



**UCAM**  
UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE MURCIA

ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO  
Programa de Doctorado de Ciencias de la Salud

Aplicación de nuevas tecnologías en simulación de  
Incidentes de Múltiples Víctimas

Autor:  
Antonio Nieto Fernández-Pacheco

Directores:  
Dr. Manuel Pardo Ríos  
Dra. Laura Juguera Rodríguez

Murcia, Julio de 2018





**UCAM**

UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE MURCIA

ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO

Programa de Doctorado de Ciencias de la Salud

Aplicación de nuevas tecnologías en simulación de  
Incidentes de Múltiples Víctimas.

Autor:

Antonio Nieto Fernández-Pacheco

Directores:

Dr. Manuel Pardo Ríos

Dra. Laura Juguera Rodríguez

Murcia, Julio de 2018





## AUTORIZACIÓN DE LOS DIRECTORES DE LA TESIS PARA SU PRESENTACIÓN

El Dr. D. Manuel Pardo Ríos y la Dra. Dña. Laura Juguera Rodríguez como Directores de la Tesis Doctoral titulada “Aplicación de nuevas tecnologías en simulación de Incidentes de Múltiples Víctimas” realizada por D. Antonio Nieto Fernández-Pacheco en el Departamento de Ciencias de la Salud, **autoriza su presentación a trámite** dado que reúne las condiciones necesarias para su defensa.

**LO QUE FIRMO, PARA DAR CUMPLIMIENTO A LOS REALES DECRETOS 99/2011, 1393/2007, 56/2005 Y 778/98, EN MURCIA A 30 DE JULIO DE 2018.**

Dra. Laura Juguera Rodríguez

Dr. Manuel Pardo Rios

1) Si la Tesis está dirigida por más de un Director tienen que constar y firmar ambos.



## AGRADECIMIENTOS

Esta tesis es fruto de varios años de trabajo, gracias al equipo de investigación AECRESI y al trabajo personal realizado ha sido posible terminarla.

Me gustaría dedicársela a Manuel Pardo, mi compañero y amigo, que me enseñó a trabajar en equipo, sacando lo mejor de mi a nivel académico y que gracias a él he podido cumplir muchos objetivos .

A mi otra directora de tesis Laura Juguera, por su dedicación y disponibilidad en todo momento, gran compañera y amiga.

A Mariana por darme la fuerza cuando no me quedan, que suerte de conocerte y que ganas de seguir siendo parte del tándem que formamos juntos.

A mis hijos Lola y Antonio, mis dos preciosos que tanto me han enseñado, que me motivan a que me esfuerce tanto en la vida, que me sacan una sonrisa siempre y que son tan dulces y cariñosos, por los que intento ser mejor cada día y a los que quiero tanto.

A mi Padre y mi Padrino, que durante tanto tiempo han sido referencia en mi vida, que tanto admiro a nivel profesional como personal y que tan orgulloso me hacen sentir del apellido Nieto.

A mi madre que me engendró y me crió, que no se separaba de mi lado y que no desfallecía ante nada, que luchaba sin que se le notará y que tanto se ha sacrificado por mi.

A mis hermanas Juana Mari, María José y a mi primo José. Gracias por haber sabido tener paciencia en mis ausencias, sobre todo en los últimos años, y por estar ahí siempre.





## RESUMEN

**Introducción:** Los Incidentes de Múltiples Víctimas (IMV) son entornos donde las demandas superan los recursos disponibles creando consecuencias devastadoras, por lo que debemos buscar herramientas que nos mejoren los resultados de morbilidad en esas situaciones. El uso de la tecnología con Drones nos abre nuevas puertas en este ámbito de investigación. **Objetivo:** Determinar la mejora en la morbilidad en los IMV usando Drones, valorar como influye la grabación de los escenarios simulados en la formación de los participantes y cuantificar los niveles de estrés para estudiar su relación con el rol desempeñado y como afecta el grado académico previo en la conducta profesional realizada. **Metodología:** la presente tesis, es un compendio de publicaciones (según normativa de la UCAM: 3 artículos científicos indexados en el JCR en los cuartiles Q1 o Q2). Cada uno de los artículos presenta una metodología propia con una línea común: la aplicación de nuevas tecnologías para la mejora de la morbilidad en IMV a través del entrenamiento con simulación clínica. **Resultados:** los resultados de la tesis son los resultados de cada uno de los artículos que la componen: 1) El Dron resultó útil en la búsqueda de las víctimas encontrando más víctimas en menos tiempo, 2) Un 80% de los alumnos modificó su percepción tras la visualización del video mejorando la percepción de su actuación, 3) La realización de ejercicios simulados de IMV provocó aumento de los niveles de estrés en los participantes, encontrándose diferencias significativas en la relación del rol realizado por los mismos y el estrés provocado, sin encontrarse relación del estrés con los aciertos en el triage ni con la formación previa. **Conclusiones:** La recreación de simulacros de IMV nos permite crear un ambiente de estrés que hace a los alumnos sumergirse en escenarios parecidos a una situación real; esto junto a la utilización de Drones permitirá tanto formar a los alumnos como el desarrollar nuevas estrategias en la búsqueda de víctimas en situaciones reales.

**Palabras clave:** Incidente con víctimas en masa; declaración de emergencia; *traje*; servicios médicos de urgencia; capacitación en servicio; atención prehospitalaria; estrés psicológico.



## ABSTRACT

**Introduction:** The Mass Casualty Incidents (MCI) are environments where the demands exceed the available resources creating devastating consequences, so we must look for tools that improve the morbidity and mortality results in these situations and that are applicable in the search for patients in real situations. The use of technology with Drones opens new doors in this field of research.

**Objective:** To determine the improvement in morbidity and mortality in MCIs using Drones, to assess how the recording of the simulated scenarios influences the training of the participants and quantify the levels of stress to study its relation between the role played, and affects the previous academic degree in professional conduct made.

**Methodology:** this Thesis is a compendium of publications (according to UCAM regulations: 3 scientific articles indexed in the JCR in Q1 or Q2 quartiles). Each of the articles presents its own methodology with a common topic: the application of new technologies for the improvement of morbimortality in MCI through the training with clinical simulation.

**Results:** the results of the Thesis are the results of each one of the articles that compose it: 1) The Drone was useful in the search of the victims, finding more victims in less time, 2) 80% of the students changed their perception after viewing the video, improving the perception of its performance, 3) The performance of simulated exercises of MCI caused an increase of the stress levels in the participants, finding significant differences in the relationship of the role performed by them and the induced stress, without finding a relationship between stress and the success in the triage or the previous training.

**Conclusions:** The recreation of MCI simulations allows us to create a stressful environment that makes students immerse themselves in scenarios close to a real situation; This, together with the use of Drones, will allow both to train students and to develop new strategies in the search of victims in real situations.

**Keywords:** Mass casualty incident; declaration of emergency; triage; emergency medical services; in service training; emergency care and stress physiological.



## ÍNDICE GENERAL

|   |    |
|---|----|
| <b>SIGLAS Y ABREVIATURAS</b> .....                                  | 17 |
| <b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....                                      | 18 |
| <b>INDICE DE TABLAS</b> .....                                       | 19 |
| <b>CAPÍTULO I. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA</b> .....                    | 25 |
| 1.1. LA SIMULACIÓN CLÍNICA.....                                     | 25 |
| 1.1.1. Historia de la simulación .....                              | 25 |
| 1.1.2. Definición de la simulación clínica .....                    | 27 |
| 1.1.3. Clasificaciones de la simulación clínica .....               | 29 |
| 1.1.4. <i>Debriefing</i> . Definición.....                          | 31 |
| 1.1.5. Elementos estructurales del <i>debriefing</i> .....          | 32 |
| 1.1.6. Modelos de <i>debriefing</i> .....                           | 33 |
| 1.1.7. Uso de videos y autovaloración en el <i>debriefing</i> ..... | 37 |
| 1.2. LA SIMULACIÓN CLÍNICA COMO HERRAMIENTA PEDAGÓGICA.....         | 39 |
| 1.2.1. Formación a profesionales vs. formación a alumnos .....      | 39 |
| 1.2.2. Estrés generado por la simulación clínica .....              | 41 |
| 1.2.3. Ventajas e inconvenientes de la simulación clínica .....     | 43 |
| 1.3. INCIDENTES DE MÚLTIPLES VICTIMAS .....                         | 44 |
| 1.3.1. Definición .....   | 44 |
| 1.3.2. Abordaje del Incidente de múltiples víctimas .....           | 44 |
| 1.3.3. Tipos de triage prehospitalario.....                         | 46 |
| 1.3.4. Uso de tecnología en Incidentes de Múltiples Víctimas .....  | 50 |
| 1.3.5. Aumento de la calidad asistencial y entrenamiento .....      | 52 |
| 1.4. JUSTIFICACIÓN.....   | 55 |
| 1.5. HIPÓTESIS .....  | 57 |
| 1.6. OBJETIVO GENERAL .....   | 57 |
| 1.6.1. Objetivo del Estudio 1 .....                                 | 57 |
| 1.6.2. Objetivo Estudio 2.....                                      | 57 |
| 1.6.3. Objetivo Estudio 3.....                                      | 57 |
| <b>CAPÍTULO II. VISIÓN GENERAL DE LOS ESTUDIOS</b> .....            | 61 |
| 2.1. ESTUDIO N°1.....   | 61 |
| 2.2. ESTUDIO N°2.....   | 62 |

|   |            |
|---|------------|
| 2.3. ESTUDIO N°3.....   | 63         |
| <b>CAPÍTULO III. ESTUDIO N°1:.....</b>                                  | <b>69</b>  |
| 3.1. INTRODUCCIÓN .....   | 69         |
| 3.2. MÉTODO.....  | 70         |
| 3.2.1. Selección de la Muestra.....                                     | 70         |
| 3.2.2. Dron y cámara térmica.....                                       | 71         |
| 3.2.3. Transmisiones e información del vuelo.....                       | 71         |
| 3.2.4. Estudio estadístico.....   | 72         |
| 3.3. RESULTADOS .....   | 73         |
| 3.3.1. Imágenes obtenidas .....   | 73         |
| 3.3.2. Búsqueda de pacientes .....                                      | 74         |
| 3.3.3. Calidad en el triage .....                                       | 75         |
| 3.4. DISCUSIÓN.....   | 76         |
| 3.5. LIMITACIONES DEL ESTUDIO Y FUTURAS LÍNEAS DE<br>INVESTIGACIÓN..... | 77         |
| <b>CAPÍTULO IV. ESTUDIO N° 2.....</b>                                   | <b>81</b>  |
| 4.1. INTRODUCCIÓN .....   | 81         |
| 4.2. MATERIAL Y MÉTODOS.....  | 82         |
| 4.2.1. Procedimiento del estudio.....                                   | 82         |
| 4.2.2. Análisis de resultados.....                                      | 83         |
| 4.3. RESULTADOS .....   | 84         |
| 4.4. DISCUSIÓN.....   | 85         |
| <b>CAPÍTULO V. ESTUDIO N° 3: .....</b>                                  | <b>89</b>  |
| 5.1. INTRODUCCIÓN .....   | 89         |
| 5.2. MÉTODO.....  | 90         |
| 5.2.1. Selección de la muestra .....                                    | 91         |
| 5.2.2. Medición del estrés y de la activación.....                      | 91         |
| 5.2.3. Estudio estadístico.....   | 92         |
| 5.3. RESULTADOS .....   | 93         |
| 5.4. DISCUSIÓN.....   | 96         |
| <b>CAPÍTULO VI. RESUMEN Y DISCUSION DE RESULTADOS.....</b>              | <b>103</b> |
| 6.1. RESULTADOS DEL ESTUDIO N°1.....                                    | 103        |
| 6.2. RESULTADOS DEL ESTUDIO N°2.....                                    | 104        |

|  |            |
|--|------------|
| 6.3. RESULTADOS DEL ESTUDIO N° 3.....  | 105        |
| 6.4. DISCUSION GLOBAL DE RESULTADOS.....   | 107        |
| <b>CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES.....</b>   | <b>113</b> |
| 7.1. CONCLUSIONES DERIVADAS DEL ESTUDIO N°1:.....                                      | 113        |
| 7.2. CONCLUSIONES DERIVADAS DEL ESTUDIO N°2:.....                                      | 113        |
| 7.3. CONCLUSIONES DERIVADAS DEL ESTUDIO N°3:.....                                      | 113        |
| <b>CAPÍTULO VIII. APLICACIONES PRÁCTICAS .....</b>                                     | <b>117</b> |
| 8.1. ESTUDIO N°1.....  | 117        |
| 8.2. ESTUDIO N°2.....  | 117        |
| 8.3. ESTUDIO N°3:.....   | 117        |
| <b>CAPITULO IX. LIMITACIONES .....</b>   | <b>121</b> |
| 9.1. ESTUDIO N°1.....  | 121        |
| 9.2. ESTUDIO N°2.....  | 121        |
| 9.3. ESTUDIO N°3.....  | 121        |
| <b>CAPÍTULO X. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.....</b>                                | <b>125</b> |
| <b>CAPÍTULO XI- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>                                    | <b>129</b> |
| <b>APÉNDICE 1. COMPENDIO DE PUBLICACIONES .....</b>                                    | <b>143</b> |
| <b>APÉNDICE 2. FORMULARIO DE CESION DE ARTÍCULO PARA<br/>TESIS POR COMPENDIO .....</b> | <b>145</b> |
| <b>APENDICE 3.....</b>   | <b>147</b> |
| <b>APENDICE 4.....</b>   | <b>151</b> |
| <b>APENDICE 5.....</b>   | <b>155</b> |





## SIGLAS Y ABREVIATURAS

Las abreviaturas de convenios de unidades no se incluyen en este listado al existir normas internacionalmente aceptadas sobre su uso universal de estadística, ni las del diccionario de la RAE. Se han reseñado por orden alfabético.

|                               |                                    |
|-------------------------------|------------------------------------|
| <b><math>\alpha</math>A</b>   | Alfa amilasa                       |
| <b>AMI</b>                    | Antecedentes Médicos de Interés    |
| <b>DE</b>                     | Desviación Estándar                |
| <b>I <math>\alpha</math>A</b> | Alfa amilasa Salival               |
| <b>IMV</b>                    | Incidente de Múltiples Víctimas    |
| <b>FC</b>                     | Frecuencia Cardíaca                |
| <b>IC</b>                     | Intervalo de Confianza             |
| <b>ICC</b>                    | Intraclass Correlation Coefficient |
| <b>IMC</b>                    | Índice de Masa Corporal            |
| <b>P</b>                      | Nivel de Significación             |
| <b>SC</b>                     | Simulación Clínica                 |
| <b>TA</b>                     | Tensión Arterial                   |
| <b>TAD</b>                    | Tensión Arterial Diastólica        |
| <b>TAS</b>                    | Tensión Arterial Sistólica         |
| <b>TM</b>                     | Telemedicina                       |
| <b>T</b>                      | T student                          |
| <b>UCAM</b>                   | Universidad Católica de Murcia     |
| <b>W</b>                      | Test Wilcoxon                      |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |     |
|---|-----|
| Figura 1 Maqueta que representa el proceso de procreación. Wotchi s.XVIII .....   | 25  |
| Figura 2 A. Laerdal con Resusci-Anne, 1970 .....  | 26  |
| Figura 3 Dr. S. Abrahamson (sentado) y Dr. J. Denson con Sim One, 1968 .....  | 26  |
| Figura 4 Maniqués Laerdal Medical © 2018 .....  | 31  |
| Figura 5 El ciclo de Ericcson y el término "práctica deliberada" aplicada a las sesiones de SC incorporando debriefing y cambios planeados. ....                          | 40  |
| Figura 6 El aprendizaje experiencial. Kolb.....   | 40  |
| Figura 7 Fotogramas de la cámara térmica transmitidos desde el dron: A, B imágenes de víctimas localizadas, y C y D imágenes de la vegetación .....                       | 72  |
| Figura 8 Diagrama de caja de la distancia recorrida por G. Control y G. Dron ....   | 74  |
| Figura 9 Resultados de las víctimas encontradas para cada uno de los grupos.....  | 75  |
| Figura 10 Imagen del dron durante la grabación del Incidente de Múltiples Víctimas.....   | 83  |
| Figura 11 Testimonios y resultados obtenidos para la valoración antes (color rojo) y después (color azul) de la visualización del video. *= p < 0,05; **= p < 0,001 ..... | 84  |
| Figura 12 Diagrama de flujo de actividad.....   | 93  |
| Figura 13 Resultados del $\alpha$ -amilasa: globales, por formación y por rol realizado en la simulación.....   | 96  |
| Figura 14 Porcentaje de acierto en el triage en relación al estrés determinado mediante el incremento de $\alpha$ -amilasa.....   | 100 |

## INDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1 Características del aprendizaje en adultos. M. Knoweles.....   | 40 |
| Tabla 2 Comparación global y grupal de los niveles de $\alpha$ Amilasa antes de después de la simulación del IMV. .... | 95 |



ESTA TESIS ES UN COMPENDIO DE 3 TRABAJOS PREVIAMENTE PUBLICADOS. A CONTINUACIÓN SE CITAN LAS REFERENCIAS COMPLETAS DE DICHS ARTÍCULOS.

#### **ARTICULO 1.**

PARDO RIOS M, PEREZ ALONSO N, LASHERAS VELASCO J, JUGUERA RODRIGUEZ L, LOPEZ AYUSO B, MUÑOZ SOLERA R, MARTINEZ RIQUELME C, NIETO FERNANDEZ-PACHECO A. UTILIDAD DE LOS VEHICULOS AEREOS NO TRIPULADOS EN LA BUSQUEDA Y TRIAJE DE PERSONAS EN SITUACIONES DE CATASTROFE. EMERGENCIAS; 2016 28:109-113.

FECHA DE PUBLICACIÓN: 2016                      REVISTA: EMERGENCIAS

DATOS INDEX. ISSN: 1137-6821    RANKING: EMERGENCY MEDICINE 03/26

FACTOR DE IMPACTO: 2.895

#### **ARTICULO 2.**

NIETO FERNANDEZ-PACHECO A, JUGUERA RODRIGUEZ L, FERRANDINI PRICE M, GARCIA PEREZ AB, PEREZ ALONSO N, PARDO RIOS M. DRONES AT THE SERVICE FOR TRAINING ON MASS CASSUALTY INCIDENT. A SIMULATION STUDY. Medicine (2017) 96:26(e7159).

FECHA DE PUBLICACIÓN: JUNIO 2017                      REVISTA MEDICINE

DATOS INDEX: ISSN: 1536-5964    RANKING: EMERGENCY MEDICINE 56/154

IMPACT FACTOR: 2.028

#### **ARTICULO 3.**

NIETO FERNANDEZ-PACHECO A, CASTRO DELGADO R, ARCOS GONZALEZ P, NAVARRO FERNANDEZ JL, CERON MADRIGAL JJ, JUGUERA RODRIGUEZ L, PEREZ ALONSO N, ARMERO BARRANCO D, LIDON LOPEZ-

IBORRA M, PARDO RIOS M. ANALYSIS OF PERFORMANCE AND STRESS CAUSED BY A SIMULATION OF A MASS CASUALTY INCIDENT. NURSE EDUC TODAY; 2018 Mar;62:52-57.

FECHA DE PUBLICACIÓN: 2018      REVISTA: NURSE EDUCATION TODAY

DATOS INDEX: ISSN: 0260-6917      RANKING: NURSING MISCELANEOUS  
10/118

IMPACT FACTOR: 2.067

***CAPITULO I***

***DEFINICION DEL PROBLEMA***

---





## CAPÍTULO I. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

### 1.1. LA SIMULACIÓN CLÍNICA

#### 1.1.1. Historia de la simulación

La transmisión de conocimientos en el campo de la medicina se ha servido de la simulación como una forma de enseñanza y aprendizaje desde hace muchos siglos.



Figura 1 Maqueta proceso de procreación.

Wotchi s.XVIII

entrenar la respiración boca a boca (3) .

Los primeros simuladores datan del siglo XVIII en Francia y consistían en representaciones de sistemas o partes de ellos hechos de cuero o trapos (1). La principal desventaja de estas maquetas era la visión por partes del individuo y la falta de interacción con el paciente.

El uso de la simulación en la era moderna comenzó en la década de 1960 (2). Åsmund Lærdal, fabricante de juguetes noruego, desarrolló el primer simulador moderno: 'Resusci-Anne' que era un maniquí básico, con bajo nivel de sofisticación para

Tras el éxito del Resusci-Anne en la formación en reanimación cardiopulmonar se favoreció el desarrollo de otros simuladores surgiendo modelos menos rudimentarios y dando lugar a simuladores de alta fidelidad.



Figura 2 A. Laerdal con Resusci-Anne, 1970.

El modelo SimOne creado por Stephen Abrahamson permitía practicar la intubación y manejo del paciente anestesiado ya que presentaba respiración, latido cardiaco, pulso y presión arterial, respondiendo al uso de drogas endovenosas en tiempo real. A lo largo de los años 80 hasta la actualidad el diseño de simuladores de alta fidelidad ha continuado hasta hoy, estos han evolucionado hasta la cuarta generación gracias a la inclusión de un software que permite reproducir sensaciones táctiles, auditivas y visuales mediante simulación clínica virtual (4).



Figura 3 Dr.S. Abrahamson (sentado) y el Dr J. Denson con Sim One 1968.

### 1.1.2. Definición de la simulación clínica

Existen diversas definiciones de Simulación Clínica (SC), en la literatura científica actual. Esto es debido a que es un tema en auge en el ámbito de investigación y formación sanitaria. Se ha escogido la definición propuesta por López y colegas ya que contempla los cuatro elementos cruciales para que el aprendizaje con simulación sea exitoso y que define a la SC como *“la representación artificial de un proceso del mundo real con la suficiente autenticidad para conseguir un objetivo específico, favorecer el aprendizaje simulando en lo posible un escenario clínico más o menos complejo, y permite la valoración de la formación de una determinada acción”* (5)

Otros autores afirman que *“la simulación depende de la generación de emociones que inviten al aprendizaje y esto se puede conseguir de muchas maneras que hay que combinar”* (6).

La simulación clínica tiene su origen en el campo militar y la aviación. Se utiliza en la actualidad para el entrenamiento de diversas actividades, con el objetivo primario de entrenar habilidades técnicas y no técnicas. Aplicada a las ciencias de la salud, permite la recreación de escenarios con un alto nivel de realidad que posibilita el aprendizaje experiencial o emocional. La simulación clínica consta de tres fases (7).

Las fases de la simulación clínica son:

- *Briefing* o presentación del escenario. El objetivo de esta fase es establecer unas premisas teóricas para poder abordar el escenario.
- Escenario simulado en sí. La planificación y diseño del escenario requiere de la adecuación de éste a los participantes, establecimiento de los objetivos de aprendizaje, etc.
- *Debriefing*. Para algunos autores es la etapa más importante ya que a través de la reflexión crítica guiada se extraen los conocimientos que perduraran en el participante y podrá aplicar en la vida real cuando se enfrente a ese evento.

Para Dieckman, desde una perspectiva analítica, la SC consta de siete fases.

- Sesión informativa previa
- Introducción
- Reunión sobre el manejo del simulador,
- Teoría
- *Briefing*: Reunión o discusión sobre el caso
- Escenario
- *Debriefing*
- Conclusión.

No es necesario que en todos los ejercicios se den todas las fases. Las primeras fases, sesión, introducción y reunión, se centran en la determinación de los objetivos del aprendizaje, como se abordarán y la adecuación de estos al grupo a tratar. Las cuatro últimas fases, *briefing*, escenario, *debriefing* y conclusión son, donde, a juicio del autor, se desarrolla el proceso del aprendizaje a través de la reflexión crítica. Esta premisa es defendida por la mayoría de expertos en SC por lo que se desarrolla en profundidad en el apartado 1.1.3. *Debriefing* (8).

Los cursos de SC comienzan con la sesión informativa. Puede hacerse de un modo presencial y/o formal o no. Podría tratarse de una sesión presencial, facilitar la información a través de email o limitarse a los rumores o cuchicheos de participantes de otras ediciones en la modalidad informal. Otra opción sería el envío de documentación relacionada con el escenario con anterioridad.

