Glass to enhance pre-hospital care. *Swiss Med Inform* [Internet]. 2014 [cited 2017 Feb 9];30. Available from: <http://www.medical-informatics.ch/index.php/smiojs/article/view/316>
  112. Jon Smally A, Anthony Nowicki T. Manejo de la vía área difícil. *Emergencias*. 2011;23:479–485.
  113. Jiménez Moral G, Ayuso Baptista C, Garijo Pérez A, Navarrete Espejo M, Requena López A, Baptista García F. Alternativas a la intubación orotraqueal ante una vía aérea difícil. *emergencias*. 2003;15:104–12.
  114. Mort TC. Emergency tracheal intubation: complications associated with repeated laryngoscopic attempts. *Anesth Analg*. 2004;99(2):607–613.
  115. Hurtado EM. Revisión sistemática del papel actual de los videolaringoscopios [Internet]. *AnestesiaR*. 2014 [cited 2017 Feb 9]. Available from: <http://anestesiaR.org/2014/revision-sistemica-del-papel-actual-de-los-videolaringoscopios/>
  116. Sakles JC, Mosier J, Hadeed G, Hudson M, Valenzuela T, Latifi R. Telemedicine and telepresence for prehospital and remote hospital

- tracheal intubation using a GlideScope™ videolaryngoscope: a model for tele-intubation. *TEL EMEDICINE E-Health*. 2011;17(3):185–188.
117. Mosier J, Joseph B, Sakles JC. Telebation: Next-generation telemedicine in remote airway management using current wireless technologies. *TEL EMEDICINE E-Health*. 2013;19(2):95–98.
118. Song KJ, Do Shin S, Park CB, Kim JY, Kim DK, Kim CH, et al. Dispatcher-assisted bystander cardiopulmonary resuscitation in a metropolitan city: A before–after population-based study. *Resuscitation*. 2014;85(1):34–41.
119. Nolan JP, Soar J, Zideman DA, Biarent D, Bossaert LL, Deakin C, et al. European resuscitation council guidelines for resuscitation 2010 section 1. Executive summary. *Resuscitation*. 2010;81(10):1219–1276.
120. Monsieurs KG, Zideman DA, Alfonzo A, Arntz H-R, Askitopoulou H, Bellou A, et al. European Resuscitation Council guidelines for resuscitation 2015: section 1. Executive summary. 2015 [cited 2017 Feb 9]; Available from: <http://ercguidelines.elsevierresource.com/european-resuscitation-council-guidelines-resuscitation-2015-section-1-executive-summary>
121. Nolan J, Soar J, Eikeland H. The chain of survival. *Resuscitation*. 2006;71(3):270–271.
122. Stipulante S, El Fassi M, Donneau A-F, Van Troyen B, Hartstein G, D’Orio V, et al. Implementation of the ALERT algorithm, a new dispatcher-assisted telephone cardiopulmonary resuscitation protocol, in non-Advanced Medical Priority Dispatch System (AMPDS) Emergency Medical Services centres. *Resuscitation*. 2014;85(2):177–181.
123. Sell RE, Sarno R, Lawrence B, Castillo EM, Fisher R, Brainard C, et al. Minimizing pre-and post-defibrillation pauses increases the likelihood of return of spontaneous circulation (ROSC). *Resuscitation*. 2010;81(7):822–825.
124. Cheskes S, Schmicker RH, Verbeek PR, Salcido DD, Brown SP, Brooks S, et al. The impact of peri-shock pause on survival from out-of-hospital shockable cardiac arrest during the Resuscitation Outcomes Consortium PRIMED trial. *Resuscitation*. 2014;85(3):336–342.

125. Dorian P, Cass D, Schwartz B, Cooper R, Gelaznikas R, Barr A. Amiodarone as compared with lidocaine for shock-resistant ventricular fibrillation. *N Engl J Med*. 2002;346(12):884–890.
126. Drummond D, Arnaud C, Guedj R, Duguet A, de Suremain N, Petit A. Google Glass for Residents Dealing With Pediatric Cardiopulmonary Arrest: A Randomized, Controlled, Simulation-Based Study. *Pediatr Crit Care Med* [Internet]. 2017 [cited 2017 Feb 9]; Available from: [http://journals.lww.com/pccmjournal/Abstract/publishahead/Google\\_Glasses\\_for\\_Residents\\_Dealing\\_With\\_Pediatric.98744.aspx](http://journals.lww.com/pccmjournal/Abstract/publishahead/Google_Glasses_for_Residents_Dealing_With_Pediatric.98744.aspx)
127. Khanduja PK, Bould MD, Naik VN, Hladkowicz E, Boet S. The role of simulation in continuing medical education for acute care physicians: a systematic review. *Crit Care Med*. 2015;43(1):186–193.
128. La Realidad Aumentada aplicada por la Radiología [Internet]. *Radiología Club*. 2016 [cited 2017 Feb 13]. Available from: <https://radiologiaclub.com/2016/02/17/la-realidad-aumentada-aplicada-a-la-radiologia/>

**ANEXOS**

## ANEXO 1. ENCUESTA DE OPINIÓN PROFESIONALES DEL CENTRO COORDINADOR DE EMERGENCIAS DE LA REGIÓN DE MURCIA.

### PROYECTO DE INVESTIGACION: "VALORACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGIAS EN URGENCIAS Y EMERGENCIAS".

Estimado colaborador gracias por tu participación en este proyecto, a continuación te explicamos en que consiste tu participación:

- Vas a visionar una serie de videos grabados mediante un dispositivo tecnológico (Google Glass®) que estamos validando para su aplicación en telemedicina. Estos videos tratan de reproducir mediante simulación clínica un accidente de motocicleta en la que está involucrada una víctima.
- Estos videos ofrecen diferentes calidades de emisión. Te pedimos, que bajo tu opinión de experto, identifiques cuál de ellos ofrece la mejor calidad para identificar la patología que te presentamos.

Como observarás la encuesta es totalmente anónima (tan solo tendrás que rellenar los siguientes datos sociodemográficos), con lo que te pedimos que seas sincero en tus respuestas y no tengas reparos a la hora de transmitirnos cuáles son tus opiniones.

#### DATOS SOCIODEMOGRAFICOS

Sexo:  Hombre  Mujer

Edad:  >20 años  21-30 años  31-40 años  41-50 años  51-60 años  <60 años

Profesión:  Médico  Enfermero  Técnico. Año de finalización de estudios:.....

Experiencia en el Servicio (CCU):

>5 años  5-10 años  11-15 años  16-20 años  21-25 años  <26 años

#### 1. VALORACION VIDEOS ACCIDENTE

De todos los videos visionados ¿cuál diría usted que es el que mejor calidad tiene?

1. El primero
2. El segundo
3. El tercero
4. El cuarto

Responda a las siguientes cuestiones sobre el vídeo que usted considere que sería la mejor de las opciones en su opinión.

Rúbrica	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
<i>Valor</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
La calidad de la imagen del vídeo es buena					
La calidad de la imagen es suficiente para valorar la patología que presenta el paciente					
El pixelado del video le permite valorar las diferentes heridas					
En estas situaciones el uso de las Google Glass puede resultar de gran ayuda					

<b>1. VALORACION VIDEOS MONITOR</b>
-------------------------------------

De todos los videos visionados ¿cuál diría usted que es el que mejor calidad tiene?

1. El primero
2. El segundo
3. El tercero
4. El cuarto

Responda a las siguientes cuestiones sobre el vídeo que usted considere que sería la mejor de las opciones en su opinión.

Rúbrica	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
<i>Valor</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
La calidad de la imagen del vídeo es buena					
La calidad de la imagen es suficiente para valorar la patología que presenta el paciente					
El pixelado del video le permite ver la monitorización.					
En estas situaciones el uso de las Google Glass puede resultar de gran ayuda					

## ANEXO 2: DISEÑO ESCENARIO IOT.

<b>DISEÑO DE ESCENARIOS<sup>1,2,3</sup>:ESCENARIO "IOT"</b>		
<b>Tiempo estimado de escenario:</b>	10 minutos	
<b>Destinatarios:</b>	Profesionales sanitarios (ambos grupos)	
<b>Conocimiento previo: (motivo de la llamada).</b>	Si. Vídeo polimedia explicativo	
<b>Resumen:</b>	Manejo de la vía aérea en paciente inconsciente	
<b>Objetivos del aprendizaje:</b>	No existen objetivos de aprendizaje	
<b>Tratamiento correcto propuesto</b>		
<b>Lista de eventos</b>	<b>Evento critico</b>	<b>Hadler</b>
Comprueba estado de consciencia y signos vitales del paciente.		
Detecta inconsciencia e hipoxemia.		
Realiza maniobra frente-mentón y aplica cánula de Guedell. Remonta ligeramente la SatO2 con las maniobras.	No aplica cánula de Guedell ni abre vía aérea	La SatO2 cae progresivamente.
Monitoriza al paciente. ECG, SatO2 y TA		
Detecta hipoxemia. Aplica oxigenoterapia.	No detecta hipoxemia	La SatO2 cae progresivamente, taquicardia.
Coloque al paciente en decúbito supino, con el cuello en hiperextensión, situándose la persona que va a realizar la intubación detrás de la cabeza del paciente.		
Abra la boca del paciente, retire prótesis dentales y cuerpos extraños y aspire si es necesario.		
Indica al ayudante la comprobación del material que se va a utilizar (balón de neumotaponamiento y laringoscopio).		
Ventile y oxigene al paciente con cánula, mascarilla y bolsa de reanimación con reservorio conectada a fuente de O2. Puede ayudarse con la maniobra de Sellick. Se prepara para la laringoscopia.	No aplica O2 con balón autohinchable	Aumenta la Saturación ligeramente.
	Aplica O2 con otra mascarilla	
	No conectado a fuente de O2.	Disminuye saturación, presenta taquicardia.
Se administran los fármacos necesarios para realizar la técnica. Relajante muscular, hipnótico y analgésico.		
Inicia la laringoscopia cogiendo el laringoscopio de forma adecuada con la mano izquierda. Lo introduce haciendo tracción hacia arriba y adelante, sin hacer palanca en los dientes hasta visualizar las cuerdas vocales. Coge el tubo con la mano derecha (con o sin fiador) y lo introduce unos 20 a 22 cm. desde la comisura de los labios.	Si sobrepasa los 22 cm	Ventilación selectiva pulmón derecho

Comprueba la correcta inserción del tubo en la tráquea ventilando al paciente al mismo tiempo que se auscultan epigastrio y en ambos campos pulmonares.					
Intubación exitosa con movimientos torácicos bilaterales y aumento de la saturación.	No intubación exitosa	Expansión gástrica, no movimientos torácicos, caída de la Saturación y taquicardia			
Infle el balón de neumotaponamiento 8-10 ml de aire.	Sino inflado balón neumotaponamiento	Sonidos característicos de pérdida de aire y caída de la saturación			
Fija el TET.					
Ventile con balón de reanimación y O2 hasta conectar al respirador intercalando filtro antibacterias.					
<b>Breve descripción del paciente</b>					
<b>Nombre</b>					
<b>Edad</b>	40 años				
<b>Peso</b>	70 kg				
<b>Estatura</b>	1,70 m				
<b>Genero</b>	Masculino				
<b>Situación: Historia patología actual</b>	Paciente que se encontraba hospitalizado y presentaba una inconsciencia (Escala de Coma de Glasgow de 3) con hipoxia severa (SpO2 < 75%) y taquicardia compensatoria.				
<b>Lugar:</b>	Planta de hospitalización. (Sala de simulación 4)				
<b>Información del paciente:</b>	Sin AP de interés				
<b>Configuración del monitor</b>					
<b>Trazado monitor</b>	4 ondas				
<b>Parámetros</b>					
√	ECG primario	√	Presión arterial no invasiva		
√	ECG secundario	√	Frecuencia cardíaca		
√	SpO2	√	ETCO2		
<b>Lista de equipamiento</b>					
<b>Equipamiento sala 4 simulación</b>					
Sala principal de simulación:					
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Simulador a escala real Laerdal SimMan Essential® (Adulto) (Laerdal Medical Ltd, Orpington, UK).</li> <li>- Ordenador portátil Táctil Leonovo Tablet X220.</li> <li>- Monitor de televisión LG LCD M2250DM (55cm).</li> <li>- Cámara fija Airspacectv (Sam -1799).</li> <li>- Cámara móvil domo Samsung SCX-DF300W.</li> </ul>					

<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1x altavoz Bose.</li> <li>- Cama de hospital, mobiliario de pared y armarios.</li> <li>- Tomas de vacío y de oxígeno en la pared.</li> <li>- Teléfono e interfono.</li> <li>- Mobiliario clínico: Carro de parada, carro de curas y mesa de Mayo.</li> <li>- Electromedicina: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ monitor- desfibrilador con electrocardiografía</li> <li>▪ monitor telemático con pantalla táctil fija</li> <li>▪ pantalla de plasma para visionado de constantes vitales</li> <li>▪ Aspirador de secreciones</li> </ul> </li> <li>- Bomba de perfusión</li> <li>- Respirador mecánico.</li> </ul>				
<b>Carro de parada</b>				
<b>Material fungible</b>				
Cánulas orofaríngeas	Tubos endotraqueales	Sondas nasogástricas 18G	Cánulas acceso venoso periférico distintos tamaños	Sistema de gotero bomba perfusión
Balón resucitado, mascarilla y conexión O2	Filtro antibacteriano	Bolsa recolectora	Llaves de tres pasos	Kit vía central
Mascarillas reservorio	Laringoscopio con pala curva y recta	Linterna	Tapón antirreflujo	Dosificador de flujo
Mascarilla Venturi	Pinzas de Magill o Kelly	Parches desfibrilador	Apósito fijación vías	Sistema de gotero
Gafas nasales	Lubricante hidrosoluble	Circuito respirador	Jeringa de 10 ml.	Compresor venoso
Guantes	Mascarillas laríngeas	Tijeras	Jeringa de 5 ml.	Fuente O2
Sondas de aspiración	Airtrac	Agujas 0.8x25	Jeringa de 2 ml.	Venda
Fiador semirrígido	Kit cricotiroidectomía	Agujas 0.8x40	Jeringa de 1 ml.	Agujas subcutánea
Aspirador	Fonendoscopio			
<b>Medicación</b>				
Epinefrina	Diazepam	Fentanilo	Dopamina	Bicarbonato 1M
Atropina	Succinilcolina	Rocuronio	Dexclorfenanina	Solinitrina
Amiodarona	Etomidato	Metoclopridamida	Propofol	Noradrenalina

Cloruro cálcico	Cloruro mórfico	Ondasentron	Naloxona	Midazolam
Flumacenilo	Lidocaína	Glucosa 50%	Hidrocortisona	Suero fisiológico
Suero glucosado 5%	Ringer lactato	Voluven	Gelafundina	
Número y rol de participantes				
1	Enfermero	Será el encargado de liderar la actuación y realizar la técnica descrita, estando en permanente comunicación con el médico		
2	Médico	En el grupo GpG: Visionara la intervención a través de la videollamada realizada por el enfermero mediante GG. Dirigirá la intervención en caso de ser necesario vía telemática		
3	Técnico auxiliar de sala	Sera el encargado de auxiliar al interviniente principal en su labor durante la simulación. No realizara ninguna acción o tarea previamente indicada por el interviniente principal.		
Anexo: Protocolo propuesto para el diseño de escenario 4				
<b>Consideraciones previas</b>				
<p>(1) La intubación endotraqueal es la técnica definitiva de permeabilización y aislamiento de la vía aérea, permitiendo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ la administración de oxígeno a alta concentración y de un volumen corriente suficiente para mantener una insuflación pulmonar adecuada.</li> <li>▪ la aspiración de la tráquea.</li> </ul> <p>(2) La intubación endotraqueal y ventilación mecánica son los factores de riesgo de mayor importancia en la neumonía nosocomial. Ésta se produce por los siguientes mecanismos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ microaspiraciones de los microorganismos que colonizan vía aérea superior (secreción orofaríngea/gástrica) a través del espacio virtual neumo-pared traqueal durante maniobras que varían el calibre de vía aérea (tos, deglución), llegando microorganismos al tracto inferior.</li> <li>▪ Aspiración de material gástrico/ esofágico (aspiración de vómito, SNG.)</li> <li>▪ Inoculación directa de patógenos en el tracto respiratorio inferior (nebulizaciones, sondas de aspiración, secreciones del personal sanitario)</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Durante la colocación del tubo, se realizará una técnica aséptica (lo más estéril o limpia posible, en su defecto).</li> <li>• Los equipos de oxigenoterapia que se conecten serán estériles (mascarillas, sondas de aspiración estériles para cada aspiración).</li> </ul>				
<b>Material</b>				
Guantes, prenda para atenuar la luz (manta o similar), fuente de O2, bolsa de ventilación con				

reservorio y mascarillas de distintos tamaños, cánulas orofaríngeas, tubos endotraqueales (TET) de varios tamaños, filtro antibacteriano, fiador semirrígido, jeringa de 10 ml., laringoscopio con palas de laringoscopio curvas y rectas de distintos tamaños, lubricante hidrosoluble estéril, pinzas de Magill o Kelly, fonendoscopio, venda, tijeras, aspirador, sonda rígida de Yankauer y sondas de aspiración estériles de distintos calibres, paño estéril.

#### Preparación del material de intubación

- Fuera del habitáculo asistencial
- Utilice el desinfectante de manos previo a la manipulación del material, y póngase guantes limpios.
- Coloque el material a la altura de la cabeza del paciente, a derecha o izquierda, en función del lado de manejo del Ambú® (diestro o zurdo) del operador.
- Sitúe sobre el suelo, en el lado elegido, un empapador, que dividirá en 2 zonas imaginarias, con el fin de colocar el material.
- zona limpia: la más próxima al paciente: bolsa de reanimación, cánula de Guedell, laringo- palas y sonda rígida de aspiración de Yankauer.
- zona aséptica: la más alejada del paciente: jeringa, venda, pinzas Magill, lubricante y tubo endotraqueal.
  - Abra el envase por la parte superior, separando los bordes del envoltorio hacia fuera, exponiendo, únicamente, la porción más proximal del tubo (conexión y testigo).
  - Si se requiere fiador, abra el envoltorio de éste de igual forma que el del tubo, y extraígalo cogiéndolo exclusivamente por el extremo superior, evitando cualquier contacto con el resto del fiador. Si es necesario, lubrique el tercio distal del fiador aplicando el lubricante con gasa estéril.
  - Lubricación del tubo:
    - Vierta un poco de lubricante en una esquina de la porción superior del envoltorio del tubo, previamente abierta (el extremo del lubricante no contactará con ningún elemento interior del envase).
    - En el momento que el tubo vaya a ser extraído del envase, haga pasar los últimos 6-8 cm. distales del tubo por el lubricante aplicado previamente en la esquina del envase, teniendo especial atención que quede lubricada toda la superficie circunferencial, impregnando con cuidado el tubo en el lubricante con ligero movimiento giratorio. Ponga especial cuidado en no lubricar 2/3 proximales del tubo.
    - Inmediatamente después tape el envase del lubricante.
      - Si la intubación es fallida, deseche el tubo utilizado y prepare otro nuevo (estéril).
      - Finalizada la técnica, separe el material reutilizable para su limpieza, del material desechable que se utilizó, y envuelto en un empapador, elimínelo en el contenedor destinado a material biosanitario.
- Dentro del habitáculo asistencial.
  - La "zona ideal" será aquella más alejada del paso de personal, sobre una superficie estable y de fácil acceso desde la cabecera del paciente.
  - Coloque un empapador encima del asiento lateral, como improvisada mesa auxiliar. Sitúe sobre éste, la "zona limpia" y "zona aséptica".