Durante la introducción y manejo del simulador se perseguirá la creación de una atmósfera positiva y acogedora. En muchos casos, la SC genera un desafío y este debe tornarse constructivo. El crear una dinámica activa favorece el desarrollo del escenario y posterior *debriefing*. También se utiliza para conocer las expectativas del grupo con el fin de reorganizar la sesión en caso de no ser los objetivo acordes al momento (9).

En cuanto al manejo del simulador se han de facilitar las pautas de uso, obtención de datos, etc. Informar de que es normal y cuales son los límites del escenario. Es importante invertir el tiempo necesario para perder el miedo al simulador y aliviar tensiones.

La teoría que sustenta el objetivo de aprendizaje puede ser facilitada justo antes del escenario o no pero es necesario que sea conocida. Dieckman recomienda que la adquisición de dicha teoría se realice de un modo activo, por ejemplo buscando artículos relevantes relacionados con el tema (10).

El *briefing* ayuda a los participantes a entrar en la realidad del escenario.

El escenario y el *debriefing* “forman el núcleo de la experiencia de aprendizaje durante la simulación”(11).

### 1.1.3. Clasificaciones de la simulación clínica

Existen distintos tipos de SC, la clasificación puede hacerse en función del grado de realidad que presenten (baja fidelidad, híbridos, alta fidelidad), los niveles de dificultad a los que se puede desarrollar (complejidad baja, intermedia o alta) y el entorno en el que se establece el escenario (*indoor, outdoor*).

Realizar la clasificación en función de la proporción de la realidad que representan. Esta clasificación es importante, dado que según el área de conocimiento a abordar se elegirá uno u otro tipo de simulador.

- **Baja fidelidad:** Modelos anatómicos que imitan órganos y que permiten la práctica de maniobras, suturas, etc. También podemos usar actores que interpreten situaciones para entrenar habilidades no técnicas y de rol.

- **Híbridos:** Actores con modelos anatómicos incorporados.

- **Alta fidelidad:** Maniqués a escala real que representan un humano tipo y que presentan signos fisiológicos que se pueden monitorizar, se puede interactuar con ellos ya que pueden hablar. Estos modelos sofisticados permiten entrenar diversas habilidades comunicativas, toma de decisiones y/o habilidades

meramente practicas en cualquier contexto de la asistencia sanitaria. Habitualmente estos maniqués se instalan en salas dotadas de cámaras y micrófonos que permiten la grabación de videos para su uso posterior en el *debriefing*. Los maniqués pueden ser sustituidos por pacientes normalizados aunque en España esta práctica no está disponible.

Bradley establece tres niveles de dificultad en el proceso de aprendizaje basado en simulación (12).

- **Simulación de complejidad baja:** modelos sencillos que permiten el abordaje de habilidades prácticas sencillas o de una técnica en concreto. Suelen ser representaciones de partes del cuerpo. Un ejemplo seria un busto para practicar compresión cardiaca o maniobras de intubación.
- **Simulación de complejidad intermedia:** requiere la integración de diversas actividades entre si. Habitualmente se usan modelos combinados, personas y maquetas o ejercicios de *rol-play*.
- **Simulación de complejidad elevada:** este tipo de simulación permite entrenar además de habilidades técnicas, las habilidades no técnicas tales como comunicación eficaz, toma de decisiones, trabajo en equipo y liderazgo. En este tipo de simulación se utilizan maniqués dotados de alta tecnología que permite interactuar al discente con el maniquí, obteniendo un *feed-back* en tiempo real del diálogo del paciente y de los signos vitales para así entrenar de un modo integral situaciones complejas. Este tipo de simulación requiere una planificación exhaustiva del escenario por parte del instructor, para que se optimice el proceso de aprendizaje.



Figura 4 Maniqués disponibles para simulación clínica.  
Laerdal Medical 2018.

La clasificación basada en el entorno en el que se establece el escenario tiene dos variantes, la simulación clínica *indoor* y la simulación clínica *outdoor*. La SC *indoor* representa la que se realiza en los centros de simulación, en una habitación dotada de medios audiovisuales y micrófonos, es ideal para recrear entornos hospitalarios, salas de urgencias, quirófanos, etc.

La SC *outdoor* representa la realizada en el exterior de estas salas. En el mundo real, con ayuda de maniqués y/o pacientes estandarizados. La evidencia científica relacionada con la SC *outdoor* es escasa, queda limitada en su mayoría a escenarios de guerra. Esto es debido a las dificultades logísticas que presenta el desarrollo de escenarios *outdoor* tales como la grabación en video de la sesión, control y autonomía del maniquí, etc. Presenta numerosas ventajas si lo que se busca entrenar acontece en el mundo exterior, en el mundo real (13).

#### 1.1.4. *Debriefing* . Definición

El *debriefing* se define por ser como un proceso de reflexión profunda necesario en los adultos para poder entender las actuaciones y pensamientos, y poder trasladar lo aprendido al ámbito clínico (14). Actualmente no tiene traducción al castellano por lo que se utiliza el término en inglés. El *debriefing* surge en el ámbito militar para recabar la información cuando los soldados regresaban de una misión para posteriormente analizar dichos datos y establecer nuevas estrategias (15). El *debriefing* militar tenía la finalidad operativa y educativa. Además se usaba como herramienta terapéutica para abordar eventos traumáticos y así restituir lo antes posible a los soldados.

El primer uso civil del *debriefing* fue para mitigar el estrés de los primeros intervinientes en emergencias (*first responders*). Mitchel elaboró el denominado Informe de Crisis de Incidentes Críticos (CISD) (16). Este informe se elaboraba tras la revisión de los hechos, impresiones y reacciones, por parte de los participantes, después de un incidente crítico. La finalidad de estas reuniones era la reducción del estrés y la pronta vuelta a la normalidad para tener los activos disponibles. La estrategia de afrontamiento se basaba en la cohesión y empatía del grupo.

En un segundo tiempo la técnica pasó a llamarse información psicológica tras las modificaciones de Dyrregrov pero mantuvo el objetivo primario: intentar ayudar a los participantes en el procesamiento cognitivo y emocional de lo que experimentaron (17).

A día de hoy la técnica propuesta por Michel genera dudas sobre su utilidad y expectativa por tratarse de ser una sesión única (18).

La psicología experimental propone la palabra *debriefing* para describir el momento en que se revela la verdadera naturaleza del experimento a los participantes de un estudio de psicología que han sido engañados durante el estudio (19). El *debriefing* en este contexto es éticamente requerido ya que permite comprender lo ocurrido y deshacerse de cualquier efecto adverso que pueda haber ocurrido (20).

Estos tres eventos o definiciones han permitido conformar el *debriefing* en el área educativa en un intento de acercar lo experimentado en un evento y darle sentido en el análisis de pos experiencia (21): el *debriefing* representa la reflexión facilitada o guiada en el ciclo del aprendizaje experiencial. Sus elementos son discusión participativa de los eventos con un facilitador-guía, reflexión, y asimilación de los conocimientos adquiridos por las actividades con el objetivo de generar un aprendizaje duradero (22).

Una revisión sistemática de la literatura de simulación de alta fidelidad identificó al *debriefing* como la característica más importante de la educación médica basada en la simulación (23).

#### **1.1.5. Elementos estructurales del *debriefing***

Existen diversos enfoques para desarrollar el *debriefing* pero todos deben presentar una estructura básica conformada por siete elementos (24,25):

1. Instructor
2. Alumnos
3. La experiencia en si
4. Impacto de la experiencia en si
5. Recolección de datos



6. Realización del informe
7. Tiempo transcurrido desde la experiencia

Esta definición de elementos comunes del *debriefing* fue propuesta por Lederman (19). Los dos primeros elementos son los sujetos que participan en la simulación: el instructor y los participantes. La simulación como experiencia en sí es el fenómeno a estudio-entreno y que conformará el cuarto elemento con el impacto que genere en los individuos. El modo en que la simulación impacte en los participantes determinará el grado de adquisición y fijación de conocimientos, los participantes adultos deben emocionarse por el evento y este a su vez debe ser relevante para su vida cotidiana para así conformar el impacto de la simulación. La recolección y elaboración de un informe habitualmente se realiza de manera verbal, aunque puede ser escrito y/o estructurado (26).

El último elemento es el tiempo transcurrido desde la vivencia de la simulación hasta que se realiza la reflexión crítica guiada en el *debriefing*. Cuanto más tiempo haya pasado la percepción de la experiencia será diferente. La mayoría de veces se realiza poco después de la experiencia pero puede posponerse con el fin de ahondar en la reflexión formal (26).

#### 1.1.6. Modelos de *debriefing*

El *debriefing* es una de las partes más destacadas de la simulación clínica (24). Existen diversas teorías sobre modelos de *debriefing*, pero los elementos comunes que presentan son descripción, análisis y aplicación. Thatcher y Robinson identifican en la primera fase el impacto de la experiencia, contemplándolo como un proceso que desarrolla y aclara los conceptos que se usan en simulación (27,28). Lederman describe esta fase como el inicio a la reflexión crítica a través de la exposición de que ocurrió y la descripción de lo que hicieron los participantes con sus propias palabras (29,30). Para Paternek la fase de descripción consiste en el relato de lo ocurrido.

En la segunda fase se describe e identifica la manera en la que las emociones han afectado a los participantes de modo individual y grupal. Se analiza el contenido empático y emocional de la discusión (31).

La tercera etapa contempla las diferentes percepciones formadas por cada participante y como las correlacionan con el fenómeno simulado y la posible generalización a eventos de la vida cotidiana (32).

En la fase de descripción se ponen en común las emociones y percepciones derivadas del ejercicio. Es frecuente que los participantes queden absortos en percepción emocional individual y generen un bucle de su vivencia. El instructor tiene el hándicap de permitir el tiempo suficiente para que se produzca la desactivación, pero encaminando la reflexión al objetivo general de la sesión en un sentido mas amplio. Si no existiera la figura del instructor a los participantes les seria complicado salir de esta fase descriptiva.

La misión del instructor es alejar la discusión de manera individualizada para extraer conclusiones generalizadas y enriquecedoras para el grupo. A diferencia de los docentes que impartían clases con métodos tradicionales el instructor debe posicionarse como un igual ya que su objetivo es orientar y dirigir en lugar de dar conferencias. El rol del participante debe orientarse a analizar críticamente su propia actuación retrospectivamente, contemplando los errores y aciertos de la intervención y por que sucedió lo que sucedió. Esto es la contribución activa al proceso de aprendizaje (22).

Dismukes y Smith que desarrollaban su actividad en aviación establecen tres niveles de *debriefing* (33):

- **Debriefing de alto nivel:** paradójicamente implica la mínima intervención del instructor solo cuando es necesario actuando como un recurso para asegurar que se cumplen los objetivos. Fue descrito por Carl Rogers como un catalizador para que los participantes extraigan sus propias conclusiones para el cambio (34).

Los principios que regirán el *debriefing* alto nivel serán:  
Congruencia: representada por ser acorde a la realidad,  
aceptación: el alumno siente que sus opiniones y sentimientos son apreciados; y empatía: el profesor busca comprender el punto de vista y empatía.

Ejemplos: pausas, uso de silencios y preguntas abiertas..

- **Debriefing nivel intermedio:** en este tipo de debriefing el grado de intervención es algo mayor y se usa cuando el grupo necesita cierta ayuda para extraer conclusiones profundas. El desarrollo en este nivel requerirá técnicas de reformulación de cuestiones para que los participantes obtengan respuestas por si mismos.
- **Debriefing nivel bajo:** el instructor interviene en numerosas ocasiones, bien por falta de iniciativa del grupo o porque las respuestas no son profundas. En estos casos se realizaran muchas preguntas con el fin de generar participación del grupo y así establecer una discusión. Dar respuesta a cuestiones de los alumnos, resumir, concretar conceptos para reforzar pensamientos o ideas serán las técnicas de *debriefing* a utilizar en este nivel. La escucha activa y el uso de estímulos no verbales son buenos ejemplos.

Es de vital importancia adecuar el nivel de *debriefing* a la naturaleza del grupo a instruir. Sucede con frecuencia que los instructores tienden a guiar el debriefing a un nivel más bajo (con más participación del instructor) de lo que el grupo participante realmente podría necesitar (22).

La Asociación Internacional de Enfermería para la Simulación Clínica y el aprendizaje recientemente ha propuesto los siguientes estándares para alcanzar la eficacia en el *debriefing* (32,35):

- El debriefing debe guiarse por un instructor competente. Esto es un instructor formado.
- El instructor debe haber observado la situación sin formar parte de ella.
- Utilizar una metodología en el debriefing basada en la evidencia. Descritas anteriormente.
- La estructura del debriefing ha de ser adecuada y con etapas definidas.

- Los objetivos de aprendizaje han de centrarse en los resultados de la experiencia vivida, y circunstancias de los participantes.
- El debriefing debe desarrollarse en un entorno que proteja la confidencialidad, la confianza, la comunicación abierta, el autoanálisis y la reflexión

Tanto el pensamiento como el hacer son necesarios y deben relacionarse en la mente del alumno (36). El aprendizaje experiencial exige la reflexión sobre el evento estudiado, esta reflexión debe ser guiada por el instructor con el objetivo de no desviarse del objetivo propuesto. Así la reflexión, evaluación y reevaluación se erige como el núcleo del aprendizaje permanente (22).

La figura del instructor en el *debriefing* cobra especial importancia ya que debe facilitar un "clima de apoyo" (37) donde los estudiantes se sienten valorados, respetados y libres de aprender en un ambiente digno. Los participantes deben ser capaces de "compartir sus experiencias de una manera franca, abierta y honesta" (15).

Para que el *debriefing* sea exitoso y se adquieran los conocimientos es importante considerar que el alumno se siente vulnerable; la falta de autoconfianza y miedo a equivocarse pueden interferir en el aprendizaje. Este fenómeno inherente a la simulación ha sido estudiado recientemente refiriendo la mitad de los participantes aproximadamente que la simulación les pareció un ambiente estresante e intimidante y una proporción similar citó el temor al educador y el juicio de sus compañeros (38), el instructor debe mostrar el máximo respeto a las experiencias previas del alumno y tomarla como base de aprendizaje. Es muy útil utilizar casos que hayan vivido para acercar lo entrenado a la práctica diaria.

En palabras de Dismukes et al: "Cuando se trata de reflexionar sobre decisiones y comportamientos complejos de profesionales, con confrontación de ego, identidad profesional, juicio, movimiento y cultura, no habrá sustituto para seres humanos capacitados que faciliten una conversación en profundidad por parte de sus iguales compañeros humanos" (39).

A modo de resumen el *debriefing*, entendido como el análisis de lo ocurrido, genera el conocimiento que debe utilizarse en futuras intervenciones, ha de utilizarse para formar a otros, para abordar la tensión generada por eventos estresantes o traumáticos y reconocer las practicas que se realizan correctamente (6).

### 1.1.7. Uso de videos y autovaloración en el *debriefing*

La simulación clínica de alta fidelidad, entendida como herramienta pedagógica, contempla el abordaje de habilidades técnicas y aspectos menos prácticos como son la toma de decisiones, habilidades de comunicación, trabajo en equipo, que son las cualidades que conforman el cambio educativo que significa incorporar tecnología para ofrecer más oportunidades de aprendizaje a los estudiantes (40,41).

En la simulación clínica orientada a formar, a nivel individual o grupal, en ciencias de salud, se utiliza la reproducción de videos para el desarrollo del *debriefing* (33).

Scherer y colaboradores estudiaron en 2003 que papel jugaba la reproducción de videos para producir un cambio conductual permanente. El estudio valoraba las destrezas de reanimación en médicos residentes . Durante seis meses grabaron las intervenciones y se revisaron. En la primera mitad del ensayo los residentes obtenían *feed-back* verbal de sus actuaciones y rendimiento pero su comportamiento no cambió. En el segundo intervalo de tres meses, los residentes recibían de manera conjunta las mismas recomendaciones verbales pero además veían su actuación previamente grabada, a través de la reproducción de video. En el plazo de un mes sus intervenciones mejoraron y los cambios en su comportamiento fueron permanentes durante el estudio(42).

En el estudio de Savoldelli, Naik y Park en 2006 se evaluaron a cuarenta y dos residentes de anestesia que recibían información sobre su actuación con y sin apoyo de video. Los participantes que se sometieron a la sesión informativa mejoraron más que los que no lo hicieron, pero no hubo diferencia si el instructor usó reproducción de video o no. Además hubo una tendencia hacia una mejoría mayor en los participantes que recibieron un informe oral en lugar de un informe

oral con reproducción de video (43). Beaubien y colegas obtuvieron resultados similares en su ensayo (44).

Esta tendencia puede relacionarse con un tiempo de instrucción real reducido para el grupo de reproducción de video, o la naturaleza potencialmente distractora del video en sí mismo (43).

A pesar de estos hallazgos la reproducción de video es útil sobre todo para permitir a los participantes ver cómo lo han hecho en realidad y no como pensaban que lo habían realizado. También puede ayudar a reducir el sesgo de retrospectiva en la evaluación del escenario.

Es muy importante en el uso de videos la selección del segmento a reproducir ya que su elección inapropiada puede tener consecuencias nefastas para el *debriefing* pudiendo sofocar la discusión de los temas clave y restarle importancia al enfoque de la sesión informativa.

La opinión de los participantes en relación al uso de videos es positiva. Bond y colegas, en su estudio, recogieron la opinión de los participantes en cuanto a la reproducción de videos, el estudio analizaba el entrenamiento de habilidades cognitivas de residentes de medicina en un contexto de emergencias. Alrededor del cincuenta por ciento de los alumnos manifestó que les hubiera gustado la reproducción de video, aunque no estaba disponible (45).

Para Fanning y Gaba “el uso estratégico de la reproducción de videos puede ser útil, especialmente a medida que los participantes experimentan repetidas experiencias de simulación a lo largo del tiempo y pueden extraer más de las sesiones de información. La reproducción de videos de otras sesiones de simulación y sus sesiones informativas también pueden desempeñar un papel en la enseñanza tanto de habilidades conductuales como técnicas.” (22).

El uso de videos puede y debe utilizarse para la autoevaluación del instructor. Lederman contempla la autoevaluación del instructor como una etapa mas del *debriefing*. Al evaluar su actuación a través de la reproducción del video pueden confrontar lo que hicieron con lo que piensan que hicieron y así extraer conclusiones que aumenten su conocimiento (19).

Dieckmann y colegas enfatizan la importancia del uso de secuencias de video para autoevaluarse a uno mismo y a los demás instructores (46).

## 1.2. LA SIMULACIÓN CLÍNICA COMO HERRAMIENTA PEDAGÓGICA.

### 1.2.1. Formación a profesionales vs. formación a alumnos

Según la teoría del aprendizaje de Kolb, la simulación clínica requiere de la reflexión rigurosa tras la vivencia para poder aprender y poder aplicarlo en situaciones similares (47). Kolb desarrolló un ciclo de aprendizaje en cuatro etapas "Hacer, observar, pensar, planificar" que describe cómo se relacionan la experiencia y la acción (48).

Ericsson amplía el concepto de "práctica deliberada" para la adquisición de nuevas habilidades tras la realización de múltiples repeticiones intercaladas con cambios que se refuerce positivamente las conductas adecuadas y se redirija el aprendizaje hacia el desarrollo de la experiencia (49,50).

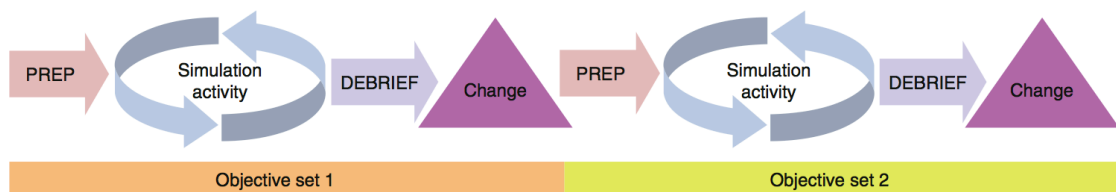


Figura 5 El ciclo de Ericsson y el término "práctica deliberada" aplicada a las sesiones de SC incorporando debriefing y cambios planeados.(41)

Dependiendo de si la formación se realiza pre o post grado los escenarios se deben adecuar a las características de los discentes. El entrenamiento a profesionales debe planificarse en base a las características propuestas por Malcom Knoweles para que sea eficaz.

Tabla 1 Características del aprendizaje en adultos. M. Knowles

|   |
|---|
| El adulto es autosuficiente y autónomo  |
| Los adultos quieren aprender habilidades que tengan relación con lo que hacen todos los días              |
| Los adultos tienen experiencias previas que deben ser respetadas  |
| Los adultos se centran en los problemas que deben solucionar y buscan aplicar lo aprendido inmediatamente |
| Los adultos se motivan por intereses e ideales personales más que por factores externos                   |

Las áreas de conocimiento y habilidades que pueden abordarse con la SC son:

- Habilidades prácticas
- Comunicación interprofesional: trabajo en equipo
- Comunicación con el paciente
- Liderazgo.



Figura 6 El aprendizaje experiencial. Kolb (51)



Los métodos tradicionales de enseñanza en los que la información solo fluye en un sentido, la actitud del docente es activa y la del discente pasiva, no son particularmente efectivos. El conocimiento exclusivamente teórico adquirido de un modo pasivo, en el que el discente solo recibe información, tiene una vida media de aproximadamente dos años (52). Kaufman, Mann y colegas establecen los límites temporales en doce meses para una disminución de las habilidades y dieciocho meses la insuficiencia de estas (53).

En el caso de los conocimientos adquiridos junto a habilidades prácticas, como sería el caso de la reanimación cardio-pulmonar avanzada, la retención de conocimientos es inferior a doce meses (54), (55).

Dittmar, en su estudio sobre procedimientos de triage, coincide con estos resultados defendiendo que “la precisión del triage y el rendimiento general disminuyeron significativamente en el periodo de un año” (56).

Son numerosos los estudios que concluyen que la SC es un método docente más eficaz que los métodos tradicionales para aprender a tomar decisiones clínicas, habilidades técnicas y trabajo en equipo (57).

La simulación clínica proporciona un entorno en el que los alumnos pueden comprender y dominar con éxito las habilidades clínicas, abordando los resultados de aprendizaje; permitiendo la práctica deliberada, sin asumir un riesgo indebido para los estudiantes, miembros del personal o los pacientes (58).

### **1.2.2. Estrés generado por la simulación clínica**

Para que el aprendizaje tenga influencia en la adquisición de conocimientos y que estos se integren para su uso posterior debe existir un aprendizaje emocional en el que las emociones positivas bajo estrés facilitan la mayor retención de datos. El éxito de la simulación depende que exista una alta fidelidad física, entorno realista, en el cual se desarrollan habilidades manuales; una alta fidelidad conceptual en el cual se desarrolla el razonamiento clínico y la habilidad para solucionar problemas y por último una alta fidelidad emocional o

vivencial en el cual se favorece la retención de información mediante el manejo de procesos complejos que involucran conocimientos o emociones (59).

Muy pocos estudios han investigado los niveles de estrés en médicos desarrollando distintos roles en escenarios simulados (58) No existe, a día de hoy, un *Gold Standar* para medir la respuesta al estrés. La alfa amilasa salival (sAA) es una de las principales enzimas salivales secretada en respuesta a estímulos simpáticos, por lo que se considera un biomarcador de elección en situaciones de estímulos psicológicos estresantes (60). Valentin et al. en 2015 y Días y Scalabrini en 2017 en el estudio de la simulación de alta fidelidad concluyeron que tras el estudio de los distintos marcadores fisiológicos susceptibles de modificación ante situaciones de estrés, el valor de la sAA proporciona una medida más sensible de los niveles de estrés que el cortisol entre los médicos en situación de emergencia (61), (62).

Un estudio realizado por Bong y colegas demostró que todos los participantes se someten a un estrés significativo en el entorno simulado. El estrés a veces puede tener un efecto positivo en el aprendizaje y la memoria (63).

La presencia de estrés en el proceso de aprendizaje favorece la retención a largo plazo de datos. Los ejercicios de simulación generan un grado de estrés, este tiene efectos en el aprendizaje pero, a día de hoy no es un fenómeno ampliamente estudiado (64).

Así, los cursos de post grado basados en el uso de simuladores de alta fidelidad se convierten en esenciales para mantener las habilidades adquiridas con la formación tanto pre como post grado (6).