- Si la ambulancia consta de armario para maletines, con soporte superior, sitúe sobre esta superficie la "zona estéril" y sobre el asiento lateral la "zona limpia".
- Técnica
  - Extienda el paño estéril y coloque todo el material sobre éste.
  - Compruebe el material que se va a utilizar (balón de neumotaponamiento y laringoscopio)
  - Coloque al paciente en decúbito supino, con el cuello en hiperextensión (manteniendo control cervical en el paciente traumatizado), situándose la persona que va a realizar la intubación detrás de la cabeza del paciente.
  - Abra la boca del paciente, retire prótesis dentales y cuerpos extraños y aspire si es necesario.
  - Ventile y oxigene al paciente con cánula, mascarilla y bolsa de reanimación con reservorio conectada a fuente de O<sub>2</sub>. Puede ayudarse con la maniobra de Sellick.
  - Laringoscopia:
    - Coja el laringoscopio con la pala montada con la mano izquierda o introduzca la pala por el lado derecho de la boca deslizándola al tiempo que va desplazando la lengua hacia la izquierda. La punta de la pala se situará en la vallécula visualizando la epiglotis bajo la pala si ésta es curva.
    - No deje de ver el extremo distal de la pala, haga tracción hacia arriba y adelante, sin hacer palanca en los dientes hasta visualizar las cuerdas vocales.
    - Coja el tubo con la mano derecha e introdúzcalo entre las cuerdas vocales hasta que el balón de neumotaponamiento las sobrepase (20 a 22 cm. desde la comisura de los labios). Se puede utilizar un fiador maleable en su interior, evitando que sobresalga por el extremo distal del tubo (dé forma de palo de golf al fiador y doble hacia arriba).
    - Compruebe la correcta inserción del tubo en la tráquea ventilando al paciente (empañamiento del tubo, movimientos torácicos bilaterales) al mismo tiempo que se auscultan epigastrio y en ambos campos pulmonares (bases y ápex pulmonares).
  - Infle el balón de neumotaponamiento 8-10 ml de aire.
  - Coloque el sensor de capnometría para medición de CO<sub>2</sub> al final de la espiración.
  - Coloque una cánula de Guedell y fjela junto con el TET.
  - Ventile con balón de reanimación y O<sub>2</sub> hasta conectar al respirador intercalando filtro antibacterias.
  - Coloque una sonda gástrica.
  - Reevalúe la correcta colocación del TET y del neumotaponamiento.

#### Consideraciones especiales

- El tiempo que supone la maniobra de intubación nunca debe ser superior a treinta segundos. Ventile entre sucesivos intentos.
- El sondaje nasogástrico está contraindicado en el traumatismo craneoencefálico y en el traumatismo maxilofacial.
- La hiperextensión del cuello en pacientes con traumatismo cervical está contraindicada.
- Utilice la Maniobra de SELICK mientras se está ventilando al paciente. Para ello, localice el cartílago tiroideo (nuez de Adán) y deslice el dedo hasta la base

del cartílago, donde se encuentra el cartílago cricoideo. Realice una presión firme pinzando el cartílago entre el índice y el pulgar, con ello evitará la insuflación gástrica y la aspiración. También se podría hablar del «BURP» por las siglas en inglés Backward (Hacia atrás), Upward (Hacia arriba), RightwardPressure (Desplazamiento y presión a la derecha)

- La presión no debe ser excesiva y se mantiene hasta que el balón de neumotaponamiento se encuentre hinchado y quede verificada la posición correcta del tubo.
- Esta maniobra está indicada en el soporte ventilatorio (básico y avanzado) hasta que la vía aérea esté asegurada.

**Referencias, Guías de prácticas clínicas basadas en la evidencia, protocolos o algoritmos utilizados para este escenario.**

- (1) Laerdal.com [sede Web]. "Scenario Planning Worksheet" [acceso septiembre de 2014]. Disponible en:  
[http://www.laerdal.com/usa/sun/presentations/phoenix/day2/2.1-chambers\\_chest\\_pain\\_EMS\\_scenario.pdf](http://www.laerdal.com/usa/sun/presentations/phoenix/day2/2.1-chambers_chest_pain_EMS_scenario.pdf)
- (2) Moreno Corral, J.L. Manual de casos clínicos simulados. [monografía en Internet]. Cádiz. Departamento de Enfermería y fisioterapia. Universidad de Cádiz. 2011/2012. [acceso septiembre de 2014]. Disponible en:  
[http://www.uca.es/recursos/doc/Unidades/Unidad\\_Innovacion/Actuaciones/ANEXOS\\_2011\\_2012\\_/359759948\\_2211201213917.pdf](http://www.uca.es/recursos/doc/Unidades/Unidad_Innovacion/Actuaciones/ANEXOS_2011_2012_/359759948_2211201213917.pdf)
- (3) Maestre, José M., et al. "Diseño y desarrollo de escenarios de simulación clínica: análisis de cursos para el entrenamiento de anestesiólogos." FEM. Revista de la Fundación Educación Médica 16.1 (2013): 49-57.
- (4) madrid.es/portales/munimadrid/samur/samurproteccioncivil. [sede Web]. "Manual de procedimientos de SAMUR-Protección Civil. 2014" [acceso septiembre de 2014]. Disponible en:  
<http://www.madrid.es/portales/munimadrid/es/Samur/Samur-Proteccion-Civil?vgnextfmt=default&vgnextoid=c88fcd1b1bffa010VgnVCM100000d90ca8c0RCD&vgnnextchan nel=84516c77e7d2f010VgnVCM1000000b205a0aRCRD&iidioma=es&iidiomaPrevio=es&idCapitulo=4347090>

## ANEXO 3: DISEÑO ESCENARIO FV-SVC.

<b>DISEÑO DE ESCENARIOS<sup>1,2,3</sup>: ESCENARIO "FV-SVC"</b>		
<b>Tiempo estimado de escenario:</b>	10 minutos	
<b>Destinatarios:</b>	Profesionales sanitarios (ambos grupos)	
<b>Conocimiento previo: (motivo de la llamada).</b>	Si. Video polimedia explicativo	
<b>Resumen:</b>	<p>Paciente hospitalizado, consciente, con dolor torácico de tipo anginoso, náuseas, Sat O2 94% y MEG.</p> <p>Presenta una taquicardia supraventricular de complejo QRS estrecho que tras 2 minutos de simulación desencadenaba en una PCR por FV. Esta situación simulada requería de una RCP con desfibrilación temprana que tras dos ciclos de masaje cardiaco (de 2 min cada uno), con sus correspondientes desfibrilaciones, revertía a un ritmo sinusal.</p>	
<b>Objetivos del aprendizaje:</b>	No existen objetivos de aprendizaje	
<b>Tratamiento correcto propuesto</b>		
<b>Lista de eventos</b>	<b>Evento critico</b>	<b>Hadler</b>
Comprueba estado de consciencia y signos vitales del paciente. Valoración primaria y secundaria. Paciente consciente	Vómitos, palpitations nerviosismo.	
Monitoriza: TA, FC, FR, ECG, SatO2 y glucemia capilar. Anamnesis y entrevista.	Inestabilidad hemodinámica	FC: 200 lpm SatO2:89% FR:30 rpm
	Perdida súbita de consciencia en el minuto 2.	Sin pulso no respira
Inicio RCP de alta calidad e ininterrumpidamente, comenzando con compresiones torácicas.		
Valoración del ritmo cardiaco mediante monitorización de emergencia (parches o palas)	Se confirma Fibrilación ventricular	Inconsciente Sin pulso No Respira SatO2: no capta
Carga el desfibrilador y de un primer choque de 150-200 J, si es bifásico, o de 360 J, si es monofásico. Alertar a las personas próximas al paciente antes de realizar la descarga.		
Inicie masaje cardiaco externo conforme a estándares: <ul style="list-style-type: none"> <li>RCP durante 2 minutos o 5 ciclos de 30:2, al menos, a 100 cpm (entre 100 y 120), durante 2 minutos profundidad de 5 cm.</li> <li>Abra la vía aérea</li> <li>Coloque cánula de Guedell</li> <li>Ventila con bolsa de resucitación conectada a</li> </ul>	Con masaje:	SatO2: 50%-70%

reservorio y O2 a alto flujo (10-12 l/min)			
Administra choques seriados aumentando la energía a 150 - 360J en el segundo choque y tercer choque. Y después reinicie el masaje cardiaco externo RCP durante 2 minutos o 5 ciclos de 30:2, al menos, a 100 cpm (entre 100 y 120), durante 2 minutos profundidad de 5 cm.		Persiste FV	
Administra Adrenalina iv (Adrenalina Braun®, 1 mg/1 ml ampolla) 1 mg en bolo iv cada 3 a 5 min. Tras cada dosis de Adrenalina, eleve el brazo y Tras cada dosis de Adrenalina, eleve el brazo y administre un bolo de 20 ml de suero.		Administración de adrenalina	
<p>Si no revierte, administre Amiodarona iv (Trangorex®, 150 mg/3 ml ampolla) a dosis de 300 mg iv en bolo rápido con 20 ml de suero (en cualquier momento durante esos 2 minutos).          Prepare 300 mg de Amiodarona en 94 ml SG 5% a 20-30 mcgotas/min. (20-30 ml/h)          Perfunda 250 a 500ml (cristaloides o coloides) en 5-10 min y observe la respuesta clínica. (hipotensión)</p> <p>Administre primeramente Dopamina iv (Dopamina FIDES®, 200 mg/10 ml vial)</p> <p>Prepare 1 ampolla de 200 mg en 90 ml de SG 5%, comenzando por 30 mcgotas/min (en un paciente de 70-80 kg)</p>		Sale de FV al tercer choque y tras la administración de adrenalina y Amiodarona	Tendencia hasta llegar: FC: 55lpm SatO2: 80%-90% TA: 80/45 mmhg
<b>Nombre</b>			
<b>Edad</b>	45 años		
<b>Peso</b>	93 kg		
<b>Estatura</b>	1,81 m		
<b>Genero</b>	Masculino		
<b>Situación: Historia patología actual</b>	Paciente hospitalizado, consciente, con dolor torácico de tipo anginoso, náuseas, Sat O2 94%.		
<b>Lugar:</b>	Planta de hospitalización. (Sala de simulación 4)		
<b>Información del paciente:</b>	Sin AP de interés		
<b>Configuración del monitor</b>			
<b>Trazado monitor</b>	4 ondas		
<b>Parámetros</b>			
√	ECG primario	√	Presión arterial no invasiva
√	ECG secundario	√	Frecuencia cardiaca
√	SpO2	√	ETCO2

Lista de equipamiento				
Equipamiento sala 4 simulación				
Sala principal de simulación:				
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Simulador a escala real LaerdalSimManEssential® (Adulto) (Laerdal Medical Ltd, Orpington, UK).</li> <li>- Ordenador portátil Táctil Leonovo Tablet X220.</li> <li>- Monitor de televisión LG LCD M2250DM (55cm).</li> <li>- Cámara fija Airspacectv (Sam -1799).</li> <li>- Cámara móvil domo Samsung SCX-DF300W.</li> <li>- 1x altavoz Bose.</li> <li>- Cama de hospital, mobiliario de pared y armarios.</li> <li>- Tomas de vacío y de oxígeno en la pared.</li> <li>- Teléfono e interfono.</li> <li>- Mobiliario clínico: Carro de parada, carro de curas y mesa de Mayo.</li> <li>- Electromedicina:               <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ monitor- desfibrilador con electrocardiografía</li> <li>▪ monitor telemático con pantalla táctil fija</li> <li>▪ pantalla de plasma para visionado de constantes vitales</li> <li>▪ Aspirador de secreciones</li> </ul> </li> <li>- Bomba de perfusión</li> <li>- Respirador mecánico.</li> </ul>				
Carro de parada				
Material fungible				
Cánulas orofaríngeas	Tubos endotraqueales	Sondas nasogástricas 18G	Cánulas acceso venoso periférico distintos tamaños	Sistema de gotero bomba perfusión.
Balón resucitado, mascarilla y conexión O2	Filtro antibacteriano	Bolsa recolectora	Llaves de tres pasos	Kit vía central
Mascarillas reservorio	Laringoscopio con pala curva y recta	Linterna	Tapón antirreflujo	Dosificador de flujo
Mascarilla Venturi	Pinzas de Magill o Kelly	Parches desfibrilador	Apósito fijación vías	Sistema de gotero
Gafas nasales	Lubricante hidrosoluble	Circuito respirador	Jeringa de 10 ml.	Compresor venoso
Guantes	Mascarillas laríngeas	Tijeras	Jeringa de 5 ml.	Fuente O2
Sondas de aspiración	Airtrac	Agujas 0.8x25	Jeringa de 2 ml.	Venda

Fiador semirrígido	Kit cricotiroidectomía	Agujas 0.8x40	Jeringa de 1 ml.	Agujas subcutánea
Aspirador	Fonendoscopio			
<b>Medicación</b>				
Epinefrina	Diazepam	Fentanilo	Dopamina	Bicarbonato 1M
Atropina	Succinilcolina	Rocuronio	Dexclorfenanina	Solinitrina
Amiodarona	Etomidato	Metoclopridamida	Propofol	Noradrenalina
Cloruro cálcico	Cloruro mórfico	Ondasentron	Naloxona	Midazolam
Flumacenilo	Lidocaína	Glucosa 50%	Hidrocortisona	Suero fisiológico
Suero glucosado 5%	Ringer lactato	Voluven	Gelafundina	
<b>Número y rol de participantes</b>				
1	Enfermero	Será el encargado de liderar la actuación y realizar la técnica descrita, estando en permanente comunicación con el médico		
2	Médico	En el grupo GpG: Visionara la intervención a través de la videollamada realizada por el enfermero mediante GG. Dirigirá la intervención en caso de ser necesario vía telemática		
3	Técnico auxiliar de sala	Será el encargado de auxiliar al interviniente principal en su labor durante la simulación. No realizará ninguna acción o tarea previamente indicada por el interviniente principal.		
<b>Anexo: Protocolo propuesto para el diseño de escenario<sup>4</sup></b>				
<b>Medidas generales</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Valore el nivel de conciencia, si existe respiración y signos de circulación (incluido pulso); no retrasar el inicio del masaje cardiaco por comprobación de la actividad respiratoria.</li> <li>- El técnico responsable dirá: "parada". Determine la hora de inicio.</li> <li>- Realice un RCP de alta calidad e ininterrumpidamente, comenzando con compresiones torácicas.</li> <li>- Desfibrile, si está indicado, tan pronto como sea posible, realizando mientras se prepara compresiones y ventilaciones (intente que la primera desfibrilación se realice antes de los 3 primeros minutos).</li> <li>- Valore el ritmo cardiaco mediante monitorización de emergencia (palas, electrodos). En función del ritmo, proceda según los siguientes procedimientos.</li> <li>- Realice un ECG de 12 derivaciones, buscando lesiones isquémicas origen de la</li> </ul>				

- parada.
- Valore la realización de procedimientos de reperfusión precoz si sospecha: Código 14: Síndrome Coronario Agudo con elevación del ST y RCP de menos de 10 minutos de duración. Código 12: Si sospecha de SCACEST no susceptible de Código 14 TEP masivo.
- Traslade en USVA con preaviso hospitalario informando de los datos clínicos, tiempos de PCR y cuidados postparada empleados.

#### RITMOS DESFIBRILABLES

- Fibrilación ventricular (FV) o taquicardia ventricular sin pulso (TVSP)
- Si confirma FV / TV sin pulso, cargue el desfibrilador y de un primer choque de 150-200 J, si es bifásico, o de 360 J, si es monofásico.
- El ejecutor de la descarga debe alertar a las personas próximas al paciente antes de realizarla. Si el paciente tiene marcapasos implantado, si es posible evite desfibrilar sobre él, sin perder tiempo en evitar su localización.
- Inicie masaje cardíaco externo conforme a estándares de RCP durante 2 minutos o 5 ciclos de 30:2, al menos, a 100 cpm (entre 100 y 120), durante 2 minutos y con una profundidad de 5 cm.
- Si aparece un ritmo organizado, compruebe la presencia de pulso (sin emplear más de 10 sg).
- Abra la vía aérea y ventile con bolsa de resucitación conectada a reservorio y O<sub>2</sub> a alto flujo (10-12 l/min).
- Realice intubación endotraqueal (valore la utilización del tubo de Boussignac) conforme a procedimiento (interrumpiendo lo menos posible el masaje cardíaco y sin retrasar las desfibrilaciones).
- Utilice la ETCO<sub>2</sub> para comprobar la adecuada colocación del TET.
- De no ser posible la intubación (mediante laringoscopia, Frova y Airtraq®) mantenga ventilación con bolsa reservorio.
- Ventile con bolsa de resucitación conectada a reservorio y O<sub>2</sub> a alto flujo (10-12 l/min.) o con respirador a una frecuencia de 8-10 rpm.
- Monitoree: ECG, SatO<sub>2</sub> y ETCO<sub>2</sub>. Si sospecha causa de hipotermia, mida la temperatura en cuanto pueda.
- Utilice la ETCO<sub>2</sub> para estimar la calidad de la RCP (si la ETCO<sub>2</sub> es < de 10 mmHg intente mejorar la técnica), el pronóstico de la PCR y la posible recuperación de la circulación espontánea (que podría reflejarse en una clara y repentina elevación de la ETCO<sub>2</sub> frecuentemente con valores cercanos a 40 mmHg).
- Canalice una vía venosa, preferentemente periférica, de grueso calibre.
- Realice analítica venosa para determinación de pH, EB, iones (K<sup>+</sup>) y glucemia entre otras.
- Si no es posible vía periférica, canalice preferentemente vía intraósea.
- Si persiste FV / TV sin pulso, cargue el desfibrilador (continúe con la RCP mientras se carga) y de un segundo choque de 150 - 360 J, si es bifásico, ó 360 J, si es monofásico (nunca disminuya la energía de la descarga anterior).
- Reinicie inmediatamente la RCP, al menos a 100 cpm (en general de entre 100 y 120), durante 2 minutos sin pausas para la respiración si ya está intubado y con una profundidad de 5 cm.
- Administre Adrenalina iv (Adrenalina Braun®, 1 mg/1 ml ampolla) 1 mg en bolo iv cada 3 a 5 min.
- Tras cada dosis de Adrenalina, eleve el brazo y administre un bolo de 20 ml de suero.
- Si no se ha conseguido canalización venosa, utilice vía intraósea si está disponible.