### 1.2.3. Ventajas e inconvenientes de la simulación clínica

La evidencia científica actual concluye que los resultados didácticos obtenidos a través de la SC son mejores que con los métodos didácticos tradicionales. Además, en este tipo de entrenamiento no se genera riesgo para el estudiante ni para los usuarios de servicios sanitarios.

Al enfrentarse a escenarios similares, en la vida real, los alumnos, se encuentran menos ansiosos y cometen menos errores ya que están familiarizados con el manejo de diversos escenarios.

Las oportunidades formativas que brinda son infinitas y se perfila como una herramienta de gran valor que potencia la calidad de la enseñanza.

Permite la repetición de situaciones poco frecuentes (65) y mejora todos los resultados (66,67).

La simulación puede utilizarse en alumnos de todos los niveles: tanto a pregrado como a profesionales con alta experiencia a través de la adecuación de los escenarios de una manera segura y controlada. El uso de la SC contribuye a mejorar los procesos de aprendizaje y puede ser insertada en cualquier nivel académico (68).

Permite estructurar tareas en los segmentos de aprendizaje por etapas, y proporciona un entorno controlado en el que es seguro para aprender de los errores (69).

La SC de alta fidelidad y dispositivos tecnológicos presentan un costo elevado en la actualidad, estos implican la necesidad de infraestructura dotada de diversas instalaciones audiovisuales y los maniqués (57). Por el contrario hay otros autores que defienden que se puede simular con escasos recursos ya que el éxito de esta instrucción no se basa en los maniqués si no en la capacidad de generar emoción en el alumno (6).

La SC presenta diversos usos, además de formar, permite la evaluación del instructor, y se convierte en herramienta para acreditar y crear estándares de calidad (41).

### 1.3. INCIDENTES DE MÚLTIPLES VICTIMAS

#### 1.3.1. Definición

La OMS define un Incidente de Múltiples Víctimas (IMV) como *“un suceso que genera un número de pacientes simultáneos que no pueden ser manejados con recursos locales siguiendo procedimientos rutinarios”* (70). Otras definiciones coinciden diciendo que son situaciones de verdadero caos donde las demandas asistenciales superan a los recursos. Se precisa de un trabajo tanto individual como interdisciplinar ya que además de sanitarios participa policía, bomberos, guardia civil y el ejército entre otros, siendo fundamental el trabajo en equipo entre las diferentes disciplinas.

Los IMV son situaciones que ocurren con poca frecuencia pero requiere gran destreza en el manejo por parte de los profesionales que asisten (71). Los resultados de estos eventos dependen directamente de la correcta actuación y abordaje del incidente. Para ello es imprescindible que los profesionales relacionados con estos eventos entrenen, con frecuencia, su actuación (72). Cuando un profesional entrena fenómenos de baja incidencia o que no forman parte de su actividad asistencial diaria, al estar su autoconfianza disminuida, generan más ansiedad (6).

#### 1.3.2. Abordaje del incidente de múltiples víctimas

Normalmente las llamadas que se realizan al centro directivo a través del teléfono de emergencia (112) son realizadas por personal lego, que está muy nervioso por la situación. Esto dificulta mucho la comunicación efectiva y hace necesaria una formación previa del personal que trabaja al otro lado del teléfono. En el centro directivo, tanto el personal sanitario (médicos, enfermeras y técnicos de emergencias) como los tele-operadores recibirán muchas llamadas en relación al mismo suceso, muchas veces contradictorias y susceptibles de mal interpretar. Tendrán por tanto que recabar toda la información posible sobre el número de

pacientes heridos, la gravedad de los mismos, la orografía del terreno, la accesibilidad al mismo de vehículos aéreos y terrestres de rescate, las condiciones de luz, temperatura y meteorología y de la seguridad de la zona. Con toda esta información y con la disponibilidad de recursos que se tenga en ese momento habrá que decidir qué recursos se deben enviar al lugar, avisando si es necesario a bomberos, protección civil, cruz roja, cuerpos de seguridad del estado y ambulancias medicalizadas y no medicalizadas, así como vehículos de rescate aéreos o acuáticos dependiendo de las necesidades.

Al lugar del incidente llegarán las primeras unidades de intervención, identificándose la zona “caliente” donde ha ocurrido el accidente. Estas primeras unidades que pueden ser medicalizadas o no lo primero que harán será identificar si la zona es segura o no lo es. Esto es muy importante ya que el suceso que ocasionó el accidente puede seguir estando presente (pongamos el ejemplo de un incidente terrorista donde el objeto agresor pueda volver a ponerse en escena y a repetir su ataque). Son múltiples las causas que pueden hacer una zona insegura; por ejemplo cuando nos referimos a agentes físicos o químicos, cada uno con sus características que los rescatadores pueden conocer o no. En el caso de que la zona no fuera segura, el rescatador tendría que poner en conocimiento del centro directivo este detalle para trasladar hasta el lugar personal y medios que la hicieran segura. El personal que interviene en esta zona habitualmente son bomberos y cuerpos de las fuerzas de seguridad del estado, así como personal camillero de apoyo debidamente protegido para tal situación. Se comenzará a realizar una clasificación en función de la gravedad de las víctimas (triage) en el mismo lugar si la situación lo permite por seguridad y condiciones de dispersión u orografía. En el caso de que la zona siguiera siendo insegura se evacuará a las víctimas sin triar con una “noria de camilleros” hasta una zona segura “nido de enfermos”(73,74).

### 1.3.3. Tipos de triage prehospitalario

La palabra triage es de origen francés, fue acuñada por el Dr. Jean Dominique Larrey, cirujano del ejército napoleónico, y se utiliza para hablar de los métodos que clasifican a los pacientes dependiendo de su gravedad (75). Básicamente podemos dividir los métodos de triage en prehospitalario y hospitalarios dependiendo del ámbito donde se utilicen. En un IMV es importantísima la utilización de métodos de triage ya que nos aportarán mucha información de la situación, además de permitirnos realizar maniobras salvadoras durante la realización de los mismos disminuyendo de esta manera la morbimortalidad global del suceso. Tenemos la opción de poder realizar varios métodos de triage prehospitalario y la elección de uno u otro dependerá de la formación previa del personal que la realice (como hemos dicho antes los primeros intervinientes que comienzan con el triage pueden tener formación sanitaria o no), del número de víctimas y de las condiciones en que se realice. Los métodos de triage prehospitalario a su vez los podemos clasificar en (76):

- Método Bipolar, Tripolar y Tetrapolar
- Métodos Funcionales:
  - SHORT.- Método rápido de clasificación de víctimas
  - START.- Simple Triage and Rapid Treatment
  - TS.- Trauma Score
  - TSR.- Trauma Score revisado
- Métodos Lesionales:
  - ISS.- Injury Severity Score
  - AIS.- Abbreviated Injury Score
- Métodos Mixtos:
  - CRAMC.-Circulation-Respiration-Abdomen-Motor-Conscience.
  - Trauma Index y Escala de Lindsey.
- Métodos de triage avanzado: META

En el caso de enfrentarnos a un IMV de gran magnitud, el método bipolar que separa a los pacientes en leves o graves puede hacer tener una visión rápida del escenario. También es útil este método cuando las condiciones son difíciles o peligrosas o el personal no está suficientemente entrenado. Otros métodos como el START necesitan un entrenamiento previo, pudiendo realizarlos personal tanto sanitario como no sanitario. Este método divide a los pacientes en varios colores dependiendo de su gravedad. Los pacientes de color negro son los pacientes inconscientes que al abrirles la vía aérea siguen sin respirar, por lo tanto están muertos. Estos pacientes no se mueven y se quedan en el lugar del incidente. Los pacientes que obtienen el color rojo son los pacientes más graves, que necesitan atención inmediata. Estos pueden estar inconscientes respirando, o en el caso que no respiren pero les abramos la vía aérea comienzan a respirar, también pueden estar conscientes con deterioro cognitivo, en situación de inestabilidad hemodinámica y con una frecuencia respiratoria elevada. Los pacientes amarillos son los que necesitan asistencia hospitalaria pero no de una manera preferente, pudiendo demorarse su traslado. Los identificamos en el triage START porque no pueden caminar, pero están conscientes respondiendo a órdenes simples, están hemodinamicamente estables y tienen una frecuencia respiratoria normal. Nos quedan los pacientes verdes que no presentan gravedad, pueden caminar y no precisan asistencia hospitalaria. Lo ideal es apartar a estos pacientes del lugar del incidente a una zona más tranquila, donde los puedan atender psicólogos clínicos y donde se puedan filiar. Es imprescindible que estos pacientes se puedan reevaluar ya que aunque aparentemente no estén graves puedan evolucionar en gravedad.

Esta clasificación debe quedar plasmada en los pacientes con tarjetas de triage o en su defecto con algún marcador que sea visible para los rescatadores. Las tarjetas de triage además de clasificar a los pacientes por colores y mostrar las maniobras salvadoras que les hemos realizado (todo esto en el triage inicial), filian al paciente con la sus datos personales, alergias, tratamiento realizados a posteriori, y hospital de destino( en fases posteriores del suceso)

En cuanto a las maniobras salvadoras que se realizan en el START se incluye la apertura de la vía aérea con cánula orofaríngea y la compresión de

herida sangrante. Ambas salvan vidas además de mejorar el pronóstico del paciente.

Se establecerá una zona de sectorización donde los pacientes serán clasificados por colores, donde se seguirá realizando la atención de los pacientes y la reevaluación continua de los mismos así como triages más avanzados como el triage médico Meta.

El triage Meta nace de la necesidad de aumentar la precisión en la clasificación de las víctimas según su gravedad, permitiéndonos priorizar tanto su tratamiento como su evacuación. Este está compuesto de cuatro fases.

La primera es una fase de clasificación que parte del triage START donde los pacientes verdes y negros siguen siendo los mismos. Es en los pacientes amarillos donde se hace una subclasificación que los divide en amarillo 1º y 2º según presenten o no lesiones neurológicas tanto centrales como periféricas, estando el resto de las constantes vitales normales. También se subdividen los rojos en: Rojo 1º con lesiones en la vía aérea, Rojo 2º con lesiones en la ventilación y rojo 3º con lesiones en la circulación. La segunda fase evalúa en riesgo quirúrgico de los pacientes, siendo los de mas riesgo los que presentan heridas penetrantes en el tronco o miembros por encima de los codos y rodillas y sangrado activo, los que presentan signos de shock por una posible hemorragia interna o los que presentan una fractura de pelvis abierta o cerrada con inestabilidad mecánica o hemodinámica. La tercera fase es la de estabilización en la que se trata a los pacientes de sus lesiones en función de su gravedad y la cuarta es la que decide dependiendo de la clasificación previa la prioridad de evacuación. Los pacientes quirúrgicos serían los primeros en salir del lugar de la escena seguidos por los que presentan lesiones de gran complejidad y repercusión funcional empezando con los rojos 1º,2º,3º, siguiendo por los amarillos 1º,2º y terminando por los pacientes menos graves.

Dependiendo del tipo de triage que utilicemos , este tenderá más al supratriage o al infratriage. Los pacientes supratriados son los que se presuponen mas graves de lo que realmente están mientras que los infratriados son los que se clasifican como menos graves de lo que realmente están. Normalmente los triages realizados por personal menos entrenado y con métodos mas básicos tienden al



infratriage, siendo los triages avanzados realizados por médicos los que disminuyen el sobretriage (77).

En el transcurso del tiempo irán acudiendo más unidades de atención tanto sanitarias como no sanitarias. Es fundamental la comunicación de los presentes en el lugar con el centro directivo, para informar de la situación y poder demandar recursos materiales y personales (77).

Dependiendo del plan de actuación de cada comunidad autónoma se activa el protocolo de IMV con un número de víctimas determinado (de 6 a 10 habitualmente), que dependerá en gran medida de los recursos disponibles. Este plan llevará asociado a parte de lo que hemos citado anteriormente la presencia de un puesto de mando avanzado (PMA) en el lugar del accidente que irá colocado en un vehículo a parte dotado de telecomunicaciones para ir controlando desde el lugar del incidente lo que va aconteciendo, dándole el relevo al centro directivo del 112 y tomando el mando de la situación. También se montará un hospital de campaña, en el caso que no haya disponible un local cerca del que se pueda disponer. Este hospital será como una carpa, dotada de un generador eléctrico para darle servicio a todos los dispositivos médicos que lo requieran, irá dotado también de camillas, material de vías y de intubación, medicación, bolsas auto-hinchables, respirador y mecanismos de inmovilización. Si estuvieran disponibles mas hospitales de campaña se podrían dividir a los pacientes en función del color en uno u otro (73,74).

Tras los hospitales se crea la noria de evacuación de enfermos, de la que se hace responsable un técnico o enfermero, con el objetivo de ir evacuando a los enfermos según su prioridad siguiendo el criterio de evacuación meta a los distintos hospitales disponibles. Es necesario tener un registro de los pacientes que son evacuados del suceso, a que hospital van destinados y con que unidad se trasladan. No todos los pacientes pueden ser trasladados en unidades de soporte vital avanzado y es a criterio del médico responsable del hospital de campaña el que decide dependiendo de la patología de cada paciente. En cuanto al hospital de destino debemos reservar los hospitales con servicio de neurocirugía, quemados, y cirugía cardiorácica para los pacientes que lo necesiten. Es labor del centro directivo o en su caso del PMA contactar con las puertas de urgencias y las UCIs de los hospitales para ver la disponibilidad que tienen.

Sería de gran ayuda que en cada uno de los IMV se realizaran procesos de registro de todas las actuaciones que acontecen en los mismos. Tanto del triage empleado, sensibilidad y especificidad del triage, si se emplean tarjetas de triage, número de muertos y heridos, maniobras salvadoras realizadas, actuaciones médicas realizadas, tiempos empleados en las norias de camilleros, así como de los datos referentes de la evacuación de los mismos a los hospitales. A partir de ahí también nos serían de utilidad los datos recogidos en cada hospital sobre morbimortalidad de los pacientes. Este registro debería seguir un patrón estandarizado para que nos diera la posibilidad de comparar con otros IMV y así sacar conclusiones de que procedimientos disminuyen más la morbimortalidad de los pacientes. Las limitaciones que encontramos en este registro son que las situaciones de caos dificultan la recogida de datos, que no hay una sistemática internacional de recogida de datos lo que dificulta la comparación entre diferentes IMV, que la mayoría de artículos publicados son estudios de IMV con un alto impacto mediático lo que hace sesgada la muestra y que el posterior enjuiciamiento de los intervinientes a nivel profesional y político hace disminuir el número de registros (77).

#### **1.3.4. Uso de tecnología en Incidentes de Múltiples Víctimas**

Las nuevas tecnologías se han ido incorporando al manejo de la atención sanitaria aportando numerosos beneficios. Existen multitud de definiciones para abordar el término Telemedicina (TM):

La OMS la describió como: *“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”* (78).

González Armengol y colegas defienden que “la infraestructura tecnológica permite llevar a cabo el intercambio de información entre distintos

participantes involucrados en un acto de TM y su objetivo principal es la provisión de servicios multimedia en red (transferencia de audio, vídeo, imágenes, datos y texto) que posibiliten la asistencia sanitaria entre lugares distantes (79).

Todas las definiciones de telemedicina presentan tres objetivos comunes:

- La asistencia integral del paciente. Diagnóstico, tratamiento y prevención de la enfermedad.
- La distancia geográfica que es la que le da sentido a su existencia.
- Medio tecnológico por el que establece la comunicación.

Los sistemas de telemedicina se pueden clasificar según su modalidad, uso o ámbitos de aplicación.

Las criterios que atienden a la temporalidad las clasifican: síncrona asíncrona y las que atienden a los parámetros tradicionales la clasifican en teleconsulta, telepresencia, telemonitorización, teleasistencia y tele cirugía, aunque no todas se encuentran en el mismo nivel de desarrollo ni aplicación (80).

Si nos detenemos en la clasificación según el ámbito de aplicación se encuentra la de uso intrahospitalario y la de uso extra hospitalario. La versión de telemedicina intrahospitalaria está ampliamente establecida y su uso es cotidiano para la vigilancia y tratamiento de pacientes. Por el contrario la telemedicina de uso extrahospitalario está menos desarrollada y su uso está extendido en menor grado a pesar de los múltiples beneficios que representan para la persona en situación de alto riesgo (79). Tiene por objetivo la terapéutica precoz de pacientes en situaciones de riesgo vital donde el tiempo en que se asiste repercute directamente en su supervivencia y su morbilidad (66).

Así en una reciente tesis doctoral se defiende la idea del uso de la tecnología para solucionar problemas cotidianos en la asistencia a usuarios: “ *La Telemedicina supone (...) una gran ayuda en usuarios localizaciones muy remotas, con barreras geográficas, meteorológicas o con problema de dispersión poblacional*” (81).

### 1.3.5. Aumento de la calidad asistencial y entrenamiento

La *Joint Commission on Accreditation of Health Organization*, que es la organización con más experiencia en acreditación sanitaria de todo el mundo, define la calidad como “hacer las cosas bien a la primera”(82). Esta definición que a la vez que sencilla engloba toda la esencia que persigue el concepto calidad: la búsqueda de la excelencia continua. Aunque un evento crítico se resuelva satisfactoriamente no se debe dar por hecho que la organización o los profesionales podrían haber hecho algo distinto, y/o mejor, que hubiera redundado en mejores resultados, y es en este punto donde se vincula la búsqueda de la excelencia en la asistencia a IMV y el entrenamiento a través de la simulación clínica.

El uso del entrenamiento con un simulador de alta fidelidad facilita el aprendizaje de las maniobras para afrontar escenarios de gravedad en los que es complicado su reproducción y enseñanza sin limitar la seguridad del paciente (83).

El trabajo en equipo adquiere especial relevancia en el éxito del abordaje en emergencias. Bluestone y colegas (2013) resaltaron la necesidad de potenciar el entrenamiento en equipos de emergencias medicas dado que este redundante en el buen hacer del equipo. Con la simulación se consigue tener la experiencia más parecida al entorno real de trabajo posible (84).

La formación debe ser para todos los implicados en la emergencia y se debe fundamentar en el desarrollo de cuatro pilares: comunicación eficaz, liderazgo, análisis de la situación y apoyo mutuo. Tras la actuación se debe analizar lo sucedido en el *debriefing*. Cualquier evento tiene la capacidad de aportar nuevos conocimientos.

Los problemas de comunicación, están presentes en la mayoría de reflexiones críticas realizadas sobre el manejo de un evento adverso como causa principal del una mala actuación (85).

El liderazgo representa la figura que otorga al resto del equipo sanitario las directivas estructuradas en el abordaje de una respuesta a una emergencia y

un apoyo cercano en sus actuaciones. El mejor líder no es el médico con más edad, sino el que es capaz de ejercer mejor estas funciones (86,87).

En relación a la evaluación de la situación el equipo de emergencias debe intentar anticipar las posibles complicaciones, reconociendo y evaluando la situación de una manera dinámica con el fin de trazar una estrategia de posibles soluciones. (Two Challenge Rules) (66,86).

El ámbito de las emergencias supone una gran carga emocional, el equipo debe actuar como apoyo y sus integrantes deben tomar conciencia de las carencias o sobrecargas emocionales que presenten. El refuerzo verbal positivo a las buenas prácticas del equipo mejoran el estrés y el resultado del trabajo en equipo (85).

El trabajo en equipo se basa en el principio de confianza y tiene por objetivo aumentar la concentración de cada interviniente, sobre todo del director del equipo, en su tarea. El médico tiene que poder confiar en la colaboración correcta de terceras personas pues, como señala Stratenwerth, *“un médico que se ocupase de todo quizás no se expondría al reproche jurídico-penal por falta de diligencia pero es seguro que no sería un buen médico”* (73).

Los IMV son situaciones que ocurren con poca frecuencia pero requiere gran destreza en el manejo por parte de los profesionales que asisten. Estos eventos se caracterizan porque los resultados dependen directamente de la correcta actuación y abordaje del incidente. Para ello es imprescindible que los profesionales relacionados con estos eventos entrenen, con frecuencia, su actuación. Cuando un profesional entrena fenómenos de baja incidencia o que no forman parte de su actividad asistencial diaria, al estar su autoconfianza disminuida, generan más ansiedad (6,88).

La investigación en eventos de múltiples víctimas se torna difícil por las cualidades que estos presentan un IMV, en una definición somera, sería una situación en que se superan la capacidad del sistema médico o de atención de la salud local, para satisfacer las necesidades de atención médica de las víctimas (56,71).

El aprendizaje e investigación en situaciones de desastre es muy difícil, Cuartas Álvarez y colegas (77). Por un lado se encuentra el hecho de que la

actuación en un IMV sea impredecible y de baja incidencia, por o que las oportunidades de recogida de datos son pocas, por otro el factor tiempo condiciona toda la actuación del equipo de emergencias por lo que aun no existe un método eficaz para recoger datos en el momento, que entre otras se caracteriza por ser caótico. La falta de recursos resta prioridad a la recogida de datos en un primer momento.

La simulación para entrenar a personal sanitario en emergencias basa su éxito en la capacidad de reproducir eventos poco frecuentes y en numerosas ocasiones, de un modo seguro para los pacientes. En general el área de la medicina de emergencia prehospitalaria es un área de conocimiento en el que resulta especialmente difícil encontrar protocolos, guías de actuación, prácticas que estén basadas en la evidencia de resultados. Esta falta de evidencia científica aparece aun más en las prácticas que se llevan a cabo dentro del abordaje de los IMVs (77).

El uso de simuladores de alta fidelidad en el ámbito extra hospitalario, para entrenar el abordaje a IMV, solo se recoge como línea futura de investigación propuesta por artículos científicos. Los simuladores tienen un coste elevado y son pocas las instituciones que los incluyen como herramienta pedagógica en sus estrategias curriculares.

En los últimos diez años son muy pocos los incidentes de múltiples víctimas reales que han sido analizados y publicados. El único caso publicado en revista una revista extranjera, es el atentado de Madrid del 11 de Marzo del 2004 (89).

Todos los profesionales que entrenan a personas con simulación clínica deberían estandarizar una herramienta de recogida de datos de un modo sistemático para así elaborar conclusiones generalizables en diversos aspectos de la formación con simulación. Además se podrían crear bibliotecas de casos siendo infinitas las posibilidades de entrenamiento (6,22).

En los IMV sería muy enriquecedor la recogida de datos de la asistencia pre-hospitalaria especificando el sistema de triage utilizado, a través de la creación de un registro nacional de incidentes de múltiples víctimas (89).

Tras el estudio exhaustivo de la evidencia científica disponible, Bluestone y colegas, afirman que *“hay suficiente evidencia para endosar el uso de la simulación como la técnica educativa preferida, sobre todo para las destrezas psicomotoras, de comunicación y pensamiento crítico”*(84).

Además resaltan la necesidad de potenciar este tipo de estudios en equipos de emergencias medicas dado que el entrenamiento de distintas destrezas redundaría en el buen hacer del equipo dado que con la simulación se consigue tener la experiencia mas parecida al entorno real de trabajo posible.

#### 1.4. JUSTIFICACIÓN

Tras varios años de desarrollo profesional en el área de emergencias me atrevo a decir que conozco, en cierto modo este mundo. Por un lado cuenta con elementos excepcionales, tanto estructurales como humanos pero, como en todo, también presenta puntos de mejora.

Las emergencias a la vez que inquietantes e impredecibles, requieren diversas habilidades, técnicas y no técnicas, difíciles de entrenar. La carga emocional que conllevan es otra cualidad a destacar.

Conjuntamente, a lo largo de estos años, he participado como docente en el Master de urgencias y emergencias impartido en UCAM (Universidad Católica de Murcia), acercándome al mundo de la investigación.

Tras incorporar a mi experiencia profesional la perspectiva de docente, enriquecida por alumnos, colegas y compañeros, se abrió un mundo de opciones para resolver, entrenar y mejorar la asistencia en el mundo de los IMV.

En estos años he participado como organizador en múltiples simulacros de IMV organizados por la Gerencia de emergencia del 061 adoptando diferentes roles, desde primera unidad interviniente, realizando triage avanzado médico, como responsable del puesto médico avanzado, hasta responsable de la noria de evacuación de pacientes así como observador/evaluador externo al ejercicio.