- Los fármacos vía endotraqueal quedan relegados como última opción a dosis 2 a 2,5 veces la dosis normal con 5 a 10 ml de agua o SSF.
- Si persiste FV / TV sin pulso, cargue el desfibrilador y de un tercer choque de 150-360 J, si es bifásico, ó 360 J, si es monofásico.
- Reinicie inmediatamente la RCP, al menos, a 100 cpm (en general comprima entre 100 y 120 cpm), durante 2 minutos.
- Si no revierte, administre Amiodarona iv (Trangorex®, 150 mg/3 ml ampolla) a dosis de 300 mg iv en bolo rápido con 20 ml de suero (en cualquier momento durante esos 2 minutos).
- Si vuelve a aparecer FV/TV sin pulso, considere una segunda dosis de 150 mg iv y una perfusión a 1 mg/min durante 6-8 h.
- Prepare 300 mg de Amiodarona en 94 ml SG 5% a 20-30 mcgotas/min. (20-30 ml/h)
- Si no dispone de Amiodarona, administre Lidocaína Clorhidrato iv (Lidocaína Braun® 5%, 500 mg/10 ml ampolla) a dosis de 1 a 1,5 mg/kg en bolo iv.
- Administre 2º bolo de 0,5 mg/ kg a los 5 min. (hasta un máximo de 3 mg/kg) y administre perfusión continua a dosis de 2-4 mg/min.
- Prepare 10 ml de Lidocaina 5% en 90 ml de SG 5%. Ponga 24-48 ml/h.
- En caso de Torsades de Pointes, administre Sulfato de Magnesio iv (Lavoisier® 15% 1,5 g en 10 ml solución inyectable) a dosis de 1 a 2 g iv diluidos en 90 ml de SG al 5%, administrados en 1-2 minutos, que puede repetirse 5-10 minutos después, si no ha sido eficaz.

#### CONTINÚE CON CICLOS DE:

- Si persiste FV/TV sin pulso, realice una desfibrilación de 150-360 J, si es bifásico, o 360 J si es monofásico.
- Administre Adrenalina iv (Adrenalina Braun®, 1 mg/1 ml ampolla) a dosis de 1 mg en bolo iv o io, ó 2-2,5 mg vía et cada 3 a 5 min.
- Realice RCP, según estándares, durante 2 minutos.
- No retrase ni modifique los puntos previos por realizar otras maniobras (intubación, canalización de vía iv, etc.). Esmuy importante una RCP de calidad y una desfibrilación sin retrasos.
- Realice RCP mientras se carga el desfibrilador.

#### CONSIDERE DURANTE LA RCP:

- Administración de fluidos:
- Perfunda cristaloides de mantenimiento, según criterio técnico. Si se sospecha hipovolemia como causa de PCR, administre cristaloides o coloides, según criterio técnico.
- Si sospecha hipotermia como causa, administre fluidos calientes hasta llegar a los 32°C
- Valore la realización de percusión cardiaca (no sobre el esternón, y con menos fuerza que en el golpe precordial) a 100 golpes/min, en pacientes en que falla el marcapasos o hasta que se prepara éste si está indicado.
- Canalice otra vía de calibre grueso, según posibilidades.
- Administre Bicarbonato Sódico 1 M 8,4% iv (Venofusin®, 250 mEq /250 ml, 1 M), según la fórmula de cálculo del déficit de bicarbonato:  

$$\text{Déficit de CO}_3\text{H} = 0,3 \times \text{kg de peso} \times \text{EB.}$$
- El resultado son los ml de bicarbonato necesarios. Administre la mitad de la cantidad calculada y realice analítica de iones y EB.
- Administre, empíricamente, 1 mEq/kg iv, no de forma rutinaria sólo si:
  - o Hipercaliemia conocida.

- Intoxicación por antidepressivos tricíclicos.
- Posteriormente, en función de la analítica, continúe infusión de Bicarbonato sódico 1 M, si el pH < 7,1, o si pH > 7,10 y está asociado a hiperpotasemia o intoxicación por antidepressivos tricíclicos.
- Descarte las causas reversibles (5 'H' y 5 'T') y trate mediante procedimiento específico:
- Ante hipoxia, reevalúe las maniobras de RCP mediante SatO<sub>2</sub> y ETCO<sub>2</sub>.
- Ante sospecha de hipovolemia (causa más frecuente), expanda volumen de forma agresiva e inmediata según la posible causa de las pérdidas (ver procedimiento de shock).
- Si existe hiperpotasemia actúe como en procedimiento de hiperpotasemia grave.
- Si existe hipopotasemia confirmada (< 3,5 mEq/L), administre Cloruro potásico iv (Cloruro potásico®, 10mEq/10 ml ampolla) a dosis de 10 mEq iv en 500 cc de SSF durante la reanimación (velocidad máxima de 2 mEq/min).
- Si existe hipocalcemia, administre Gluconato Cálculo iv.
- Si existe hipoglucemia trátela. 2 minutos.
- Si existe hipotermia actúe según procedimiento en PCR, junto con medidas de recalentamiento.
- Prolongue la RCP hasta alcanzar los 32-35 °C y traslade al hospital si no ha conseguido esta temperatura en los 30 min de asistencia.
- En caso de ritmo desfibrilable, realice el procedimiento correspondiente junto con estrategias de recalentamiento.
- Utilice las drogas vasoactivas según procedimiento de RCP.
- Corrija la hipopotasemia como factor añadido de mal pronóstico.
- Si existe neumotórax a tensión, realice drenaje. (ver toracocentesis. Técnicas).
- Si existe taponamiento cardíaco (objetivado por ECOFAST), realice pericardiocentesis mientras prepara toracotomía de reanimación en caso de no ser efectiva.
- Ante intoxicación con fármacos, (ver procedimiento de intoxicaciones).

#### **CUIDADOS POSTPARADA**

Tras recuperación de la situación de PCR (recuperación de la circulación espontánea, RCE) se deben perseguir los siguientes objetivos:

- ETCO<sub>2</sub>: 35-40 y PaCO<sub>2</sub>: 40-45
- SaO<sub>2</sub>: 94-96%
- Glucemia: 80-180 mg
- FC: 50-100 lpm
- TAM: > 65 mmHg (TAM = TAS + 2 TAD / 3) aproximadamente TAS desde 90-100 mmHg. SCA, ICC y Shock cardiogénico preferiblemente TAM próximas a 80 mmHg. HTA previa mal controlada preferiblemente más cerca de 100 mmHg
- Temperatura: < 37,6 °C (disminuir hasta 34°C si se realiza procedimiento de hipotermia)
- Realice intubación endotraqueal conforme a procedimiento si no la ha realizado previamente si el paciente no se recupera con un nivel de conciencia adecuado
- En el caso de haber utilizado un tubo de Boussignac, y tras recuperación de RCE:
  - Desconecte el prolongador verde de la fuente de oxígeno y ciérrelo con el tapón previsto para ello.
  - Conecte la boca del tubo a un respirador o a bolsa de resucitación.
- Si sobreviene otro episodio de PCR:
  - Desconecte el respirador o bolsa de resucitación.
  - Retire el tapón del tubo verde y conecte el tubo verde directamente al oxígeno con el caudalímetro a 15 l/min.

- Comience masaje cardiaco
- Ventile con bolsa de resucitación conectada a reservorio y O2 a alto flujo (10-12 l/min.) o con respirador a una frecuencia de 10-12 resp/min con un VTidal 6-8 ml/Kg
- Garantice una sedo-relajación correcta. o Valore la colocación de una SNG.
- Realice procedimiento de hipotermia en PCR recuperadas teniendo en cuenta los criterios de inclusión y exclusión del Código 11 (Hipotermia en PCR recuperada). Para ello:
  - Administre 30-40 ml/kg de volumen de fluidos cristaloides fríos intravenosos a 4°C en 1 hora (máximo de 3.500 ml).
  - Coloque la manta de hipotermia conectada a la tobera del aire acondicionado de la ambulancia sobre el paciente, permitiendo el contacto directo con la piel.
  - Realice sondaje vesical para control de diuresis y control de temperatura central (sonda vesical con sensor térmico). El objetivo es conseguir una Temperatura Central de 34°C en el medio extrahospitalario como mínimo.
  - Recoja la hora de inicio del enfriamiento, Temperatura Central inicial, fluidos y temperatura de éstos y registro temporal de la progresión de la Temperatura Central.
  - Garantice una adecuada sedo-relajación para evitar los escalofríos por la hipotermia.
- En el resto de las PCR que no son indicación de Código 11, realice fluidoterapia de mantenimiento (habitualmente SSF), salvo indicación expresa de expansión o temperatura de fluidos determinada (fríos o calientes), en función de la causa de la PCR
  - Monitorice: TA, FC, FR, ECG, SatO2 y ETCO2 y la Temperatura.
  - Realice ECOFAST si no se ha realizado antes que orientará sobre:
    - Existencia de taponamiento cardiaco
    - Disfunción ventricular
    - Neumotórax
- Evite y corrija:
  - Hipotensión con los objetivos previamente marcados, para ello:
    - Si sospecha causa cardiogénica sobre todo con afectación de ventrículo derecho, perfundir 250 a 500ml (cristaloides o coloides) en 5-10 min y observe la respuesta clínica.
    - Si TAS entre 70 y 90 mmHg, administre primeramente Dopamina iv (Dopamina FIDES®, 200 mg/10 ml vial)
      - En perfusión iv: a dosis de 15 mcg/kg/min hasta 20 mcg/kg/min.
      - Prepare 1 ampolla de 200 mg en 90 ml de SG 5%, comenzando por 30 mcgotas/min (en un paciente de 70-80 kg)
    - Si TAS < 70 mmHg, administre Noradrenalina (Noradrenalina Normon, 1mg/ml solución inyectable ampolla de 10 ml) a dosis de 7-35 mcg/min
      - En perfusión iv: a dosis de 0,1 - 0,5 mcg/kg/min
      - Prepare 1 ampolla de 10 mg en 100 ml de SG 5% (1 ml = 100 mcg, 1 gota = 5 mcg) comenzando por 4 mcgotas/min hasta 25 mcgotas/min (en un paciente de 70-80 kg).
    - Si sospecha causa traumática:
      - Repita administración de volumen hasta dosis de 20-25

<p>ml/kg en 15-20 minutos, intentando mantener:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ TAS: 80-90 mmHg o TAM: 65 mmHg en trauma penetrante (resucitación hipotensiva)</li> <li>○ TAS = 120 mmHg o TAM = 100 mmHg si se trata de TCE o TAS: 100 mmHg en trauma cerrado</li> <li>○ TAM 85-90 mmHg en shock neurogénico</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Administre vasopresores si no se ha conseguido el objetivo de mantener TAS &gt; 90 mmHg: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Noradrenalina (Noradrenalina Normon, 1mg/ml solución inyectable ampolla de 10 ml) a dosis de 7-35 mcg/min:</li> <li>○ Infusión iv a 0,1 - 0,5 mcg/kg/min.</li> <li>○ Prepare 1 ampolla de 10 mg en 100 ml de SG 5% (1 ml = 100 mcg, 1 gota = 5 mcg) comenzando por 4 mcgotas/min hasta 25 mcgotas/min (en un paciente de 70-80 kg).</li> </ul> </li> <li>- Observe la aparición de signos y síntomas de sobrecarga de volumen (ingurgitación yugular, ritmo de galope o aparición temprana de crepitanes en las bases) que indicarían suspensión de la fluidoterapia.</li> <li>- Si Hipertensión (TAM &gt; 100 mmHg) en ICC, utilice vasodilatadores y diuréticos.</li> <li>- Hipoxia e hiperoxia, administre mínima FiO2 posible para garantizar una SO2 entre 94-96%</li> <li>- Hipoventilación (con hipercapnia) e hiperventilación (con hipocapnia) para garantizar ETCO2 35-40 y PaCO2 40-45</li> <li>- Hipo / hiperglucemia para garantizar niveles entre 80-180 mg</li> <li>- Alteraciones electrolíticas trate según procedimientos: hipo / hiperpotasemia, hipo / hipercalcemia.</li> <li>- Garantice K+ &gt; 3,5 mEq/L</li> <li>- Hipertermia: Trate la fiebre agresivamente, con medidas físicas y con la administración de antitérmicos para garantizar Temperatura &lt; 37,6 °C</li> <li>- Administre Paracetamol iv (Perfalgan®, 1 g/100 ml por vial) a dosis de 1 g en 15 min.</li> <li>- En el caso de realizar Hipotermia postparada el objetivo perseguido es el de disminuir la Temperatura hasta 34°C en extrahospitalaria</li> <li>- Hipotermia: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hasta 33°C, si el paciente está hemodinámicamente inestable, recaliente con medidas físicas e invasivas.</li> <li>• Con Temperatura &gt; 33° C y estabilidad hemodinámica, evite el recalentamiento activo.</li> </ul> </li> <li>- Alteraciones de la FC: con el objetivo de garantizar cifras de 50-100 lpm. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Si taquicardia o SCA con función sistólica conservada, utilice betabloqueantes.</li> </ul> </li> <li>- Arritmias, para ello <ul style="list-style-type: none"> <li>• No administre antiarrítmicos preventivos de forma sistemática.</li> <li>• Solo trate arritmias con signos clínicos adversos (bajo gasto, disminución del nivel de conciencia, signos de isquemia coronaria).</li> </ul> </li> <li>- Convulsiones con Difenilhidantoína iv (Fenitoína Rubio®, 250 mg/5 ml vial) a dosis de 18 mg/kg</li> <li>- Mioclonías con Ácido valproico iv (Depakine®, 400 mg/4 ml vial) a dosis de 15 mg/kg en iv en 3-5 minutos, para continuar con perfusión tras 30 min a 1 mg/kg/h (17,5 a 25 ml/h)</li> </ul>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Referencias, Guías de prácticas clínica basadas en la evidencia, protocolos o algoritmos utilizados para este escenario.**

- (1) Laerdal.com [sede Web]. "ScenarioPlanningWorksheet" [acceso septiembre de 2014]. Disponible en: [http://www.laerdal.com/usa/sun/presentations/phoenix/day2/2.1-chambers\\_chest\\_pain\\_EMS\\_scenario.pdf](http://www.laerdal.com/usa/sun/presentations/phoenix/day2/2.1-chambers_chest_pain_EMS_scenario.pdf)
- (2) Moreno Corral, J.L. Manual de casos clínicos simulados. [monografía en Internet]. Cádiz. Departamento de Enfermería y fisioterapia. Universidad de Cádiz. 2011/2012. [acceso septiembre de 2014]. Disponible en: [http://www.uca.es/recursos/doc/Unidades/Unidad\\_Innovacion/Actuaciones/ANE\\_XOS\\_2011\\_2012/359759\\_948\\_2211201213917.pdf](http://www.uca.es/recursos/doc/Unidades/Unidad_Innovacion/Actuaciones/ANE_XOS_2011_2012/359759_948_2211201213917.pdf)
- (3) Maestre, José M., et al. "Diseño y desarrollo de escenarios de simulación clínica: análisis de cursos para el entrenamiento de anestesiólogos." FEM. Revista de la Fundación Educación Médica 16.1 (2013): 49-57.
- (4) [madrid.es/portales/munimadrid/samur/samurproteccioncivil](http://www.madrid.es/portales/munimadrid/samur/samurproteccioncivil). [sede Web]. "Manual de procedimientos de SAMUR-Protección Civil. 2014" [acceso septiembre de 2014]. Disponible en: <http://www.madrid.es/portales/munimadrid/es/Samur/Samur-Proteccion-Civil?vgnextfmt=default&vgnextoid=c88fadb1bffa010VgnVCM100000d90ca8c0RCRD&vgnextchannel=84516c77e7d2f010VgnVCM1000000b205a0aRCRD&idioma=es&idiomaPrevio=es&idCapitulo=4347090>
- (5) [madrid.org](http://www.madrid.org) [sede Web]. "Código Infarto Madrid. Actuación en Atención Primaria ante el Infarto Agudo de Miocardio con elevación del segmento ST". [acceso septiembre de 2014]. Disponible en: [http://www.madrid.org/cs/Satellite?cid=1354348527799&language=es&pagename=PortalSalud%2FPage%2FPTSA\\_pintarContenidoFinal&vest=1354348527799](http://www.madrid.org/cs/Satellite?cid=1354348527799&language=es&pagename=PortalSalud%2FPage%2FPTSA_pintarContenidoFinal&vest=1354348527799)

---

ANEXO 4 : ENCUESTA DE PERCEPCION DE PARTICIPANTES EN EL ESTUDIO.

*ENCUESTA DE PERCEPCION PARA LOS PARTICIPANTES EN EL PROYECTO DE INVESTIGACION:*

*"VALORACIÓN DEL USO DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS WEARABLES EN LOS SERVICIOS DE URGENCIAS Y EMERGENCIAS MEDIANTE LA SIMULACIÓN CLÍNICA".*

*-Modelo 1-*

*Estimado colaborador gracias por tu participación en este proyecto, para terminar necesitamos que realices un último esfuerzo comentándonos tus impresiones acerca de la experiencia que acabas de vivir.*

*Te agradeceríamos que contestaras a las siguientes preguntas abiertas que exponemos a continuación.*

*Como observarás la encuesta es totalmente anónima, con lo que te pedimos que seas sincero en tus respuestas y no tengas reparos a la hora de transmitirnos cuáles son tus opiniones.*

1. **¿Qué te ha parecido la experiencia? ¿Habías utilizado con anterioridad la simulación clínica de alta fidelidad?**
  
2. **¿Cómo te has sentido en cuanto a la simulación?**
  
3. **¿Crees que el escenario ante el que te hemos expuesto es un escenario realista? Es decir, ¿lo podrías encontrar en tu actividad laboral cotidiana?**
  
4. **¿Te han facilitado la labor las Google Glass® para resolver el escenario? Es decir, ¿te ha aportado algo más que si lo compararas con la experiencia de realizar la simulación sin ellas?**
  
5. **El manejo de éste dispositivo (Google Glass®) ¿te ha entorpecido y/o molestado en el desarrollo de la actividad?**
  
6. **¿Te ha sido complicado aprender a utilizar el dispositivo? ¿has tenido el tiempo suficiente para familiarizarte con ellas?, en caso negativo indica cuanto tiempo crees que te habría hecho falta para estar preparado.**
  
7. **¿Has tenido problemas para interactuar con la persona que te ha tutelado la intervención? En caso afirmativo indica cuales.**
  
8. **¿Qué es lo que más te ha gustado de la experiencia y qué es lo que menos?**
  
9. **¿Qué aspectos mejorarías del proceso al que te hemos sometido?**

## ANEXO 5: ARTICULO PUBLICADO EN LA REVSTA EMERGENCIAS Q1 EN JCR PARA SU CATEGORIA.

Emergencias 2016;28:235-238

### ORIGINAL BREVE

## Ensayo de simulación clínica aleatorizado para evaluar el efecto de la telemedicina, a través de las Google Glass®, en la intubación orotraqueal

Nuria Pérez Alonso<sup>1</sup>, Manuel Pardo Ríos<sup>1,2</sup>, Joaquín Lasheras Velasco<sup>3,4</sup>, Laura Juguera Rodríguez<sup>1,2</sup>, Belén López Ayuso<sup>1</sup>, Rubén Muñoz Solera<sup>5</sup>

**Objetivo.** Evaluar el efecto de la ayuda telemática, a través de las Google Glass® (GG), de un médico experto para la correcta intubación orotraqueal (IOT) realizada en simulación clínica por enfermeros de extrahospitalaria.