La primera sensación que tuve cuando participé en el primer simulacro fue la de verdadero caos, no era capaz por mas que me esforzaba de tener una visión global del suceso, lo que me impedía transmitir con fidelidad al centro directivo lo que verdaderamente acontecía en el suceso. El estrés me invadía y me dificultaba pensar con claridad. El algoritmo de triage me resultaba difícil de recordar y poner en práctica.

A lo largo de los años y tras la realización de todos los simulacros posteriores adoptando diferentes papeles me hicieron concluir que el caos era el factor común de todas estas situaciones pero que el repetir la actuación en distintos simulacros y de distintas maneras hacía que cada vez resolviera el triage de manera más óptima, que el estrés pudiera menos conmigo y que el caos inicial fuera cada vez alcanzando antes un equilibrio relativo. No paraba de pensar cómo podría tener una visión global del suceso, en algunos momentos quería ser un pájaro que sobrevolara el incidente y me diera toda esa información. Con la llegada de los drones ese sueño se hizo realidad, solo necesitábamos un piloto que sobrevolara el lugar y una cámara instalada en el mismo que a su vez pudieran visualizar los intervinientes.

Durante mis años como docente en la universidad trabajando con alumnos, entendí que las clases magistrales, a diferencia de los métodos tradicionales, no eran tan eficaces como se pensaba, por el contrario, el trabajo con los alumnos en escenarios simulados aportó muy buenos resultados. También aprendí la importancia del *debriefing* después de una simulación, ya que era incluso más importante para el aprendizaje que el propio simulacro, y me planteé como influiría el grabar los simulacros con el dron y luego usar esos videos para el *debriefing*. Con el tiempo nuestra intención era hacer cada vez más “reales” los simulacros.

Nos planteamos si estos provocaban niveles de estrés parecidos a los de situaciones reales y si los podíamos medir, así como si estos influían en la formación de los participantes y si existía alguna relación con otros factores. Del desenlace de todas estas experiencias, de las dudas surgidas y del apoyo incondicional del grupo de investigación AECRESI surge esta investigación.



## 1.5. HIPÓTESIS

La simulación clínica *outdoor* es el recurso idóneo para el entrenamiento e investigación en urgencias, emergencias, IMV y catástrofes.

## 1.6. OBJETIVO GENERAL

Explorar como las nuevas tecnologías pueden mejorar la morbimortalidad en los IMV y en el entrenamiento a profesionales de emergencias. determinando si los resultados de un triage serian mejores si se realizan con la ayuda de un dron, analizando como influye la grabación de los escenarios simulados en la formación de los participantes y estudiando la influencia del estrés y como afecta a la ejecución de los escenarios de *SC outdoor* en el contexto de un IMV.

### 1.6.1. Objetivo del Estudio 1

Analizar la influencia del uso de un dron con cámara térmica en la localización y *triage* de las víctimas en una situación de catástrofe.

### 1.6.2. Objetivo Estudio 2

Analizar los cambios producidos en la autopercepción y valoración de un grupo de alumnos que han podido visualizar vistas aéreas de una simulación de incidentes múltiples víctimas (IMV).

### 1.6.3. Objetivo Estudio 3

Determinar el estrés potencialmente producido en los profesionales por un ejercicio simulado de incidente con múltiples víctimas (IMV), y su relación con la formación académica previa y el rol desempeñado en la simulación.



*CAPÍTULO II:*  
*VISIÓN GENERAL DE LOS ESTUDIOS*

---



## CAPÍTULO II. VISIÓN GENERAL DE LOS ESTUDIOS

### 2.1. ESTUDIO N°1

#### UTILIDAD DE LOS VEHÍCULOS AÉREOS NO TRIPULADOS EN LA BÚSQUEDA Y TRIAJE DE PERSONAS EN SITUACIONES DE CATÁSTROFE

#### *UNMANNED AERIAL VEHICLES: USEFULNESS FOR VICTIM SEARCHES AND TRIAGE IN DISASTERS*

##### **Resumen**

**Objetivo.** Analizar la influencia del uso de un dron con cámara térmica en la localización y *triage* de las víctimas en una situación de catástrofe. **Método.** Se ha llevado a cabo un estudio analítico, experimental, prospectivo y transversal, donde se realizaron 6 simulacros de búsqueda de víctimas y *triage* (cada uno de ellos con 25 víctimas). De manera aleatoria se hicieron dos grupos: Grupo Control (GC) y Grupo Dron (GD). Los profesionales del GD pudieron disponer de las imágenes de la cámara térmica instalada en un dron 10 minutos antes de comenzar el ejercicio. **Resultados.** La distancia media recorrida por el GC fue de 1091,11 (DE: 146,41) metros, significativamente mayor ( $p = 0,0031$ ) que la del GD 920 (DE: 71,93) metros. El porcentaje medio de víctimas encontradas por cada uno de los profesionales del GC fue del 66,7%, significativamente menor ( $p = 0,0001$ ) que las encontradas por cada uno de los profesionales del GD, que ascendió al 92%. En la calidad del *triage* (infra y *supratriage*), apertura de la vía aérea y control de hemorragias no se encontraron diferencias entre los dos grupos analizados. **Conclusión.** El uso de drones con cámaras térmicas, en condiciones experimentales, es útil en la búsqueda y localización de víctimas en catástrofes, aunque no tiene impacto sobre la calidad del *triage* realizado por los profesionales participantes en el estudio.

### Abstract

**Objective.** To analyze the influence of drones equipped with thermal cameras for finding victims and aiding triage during disasters. **Methods.** We carried out a prospective, cross-sectional analysis and 6 experimental simulations, each with 25 victims to locate and triage. Nurses were randomized to a control group or a drone group. Drone-group nurses were given access to images from the thermal cameras 10 minutes before the exercise started. **Results.** The mean (SD) distance the nurses searched in the control group (1091.11 [146.41] m) was significantly greater than the distance searched by nurses in the drone group (920 [71.93] m ( $P = .0031$ )). The control group found a mean of 66.7% of the victims, a significantly smaller percentage than the drone group's mean of 92% ( $P = .0001$ ). Triage quality (undertriage and overtriage) was similar in the 2 groups as shown by maneuvers undertaken to open airways and control bleeding. **Conclusion.** Drones with thermal cameras were useful in searching for victims of simulated disasters in this study, although they had no impact on the quality of the nurses' triage.

## 2.2. ESTUDIO N°2

### USO DE DRONES EN EL ENTRENAMIENTO EN UN INCIDENTE DE MÚLTIPLES VÍCTIMAS. UN ESTUDIO DE SIMULACION.

### DRONES AT THE SERVICE FOR TRAINING ON MASS CASUALTY INCIDENTA SIMULATION STUDY

#### Resumen

**Objetivo:** analizar los cambios producidos en la autopercepción y valoración de un grupo de alumnos que han podido visualizar vistas aéreas de una simulación de incidentes múltiples víctimas (IMV). **Metodología:** estudio de simulación clínica, mediante método mixto, para comparar los resultados en un cuestionario *ad hoc*. Los 35 Alumnos del Máster de Enfermería de Urgencias de la UCAM rellenaron un cuestionario antes y después de ver el vídeo de un IMV con 40 víctimas que habían realizado. La variable principal es el cambio en la autopercepción (CA). **Resultados:** el CA se produjo en el 80% (28/35) de los

alumnos ( $p=0,001$ ). Los alumnos han mejorado su percepción de la nota individual ( $p=0,001$ ) y grupal ( $p=0,006$ ). Además la valoración individual final fue mejor que la grupal ( $p=0,047$ ). **Conclusión:** los drones son un hito de innovación docente en simulación de IMV al provocar cambios en la valoración y autopercepción de los participantes.

### **Abstract**

**Aim:** to analyze the changes produced in the self-perception of students who have been able to visualize aerial views of a simulation of mass casualty incident (MCI). **Methodology:** clinical simulation study, by mixed method, to compare the results in an *ad hoc* questionnaire. The 35 students of the Emergency Nursing Master of UCAM filled out a questionnaire before and after watching the MCI video with 40 victims who had performed. The main variable is the change in self-perception (SP). **Results:** the SP occurred in 80% (28/35) of the students ( $p=0.001$ ). Students have improved their individual ( $p=0,001$ ) and group ( $p=0,006$ ) scores. They also described that their personal performance had better results than the group performance ( $p=0.047$ ). **Conclusion:** the drones are a milestone of teacher innovation in IMV simulation by provoking changes in the assessment and self-perception of the participants.

### 2.3. ESTUDIO N°3

#### ANÁLISIS DEL ESTRÉS POTENCIALMENTE INDUCIDO EN PARTICIPANTES EN UN SIMULACRO DE INCIDENTE CON MÚLTIPLES VÍCTIMAS.

#### ANALYSIS OF STRESS THAT COULD POTENTIALLY BE CAUSED BY A SIMULATION OF A MASS CASUALTY INCIDENT

### **Resumen**

**Objetivo:** determinar el estrés potencialmente producido en los profesionales por un ejercicio simulado de incidente con múltiples víctimas (IMV), y su relación con la formación académica previa y el rol desempeñado en la simulación. **Material y métodos:** estudio observacional del estrés en un IMV.

Para este trabajo se realizaron 2 simulacros de IMV con 40 víctimas cada uno. Se crearon dos grupos aleatorizados de 36 alumnos cada uno: Grupo Alumnos Máster (GAM) y Grupo Alumnos Grado (GAG). Se valoró el rol realizado por cada alumno (triage o sectorización), se determinó el nivel de estrés mediante la determinación previa y posterior del alfa-amilasa ( $\alpha$ A), FC, TA. **Resultados:** el porcentaje de víctimas triadas correctamente fue del 88.6 %, 91.84 % para el GAM y del 83.76 % para el GAG ( $p=0.004$ ). El  $\alpha$ A basal fue  $97107,50 \pm 72182,67$  UI/L y el  $\alpha$ A posterior de  $136195,55 \pm 90176,46$  UI/L ( $p < 0.001$ ). La FC-basal fue de  $78,74 \pm 14,92$  pulsaciones/min y la FC-posterior de  $95,65 \pm 23,59$  pulsaciones/min ( $p=0.000$ ). Se han encontrado diferencias significativas en el  $\alpha$ A entre los alumnos que realizaron el triage y los que realizaron la sectorización pero no hubo diferencias entre los alumnos de grado y de máster. **Conclusión:** la realización de un ejercicio simulado de IMV provoca estrés en el personal participante en el mismo, con un mayor impacto en los participantes que realizan triage y sin influencia por su nivel académico previo. El nivel de estrés no determina el desempeño de las habilidades adquiridas.

### Abstract

**Objective:** to determine the stress that is potentially produced in professional health workers due to a mass casualty incident (MCI) simulated exercise, and its relation to previous academic training and the role played in the simulation. **Methods:** observational study of stress in a MCI. For this work, two MCI drills comprised of 40 victims each were conducted. Two randomized groups of 36 students each were created: Master's Students Group (MSG) and Undergraduate Student Group (USG). The role performed by each student (triage or sectorization) was assessed. The stress level was determined by prior and subsequent measurements of alpha-amylase ( $\alpha$ A), HR, SBP and DBP. **Results:** the percentage of victims that were correctly triaged was 88.6%, 91.84% for MSG and 83.76% for the USG ( $p = 0.004$ ). The basal  $\alpha$ A was  $97107.50 \pm 72182.67$  IU / L and subsequent  $\alpha$ A of  $136,195.55 \pm 90,176.46 \pm$  IU / L ( $p < 0.001$ ). The baseline HR was  $78.74 \pm 14.92$  beats / min and the subsequent HR was  $95.65 \pm 23.59$  beats / min ( $p = 0.000$ ). We found significant differences in the  $\alpha$ A between students who performed the triage and those who performed sectorization but there were no



differences between undergraduate and master students. **Conclusion:** conducting a simulated exercise causes stress in personnel involved in MCI, with a greater impact on participants who performed triage, although it was not influenced by their prior academic level. The stress level in our case did not affect or determine the performance of acquired skills.



***CAPÍTULO III:***

***ESTUDIO N°1: UTILIDAD DE LOS VEHÍCULOS  
AÉREOS NO TRIPULADOS EN LA BÚSQUEDA Y  
TRIAJE DE PERSONAS EN SITUACIONES DE  
CATÁSTROFE***

---



## CAPÍTULO III. ESTUDIO N°1:

### UTILIDAD DE LOS VEHÍCULOS AÉREOS NO TRIPULADOS EN LA BÚSQUEDA Y TRIAJE DE PERSONAS EN SITUACIONES DE CATÁSTROFE

#### *UNMANNED AERIAL VEHICLES: USEFULNESS FOR VICTIM SEARCHES AND TRIAGE IN DISASTERS*

#### 3.1. INTRODUCCIÓN

El objetivo inmediato en la atención sanitaria prehospitalaria en los Accidentes con Múltiples Víctimas (AMV) o catástrofes es localizar a las víctimas, triarlas, estabilizarlas y trasladarlas (90). Habitualmente se utiliza en los entornos operativos (centros coordinadores o reguladores) el término “evaluación de la situación”. El proceso consiste en construir una imagen de lo sucedido para poder dar una adecuada respuesta de organización y recursos (90,91). La comunicación en este tipo de situaciones puede ser muy complicada (debido a los múltiples entornos donde puede darse los incidentes) y, en ocasiones, pueden haber errores o ambigüedades en la transmisión de la información o en la interpretación de información esencial para la toma de decisiones (92,93).

Los vehículos aéreos no tripulados (VANT) pueden ser de gran utilidad para los centros de coordinación médica y para los equipos de rescate aportando información visual complementaria (94). El término VANT proviene del término anglosajón *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) (95). El término más habitualmente utilizado para los VANT en castellano es el de dron, recogido por la RAE en el 23<sup>a</sup> edición del Diccionario de la Lengua Española (96).

Los drones están abriendo nuevas posibilidades al tener menor tipo de restricciones, ya que históricamente las aeronaves tenían que ser de mayor tamaño, peso y potencia (97). Entre las muchas líneas de trabajo que se están desarrollando las principales cuestiones a resolver vienen por la necesidad de poder hacer seguro el uso de drones, para ello se requiere visión continua del dron o transmisión de información (posición GPS, transmisión de video, etc.) para

que el Operador de Drones (OD) tenga información similar a la que un piloto en la cabina de una aeronave dispone.

La mayor parte de la literatura científica en el ámbito de las catástrofes se centra en los sistemas de triage (calidad, seguridad, sencillez y aplicabilidad). En este estudio se abordan también aspectos novedosos como la localización de las víctimas, transmisión de vídeo a través del dron y cámaras térmicas para localizar a las víctimas. El objetivo de este estudio es analizar la influencia del uso de un dron con cámaras térmicas en la localización y triage de las víctimas en un accidente con múltiples víctimas (AMV) o catástrofe.

### 3.2. MÉTODO

En este estudio se realizaron 6 simulacros de búsqueda de víctimas y triage con el sistema *Simple Triage and Rapid Treatment* (START). Todos los simulacros tuvieron a las mismas víctimas (n=25), cada uno con la tarjeta con la información necesaria para realizar el triage. Las categorías de triage de las víctimas eran: 5 verdes, 4 amarillos, 15 rojas y 1 negra. La maniobra de apertura de la vía aérea debía de realizarse en el 32 % (8/25) de los casos y la maniobra de compresión de hemorragias en el 16 % (4/25) de los casos.

A cada profesional se le colocó un reloj que incorpora un módulo GPS (Sistema de Posicionamiento Global), modelo Garmin Forerunner 225<sup>®</sup>. Cada equipo disponía de 15 minutos para la realización de la búsqueda y del triage de los pacientes. Cada uno de los profesionales fue evaluado por un experto que anotaba el número de la tarjeta del paciente, el triage señalado y las maniobras realizadas (apertura de la vía aérea y compresión de hemorragias).

#### 3.2.1. Selección de la Muestra

Los profesionales seleccionados fueron enfermeros del Máster de Enfermería de Urgencias, Emergencias y Cuidados Especiales del curso académico 2014-2015. Los alumnos se agruparon en seis equipos. A cada uno de los alumnos se le realizó una evaluación teórica previa a la realización del simulacro.

De manera aleatoria se seleccionaron a los equipos en dos grupos distintos: Grupo Control (GC) y Grupo Dron (GD). Los tres equipos del GC disponían de 10 minutos previos al simulacro para organizarse con la información y normas que recibieron. Los tres equipos del GD dispusieron igualmente de 10 minutos para organizarse con la información y normas que recibieron y, además, pudieron recibir las imágenes y posición del dron. Ninguno de los equipos tuvo acceso a ver la zona donde se realizaron los simulacros. Como el piloto del dron era todas las veces el mismo, se crearon tres patrones distintos de posicionamiento de víctimas que fueron repetidos exactamente para los tres equipos del GC.

### **3.2.2. Dron y cámara térmica**

El dron utilizado fue el modelo Phantom 2<sup>o</sup> (DJI Inc., Shenzhen, China) con control remoto desde el mando y mediante Data Link (estación en tierra donde podemos controlar la posición por GPS y coordenadas).

La cámara instalada es el modelo Lepton<sup>o</sup> (FLIR Systems Inc., Oregón, U.S.A.) con capacidad de visión térmica. Esta cámara infrarroja de onda larga (LWIR) captura la entrada de radiación infrarroja en su banda de longitud de onda de respuesta nominal (de 8 a 14 micras) y emite una imagen térmica uniforme. La temperatura ambiental fue de 17.0 ° C, 16 ° C y 15.5 ° C para los simulacros 1, 3 y 5, respectivamente (que fueron en los cuales se utilizó el dron).

### **3.2.3. Transmisiones e información del vuelo**

La transmisión de video desde el dron se hizo a través de un transmisor de radio acoplado modelo Inmersión Rc<sup>o</sup> de 5.8Ghz y una intensidad de 600mw. Tanto el receptor como el emisor utilizaron antenas omnidireccionales Sircana<sup>o</sup>. Para el equipo de tierra, utilizamos un monitor de 9" acoplado a un microordenador Rapsberry Pi basado en Linux el cuál incorpora un receptor de la marca Inmersión Rc<sup>o</sup>. Para la estación de tierra, utilizamos un ordenador portátil basado en Windows con procesador Intel Core i5 ejecutando el software genérico de la marca DJI Datalink<sup>o</sup> para controlar el dron en coordenadas GPS.

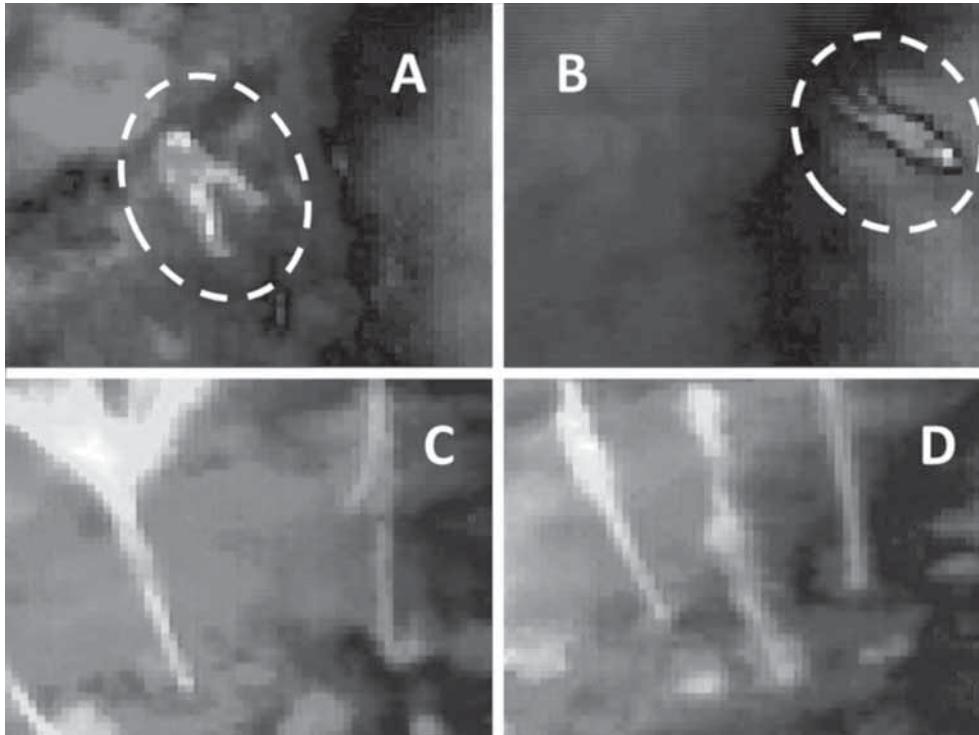


Figura 7 Fotogramas de la cámara térmica transmitidos desde el dron: A, B imágenes de víctimas localizadas, y C y D imágenes de la vegetación

Los simulacros se hicieron en un recinto privado de acceso restringido. La altura media del vuelo osciló entre los 15 y 20 m sobre el suelo, no superando los límites legales (120 m) impuestos por Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA). El tiempo del vuelo de inspección fue de 10 min para cada uno de los 3 simulacros en el que se disponía de él. El piloto del dron (cuyas siglas son A. M. L.) dispone de la certificación de AESA para este tipo de vuelos y además había otro profesional en el manejo de las comunicaciones como apoyo (cuyas siglas son P. J. D. L.).

#### 3.2.4. Estudio estadístico

Las variables analizadas fueron: evaluación teórica previa, experiencia en el sector de urgencias y emergencias, Índice de Masa Corporal ( $IMC = \text{Peso en Kg} / \text{Altura en cm}$ ), actividad física semanal, distancia recorrida, víctimas



encontradas, víctimas bien triadas, víctimas a las que se le practica la maniobra de apertura de la vía aérea y víctimas a las que se les practica la maniobra de compresión de hemorragias. Los datos son expuestos, a continuación, mediante frecuencia, media y la desviación típica. Para la comparación de los resultados entre los dos grupos del estudio, se utilizó el test de rangos de Willcoxon (W) para aquellos casos en los que no existe normalidad en los datos, y el test de la t de Student (t) para aquellos en los que sí existe. En el caso del número de víctimas encontradas, víctimas bien triadas, víctimas a las que se les practica la maniobra de apertura de la vía aérea y víctimas a las que se les practica la maniobra de compresión de hemorragias, puesto que son variables nominales, se aplica el test *chi* cuadrado (X-squared) con la corrección de Yates. Todos los resultados estadísticos han sido obtenidos mediante el paquete estadístico R®.

### 3.3. RESULTADOS

La nota media obtenida en la evaluación de conocimientos teóricos sobre triage y catástrofes fue de  $8.11 \pm 0.86$  siendo de  $8.22 \pm 0.93$  para el GC y de  $8 \pm 0.82$  para el GD; no existen diferencias entre los dos grupos comparados ( $W = 34$ ; p-valor= 0.5821). La experiencia media en urgencias y emergencias es de  $17.72 \pm 7.27$  meses, siendo  $16.55 \pm 13.01$  meses para el GC y  $18.88 \pm 7.44$  meses para el GD; no existen diferencias significativas entre ambos grupos ( $W=40$ ; p-valor=1)".

La media de horas de actividad física a la semana fue de  $4 \pm 2$  horas siendo de  $4 \pm 2$  para el GC y de  $4 \pm 3$  para el GD; no existen entre los dos grupos comparados ( $W = 45$ ; p-valor= 0.7196). El IMC medio determinado fue de  $21.46 \pm 2.37$  siendo de  $21.05 \pm 2.49$  para el GC y de  $21.88 \pm 2.30$  para el GD; no existen diferencias para ambos grupos ( $t = 0.7375$ ; p-valor = 0.4715).

#### 3.3.1. Imágenes obtenidas

Las imágenes de la cámara instalada en el dron (ver figura 1) permitieron que los profesionales del GD pudieran identificar posibles víctimas y su localización. La vegetación presente en el lugar del simulacro, palmeras principalmente, también emitió un cierto nivel de calor que fue recogida por la cámara térmica, lo cual entorpecía la búsqueda de pacientes.

### 3.3.2. Búsqueda de pacientes

La distancia media recorrida fue de  $1005.56 \pm 142.38$  m. para cada uno de los profesionales del simulacro siendo de  $1091.11 \pm 146.41$  m. para el GC y de  $920 \pm 71.93$  m. para el GD; la distancia recorrida por un profesional del GC es estrictamente mayor que de un profesional del GD ( $t = -3.1468$ ;  $p\text{-valor} = 0.003119$ ) (ver figura 1).

El porcentaje medio de víctimas encontradas fue del 79,3 % (119/150) por cada uno de los profesionales, siendo del 66.7 % (50/75) para el GC y del 92 % (69/75) para el GD; el porcentaje de víctimas encontradas por un profesional del GD es estrictamente mayor que por un profesional del GC ( $X\text{-squared} = 13.174$ ;  $p\text{-valor} = 0.0001419$ ).

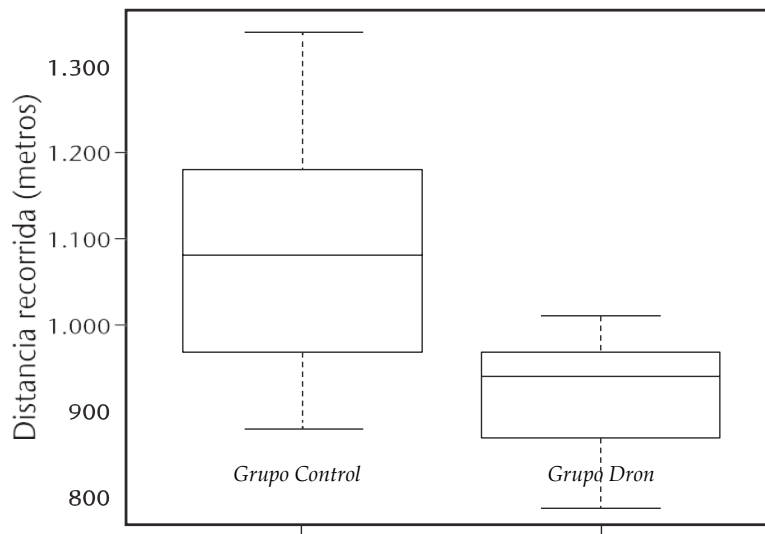


Figura 8 Diagrama de caja de la distancia recorrida por profesionales del Grupo Control y Grupo Dron.

### 3.3.3. Calidad en el triage

El porcentaje medio de víctimas bien triadas fue del 90,75 % (108/119) por cada uno de los profesionales, siendo del 94 % (47/50) para el GC y del 88,4 % (61/69) para el GD; no existen diferencias en el porcentaje de víctimas bien triadas entre ambos grupos ( $X\text{-squared} = 0.5175$ ;  $p\text{-valor} = 0.4719$ ).

La maniobra de apertura de la vía aérea se hizo en el 70.83 % (34/48) de las víctimas para las que era necesaria, siendo de 62.5 % (15/24) para el GC y de 79.16 % (19/24) para el GD; no existen diferencias estadísticamente significativas entre ambos porcentajes ( $X\text{-squared} = 0.9076$ ;  $p\text{-valor} = 0.3408$ ). No hubo ninguna maniobra de apertura de la vía aérea en pacientes que no la necesitaran.

La maniobra de compresión de hemorragias se hizo en el 25 % (6/24) de las víctimas para las que era necesaria siendo de 41.66 % (5/12) para el GC y de 8.33 % (1/12) para el GD, no existen diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos ( $X\text{-squared} = 2$ ;  $p\text{-valor} = 0.1573$ ). No hubo ninguna maniobra de compresión de hemorragias en pacientes que no la necesitaran.

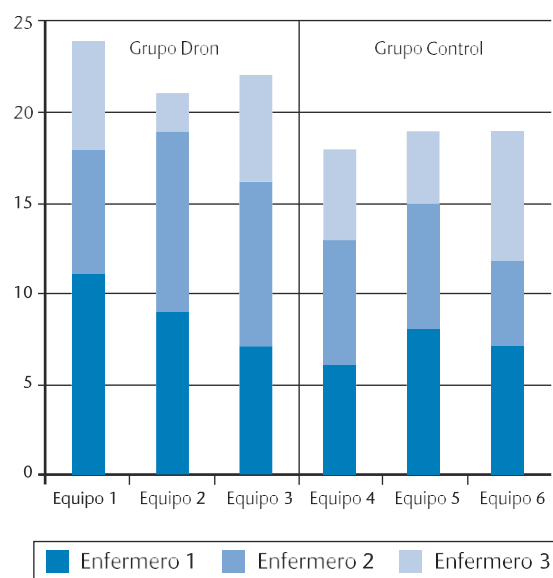


Figura 9 Resultados de las víctimas encontradas para cada uno de los grupos.

### 3.4. DISCUSIÓN

La aviación militar lleva utilizando muchos años las imágenes aéreas y la teledetección para tareas de reconocimiento, evaluación y vigilancia de áreas remotas (97,98). La popularidad y crecimiento del número de drones en nuestro país ha obligado a que AESA tuviera que legislar y emitir una serie de recomendaciones de uso y ciertas normas de seguridad (99). Hasta el momento, los drones se habían utilizado únicamente en la aviación militar. Sin embargo, los avances en la miniaturización de la electrónica y las mejoras de autonomía en baterías de menos tamaño y peso, los sistemas de propulsión eléctrica y la reducción de su coste han propiciado una revolución en la aviación civil con la aparición de los microdrones con capacidad de obtener fotografías, vídeos y hasta de instalar pequeños sensores y dispositivos (97).

La mayor parte de estudios científicos sobre el uso del drones en emergencias y catástrofes se basan en la realización de notas técnicas donde describen su funcionamiento técnico pero no aportan resultados sobre la aplicabilidad en estas condiciones. En nuestro estudio realizamos una situación simulada para aportar información previa a los profesionales que les pudiera orientar sobre la localización de las víctimas.

Las imágenes obtenidas por el dron muestran siluetas de los objetos con distintos niveles de temperatura. Sin embargo, tras el estudio, hemos determinado que se debe de tener en cuenta que la vegetación emite calor que en muchas ocasiones puede entorpecer la búsqueda de siluetas que puedan ser compatibles con una víctima. Es por ello que el empleo de cámaras térmicas de mayor sensibilidad o la búsqueda de víctimas en entornos sin vegetación pueden mejorar la calidad de las imágenes obtenidas y, por lo tanto, aumentar la certeza en la determinación de qué siluetas se corresponden realmente con víctimas. El uso de cámaras térmicas podría resultar muy útil también en búsquedas nocturnas o de baja visibilidad (p.e. en situaciones con niebla).

A la vista de nuestros resultados el dron resultó útil en la búsqueda y localización de las víctimas. Los profesionales del GC ( $1091.11 \pm 146.41$  m.) recorrieron más distancia que los profesionales del GD ( $920 \pm 71.93$  m.) y los profesionales del GC encontraron a menos víctimas que los profesionales del GD

(66.72 % frente a un 92.04 %). Parte de la hipótesis de trabajo es que mayores distancias recorridas podrían generar mayor fatiga y, por lo tanto, un número mayor de errores en el triage (tanto en infratriage como en supratriage).

Para la realización de este estudio se decidió tomar el sistema de triage START, al ser uno de los sistemas más habitualmente utilizados por la mayor parte de la literatura según una revisión de Cuartas et cols. en 2014 (77). sobre la aplicabilidad de los distintos sistemas existentes. En nuestro estudio concluimos que la calidad del triage no tuvo relación con la presencia o ausencia del dron, ya que los resultados muestran un correcto triage en el 90.75 % de las víctimas. Sobre los errores cometidos en el triage, el número de pacientes sobre el que se ha hecho supratriage es mayor que el número de pacientes con infratriage (12 casos frente a 3 casos). Lo dicho anteriormente sigue la línea de lo recogido por la mayor parte de publicaciones al respecto que indican un cierta tendencia a sobrevalorar la situación del paciente (100).

Por la capacidad de vuelo autónomo y las mejoras en las características tanto técnicas como operativas se podrán proporcionar nuevos tipos de misiones para los drones, pudiendo ser una importante ayuda en la realización de misiones de corto alcance donde el uso de helicópteros pudiera ser muy peligroso (94).

Nuestros resultados han puesto de manifiesto que el uso de drones y cámaras térmicas ha sido útil en la búsqueda y localización de víctimas en una situación de catástrofe, aunque no ha tenido impacto sobre la calidad del *trriage* realizado por los profesionales participantes en este estudio.

### 3.5. LIMITACIONES DEL ESTUDIO Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.

La principal limitación del estudio es el escaso número de participantes que se han podido obtener debido a las dificultades logísticas del experimento, ya que se tuvo que contar con 25 víctimas que había que preparar cada una de las 6 veces que se repitió el experimento. La calidad de la cámara térmica se podría haber mejorado sensiblemente con la utilización de equipos con más sensibilidad,

aunque en la actualidad tienen un coste muy elevado.

Pensamos, que en el futuro, una de las líneas de investigación a desarrollar se refiere a la localización de las coordenadas del dron una vez este ha identificado a las víctimas. Con esas coordenadas se podrían establecer trayectorias de búsqueda sobre las víctimas o puntos señalados y con ello disponer de referencias de búsqueda más precisas y seguras.

*CAPÍTULO IV:*

*ARTÍCULO N°2: DRONES AL SERVICIO DEL  
ENTRENAMIENTO EN INCIDENTES CON  
MÚLTIPLES VÍCTIMAS.*

---





## CAPÍTULO IV. ESTUDIO N° 2

### USO DE DRONES EN EL ENTRENAMIENTO DE INCIDENTES DE MULTEPLES VICTIMAS. UN ESTUDIO DE SIMULACION.

### DRONES AT THE SERVICE FOR TRAINING ON MASS CASUALTY INCIDENT. A SIMULATION STUDY

#### 4.1. INTRODUCCIÓN

La simulación clínica (SC) se aplica a la formación de ciencias de la salud, con un aumento significativo en los últimos años (101). La SC ha evidenciado su gran utilidad, ya que permite entrenar y vivenciar situaciones críticas que posteriormente encontrarán en su ejercicio profesional (102,103)

La SC la podemos dividir en tres fases (104): fase 1) preparación o *briefing*; 2) simulación, donde se pueden recrear situaciones que se presentan en la asistencia sanitaria real; 3) análisis posterior o *debriefing*, donde se podrán visionar imágenes grabadas durante el escenario. Esta última parte permite reflexionar y analizar los hechos acontecidos y obtener una valoración de los resultados, percepciones y autovaloración.

Un caso especial de SC, son los incidentes con múltiples víctimas (IMV). Este tipo de SC se caracteriza por tener un número elevado de víctimas con respecto a los recursos y su realización suele ser en espacios abiertos (*outdoor*). En el año 2012, Ingrassia y cols. demostraron un mayor eficacia en la gestión y toma de decisiones en un IMV en profesionales de servicios de emergencias médicas (SEM) clasificados como entrenados (105). La SC es uno de los mejores medios para aprender sobre este tipo de situaciones tan poco frecuentes.

Hasta el momento los videos para los debriefing de las simulaciones de IMV se realizaban por medio de cámaras fijas o cámaras que se desplazaban dentro del ejercicio. El actual desarrollo de los drones aporta nuevos recursos.

Los drones ya han podido demostrar su utilidad en la búsqueda de personas dentro de un simulacro de IMV (106). En 2016, F.J. Escalda llega a afirmar que los drones *“podrían llegar a ser los ojos de nuestras centrales de coordinación sanitaria, actualmente ciegas”* (107).

La hipótesis de este trabajo es que las imágenes y vídeos obtenidas por los drones son útiles en la formación y, por lo tanto, mejoran el aprendizaje de los alumnos. El objetivo de este estudio es analizar los cambios producidos en la autopercepción y valoración de un grupo de alumnos que han podido visualizar vistas aéreas de una simulación de IMV.

## 4.2. MATERIAL Y MÉTODOS

Estudio de simulación clínica, mediante método mixto (CUAN-cual) para determinar los cambios producidos en el debriefing tras la visualización de un vídeo de la simulación de un IMV, grabado mediante un sistema de cámaras instaladas en drones (Figura 8). El proyecto de investigación fue aprobado por el comité de ética de la Universidad Católica de Murcia (UCAM) y de la Gerencia de Urgencias y Emergencias 061 de la Región de Murcia (GUERM-061). La muestra la componen los 35 Alumnos del Máster de Enfermería de Urgencias de la UCAM del curso 2015-2016. Este estudio fue aprobado por el comité de ética de ambas instituciones, todos los participantes participaron de manera voluntaria y firmaron su consentimiento informado.

### 4.2.1. Procedimiento del estudio

El objetivo de los profesionales era realizar la búsqueda de 40 víctimas, realización del triage (mediante el sistema START), estabilización y sectorización. Una vez finalizada la simulación a todos los participantes tuvieron que rellenar un cuestionario, auto-administrado creado *ad hoc* para este ejercicio con preguntas abiertas y cerradas. El cuestionario pretendía explorar la tendencia central de las experiencias vividas durante el simulacro, por ello se realizó siguiendo el modelo propuesto por Albert Ellis<sup>10</sup>: se pidió la descripción de lo sucedido (momentos, conductas, pensamientos, sentimientos, fortalezas y debilidades) y también se les preguntó por sus “pilares de seguridad”, divididos en su “zona tranquila” (previa

a las SC) y en la que se encontraron “a salvo” (posterior a las SC). Una semana más tarde, se realizó un debriefing con la visualización de la grabación del ejercicio (Vídeo 1) que habían realizado y procedieron a la realización del mismo cuestionario.



Figura 10 . Imagen del dron durante la grabación del Incidente de Múltiples Víctimas

#### 4.2.2. Análisis de resultados

El estudio cualitativo de las respuestas lo realizaron dos instructores de simulación clínica (los autores M.P.R. y L.J.R.), mediante el sistema propuesto por Mayer y Quellet<sup>13</sup>, otorgando a cada alumno (A) un número para mantener la confidencialidad. La variable principal del estudio es el cambio en la autopercepción (CA). Además se calcularon las siguientes variables: edad, experiencia en servicios de urgencias, género, variable valoración individual (VVI), variable valoración grupal (VVG), variable momentos (VM), variable conductas (VC), variable pensamientos (VP), variable sentimientos (VS), variable fortalezas (VF) y variable debilidades (VD). Todas las variables fueron determinadas antes (A) y después (D) de la visualización del vídeo. El análisis de los datos se realizó mediante el programa SPSS® Versión 21.0, realizándose un estudio básico de: media, desviación típica, porcentaje, suma y moda. Las pruebas de normalidad se hicieron mediante el Test de Shapiro-Wilk y la comparación

entre el antes y el después de la visualización del vídeo mediante el Test de la t de Student para datos apareados para las variables continuas y el test de la Chi cuadrado para las variables nominales. Los datos se consideraron significativos con un intervalo de confianza del 95% ( $p < 0.05$ ).

### 4.3. RESULTADOS

La edad media de los participantes fue de  $29 \pm 5$  años, con una experiencia media en servicios de urgencias de  $15 \pm 8$  meses y una distribución de género de: 57% mujeres y 43% hombres. En la variable principal de nuestro estudio, que es el CA, se produjo en el 80% (28/35) de los alumnos ( $p = 0,000$ ). En la figura 11 se muestran los testimonios y resultados de la VI y VG, pudiéndose observar que los alumnos han mejorado su percepción de la nota individual ( $p = 0,001$ ) y grupal ( $p = 0,006$ ). Además los alumnos determinaron que su actuación personal había obtenido mejores resultados que la media de la actuación grupal ( $p = 0,047$ ). El análisis cualitativo por variables ha mostrado cambios importantes en todas las categorías.

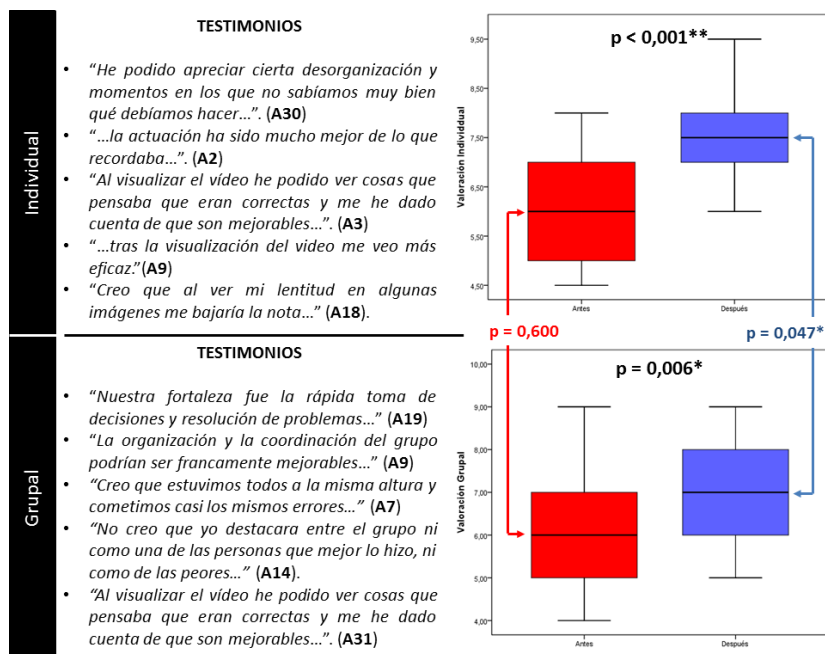


Figura 11 Testimonios y resultados obtenidos para la valoración antes (color rojo) y después (color azul) de la visualización del vídeo. \* =  $p < 0,05$ ; \*\* =  $p < 0,001$

La VMA obtuvo un total de 185 descripciones (moda=5) y la VMD obtuvo un total de 259 descripciones (moda=6), existiendo un incremento significativo del 40% en el número de momentos ( $p=0,033$ ). La VCA obtuvo un total de 202 descripciones (moda=5) y la VCD obtuvo un total de 231 descripciones (moda=6), existiendo un incremento significativo del 14% en el número de conductas ( $p=0,031$ ). La VPA obtuvo un total de 226 descripciones (moda=4) y la VPD obtuvo un total de 250 descripciones (moda=6), existiendo un incremento no significativo del 10% en el número de pensamientos ( $p=0,956$ ). La VSA obtuvo un total de 271 descripciones (moda=4) y la VSD obtuvo un total de 287 descripciones (moda=4), existiendo un incremento no significativo del 6% en el número de sentimientos ( $p=0,819$ ).

La VFA obtuvo un total de 75 descripciones (moda=1) y la VFD obtuvo un total de 80 descripciones (moda=1), existiendo un incremento no significativo del 7% en el número de fortalezas ( $p=0,993$ ). La VDA obtuvo un total de 46 descripciones (moda=1) y la VDD obtuvo un total de 49 descripciones (moda=1), existiendo un incremento no significativo del 6% en el número de debilidades ( $p=0,698$ ).

#### 4.4. DISCUSIÓN

En nuestro estudio, hemos podido determinar que un 80% de los alumnos modificó su percepción tras la visualización del vídeo, mejorando la valoración que le otorgarían a su actuación por encima de la del grupo. Estos resultados son similares a los obtenidos mediante el uso de vídeos para auto valorarse en un estudio con alumnos de 5º año de medicina (108) o en un curso de soporte vital al trauma (109). Esta nueva aplicación docente de los drones ha permitido recordar momentos o situaciones que fueron olvidados u obviados por los alumnos.

El número de conductas y momentos que han podido describir los alumnos ha aumentado, pero en el resto de variables (pensamientos, sentimientos, fortalezas y debilidades) no han experimentado cambios significativos. Paradójicamente, el análisis cualitativo de los discursos si que muestra cambios en todas las variables del estudio. El debriefing es la parte de la

SC donde se valora el desempeño cognitivo, afectivo y psicomotor (110). En nuestro caso el uso de una metodología mixta ha permitido poder determinar cambios en todas las partes del debriefing.

Nuestro estudio ha puesto de manifiesto que los drones son un gran recurso para la formación y preparación de los SEM, en concordancia con otros trabajos que han descrito su utilidad en investigación en IMV (106) o para los centros coordinadores de emergencias (107). 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” (111).

La principal conclusión de este estudio es que los drones son un hito de innovación docente en SC de IMV al provocar cambios en la valoración y autopercepción de los participantes. Se ha producido una mejora en la valoración individual y estos resultados han sido superiores a las valoración grupales. La principal limitación de este estudio es el tamaño muestral relativamente bajo y, por otro lado, en determinadas fases del vídeo no salen todos los alumnos y esto puede limitar su capacidad de auto-valorarse. Este hecho podría ser solucionado en futuros estudios mediante el uso de sistemas de navegación autónoma y/o seguimiento del individuo (*follow me*). También los sistemas de navegación conjunta o sistemas enjambre de drones” (*swarm of drones*) podrían aportar interesantes soluciones técnicas a este tipo de situaciones y simulaciones.

*CAPÍTULO V:*

*ARTÍCULO N°3: ANÁLISIS DEL ESTRÉS  
POTENCIALMENTE INDUCIDO EN PARTICIPANTES  
EN UN SIMULACRO DE INCIDENTE CON  
MÚLTIPLES VÍCTIMAS.*

---





### CAPÍTULO V. ESTUDIO N° 3:

#### ANALYSIS OF STRESS THAT COULD POTENTIALLY BE CAUSED BY A SIMULATION OF A MASS CASUALTY INCIDENT

#### ANÁLISIS DEL ESTRÉS POTENCIALMENTE INDUCIDO EN PARTICIPANTES EN UN SIMULACRO DE INCIDENTE CON MÚLTIPLES VÍCTIMAS.

##### 5.1. INTRODUCCIÓN

Los Incidentes de Múltiples Víctimas (IMV) son definidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como “sucesos que generan un número de pacientes simultáneos que no pueden ser manejados con recursos locales siguiendo procedimientos rutinarios” (112). Aunque estas situaciones son más frecuentes de lo que se pueda pensar (113), el profesional sanitario debe de aplicar bajo un entorno de presión sus conocimientos y habilidades prácticas adquiridas para lograr una correcta asistencia sanitaria (77). Entre las principales habilidades a considerar está el triage (76) definido como “clasificación de pacientes en distintas categorías según su gravedad y pronóstico para determinar su prioridad de asistencia y evacuación” (78).

La formación de los profesionales sanitarios requiere no sólo la transmisión de conocimientos y habilidades sino también el entrenamiento de las mismas en entornos lo más parecidos a situaciones reales (114). El entrenamiento en estos entornos supone la generación de estrés al alumno (69) el cual es necesario para que adquiriera la confianza necesaria en su capacidad para aplicar los conocimientos en situaciones reales. Este estrés (115) ha sido medido en distintos estudios principalmente en relación con la aplicación de técnicas concretas a un paciente individual (116), pero no se han desarrollado estudios sobre la capacidad de la simulación en IMV de generar estrés al alumno, ni cómo este estrés se relaciona con el proceso de aprendizaje.

En un trabajo realizado por Castillo y cols. (2009) se determinó que los alumnos que obtenían una puntuación alta en los niveles de ansiedad, presentaban bajos niveles de atención selectiva (117). Aunque en otro estudio realizado por

Oblitas y cols. (2004) se concluyó que los sujetos con un alto nivel de ansiedad se suelen centrar más en sus propios pensamientos y temores que en la tarea del examen (118). Los resultados obtenidos en una investigación sobre el estrés y la evaluación de los alumnos no hallaron relación clara entre la ansiedad y el rendimiento académico de los alumnos (119). En resumen, los estudios vienen a coincidir que una cierta cantidad de ansiedad es deseable y necesaria para la realización de las tareas que resultan importantes para los sujetos; pero a su vez, niveles altos de ansiedad, dificultan la ejecución de la tarea llevando a bajo rendimiento.

La hipótesis de este estudio es que existen cambios fisiológicos y aumento del estrés en los profesionales que realizan triage en situaciones simuladas. El objetivo principal de este estudio fue determinar el estrés potencialmente producido por un ejercicio simulado de incidente de múltiples víctimas en el personal participante en el mismo. Como objetivos específicos se plantearon analizar las variables individuales asociadas al nivel de estrés, establecer la relación existente entre el nivel de estrés y el nivel académico previo del interviniente y/o su rol en la simulación y determinar si el nivel de estrés influye en la capacidad de desempeño de las habilidades adquiridas. Dado que la amilasa es un indicador de estrés biológico, también nos planteamos como objetivo específico el analizar la relación existente entre la amilasa y el resto de indicadores fisiológicos como tensión arterial (TA) y frecuencia cardiaca (FC).