**Método.** Ensayo aleatorizado de simulación clínica desarrollado en la Universidad Católica de Murcia de noviembre 2014 a febrero 2015. Se distribuyó aleatoriamente a los enfermeros voluntarios de la Gerencia de Emergencias 061 de Murcia en un grupo de 25 enfermeros con ayuda telemática mediante las GG (GpG) y un grupo de 25 enfermeros sin ayuda (GpC). La variable principal del estudio fue la correcta IOT.

**Resultados.** Se hallaron diferencias significativas entre ambos grupos en los porcentajes de IOT correcta (96% GpG vs 72% GpC;  $p = 0,024$ ) y en el tiempo de ejecución de la IOT [diferencia de medias 94,3 (IC95% 40,7-147,9) s;  $p = 0,001$ ].

**Conclusión.** La ayuda telemática de un médico experto, a través de las GG, mejora los porcentajes y tiempos de la IOT correcta de los enfermeros de extrahospitalaria en situaciones clínicas simuladas.

**Palabras clave:** Servicios médicos de urgencia. Intubación intratraqueal. Telemedicina.

### Randomized clinical simulation trial of a Google Glass telemedicine application to assist orotracheal intubation

**Objective.** To assess the effect of a Google Glass telemedicine application to allow a medical expert to make corrections in simulated out-of-hospital intratracheal intubations performed by nurses.

**Method.** Randomized clinical simulation trial designed by the Universidad Católica de Murcia between November 2014 and February 2015. Volunteer nurses from the emergency medicine service of Murcia, Spain, were randomized to an intervention group to simulate intubations with telemedicine assistance ( $n=25$ ) or a control group that did not receive assistance ( $n=25$ ). The main outcome variable was satisfactory orotracheal intubation.

**Results.** We observed statistically significant between-group differences in percentages of satisfactory intubation (telemedicine group, 96%, vs control group, 72%;  $P=0.024$ ) and time required to intubate the trachea (mean difference, 94.3 seconds, 95% CI, 40.7-147.9 seconds;  $P=0.001$ ).

**Conclusions.** Telemedicine assistance from an expert by way of a Google Glass application improves the success rate and completion times of nurses performing out-of-hospital intratracheal intubations in clinical simulations.

**Keywords:** Emergency health services. Orotracheal intubation. Telemedicine.

### Introducción

La intubación orotraqueal (IOT), dentro de la secuencia de intubación rápida (SIR), es el procedimiento de elección en el manejo avanzado de la vía aérea en situaciones de emergencia<sup>1</sup>. En ocasiones, los profesionales sanitarios se pueden encontrar en situaciones de urgencia vital sin tener las destrezas o experiencia suficiente. La curva de aprendizaje de la IOT puede oscilar entre las 41 hasta las 57 intubaciones para obtener un 90% de porcentaje de éxito<sup>2</sup>.

Los avances tecnológicos en telemedicina (TM), permiten la transferencia de habilidades entre profesionales sanitarios de manera telemática (quinta aplicación de la TM<sup>3</sup>). Las Google Glass® (GG), gafas que permiten realizar videoconferencia a través de ellas, son un elemento

clave y diferenciador sobre la tecnología existente en TM<sup>4</sup> (Figura 1). Diversos estudios previos exponen experiencias satisfactorias con el uso de las GG en servicios sanitarios: catástrofes, pediatría, cardiología, etc<sup>5,6</sup>. Un estudio suizo aportó resultados satisfactorios sobre asistencias sanitarias realizadas por paramédicos que portaban las GG y eran ayudados por los médicos desde el hospital<sup>6</sup>.

La hipótesis planteada fue que las GG podrían ayudar en la transferencia de habilidades y conocimientos, permitiendo una gran capacidad de movimientos y dejando las manos libres del profesional que las porta. El presente estudio se propuso evaluar, mediante simulación clínica, el efecto en el porcentaje de éxito y el tiempo en realizar una IOT correcta entre un grupo de enfermeros que recibió ayuda telemática por parte de un médico experto, a través de las GG, en comparación

#### Filiación de los autores:

<sup>1</sup>Facultad de Enfermería y/o Máster Oficial de Enfermería de Urgencias, Emergencias y Cuidados Especiales de la Universidad Católica de Murcia (UCAM), España.  
<sup>2</sup>Gerencia de Urgencias y Emergencias 061 de la Región de Murcia, España.  
<sup>3</sup>Centro de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (CENTIC) de la Región de Murcia. Facultad de Informática de la Universidad San Antonio de Murcia (UCAM), España.  
<sup>4</sup>Facultad de Ingeniería Informática de la Universidad Católica de Murcia (UCAM), España.  
<sup>5</sup>Ingeniero Informático, experto en tecnología wearable y aplicaciones informáticas para la salud.

#### Autor para correspondencia:

Nuria Pérez Alonso  
Gerencia de Urgencias y Emergencias 061 Región de Murcia C/ Escultor José Sánchez Lozano, 7, 2ª planta  
30005 Murcia, España

#### Correo electrónico:

nperez@ucam.edu

#### Información del artículo:

Recibido: 21-10-2015  
Aceptado: 1-2-2016  
Online: 7-4-2016



**Figura 1.** Intubación orotraqueal con la ayuda de Google Glass®.

con otro grupo de enfermeros, con el mismo caso clínico, pero que no tuvo dicha ayuda externa.

## Método

Ensayo prospectivo aleatorizado de simulación clínica realizado en la Universidad Católica de Murcia entre noviembre 2014 y febrero 2015. Este trabajo fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad y todos los participantes consintieron formar parte del estudio.

Se realizó una convocatoria abierta dirigida a médicos y enfermeros de la Gerencia de Emergencias del 061 de Murcia. El equipo de enfermería de la Gerencia de Urgencias y Emergencias de la Región de Murcia está compuesto por 85 sujetos (17 unidades y 5 enfermeros por unidad). Los criterios de exclusión fueron el tener conocimiento previo de las GG y necesitar gafas correctoras. Los enfermeros que cumplieron los criterios de selección y acudieron a la cita fueron asignados mediante un método aleatorio simple 1:1 a Grupo Google Glass® (GpG) o Grupo Control (GpC). Además, se seleccionó a médicos, con una experiencia profesional superior a 3 años, para tutelar de manera telemática a los enfermeros del GpC.

Tres instructores fueron los responsables de la simulación y utilizaron simuladores SimMan 3G® adulto (Laerdal Medical Ltd, Orpington, Reino Unido). A los participantes se les mostró un vídeo con los recursos que disponían, se les presentó a un profesional colaborador, el cual solo podía obedecer órdenes o ayudar a localizar el material, y dispusieron de 10 minutos para la acomodación. Los enfermeros del GpG recibieron adiestramiento en el manejo de las GG y tuvieron 5 minutos para la acomoda-

ción, utilizando las Google Glass® V1.0, con un auricular USB Mono Earbud® y la aplicación wHealth® Live Streaming for Smart Glasses (desarrollada por Zerintia Technologies®). Los médicos expertos del GpG, que ayudaban de manera telemática, tuvieron una acomodación de 2 minutos al ordenador y al sistema de audio.

Una vez realizado todo el proceso de preparación, todos los participantes visualizaron un vídeo donde se mostraba un escenario clínico simulado de un paciente en coma (Escala de Coma de Glasgow de 3) que presentaba una hipoxia grave ( $SpO_2 < 75\%$ ) con taquicardia compensatoria. Se descartaron posibles elementos de confusión (hipoglucemia, hipotensión, consumo de drogas o fármacos, traumatismos craneoencefálicos, etc...). Posteriormente, el instructor dio acceso y comenzó la grabación dándose por finalizada cuando se realizaba la IOT, dentro de la SIR, y remontaba la oxigenación ( $> 95\%$  de  $SpO_2$ ), o transcurridos 10 minutos sin resolver el caso o cuando el interviniente abandonada el experimento.

Se creó una plantilla de constates vitales y de eventos críticos mediante el programa Scenari Editor®. La recogida de los datos se realizó de manera independiente por dos profesionales sanitarios, un médico y una enfermera, cada uno con más de 5 años de experiencia en urgencias, que alcanzaron un consenso sobre los datos. La variable principal del estudio fue la correcta IOT (V1) determinada por el sensor del simulador. Las variables secundarias analizadas fueron: recaba información del proceso (V2), toma de constantes vitales (V3), valora nivel de consciencia (V4), coloca cánula de Guedell (V5), hiperextiende el cuello (V6), oxigena (V7), y finalización completa del escenario (fija el tubo, hincha el neumo y recupera  $O_2$ ) (V8). Además, se determinó el dispositivo utilizado para la intubación tubo endotraqueal (TET) o mascarilla laríngea (ML), el número de intentos para la IOT y el tiempo de apnea.

Las variables cualitativas fueron expresadas mediante frecuencias y porcentajes y la comparación entre grupos se realizó mediante el test de ji al cuadrado. Las variables cuantitativas fueron expuestas a través de la media y la desviación típica y la comparación entre grupos se realizó por medio de la prueba de U de Mann-Whitney de muestras independientes planteando el contraste de hipótesis de medias distintas. Se asumió que las diferencias eran estadísticamente significativas si  $p < 0,05$ . Los datos fueron analizados mediante el programa SPSS Statistics® versión 21.