## 5.2. MÉTODO

Se ha llevado a cabo un estudio observacional del estrés potencialmente producido por un simulacro de IMV dentro del Plan Sectorial Sanitario del Plan Territorial de Protección Civil de la Región de Murcia (PLATEMUR) con la colaboración de la Universidad Católica de Murcia (UCAM) y la Universidad de Murcia (UMU). El proyecto de investigación fue aprobado por el comité de ética de la Gerencia de Urgencias y Emergencias 061 de la Región de Murcia (GUERM-061). Todos los participantes (víctimas o sanitarios) participaron de manera voluntaria y firmaron su consentimiento.

Para este trabajo se realizaron 2 simulacros de IMV con 40 víctimas cada uno (10 verdes, 17 amarillas, 10 rojas y 3 negras). El objetivo de los profesionales era realizar la búsqueda de víctimas, el triage y la sectorización (Figura 12). El sistema de triage utilizado fue el START (*Simple Triage and Rapid Treatment*), requiriendo la maniobra de apertura de la vía aérea (AVA) debía de realizarse en el 15 % (6/40) de los casos y la maniobra de compresión de hemorragias (CH) en el 12.5 % (5/40) de los casos. La valoración de la correcta realización del triage y de las técnicas la realizaron tres profesionales de la GUERM-061.

### 5.2.1. Selección de la muestra

Para cada uno de los simulacros se hizo el reparto de roles (triage o sectorización y tratamiento) de manera aleatoria a la mitad de los alumnos de cada uno de los grupos de estudio creados (con 34 alumnos cada uno), que son un Grupo de Alumnos de Máster (GAM) formado por los alumnos del Máster Oficial de Enfermería de Urgencias, Emergencias y Cuidados Especiales de la Universidad Católica San Antonio de Murcia de la promoción 2015-2016, y otro grupo de Alumnos de Grado (GAG) formado por los alumnos del Grado de Enfermería de la Universidad de Murcia, de 3º Curso, pertenecientes a la asignatura de Cuidados Críticos. Todos los participantes recibieron la misma formación previa a la realización del ejercicio.

### 5.2.2. Medición del estrés y de la activación

A todos los participantes se les determinó la hormona  $\alpha$ -amilasa basal ( $\alpha$ AB) y posterior ( $\alpha$ AP) de la simulación mediante un sistema de difusión pasiva recolectando la saliva en un tubo, con un tiempo de extracción de 1 minuto. La  $\alpha$ A se midió mediante un kit comercial (Olympus®) y la metodología recomendada por la Federación Internacional de Química Clínica y Ciencias del Laboratorio Clínico (IFCC). El ensayo se adaptó a un analizador automático (Olympus A400®). El método produjo un CV inter-ensayo inferior a 3% y un coeficiente de regresión lineal de 0,992.

### 5.2.3. Estudio estadístico

A todos los participantes se les determinó la edad, peso, altura, Índice de Masa Corporal ( $IMC = \text{Peso en Kg} / \text{Altura en m}^2$ ), actividad física semanal en horas, antecedentes médicos de interés (AMI), problemas dentales, presencia de sarro y/o gingivitis, medicación, uso de vitaminas y/o antioxidantes, fumador y hora de la última comida. Las variables analizadas en este estudio son: media de víctimas triadas, media de víctimas triadas correctamente, realización correcta de la AVA, realización correcta de la CH. La variable principal (VP) del estudio es el incremento de  $\alpha$ -amilasa ( $I\alpha A$ ) determinado mediante la siguiente fórmula:  $I\alpha A = \alpha AB - \alpha AP$ . Además se determinó la FC y la TA, dividida en TA-Sistólica (TAS) y TA-Diastólica (TAD).

Los datos son expuestos, a continuación, mediante frecuencia, media y la desviación típica. Para la comparación de los resultados entre los dos grupos del estudio, se utilizó el test de rangos de Willcoxon (W) para aquellos casos en los que no existe normalidad en los datos, y el test de la t de Student (t) para aquellos en los que sí existe. En el caso del número de víctimas encontradas, víctimas bien triadas, víctimas a las que se les practica la maniobra de apertura de la vía aérea y víctimas a las que se les practica la maniobra de compresión de hemorragias, puesto que son variables nominales, se aplica el test *Chi* cuadrado con la corrección de Yates. Todos los resultados estadísticos han sido obtenidos mediante el paquete estadístico SPSS Versión 21\*. Los resultados se consideraron estadísticamente significativos cuando  $p < 0.05$ .

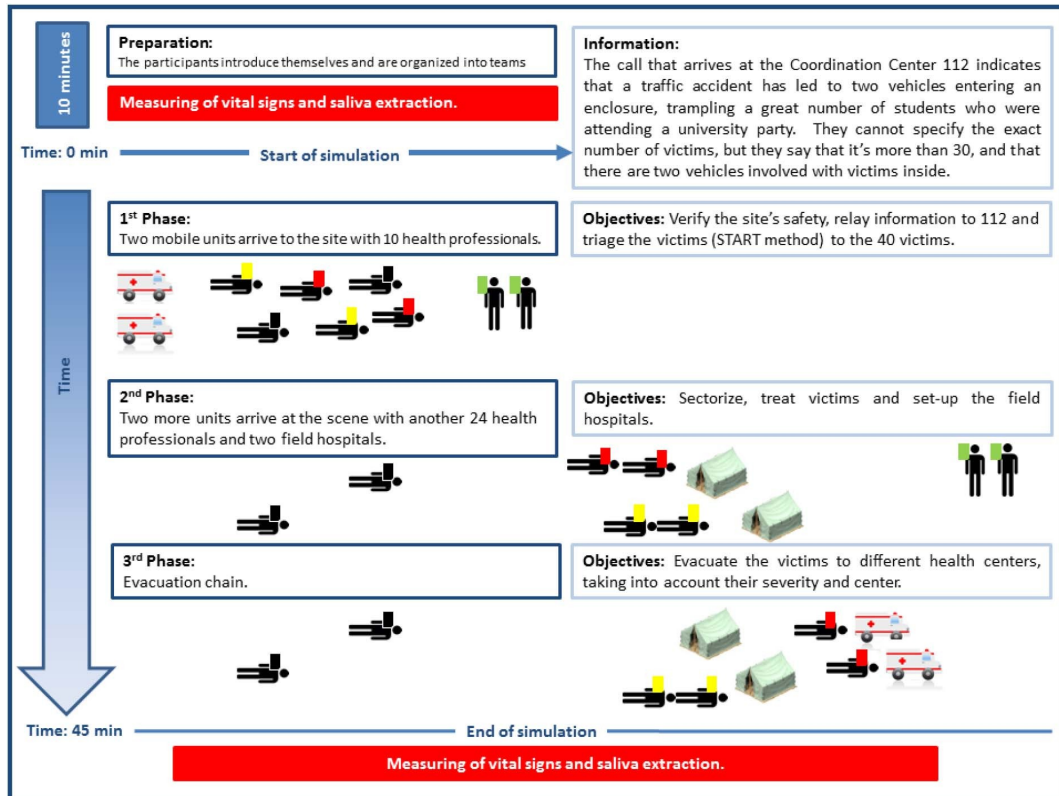


Figura 12 Diagrama de flujo de actividad.

### 5.3. RESULTADOS

La edad media de los participantes fue de  $26,00 \pm 6,61$  años ( $27,11 \pm 7,75$  para el GAM y  $24,89 \pm 5,09$  de para el GAG), con un peso medio de  $66,75 \pm 14,48$  ( $66,11 \pm 14,68$  para el GAM y  $67,44 \pm 18,28$  de para el GAG), una altura de  $1,69 \pm 0,09$  m ( $1,68 \pm 0,85$  para el GAM y  $1,69 \pm 0,09$  de para el GAG) y un IMC de  $22,93 \pm 3,67$  ( $22,79 \pm 2,86$  para el GAM y  $23,06 \pm 4,37$  de para el GAG). La media de actividad física que los voluntarios refirieron realizar fue de  $3,97 \pm 3,73$  h/semana ( $3,81 \pm 2,97$  para el GAM y  $4,14 \pm 4,39$  de para el GAG). No se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos (GAM y GAG) en los valores medios de las variables edad, peso, altura, IMC, actividad física, toma de fármacos, etc. Ninguna de las patologías, ni de los fármacos declarados, tiene

influencia en la determinación hormonal a través de la saliva. La experiencia profesional del GAM fue de  $2,31 \pm 3,99$  años y de  $0,78 \pm 2,48$  años en el ámbito de las urgencias y emergencias; el GAG aún no ha terminado sus estudios, por lo tanto, no tienen ningún tipo de experiencia profesional como enfermeros.

La media de víctimas triadas por cada alumno que participó en el triage, fue de  $5 \pm 1,63$ , siendo de  $6,12 \pm 1,45$  para el GAM y de  $3,87 \pm 0,83$  para el GAG, existiendo diferencias significativas ( $p=0.002$ ) a favor del GAM. La media de víctimas triadas correctamente por cada participante fue de  $4,43 \pm 1,82$  (88.6 % de acierto en las víctimas triadas), siendo de  $5,62 \pm 1,76$  (91.84 % de acierto en las víctimas triadas) para el GAM y de  $3,25 \pm 0,88$  (83.76 % de acierto en las víctimas triadas) para el GAG, existiendo diferencia significativa ( $p=0.004$ ) a favor del GAM.

A todas las víctimas a las que era necesario se les practicó la AVA, siendo el número de víctimas medio que cada voluntario realizó de  $0,75 \pm 0,68$  (100 % de maniobras realizadas), siendo de  $0,87 \pm 0,64$  (58 % de maniobras realizadas) para el GAM y de  $0,62 \pm 0,74$  (42 % de maniobras realizadas) para el GAG, no existiendo diferencias estadísticamente significativas ( $p=0.483$ ). A todas las víctimas a las que era necesario se les practicó el CH, siendo el número de víctimas medio que cada voluntario realizó de  $0,62 \pm 0,61$  (100 % de maniobras realizadas), siendo de  $0,62 \pm 0,74$  para el GAM (50 % de maniobras realizadas) y de  $0,62 \pm 0,51$  para el GAG (50 % de maniobras realizadas), no existiendo diferencias estadísticamente significativas ( $p=1,0$ ). No existen diferencias estadísticamente significativas entre el simulacro primero y el segundo para el número de víctimas triadas por cada participante ( $p=0.897$ ), la media de víctimas triadas correctamente ( $p=1.00$ ), la media de realización correcta de la AVA ( $p=1.00$ ), ni la media de realización correcta de la CH ( $p=1.00$ ).

El  $\alpha$ AB fue  $97107,50 \pm 72182,67$  UI/L, con un aumento significativo después del simulacro, siendo el  $\alpha$ AP de  $136195,55 \pm 90176,46$  UI/L [diferencia de medias muestrales=  $I\alpha A = 39088,05$  (22990,02-55186,08) UI/L,  $p < 0.001$ ]. La FC-Basal fue de  $78,74 \pm 14,92$  pulsaciones/min y la FC-Posterior de  $95,65 \pm 23,59$  pulsaciones/min [diferencia de medias muestrales, 16,91 (12,31-21,53) pulsaciones/min,  $p=0.000$ ]. La TAS-Basal fue de  $117,92 \pm 11,22$  mmHg y la TAS-Posterior de  $116,94 \pm 14,03$  mmHg [diferencia de medias muestrales, 0,972 (1,82-

3,76) mmHg,  $p=0.490$ ]. La TAD-Basal fue de  $70,58 \pm 8,57$  mmHg y la TAD-Posterior de  $71,94 \pm 8,86$  mmHg [diferencia de medias muestrales, 1,36 (1,16-3,88) mmHg,  $p=0.285$ ].

En el análisis por grupos se han determinado diferencias estadísticamente significativas en el  $\alpha A$  entre los voluntarios que realizaron el triage y los que realizaron solamente la sectorización (Figura 13). No se han determinado diferencias estadísticamente significativas en el  $\alpha A$  entre los alumnos del grado y del máster. Con respecto a la FC y la TA, tampoco se han determinado diferencias estadísticamente significativas con respecto al rol realizado o la formación previa.

Al analizar la relación entre el nivel de estrés y el porcentaje de aciertos en el triage, no hemos encontrado relación entre ambos ( $r=0,02$ ;  $p=0,93$ ) tal y como se ve en la figura 3. Por otro lado, no se han encontrado relación significativa entre los indicadores fisiológicos de estrés y la edad, IMC, actividad física, años de experiencia laboral ni años de experiencia en urgencias. Tampoco hemos encontrado relación significativa entre el aumento de amilasa y el aumento del resto de constantes vitales medidas (TA y FC).

**Tabla 2 Comparación global y grupal de los niveles de  $\alpha$  Amilasa antes de después de la simulación del IMV.**

Comparison of global and group Alpha-amylase results, before and after the MCI simulation.

| Group          |               | Alpha-amylase (IU/L)          |                               |                  |
|----------------|---------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------|
|                |               | Basal                         | Subsequent                    | Significance     |
| Training       | MSG           | 98,451.11 ( $\pm$ 73,909.64)  | 135,935.55 ( $\pm$ 94,408.49) | $p = 0.037^*$    |
|                | USG           | 95,763.88 ( $\pm$ 71,436.64)  | 136,455.55 ( $\pm$ 87,079.41) | $p = 0.002^*$    |
| Role           | Triage        | 131,912.50 ( $\pm$ 63,739.49) | 200,257.50 ( $\pm$ 85,866.61) | $p < 0.001^{**}$ |
|                | Sectorization | 87,163.21 ( $\pm$ 71,867.70)  | 117,892.14 ( $\pm$ 83,376.21) | $p < 0.001^{**}$ |
| Global Results |               | 97,107.50 ( $\pm$ 72,182.67)  | 136,195.55 ( $\pm$ 90,176.46) | $p < 0.001^{**}$ |

MSG: Master's Students Group; USG: Undergraduate Student Group.

\*  $p < 0.5$ .

\*\*  $p < 0.001$ .

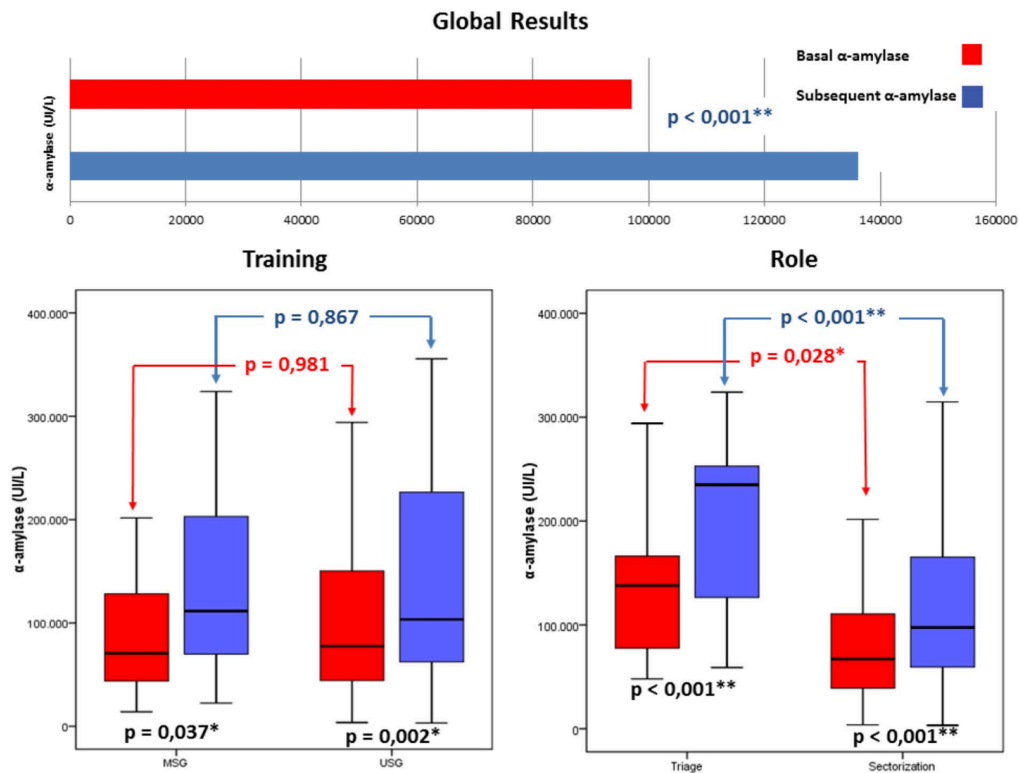


Figura 13 Resultados del  $\alpha$ -amilasa: globales, por formación y por rol realizado en la simulación.

\*  $p < 0,5$ ; \*\*  $p < 0,001$

GAG: grupo alumnos grado; GAM: grupo alumnos máster.

#### 5.4. DISCUSIÓN

El nivel de estrés es un factor a tener en cuenta en el proceso de aprendizaje de técnicas que se aplican en entornos adversos como puede ser el campo de las emergencias y los desastres, aunque un exceso de estrés puede dificultar la adquisición de nuevas habilidades. Éste ha sido medido en distintas ocasiones en caso de técnicas específicas (120) pero no en ejercicios simulados de incidentes de múltiples víctimas.

El  $\alpha$ A ha sido utilizado como un buen indicador del estrés agudo en diversos estudios (42,61,121–123). Los valores obtenidos en nuestro estudio tanto



de  $\alpha A$  tanto basal como posterior son muy similares a los obtenidos Tecles y cols (2014) sobre el estrés en las presentaciones orales, en el que tampoco encontraron que los test subjetivos de valoración del estrés se relacionaran con variables hormonales como el  $\alpha AB$  o el cortisol (124).

En nuestro caso, el hecho de aleatorizar dos grupos con distinto nivel académico nos ha permitido analizar la relación entre el nivel de estrés y la formación previa. También hemos podido comprobar el desempeño de las técnicas entre ambos grupos.

En nuestro caso, y tal y como era esperable, a pesar de haber recibido la misma formación teórica previa al ejercicio, un mayor nivel de formación hace que los alumnos tengan mejores resultados en el desempeño de las técnicas.

Los resultados del GAM son congruentes con los encontrados en otro estudio en el que se valoró la actuación de alumnos de máster en simulacros de IMV en los que se utilizaron drones como ayuda para la localización de las víctimas (125,126).

Aún así, es de destacar que no se han encontrado diferencias significativas en cuanto al aumento del nivel de estrés entre ambos grupos (GAG y GAM), por lo que en nuestro caso el nivel académico previo no determina el nivel de estrés.

Otros estudios sobre el estrés de alumnos de distintos cursos realizando exámenes tampoco obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en cuanto al incremento de estrés (119). Esto puede ser debido a que los incidentes de múltiples víctimas son situaciones excepcionales incluso para personal con mayor nivel académico. Un mayor nivel académico hace que exista un mejor desempeño de las técnicas y habilidades aprendidas, soportando el mismo nivel de estrés, lo que nos hace pensar que la formación no disminuye el estrés ante situaciones excepcionales sino que nos permite aplicar mejor las técnicas y habilidades aprendidas. Este hecho creemos que es especialmente relevante en el caso de los IMV (106).

En los diferentes roles realizados por los participantes (triage o sectorización) sí que hemos podido determinar diferencias estadísticamente significativas, generando un mayor estrés en aquellos alumnos que realizaron el

triage. Esto puede ser debido a que en el triage se produce una toma de decisiones a las que habitualmente los profesionales sanitarios no están acostumbrados en su trabajo cotidiano y por eso afecta por igual a los voluntarios del GAM como a los de GAG.

El hecho de que el grupo de triage tuviera más  $\alpha$ AB que el grupo de sectorización se explica por el fenómeno denominado “estrés anticipatorio” en el que los voluntarios una vez informados de sus distintos roles, comienzan a sufrir un cierto grado de aumento del estrés (127). El hecho de haber encontrado un aumento de los indicadores fisiológicos de estrés antes y después de la realización del ejercicio pone de manifiesto que los ejercicios simulados de IMV suponen un nivel de estrés para los participantes, especialmente para los que realizan el triage, lo que objetiva las condiciones de estrés que se buscan en este tipo de ejercicios y las diferencias entre los distintos roles posibles.

Aún así, es de destacar que sólo la amilasa y la FC han mostrado aumentos estadísticamente significativos.

En relación a la posible relación entre la capacidad de desempeño del aprendizaje y el nivel de estrés, en un primer momento se podría pensar que ambos factores estuviesen relacionados. Sin embargo en nuestro estudio no hemos encontrado ninguna relación, por lo que en nuestro caso el porcentaje de aciertos ha sido independiente del estrés y probablemente ha estado más bien relacionado con los conocimientos previos del alumno, su capacidad de aprendizaje y su nivel académico.

Otro aspecto destacado a tener en cuenta es la falta de relación estadísticamente significativa entre el aumento de amilasa y el aumento del resto de variables fisiológicas como la TA. En otro estudio similar tampoco han encontrado cambios en variables como la FC, TA, género, rasgos de personalidad, etc. (106).

El hecho de que no hayamos encontrado relación estadísticamente significativa entre el aumento de estrés y variables como la edad, los años de experiencia o la actividad física pone de manifiesto que la excepcionalidad de los

IMV en el trabajo diario es suficiente como para generar estrés en caso de una simulación.

Por lo tanto, para estudios futuros, el  $\alpha A$  podría ser considerada como el “gold standard” en la medición del estrés agudo en situaciones de simulación y de actividades académicas.

A pesar de haber diseñado los ejercicios simulados de una manera homogénea para que fuesen reproducibles, podríamos considerar como limitación de este estudio la existencia de variaciones no percibidas en la realización de ambos ejercicios. Esta limitación se ha intentado minimizar mediante la aleatorización de los intervinientes.

Como conclusión de este estudio podemos afirmar que la realización de un ejercicio simulado de incidente de múltiples víctimas provoca estrés en el personal participante en el mismo, con un mayor impacto en los participantes que realizan triage y sin influencia por su nivel académico previo. La FC puede ser utilizada para valorar fisiológicamente estas situaciones pero variables como la TA no han mostrado una gran utilidad en este tipo de situaciones dado que no se relaciona con otros parámetros fisiológicos exclusivos de estrés como la  $\alpha A$ . El nivel de estrés no determina el desempeño práctico de las habilidades adquiridas.

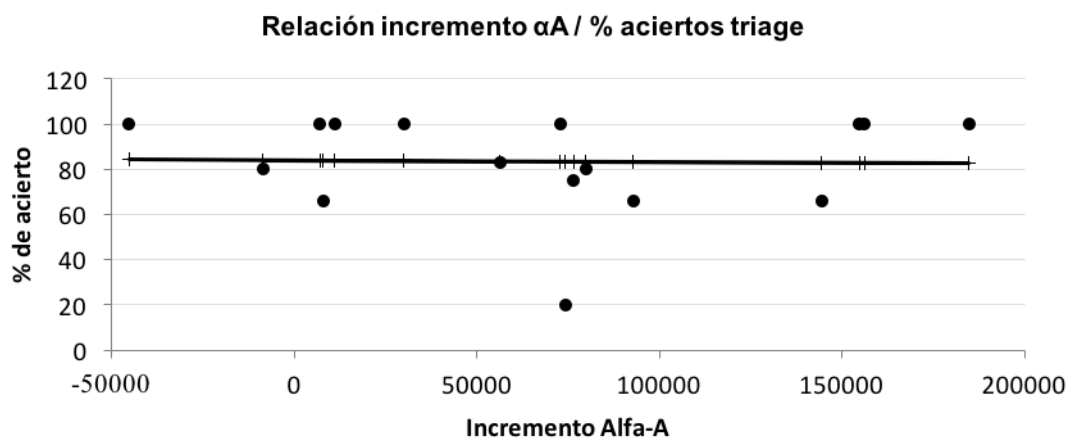


Figura 14 Porcentaje de acierto en el triage en relación al estrés determinado mediante el incremento de  $\alpha$ -amilasa.



*CAPÍTULO VI:*  
*RESUMEN Y DISCUSION.DE RESULTADOS.*

---



## CAPÍTULO VI. RESUMEN Y DISCUSION DE RESULTADOS.

### 6.1. RESULTADOS DEL ESTUDIO N°1.

La nota media obtenida en la evaluación de conocimientos teóricos sobre triage y catástrofes fue de  $8.11 \pm 0.86$  siendo de  $8.22 \pm 0.93$  para el GC y de  $8 \pm 0.82$  para el GD; no existen diferencias entre los dos grupos comparados ( $W = 34$ ; p-valor= 0.5821). La experiencia media en urgencias y emergencias es de  $17.72 \pm 7.27$  meses, siendo  $16.55 \pm 13.01$  meses para el GC y  $18.88 \pm 7.44$  meses para el GD; no existen diferencias significativas entre ambos grupos ( $W=40$ ; p-valor=1)".

La media de horas de actividad física a la semana fue de  $4 \pm 2$  horas siendo de  $4 \pm 2$  para el GC y de  $4 \pm 3$  para el GD; no existen entre los dos grupos comparados ( $W = 45$ ; p-valor= 0.7196). El IMC medio determinado fue de  $21.46 \pm 2.37$  siendo de  $21.05 \pm 2.49$  para el GC y de  $21.88 \pm 2.30$  para el GD; no existen diferencias para ambos grupos ( $t = 0.7375$ ; p-valor = 0.4715).

#### Imágenes obtenidas

Las imágenes de la cámara instalada en el dron (ver figura 1) permitieron que los profesionales del GD pudieran identificar posibles víctimas y su localización. La vegetación presente en el lugar del simulacro, palmeras principalmente, también emitió un cierto nivel de calor que fue recogida por la cámara térmica, lo cual entorpecía la búsqueda de pacientes.

#### Búsqueda de pacientes

La distancia media recorrida fue de  $1005.56 \pm 142.38$  m. para cada uno de los profesionales del simulacro siendo de  $1091.11 \pm 146.41$  m. para el GC y de  $920 \pm 71.93$  m. para el GD; la distancia recorrida por un profesional del GC es estrictamente mayor que de un profesional del GD ( $t = -3.1468$ ; p-valor = 0.003119) (ver figura 1).

El porcentaje medio de víctimas encontradas fue del 79,3 % (119/150) por cada uno de los profesionales, siendo del 66.7 % (50/75) para el GC y del 92 %

(69/75) para el GD; el porcentaje de víctimas encontradas por un profesional del GD es estrictamente mayor que por un profesional del GC ( $X\text{-squared} = 13.174$ ;  $p\text{-valor} = 0.0001419$ ) (ver figura 2).

#### Calidad en el triage

El porcentaje medio de víctimas bien triadas fue del 90,75 % (108/119) por cada uno de los profesionales, siendo del 94 % (47/50) para el GC y del 88,4 % (61/69) para el GD; no existen diferencias en el porcentaje de víctimas bien triadas entre ambos grupos ( $X\text{-squared} = 0.5175$ ;  $p\text{-valor} = 0.4719$ ).

La maniobra de apertura de la vía aérea se hizo en el 70.83 % (34/48) de las víctimas para las que era necesaria, siendo de 62.5 % (15/24) para el GC y de 79.16 % (19/24) para el GD; no existen diferencias estadísticamente significativas entre ambos porcentajes ( $X\text{-squared} = 0.9076$ ;  $p\text{-valor} = 0.3408$ ). No hubo ninguna maniobra de apertura de la vía aérea en pacientes que no la necesitaran.

La maniobra de compresión de hemorragias se hizo en el 25 % (6/24) de las víctimas para las que era necesaria siendo de 41.66 % (5/12) para el GC y de 8.33 % (1/12) para el GD, no existen diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos ( $X\text{-squared} = 2$ ;  $p\text{-valor} = 0.1573$ ). No hubo ninguna maniobra de compresión de hemorragias en pacientes que no la necesitaran.

## 6.2. RESULTADOS DEL ESTUDIO N°2.

La edad media de los participantes fue de  $29 \pm 5$  años, con una experiencia media en servicios de urgencias de  $15 \pm 8$  meses y una distribución de género de: 57% mujeres y 43% hombres. En la variable principal de nuestro estudio, que es el CA, se produjo en el 80% (28/35) de los alumnos ( $p=0,000$ ). En la figura 2 se muestran los testimonios y resultados de la VI y VG, pudiéndose observar que los alumnos han mejorado su percepción de la nota individual ( $p=0,001$ ) y grupal ( $p=0,006$ ). Además los alumnos determinaron que su actuación personal había obtenido mejores resultados que la media de la actuación grupal ( $p=0,047$ ). El análisis cualitativo por variables ha mostrado cambios importantes en todas las categorías. La VMA obtuvo un total de 185 descripciones (moda=5) y la VMD obtuvo un total de 259 descripciones (moda=6), existiendo un incremento



significativo del 40% en el número de momentos ( $p=0,033$ ). La VCA obtuvo un total de 202 descripciones (moda=5) y la VCD obtuvo un total de 231 descripciones (moda=6), existiendo un incremento significativo del 14% en el número de conductas ( $p=0,031$ ). La VPA obtuvo un total de 226 descripciones (moda=4) y la VPD obtuvo un total de 250 descripciones (moda=6), existiendo un incremento no significativo del 10% en el número de pensamientos ( $p=0,956$ ). La VSA obtuvo un total de 271 descripciones (moda=4) y la VSD obtuvo un total de 287 descripciones (moda=4), existiendo un incremento no significativo del 6% en el número de sentimientos ( $p=0,819$ ).

La VFA obtuvo un total de 75 descripciones (moda=1) y la VFD obtuvo un total de 80 descripciones (moda=1), existiendo un incremento no significativo del 7% en el número de fortalezas ( $p=0,993$ ). La VDA obtuvo un total de 46 descripciones (moda=1) y la VDD obtuvo un total de 49 descripciones (moda=1), existiendo un incremento no significativo del 6% en el número de debilidades ( $p=0,698$ ).

### 6.3. RESULTADOS DEL ESTUDIO N° 3.

La edad media de los participantes fue de  $26,00 \pm 6,61$  años ( $27,11 \pm 7,75$  para el GAM y  $24,89 \pm 5,09$  de para el GAG), con un peso medio de  $66,75 \pm 14,48$  ( $66,11 \pm 14,68$  para el GAM y  $67,44 \pm 18,28$  de para el GAG), una altura de  $1,69 \pm 0,09$  m ( $1,68 \pm 0,85$  para el GAM y  $1,69 \pm 0,09$  de para el GAG) y un IMC de  $22,93 \pm 3,67$  ( $22,79 \pm 2,86$  para el GAM y  $23,06 \pm 4,37$  de para el GAG). La media de actividad física que los voluntarios refirieron realizar fue de  $3,97 \pm 3,73$  h/semana ( $3,81 \pm 2,97$  para el GAM y  $4,14 \pm 4,39$  de para el GAG). No se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos (GAM y GAG) en los valores medios de las variables edad, peso, altura, IMC, actividad física, toma de fármacos, etc. Ninguna de las patologías, ni de los fármacos declarados, tiene influencia en la determinación hormonal a través de la saliva. La experiencia profesional del GAM fue de  $2,31 \pm 3,99$  años y de  $0,78 \pm 2,48$  años en el ámbito de las urgencias y emergencias; el GAG aún no ha terminado sus estudios, por lo tanto, no tienen ningún tipo de experiencia profesional como enfermeros.

La media de víctimas triadas por cada alumno que participó en el triage, fue de  $5 \pm 1,63$ , siendo de  $6,12 \pm 1,45$  para el GAM y de  $3,87 \pm 0,83$  para el GAG,

existiendo diferencias significativas ( $p=0.002$ ) a favor del GAM. La media de víctimas triadas correctamente por cada participante fue de  $4,43 \pm 1,82$  (88.6 % de acierto en las víctimas triadas), siendo de  $5,62 \pm 1,76$  (91.84 % de acierto en las víctimas triadas) para el GAM y de  $3,25 \pm 0,88$  (83.76 % de acierto en las víctimas triadas) para el GAG, existiendo diferencia significativa ( $p=0.004$ ) a favor del GAM. A todas las víctimas a las que era necesario se les practicó la AVA, siendo el número de víctimas medio que cada voluntario realizó de  $0,75 \pm 0,68$  (100 % de maniobras realizadas), siendo de  $0,87 \pm 0,64$  (58 % de maniobras realizadas) para el GAM y de  $0,62 \pm 0,74$  (42 % de maniobras realizadas) para el GAG, no existiendo diferencias estadísticamente significativas ( $p=0.483$ ). A todas las víctimas a las que era necesario se les practicó el CH, siendo el número de víctimas medio que cada voluntario realizó de  $0,62 \pm 0,61$  (100 % de maniobras realizadas), siendo de  $0,62 \pm 0,74$  para el GAM (50 % de maniobras realizadas) y de  $0,62 \pm 0,51$  para el GAG (50 % de maniobras realizadas), no existiendo diferencias estadísticamente significativas ( $p=1,0$ ). No existen diferencias estadísticamente significativas entre el simulacro primero y el segundo para el número de víctimas triadas por cada participante ( $p=0.897$ ), la media de víctimas triadas correctamente ( $p=1.00$ ), la media de realización correcta de la AVA ( $p=1.00$ ), ni la media de realización correcta de la CH ( $p=1.00$ ).

El  $\alpha$ AB fue  $97107,50 \pm 72182,67$  UI/L, con un aumento significativo después del simulacro, siendo el  $\alpha$ AP de  $136195,55 \pm 90176,46$  UI/L [diferencia de medias muestrales =  $I\alpha A = 39088,05$  (22990,02-55186,08) UI/L,  $p < 0.001$ ]. La FC-Basal fue de  $78,74 \pm 14,92$  pulsaciones/min y la FC-Posterior de  $95,65 \pm 23,59$  pulsaciones/min [diferencia de medias muestrales, 16,91 (12,31-21,53) pulsaciones/min,  $p=0.000$ ]. La TAS-Basal fue de  $117,92 \pm 11,22$  mmHg y la TAS-Posterior de  $116,94 \pm 14,03$  mmHg [diferencia de medias muestrales, 0,972 (1,82-3,76) mmHg,  $p=0.490$ ]. La TAD-Basal fue de  $70,58 \pm 8,57$  mmHg y la TAD-Posterior de  $71,94 \pm 8,86$  mmHg [diferencia de medias muestrales, 1,36 (1,16-3,88) mmHg,  $p=0.285$ ]. En el análisis por grupos se han determinado diferencias estadísticamente significativas en el  $\alpha A$  entre los voluntarios que realizaron el triage y los que realizaron solamente la sectorización (Figura 2). No se han determinado diferencias estadísticamente significativas en el  $\alpha A$  entre los alumnos del grado y del máster. Con respecto a la FC y la TA, tampoco se han

determinado diferencias estadísticamente significativas con respecto al rol realizado o la formación previa.

Al analizar la relación entre el nivel de estrés y el porcentaje de aciertos en el triage, no hemos encontrado relación entre ambos ( $r=0,02$ ;  $p=0,93$ ) tal y como se ve en la figura 3. Por otro lado, no se han encontrado relación significativa entre los indicadores fisiológicos de estrés y la edad, IMC, actividad física, años de experiencia laboral ni años de experiencia en urgencias. Tampoco hemos encontrado relación significativa entre el aumento de amilasa y el aumento del resto de constantes vitales medidas (TA y FC).

#### 6.4. DISCUSION GLOBAL DE RESULTADOS

Hasta el momento del estudio, los drones se habían utilizado únicamente en la aviación militar y con fines bélicos. Sin embargo, los avances en la electrónica y las mejoras de autonomía en baterías de menor tamaño, peso y coste han propiciado una revolución en la aviación civil (128).

La mayor parte de estudios científicos sobre el uso del drones en emergencias y catástrofes describen el funcionamiento técnico de estos pero no aportan resultados sobre su aplicabilidad a un IMV. En el estudio se desarrolló una situación simulada para explorar la aplicabilidad en la localización de las víctimas durante un IMV.

A la vista de nuestros resultados el dron resultó útil en la búsqueda y localización de las víctimas. El grupo que contaba con la información reportada por el dron recorrió menos distancia, reduciendo la fatiga y posibilidad de error por agotamiento, y encontraron mas victimas que el grupo que no recibía *feed back* del dron. Las imágenes obtenidas por el dron mostraron siluetas de los objetos con distintos niveles de temperatura. Tras el estudio se determinó que se debe de tener en cuenta que la vegetación emite calor que en muchas ocasiones puede entorpecer la búsqueda de siluetas que puedan ser compatibles con una víctima. Es por ello que el empleo de cámaras térmicas de mayor sensibilidad o la búsqueda de víctimas en entornos sin vegetación pueden mejorar la calidad de las imágenes obtenidas y, por lo tanto, aumentar la certeza en la determinación de qué siluetas se corresponden realmente con víctimas. El uso de cámaras térmicas

podría resultar muy útil también en búsquedas nocturnas o de baja visibilidad (por ejemplo en situaciones con niebla).

Otra de las posibilidades que ofrece el uso de la tecnología en la simulación de IMV es la grabación de escenas o ejercicios para su posterior uso y análisis de lo realizado en la etapa de *debriefing*. En un estudio posterior determinamos la modificación de la percepción de lo realizado tras la visualización del vídeo, mejorando la valoración que le otorgarían a su actuación individual por encima de la del grupo (80% de los alumnos). El debriefing es la parte de la SC donde se valora el desempeño cognitivo, afectivo y psicomotor (110). Estos resultados son similares a los obtenidos mediante el uso de vídeos para auto valorarse en un estudio con alumnos de 5º año de medicina (108) o en un curso de soporte vital al trauma (109). Esta nueva aplicación docente de los drones permite revisar todo el ejercicio recordando momentos o situaciones que fueron olvidados u obviados por los alumnos.

Por lo que se concluyó que los drones son un gran recurso para la formación y preparación de los servicios médicos de emergencias, en concordancia con otros trabajos que han descrito su utilidad en investigación en IMV (129) o para las centros coordinadores de emergencias (109).

En relación con el desarrollo de nuevas estrategias para mejorar el entrenamiento en IMV, en un tercer estudio se analizó la relación del estrés con el proceso de aprendizaje en un entorno de IMV simulado.

El estrés es un factor a que influye en el proceso de aprendizaje aunque en exceso puede dificultar la adquisición de nuevas habilidades. Se ha medido en distintos contextos pero no en ejercicios simulados de incidentes de múltiples víctimas. El hecho de haber encontrado un aumento de los indicadores fisiológicos de estrés antes y después de la realización del ejercicio pone de manifiesto que los ejercicios simulados de IMV suponen un nivel de estrés para los participantes, especialmente para los que realizan el triage, lo que objetiva la presencia de las condiciones de estrés que se buscan en este tipo de ejercicios y las diferencias entre los distintos roles posibles.

El Alfa Amilasa,  $\alpha A$ , ha sido utilizado como un buen indicador del estrés agudo en diversos estudios (120). Los valores obtenidos en nuestro estudio tanto de  $\alpha A$  tanto basal como posterior son muy similares a los obtenidos Tecles y colegas que estudiaron, en 2014, el estrés en las presentaciones orales, determinando que los test subjetivos de valoración del estrés no se relacionan con variables hormonales como el  $\alpha A$  o el cortisol.

Los incidentes de múltiples víctimas son situaciones excepcionales incluso para personal con mayor nivel académico. Un mayor nivel académico hace que exista un mejor desempeño de las técnicas y habilidades aprendidas, soportando el mismo nivel de estrés, lo que nos hace pensar que la formación no disminuye el estrés ante situaciones excepcionales sino que nos permite aplicar mejor las técnicas y habilidades aprendidas.

Este hecho creemos que es especialmente relevante en el caso de los IMV. Tras analizar el grado de estrés en los diferentes roles desempeñados por los participantes (triage o sectorización) sí que hemos podido determinar diferencias estadísticamente significativas, generando un mayor estrés en aquellos alumnos que realizaron el triage. Esto puede ser debido a que en el triage se produce una toma de decisiones a las que habitualmente los profesionales sanitarios no están acostumbrados en su trabajo cotidiano. El hecho de que el grupo de triage tuviera más  $\alpha A$  basal que el grupo de sectorización se explica por el fenómeno denominado “estrés anticipatorio” en el que los voluntarios una vez informados del rol a desempeñar, comienzan a sufrir un cierto grado de aumento del estrés.

Otro aspecto destacado a tener en cuenta es la falta de relación estadísticamente significativa entre el aumento de amilasa y el aumento del resto de variables fisiológicas como la TA. En otro estudio similar tampoco han encontrado cambios en variables como la FC, TA, género, rasgos de personalidad, etc. (124). Aún así, es de destacar que sólo la amilasa y la FC han mostrado aumentos estadísticamente significativos.

El hecho de que no hayamos encontrado relación estadísticamente significativa entre el aumento de estrés y variables como la edad, los años de experiencia o la actividad física pone de manifiesto que la excepcionalidad de los IMV en el trabajo diario es suficiente como para generar estrés en caso de una

simulación. Por lo tanto, para estudios futuros, el  $\alpha A$  podría ser considerada como el “*gold standard*” en la medición del estrés agudo en situaciones de simulación y de actividades académicas.

Para finalizar la discusión global cabe destacar que la evidencia científica actual propone a la simulación clínica como la una herramienta eficaz para la adquisición de habilidades técnicas y no técnicas en ciencias de la salud. Aplicado al contexto de las emergencias y en concreto a los IMV, la SC permitirá la aplicación de estos conocimientos cuando el participante se enfrente a una situación similar en la vida real consiguiendo mejores resultados de morbimortalidad.

La SC requiere que el alumno tenga la percepción de que el escenario es real, de una parte emocional o estresante, para que acontezca el aprendizaje duradero. Además la implementación de los escenarios y simulacros con nuevas tecnologías como los drones permite mejorar los resultados de entrenamiento en IMV.

*CAPÍTULO VII:*  
*CONCLUSIONES*

---





## CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES

### 7.1. CONCLUSIONES DERIVADAS DEL ESTUDIO N°1.

El uso de drones y cámaras térmicas ha sido útil en la búsqueda y localización de víctimas en una situación de catástrofe aunque no ha tenido impacto sobre la calidad del triage realizado por los profesionales participantes en este estudio.

### 7.2. CONCLUSIONES DERIVADAS DEL ESTUDIO N°2.

Los drones son un hito de innovación docente en SC de IMV al provocar cambios en la valoración y autopercepción de los participantes. Se ha producido una mejora en la valoración individual y estos resultados han sido superiores a las valoración grupales.

### 7.3. CONCLUSIONES DERIVADAS DEL ESTUDIO N°3.

La realización de un ejercicio simulado de incidente de múltiples víctimas provoca estrés en el personal participante en el mismo, con un mayor impacto en los participantes que realizan triage y sin influencia por su nivel académico previo. La FC puede ser utilizada para valorar fisiológicamente estas situaciones pero variables como la TA no han mostrado una gran utilidad en este tipo de situaciones dado que no se relaciona con otros parámetros fisiológicos exclusivos de estrés como la  $\alpha A$ . El nivel de estrés no determina el desempeño práctico de las habilidades adquiridas.



*CAPÍTULO VIII:*  
*APLICACIONES PRÁCTICAS*

---



## CAPÍTULO VIII. APLICACIONES PRÁCTICAS

### 8.1. ESTUDIO N°1.

El uso de avances tecnológicos permite la mejora en los resultados de morbilidad en un ejercicio de IMV simulado. La tecnología cobra especial relevancia en zonas de especial aislamiento ya que permitiría el barrido de amplias zonas desde el cielo.. Esta tecnología puede ser aplicada no sólo en caso de emergencias sino en otros contextos en los que interviniente no sea especialista y así pueda valerse de la tecnología con el fin de mejorar los resultados para el paciente.

### 8.2. ESTUDIO N°2.

El uso de drones en la SC *outdoor* permite la grabación de videos y su posterior uso en el *debriefing*.

Otro uso de los videos es la creación de una biblioteca de casos de simulación para su posterior uso en otras sesiones formativas de las que se beneficiarían innumerables alumnos sin los recursos materiales y humanos que implica organizar un simulacro de IMV.

### 8.3. ESTUDIO N°3:

Tras determinar como afecta el estrés al entrenamiento de IMV y al desempeño de rol en los simulacros de IMV, esta consideración ha de contemplarse en el diseño de futuros simulacros para adecuar el reparto de roles a los participantes en función del objetivo de aprendizaje establecido y optimizar así la experiencia de SC *outdoor*.



*CAPÍTULO IX:*  
*LIMITACIONES*

---





## CAPITULO IX. LIMITACIONES

### 9.1. ESTUDIO N°1.

La principal limitación del estudio es el escaso número de participantes que se han podido obtener debido a las dificultades logísticas del experimento, ya que se tuvo que contar con 25 víctimas que había que preparar cada una de las 6 veces que se repitió el experimento. La calidad de la cámara térmica se podría haber mejorado significativamente con la utilización de equipos con más sensibilidad, aunque en la actualidad tienen un coste muy elevado.

### 9.2. ESTUDIO N°2.

La principal limitación de este estudio es el tamaño muestral relativamente bajo y, por otro lado, en determinadas fases del vídeo no salen todos los alumnos y esto puede limitar su capacidad de auto-valorarse.

### 9.3. ESTUDIO N°3.

A pesar de haber diseñado los ejercicios simulados de una manera homogénea para que fuesen reproductibles, podríamos considerar como limitación de este estudio la existencia de variaciones no percibidas en la realización de ambos ejercicios. Esta limitación se ha intentado minimizar mediante la aleatorización de los intervinientes.



*CAPÍTULO X:*  
*FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN*

---



## CAPÍTULO X. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

En el futuro, una de las líneas de investigación relacionadas con los IMV deberían centrarse en el desarrollo para la localización de las coordenadas del dron una vez este ha identificado a las víctimas. Con esas coordenadas se podrían establecer trayectorias de búsqueda sobre las víctimas o puntos señalados y con ello disponer de referencias de búsqueda más precisas y seguras.

La aplicación de nuevas tecnologías en los simulacros para entrenar en IMV permitirían la grabación total y de todos los participantes en el ejercicio y así poder ahondar en el autoaprendizaje basado en el uso de videos. El uso de sistemas de navegación autónoma y/o seguimiento del individuo (*follow me*) junto a sistemas de navegación conjunta o sistemas de “enjambre de drones” (*swar of drones*) podrían aportar interesantes soluciones técnicas a este tipo de situaciones y simulaciones.

El  $\alpha A$  podría ser considerada como el “*gold standard*” en la medición del estrés agudo en situaciones de simulación y de actividades académicas.



*CAPÍTULO XI:*  
*REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

---





**CAPÍTULO XI- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Buck G. Development of simulators in medical education. *Gesnerus*. 1991;48(1):7-28.
2. Alinier G. Skills benefits of advanced simulation training. *Journal of Paramedic Practice*. 2009;1(9):369-75.
3. Tjomsland N, Baskett P. Resuscitation greets: Åsmund S Lærdal. *Resuscitation*. 2002;53:115-9.
4. Durá Ros M. La simulación clínica como metodología de aprendizaje y adquisición de competencias en enfermería. [Internet] [Tesis doctoral]. [Madrid]: Universidad Complutense de Madrid; 2013. Disponible en: <http://eprints.ucm.es/22989/>
5. López M, Ramos L, Pato O, López S. La simulación clínica como herramienta de aprendizaje. *CIR MAY AMB*. 2013;18(1):25-9.
6. Martínez Pérez O, Guasch Arévalo, E, Cueto Hernández I, Gilsanz Rodríguez F, González Garzón de Zumárraga B. Manual práctico de emergencias obstétricas. 1.<sup>a</sup> ed. Madrid: INYECCMEDIA S.L; 2015.
7. Maestre J, Rodrigo Sancho J, Rábago J, Martínez A, Rojo E, Del Moral I. Diseño y desarrollo de escenarios de simulación clínica: análisis de cursos para el entrenamiento de anestesiólogos. *FEM* [Internet]. marzo de 2013;16(1). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4321/S2014-98322013000100009>
8. Dieckmann P, Molin Friis S, Lipper A, Østergaard D. The art and science of debriefing in simulation: Ideal and practice. *Medical Teacher*. 2009;31(7):e287-94.
9. Harvey A, Nathens A, Bandiera G, Leblanc V. Threat and challenge: cognitive appraisal and stress responses in simulated trauma resuscitations. *Med Educ*. 2010;44(6):587-94.
10. Glavin R. Using Simulations for Education, Training, and Research. *Simulation in Healthcare*. octubre de 2009;4(3):184.