## Resultados

De total de 70 enfermeros inscritos, se incluyeron finalmente 50. Nueve se excluyeron por necesidad de gafas correctoras y 11 por no acudir a la cita para el experimento. La muestra final fue asignada de forma aleatorizada a GpG ( $n = 25$ ) y GpC ( $n = 25$ ). Se seleccionaron veinticinco médicos para tutelar de manera telemática a los enfermeros del GpG.

Los enfermeros incluidos en el estudio tuvieron una edad media de 33 (DE 8) años [34 (DE 5) años GpG y

**Tabla 1.** Resultados valorados durante la intervención

	Total (N = 50) n (%)	Grupo Control (N = 25) n (%)	Grupo Google Glass® (N = 25) n (%)	Valor de P
<b>Variables resultado</b>				
V1. Correcta IOT	42 (84)	18 (72)	24 (96)	0,024
V2. Recaba información	48 (96)	24 (96)	24 (96)	0,755
V3. Solicita constantes	50 (100)	25 (100)	25 (100)	–
V4. Valora consciencia	45 (90)	22 (88)	23 (92)	0,500
V5. Coloca Guedell	25 (50)	9 (36)	16 (64)	0,044
V6. Hiperextensión del cuello	33 (66)	13 (52)	20 (80)	0,036
V7. Oxigena	38 (100)	18 (72)	20 (80)	0,173
V8. Finaliza escenario	40 (80)	17 (62)	23 (92)	0,037
<b>Número de intentos de intubación</b>				0,037
0	8 (16)	7 (28)	1 (4)	
1	31 (62)	11 (44)	20 (80)	
2	10 (20)	6 (24)	4 (16)	
> 3	1 (2)	1 (4)	–	
<b>Dispositivo seleccionado para la IOT</b>				
TET	41 (82)	23 (92)	18 (72)	0,619
ML	9 (18)	2 (8)	7 (28)	0,024

Test ji al cuadrado; IOT: intubación orotraqueal; TET: tubo endotraqueal; ML: mascarilla laríngea.

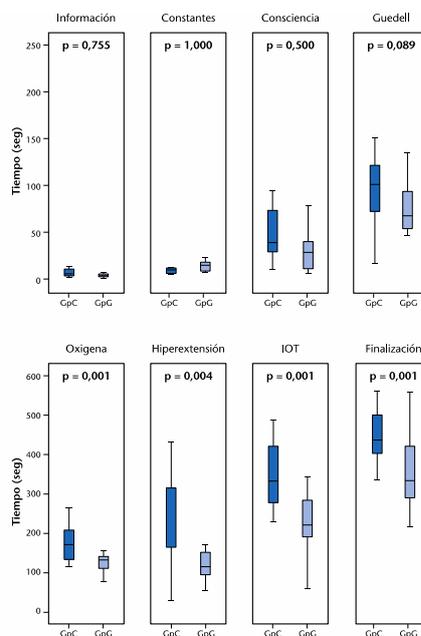
32 (DE 9) años GpC], siendo 34% hombres (44% GpG y 24% GpC), y con una experiencia profesional en servicios de urgencias de 7 (DE 4) años [8 (DE 4) años GpG y 7 (DE 5) años GpC]. No existieron diferencias demográficas significativas entre ambos grupos.

El porcentaje de la correcta IOT (variable resultado principal) fue de un 84%, existiendo diferencias significativas entre ambos grupos (96% GpG vs 72% GpC;  $p = 0,024$ ). En la Tabla 1 se pueden ver los porcentajes de las variables secundarias, encontrando diferencias significativas con mejores resultados para el GpG respecto al GpC [V5 ( $p = 0,044$ ), V6 ( $p = 0,036$ ) y V8 ( $p = 0,037$ )].

El tiempo de realización de la correcta IOT fue 343,33 (DE 78,68) s para el GpC y 249,0 (DE 89,55) s para el GpG [diferencia de medias 94,33 (IC95% 40,69-147,96) s,  $p = 0,001$ ]. En la Figura 2 se pueden ver las variables secundarias, encontrándose diferencias significativas con mejores resultados para el GpG en: V6 [diferencia de medias 82 (IC 95% 8,63-155,81) s,  $p = 0,004$ ], V7 [diferencia de medias 48,10 (IC95% 14,16-82,03) s,  $p = 0,001$ ] y V8 [diferencia de medias 100,64 (IC95% 52,08-149,19) s,  $p = 0,001$ ]. El tiempo medio de apnea fue de 57,20 (DE 19,38) s para el GpC y 38,20 (DE 19,71) s el GpG (diferencia de medias 19,00 (IC95% 7,88-30,12) s,  $p = 0,024$ ).

## Discusión

El presente estudio muestra que un grupo de enfermeros que recibió ayuda telemática, a través de las GG, por parte de un médico experto en comparación con otro grupo de enfermeros, mejoró de forma significativa el porcentaje de éxito de IOT. De hecho, el GpC no realizó ningún intento en un 28% de los casos en comparación con un 4% del GpG. Este bajo porcentaje de intentos de IOT podría justificarse porque dicho



**Figura 2.** Diagramas de cajas y comparación de las diferentes variables de resultado mediante la prueba de U de Mann-Whitney de muestras independientes. Tiempo de la realización de actividades para cada uno de los dos grupos: Grupo Control (GpC) y Grupo Google Glass (GpG). IOT: intubación orotraqueal.

procedimiento no es una técnica habitual para los enfermeros.

Además, se documentó que los dos grupos realizaron de forma similar los primeros pasos de la SIR, pero los del GpG se olvidaron de menos pasos. Este efecto ha sido descrito por otros estudios en distintos ámbitos en los que han utilizado las GG<sup>3-8</sup>.

También se ha puesto de manifiesto que el GpG fue más rápido en la IOT y estabilización de la vía aérea, con menores tiempos de apnea en el paciente. Por otro lado, aunque las ML son una alternativa altamente eficaz en los casos de vía aérea difícil o de sujetos inexpertos<sup>10,11</sup>, solamente se utilizó en un 28% de los casos del GpG y en un 8% del GpC, con diferencias significativas entre ambos grupos.

El presente trabajo presenta una serie de limitaciones. En primer lugar, no se dispone de datos sobre la diferente experiencia de los participantes ni se ha realizado un análisis estratificado en función del grado de experiencia. A pesar de ello, la aleatorización de la muestra finita podría haber minimizado el posible sesgo de selección. En segundo lugar,

el impacto emocional y la tensión de la realización de una IOT en entornos simulados nunca serán los mismos que en un entorno real, aunque la simulación clínica de alta fidelidad se ha utilizado como herramienta pedagógica con unos resultados buenos cuando se compara con otros métodos de formación e investigación<sup>12</sup>. Por lo tanto, estos resultados no pueden extrapolarse directamente a una situación real.

El presente trabajo permite concluir que la ayuda telemática, a través de las GG, por parte de un médico experto mejoró los porcentajes y tiempos en la realización de la IOT y de la SIR en situaciones clínicas simuladas en enfermeros. Por tanto, son necesarios futuros estudios para determinar el efecto de la ayuda telemática, a través de la GG, por parte de médicos expertos en entornos reales y a determinar cuáles son los servicios y profesionales idóneos para su implantación.

#### Agradecimientos

Agradecemos a la empresa Zerintia Technologies la cesión de su software wHealth<sup>®</sup> Live Streaming for Smart Glasses para la realización de este estudio.

#### Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de interés en relación al presente artículo.

#### Bibliografía

- Coloma R, Álvarez JP. Manejo avanzado de la vía aérea. *Med Clin (Barc.)*. 2011;22:270-9.
- Bouchacourt JP, Castromán P. Evaluación del aprendizaje de la intubación orotraqueal mediante el método de la suma acumulativa (CuSum). *Rev Esp Anestesiol Reanim*. 2007;54:349-54.
- Currell R, Urquhart C, Wainwright P, Lewis R. Telemedicine versus face to face patient care: effects on professional practice and health care outcomes. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2000; 2(2).
- Armengol JJ, Carricondo F, Mingorance C, Gil-Loizaga P. Telemedicina aplicada a la atención sanitaria urgente: aspectos metodológicos y prácticos. *Emergencias*. 2009;21:287-94.
- Cicero MX, Walsh B, Solad Y, Whitfill T, Paesano G, Kim K, et al. Do You See What I See? Insights from Using Google Glass for Disaster Telemedicine Triage. *Prehosp Disaster Med*. 2015;30:4-8.
- Muensterer OJ, Lacher M, Zoeller C, Bronstein M, Kübler J. Google glass in pediatric surgery: An exploratory study. *Intern J Surg*. 2014;12:281-9.
- Jeroudi OM, Christakopoulos G, Christopoulos G, Kotsia A, Kypros MA, Rangan BV, et al. Accuracy of Remote Electrocardiogram Interpretation with the Use of Google Glass Technology. *Am J Cardiol*. 2015;115:374-7.
- Widmer A, Müller H. Using Google Glass to enhance pre-hospital care. *Swiss Medical Informatics* 2014; 30.
- Jiménez G, Ayuso F, Fonseca FJ, Bertomeu M, Artacho R, García EI. Manejo de una vía aérea difícil en el medio prehospitalario. *SEMERGEN*. 2008;34:272-83.
- Smally AJ, Nowicki TA. Manejo de la vía aérea difícil. *Emergencias*. 2011;23:479-85.
- Jiménez G, Ayuso F, Garijo A, Pérez A, Navarrete M, Requena A, et al. Alternativas a la intubación orotraqueal ante una vía aérea difícil. *Emergencias*. 2003;15:104-12.
- Khanduja PK, Bould MD, Naik VN, Hladkovicz E, Boet S. The Role of Simulation in Continuing Medical Education for Acute Care Physicians: A Systematic Review. *Crit Care Med*. 2015;43:186-93.