11. Dieckmann P, Lippert A, Rall M, Glavin R. When things do not go as expected: Scenario Life Savers. *Simulation in Health Care*. 2010;5(4):219-25.
12. Bradley P. The history of simulation in medical education and possible future directions. *Medical education*. 2006;40(3):254-62.
13. Bredmose PP, Habig K, Davies G, Grier G, Lockey DJ. Scenario based outdoor simulation in pre-hospital trauma care using a simple mannequin model. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 15 de marzo de 2010;18(1):13.
14. Liocce L, Meakim C, Fey M, Chmil J, Mariani B, Alinier G. The INASCL bard of directors (2011, August). Standard VI: The debriefing process. *Clinical Simulation in Nursing*,. agosto de 2011;7(4s):16-7.
15. Pearson M, Smith D. Debriefing in experience-based learning. *Simulation/Games for Learning*. diciembre de 1986;16(4):155-72.
16. Mitchell J, Everly G. Critical incident stress debriefing: An operations manual for the prevention of traumatic stress among emergency services and disaster workers. Ellicott City: Chevron Publishing; 1993.
17. Dyregrov A. Caring for helpers in disaster situations: Psychological debriefing. *Disaster Manage*. 1989;2:25-30.
18. Hiley-Young B, Gerrity E. Critical incident stress debriefing (CISD): value and limitations in disaster response. *NCP Clinical Quarterly [Internet]*. 1994;4(2). Disponible en: <http://www.ncptsd.va.gov/publications/cq/v4/n2/hiley-yo.html>.
19. Lederman L. Debriefing: Toward a systematic assessment of theory and practice. *Simul Gaming*. 1992;2:145–159.
20. American Psychological Association. Ethical Principles of Psychologists and Code of Conduct [Internet]. 2016. Disponible en: <http://www.apa.org/ethics/code/>
21. Lederman L. Intercultural communication, simulation and the cognitive assimilation of experience: An exploration of the post- experience analytic process. En San Juan, Puerto Rico; 1983.
22. Fanning R, Gaba D. The Role of Debriefing in Simulation-Based Learning. *Simulation in Healthcare*. 2007;2(2):115-27.

23. Issenberg S, McGaghie W, Petrusa E. Features and uses of high-fidelity medical simulations that lead to effective learning: a BEME systematic review. *Med Teach*. 2005;27:10-28.
24. Maestre JM, Rudolph JW. Theories and styles of debriefing: the good judgment method as a tool for formative assessment in healthcare. *Rev Espanola Cardiol Engl Ed*. abril de 2015;68(4):282-5.
25. Steinwachs B. How to facilitate a debrief. *Simul Gaming*. 1992;23:186-95.
26. Petranek C. Written debriefing: The next vital step in learning with simulations. *Simul Gaming*. 2000;31(25):108-18.
27. Ruohomäki V. *Simulation Games and Learning in Production Management. Viewpoints on learning and education with simulation games*. pringer, Boston, MA: Springer; 1995.
28. Thatcher D, Robinson M. *An introduction to games and simulations in education*. Solent Simulations. 1985;
29. Stephenson LS, Gorsuch A, Hersh WR, Mohan V, Gold JA. Participation in EHR based simulation improves recognition of patient safety issues. *BMC Med Educ [Internet]*. 21 de octubre de 2014 [citado 8 de julio de 2018];14. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4287422/>
30. Lederman L. Differences that make a difference: Intercultural communication, simulation, and the debriefing process in diverse interaction. En *Kyoto, Japan*; 1991. p. 15-9.
31. Petranek C. Maturation in experiential learning: Principles of simulation and gaming. *Simul Gaming*. 1994;513-22.
32. Rudolph J, Simon R, Dufresne R. There's no such thing as "Nonjudgmental" debriefing: A theory and method for debriefing with good judgment. *Simul Healthcare*. 2006;1:49–55.
33. Dismukes R, Smith G. *Facilitation and debriefing in aviation training and operations*. Ashgate UK: Aldershot; 2000.
34. Rogers C. *Freedom to learn*. Columbus OH: Charles E. Merrill; 1969.
35. Wilford A. Integrating simulation training into the nursing curriculum. *British Journal of Nursing*. 2006;15:11.

36. Gibbs G. *Learning by Doing: A guide to Teaching and Learning methods*. London: Fell; 1988.
37. Gibbs J. Defensive communication. *J Communication*. 1961;11:141-8.
38. Savoldelli G, Naik N, Hamstra S. Barriers to the use of simulation-based education. *Can J Anesth*. 2005;52:944-50.
39. Dismukes R, Gaba D, Howard S. So many roads: facilitated debriefing in healthcare. 1. 2006;1:23-5.
40. Decker Sharon P. The Evolution of Simulation and Its Contribution to Competency. *The Journal of Continuing Education in Nursing*. 2008;39(2):74-80.
41. Levine A. Role of Simulation in US Physician Licensure and Certification. *MOUNT SINAI JOURNAL OF MEDICINE*. 2012;79:140-53.
42. Scherer L, Chang M, Meredith J. Videotape review leads to rapid and sustained learning. *Am J Surg*. 2003;185:516–520.
43. Savoldelli GL, Naik NV, Park J. Value of debriefing during simulated crisis management. *Anesthesiology*. 2006;105:279-85.
44. Beaubien J, Baker D. Post-training feedback: The relative effectiveness of team-versus instructor-led debriefs. *En Denver, CO*; 2003. p. 13-7.
45. Bond W, Dietrick L, Arnold D. Using simulation to instruct emergency medicine residents in cognitive forcing strategies. *Acad Med*. 2004;79:438-46.
46. Dieckmann P, Striker E, Rall M. Methods for formative evaluations of debriefing as a tool for feedback and improvement. *Simul Healthcare*. 2006;1:190.
47. Rudolph JW, Simon R, Reamer DB, Eppich WJ. Debriefing as formative assessment: closing performance gaps in medical education,. *Acad Emerg Med*. 2008;15(11):1010-6.
48. Kolb D. *Experiential learning: experience as the source of learning and development*. [Internet]. 2<sup>a</sup>. Upper Saddle River, New Jersey 07458: Pearson Education, Inc.; 2015. Disponible en: <http://ptgmedia.pearsoncmg.com/images/9780133892406/samplepages/9780133892406.pdf>

49. Ericsson K. Deliberate practice and the acquisition and maintenance of expert performance in medicine and related domains. *Acad Med.* 2004;79(10 Suppl):70-81.
50. Ericsson K. Deliberate practice and acquisition of expert performance: a general overview. *Acad Emerg Med.* 2008;15(11):988-94.
51. Enjoy Spanish 2015. El aprendizaje experiencial [Internet]. Disponible en: <http://www.enjoyspanishonskype.com/es/aprende-espanol-on-line/el-aprendizaje-experiencial/>
52. Carpentio L. A lifetime commitment: mandatory continuing education. *Nurs Times.* 1991;87:53-5.
53. Kaufman D, Mann K, Jennet P. Teaching and learning in medical education: how theory can inform practice. 9.<sup>a</sup> ed. Edimburgh: Association for the Study of Medical Education; 2000.
54. Stross J. Maintaining competency in advanced cardiac life support skills. *JAMA.* 1983;24:3339–3341.
55. O’Steen D, Kee C, Minick H. The retention of advanced cardiac life support knowledge among registered nurses. *J Nurs Staff Div.* 1996;12:66–72.
56. Dittmar MS, Wolf P, Bigalke M, Graf BM, Birkholz T. Primary mass casualty incident triage: evidence for the benefit of yearly brief re-training from a simulation study. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* [Internet]. 27 de abril de 2018 [citado 7 de julio de 2018];26. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5923025/>
57. Juguera Rodriguez L. La simulación como metodología de apoyo en cuidadores de personas con lesión medular. [Murcia]: UCAM. Universidad Católica de Murcia; 2016.
58. Newby J, Keast J, Adam W. Simulation of medical emergencies in dental practice: development and evaluation of an undergraduate training programme. *Australian Dental Journal.* 2010;55:399-404.
59. Rocco- Muñoz C, Silva Breuer M. Una mirada histórica de la simulación en enfermería. *ALASIC.* 2012;
60. Takai N, Yamaguchi M, Aragaki T, Eto K, Uchihashi K, Nishikawa Y. Effect of psychological stress on the salivary cortisol and amylase levels in healthy young

adults. Arch Oral Biol. diciembre de 2004;49(12):963-8.

61. Valentin B, Grottke O, Skorning M, Bergrath S, Fischermann H, Rörtgen D, et al. Cortisol and alpha-amylase as stress response indicators during pre-hospital emergency medicine training with repetitive high-fidelity simulation and scenarios with standardized patients. Scand J Trauma Resusc Emerg Med. 8 de abril de 2015;23:31.

62. Daglius Dias R, Scalabrini Neto A. Stress levels during emergency care: A comparison between reality and simulated scenarios. J Crit Care. 2016;33:8-13.

63. Bong C, Lightdale J, Fredette M. Effects of simulation versus traditional training on physiologic stress levels among clinicians: a pilot study. Simulation in Healthcare. 2010;5(5):272-8.

64. Foronda C, MacWilliams B, McArthur E. Interprofessional communication in healthcare: An integrative review. Nurse Educ Pract. julio de 2016;19:36-40.

65. Siassakos D, Fox R, Bristowe K, Angouri J, Hambly H, Robson L, et al. What makes maternity teams effective and safe? Lessons from a series of research on teamwork, leadership and team training. Acta Obstet Gynecol Scand. noviembre de 2013;92(11):1239-43.

66. Prince C, Salas E. Team situation awareness, errors and crew resources management: research integration for training guidance. [Internet]. 2000. Disponible en: <http://www.ahrq.gov/professionals/education/curriculum-tools/teamstepps/instructor/index.html>

67. Riley W, Davis S, Miller KM, Hansen H, Sweet RM. Detecting breaches in defensive barriers using in situ simulation for obstetric emergencies. Qual Saf Health Care. octubre de 2010;19 Suppl 3:i53-56.

68. Blanco C, Romero D. Lavante o cómo catalizar el desarrollo de profesionales y gestores de la salud en base a metodologías innovadoras y al uso de las nuevas tecnologías. Revista Salud.com [Internet]. 2005;1(1). Disponible en: <http://www.revistaesalud.com/index.php/revistaesalud/article/view/497/928>.

69. Maran NJ, Glavin RJ. Low- to high-fidelity simulation - a continuum of medical education? Med Educ. noviembre de 2003;37 Suppl 1:22-8.

70. Organización Panamericana de la Salud (OPS). Guía para el desarrollo de simulaciones y simulacros de emergencias y desastres. Washington, D.C.; 2010.

71. Park JO, Shin SD, Song KJ, Hong KJ, Kim J. Epidemiology of Emergency Medical Services-Assessed Mass Casualty Incidents according to Causes. *J Korean Med Sci.* marzo de 2016;31(3):449-56.
72. Andreatta PB, Maslowski E, Petty S, Shim W, Marsh M, Hall T, et al. Virtual reality triage training provides a viable solution for disaster-preparedness. *Acad Emerg Med Off J Soc Acad Emerg Med.* agosto de 2010;17(8):870-6.
73. Menchaca Anduaga M, Huerta Arroyo A, Cerdeira Varela J, Martínez Tenorio P, Anguita Leblic M, De Andrés Sánchez J, et al. Manual de Enfermería SUMMA112. Caminando hacia la excelencia en los cuidados avanzados. [Internet]. Madrid: Publica Madrid; 2014. Disponible en: <http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM017720.pdf>
74. Rodríguez Soler A, Peláez Corres M, Jimenez Guadarrama L. Manual de triaje prehospitalario. Madrid: Elsevier; 2008.
75. De la Garza Villaseñor L. Dominique Jean Larrey. La cirugía militar de la Francia revolucionaria y el Primer Imperio. *Cirujano General.* 2004;26(1):59-66.
76. Castro Delgado, Correa Arango, A, Cuartas Álvarez, Arcos González. Bases conceptuales del triaje prehospitalario en incidentes de múltiples víctimas. *Jul-Dic.* 2015;12:51-2.
77. Cuartas Alvarez T, Castro Delgado R, Arcos González P. Aplicabilidad de los sistemas de triaje prehospitalarios en los incidentes de múltiples víctimas: de la teoría a la práctica. *Emerg Rev Soc Esp Med Urgenc Emerg.* 2014;26(2):147-54.
78. Pérez Alonso N. Valoración de dispositivos wearables en servicios de emergencias sanitarias mediante simulación clínica de alta fidelidad. [Murcia]: UCAM. Universidad Católica de Murcia; 2017.
79. González Armengol J, Carricondo F, Mingorance C, Gil-Loyzaga P. Telemedicina aplicada a la atención sanitaria urgente: aspectos metodológicos y prácticos. *Emergencias.* 2009;21:287-94.
80. Benot López S, Briones Pérez de la Blanca E. Telemedicina, aplicaciones en urgencias. Sevilla Esp . 1999; [Internet]. Agencia Eval Tecnol Sanit Andal; 1999. Disponible en: [http://www.aetsa.org/download/publicaciones/antiguas/AETSA\\_P\\_1999\\_Telemed\\_urgencias.pdf](http://www.aetsa.org/download/publicaciones/antiguas/AETSA_P_1999_Telemed_urgencias.pdf)

81. Segura Melgarejo F. Mejora de la calidad de la Resucitación Cardiopulmonar en adultos mediante herramientas innovadoras. [Murcia]: UCAM. Universidad Católica de Murcia; 2018.
82. Chang A, Schyve P, Croteau R, O'Leary D, Loeb J. The JCAHO patient safety event taxonomy: a standardized terminology and classification schema for near misses and adverse events. *International Journal for Quality in Health Care*. 1 de abril de 2005;17(2):95-105.
83. Amaya Afanador, A. Simulación clínica y aprendizaje emocional. *rev.colomb.psiquiater*. 2012;41(1):44-51.
84. Bluestone J, Johnson P, Fullerton J, Carr C, Alderman J, BonTempo J. Effective in-service training design and delivery: evidence from an integrative literature review. *Hum Resour Health*. 1 de octubre de 2013;11:51.
85. Haig K, Sutton S, Whittington J. SBAR: a shared mental model for improving communication between clinicians. *Jt Comm J Qual Patient Saf*. 2006;32:167-75.
86. Nielsen P, Mann S. Team Function in obstetrics to reduce Errors and Improve Outcomes. *Obstet Gyneocl Clin N Am*. 2008;35:81-95.
87. Cornthwaite K, Edwards S, Siassakos D. Reducing risk in maternity by optimising teamwork and leadership: an evidence-based approach to save mothers and babies. *Best Pract*. Aug. 2013;27(4):571-81.
88. Levine A I, DeMaria S, D. Schwartz A, Sim AJ. *The Comprehensive Textbook of Healthcare Simulation*. New York Heidelberg Dordrecht London: Springer; 2014.
89. Cuartas Álvarez T, Castro Delgado R. Incidentes de múltiples víctimas. Actuación prehospitalaria. *Manual de Medicina de Urgencia y Emergencia*. Oviedo: Universidad de Oviedo - Hospital Universitario Central de Asturias; 2009.
90. Timbie J, Ringel J, Fox D, Pillemer F, Waxman D, Moore M. Systematic review of strategies to manage and allocate scarce resources during mass casualty events. *Ann Emerg Med*. 2013;61:677-89.
91. Fioratou E, Flin R, Glavin R, Patey R. Beyond monitoring: distributed situation awareness in anaesthesia. *Br J Anaesth*. julio de 2010;105(1):83-90.



92. Artman H. Team situation assessment and information distribution. *Ergonomics*. agosto de 2000;43(8):1111-28.
93. Dalto J, Weir C, Thomas F. Analyzing communication errors in an air medical transport service. *Air Med J*. 2013;32:129-37.
94. Abrahamsen HB. A remotely piloted aircraft system in major incident management: concept and pilot, feasibility study. *BMC Emerg Med* [Internet]. 10 de junio de 2015 [citado 7 de julio de 2018];15. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4460697/>
95. Garcia J. Terminología Aeronáutica. Aviation Terminology. Diccionario aeronáutico Inglés-Español. Madrid: Díez de Santos; 2003.
96. Real Academia Española. Diccionario de la lengua española. 23ª edición. Madrid: Espasa Libros, S. L. U; 2014.
97. Perritt H, Sprague E. Drones. *ExpressO*. 2015;17:673.
98. Grossman L. Drone home: What happens when drones return to America. 2013;181:18-25.
99. Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA). Programa Estatal de Seguridad Operacional (PESO) [Internet]. 2016. Disponible en: [http://www.seguridadaerea.gob.es/lang\\_castellano/home.aspx](http://www.seguridadaerea.gob.es/lang_castellano/home.aspx)
100. Peláez Corres M, Alonso Giménez-Bretón J, Gil Martín F, Larrea Redín A, Buzón Gutiérrez C, Castelo Tarrío I. Método SHORT. Primer triaje extrahospitalario ante múltiples víctimas. *Emergencias*. 2005;17:169-75.
101. López J, Spirko L. Simulación, herramienta para la educación médica. *Salud Uninorte*. 2007;23(1):79-95.
102. Juguera Rodriguez, Diaz Agea, JL, Pérez Lapuente, ML, Leal Costa, C, Rojo Rojo, A, Echevarría Pérez, P. La simulación clínica como herramienta pedagógica. Percepción de los alumnos de Grado en Enfermería en la UCAM (Universidad Católica San Antonio de Murcia). 33. 2014;13(1):175-90.
103. Leal Costa C, Diaz Agea J, Rojo Rojo A, Juguera Rodriguez L, López Arroyo M. Practicum y simulación clínica en el Grado de Enfermería, una experiencia de innovación docente. *REDU Rev Docencia Univ*. agosto de 2014;12(2):421-51.

104. Gaba DM. The future vision of simulation in health care. *Qual Saf Health Care*. octubre de 2004;13 Suppl 1:i2-10.
105. Ingrassia P, Colombo D, Barra F, Carengo L, Franc J, Della Corte F. Impacto de la formación en gestión médica de desastres: resultados de un estudio piloto utilizando una nueva herramienta para la simulación in vivo. *Emerg*. 2013;25(6):459-66.
106. Pardo Ríos M, Pérez Alonso N, Lasheras Velasco J, Juguera Rodríguez L, López Ayuso B, Muñoz Solera R, et al. Utilidad de los vehículos aéreos no tripulados en la búsqueda y triaje de personas en situaciones de catástrofe. *Emergencias*. 2016;28(2):113-113.
107. Escalada Roig F. Drones al servicio de los sistemas de emergencias médicas: algo más que un juguete. *Emerg*. 2016;28:73-84.
108. Luna-Villanueva E, Santos-Rodríguez M, Sierra Basto G, González-Arriaga C. Retroalimentación integral (debriefing) oral y asistida por video en simulación de reanimación cardiopulmonar avanzada: estudio piloto. *FEM (Ed impresa) [online]*. abril de 2015;18(2):139-47.
109. Jacobs L, Burns K, Kaban J, Gross R, Cortes V, Brautigam R. Development and evaluation of the advanced trauma operative management course. *J Trauma*. 2003;55(3):471-9.
110. Al Sabei S, Lasater K. Simulation debriefing for clinical judgment development: A concept analysis. *Nurse Educ Today*. 2016;45:42-7.
111. Church M. We need drones, robots, and autonomous ambulances. *BMJ [Internet]*. 2015; Disponible en: <http://www.bmj.com/content/350/bmj.h987>
112. World Health Organization. Mass casualty management systems: strategies and guidelines for building health sector capacity. En Geneva; 2007.
113. Castro Delgado R, Naves Gómez C, Cuartas Álvarez T, Arcos González P. An epidemiological approach to mass casualty incidents in the Principality of Asturias (Spain). *Scand J Trauma Resusc Emerg Med [Internet]*. 24 de febrero de 2016 [citado 29 de junio de 2018];24. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4765155/>
114. Kaddoura MA. New graduate nurses' perceptions of the effects of clinical simulation on their critical thinking, learning, and confidence. *J Contin Educ Nurs*. noviembre de 2010;41(11):506-16.

115. Karasch M, Aitchison P, Peftineo C, Peftineo L, Wang E. Physiological stress Responses of Emergency Medicine Residents During an Immersive Medical Simulation Scenario. *DM Disease a Month*. 2011;57(11):700-5.
116. Ignacio J, Dolmans D, Scherpbier A, Rethans J-J, Chan S, Liaw SY. Stress and anxiety management strategies in health professions' simulation training: a review of the literature. *BMJ Simul Technol Enhanc Learn*. 2016;2(2):42-6.
117. Fernández-Castillo A, Gutiérrez Rojas M. Atención selectiva, ansiedad y sintomatología depresiva y rendimiento académico en adolescentes. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*. 2009;17(7):49-76.
118. Oblitas L. *Psicología de la salud y calidad de vida*. Thomson. MEXICO; 2004.
119. Álvarez T, Castro Delgado R, Arcos González P. From theory to practice in the applicability of prehospital multiple-casualty incident triage systems: a systematic review. *Emergencias*. 1 de abril de 2014;26:147-54.
120. Janzen KJ, Jeske S, MacLean H, Harvey G, Nickle P, Norena L, et al. Handling Strong Emotions Before, During, and After Simulated Clinical Experiences. *Clin Simul Nurs*. 1 de febrero de 2016;12(2):37-43.
121. Granger DA, Kivlighan KT, el-Sheikh M, Gordis EB, Stroud LR. Salivary alpha-amylase in biobehavioral research: recent developments and applications. *Ann N Y Acad Sci*. marzo de 2007;1098:122-44.
122. Nater UM, Rohleder N. Salivary alpha-amylase as a non-invasive biomarker for the sympathetic nervous system: Current state of research. *Psychoneuroendocrinology*. 1 de mayo de 2009;34(4):486-96.
123. Vineetha R, Pai K-M, Vengal M, Gopalakrishna K, Narayanakurup D. Usefulness of salivary alpha amylase as a biomarker of chronic stress and stress related oral mucosal changes - a pilot study. *J Clin Exp Dent*. abril de 2014;6(2):e132-137.
124. Tecles F, Fuentes Rubio M, Tvarijonaviciute A, Martinez-Subiela S, Fatjó J, J Cerón J. Assessment of Stress Associated with an Oral Public Speech in Veterinary Students by Salivary Biomarkers. *J Vet Med Educ*. 21 de enero de 2014;41:1-7.
125. Culley J, Svendsen E. A review of the literature on the validity of mass casualty triage systems with a focus on chemical exposures. *Am J Disaster Med*. 2014;9(2):137-50.

126. Streckbein S, Kohlmann T, Luxen J, Birkholz T, Prückner S. Triage protocols for mass casualty incidents: an overview 30 years after START. *Unfallchirurg*. 2016;119(8):620-31.
127. Engert V, Efanov SI, Duchesne A, Vogel S, Corbo V, Pruessner JC. Differentiating anticipatory from reactive cortisol responses to psychosocial stress. *Psychoneuroendocrinology*. 1 de agosto de 2013;38(8):1328-37.
128. Perritt H, Eliot O, Sprague. *Drones*. 2015;17:673.
129. Jacobs LM, Burns KJ, Kaban JM,. Out-of-hospital medical direction and the intervener physician. *Ann Emerg Med*. 2016;68:399-401.

*CAPÍTULO XII:*

*APÉNDICES*

---



---

**APÉNDICE 1. COMPENDIO DE PUBLICACIONES****ARTICULO 1.**

PARDO RIOS M, PEREZ ALONSO N, LASHERAS VELASCO J, JUGUERA RODRIGUEZ L, LOPEZ AYUSO B, MUÑOZ SOLERA R, MARTINEZ RIQUELME C, NIETO FERNANDEZ-PACHECO A. UTILIDAD DE LOS VEHICULOS AEREOS NO TRIPULADOS EN LA BUSQUEDA Y TRIAJE DE PERSONAS EN SITUACIONES DE CATASTROFE. EMERGENCIAS; 2016 28:109-113.

FECHA DE PUBLICACIÓN: 2016                      REVISTA: EMERGENCIAS

DATOS INDEX. ISSN: 1137-6821    RANKING: EMERGENCY MEDICINE 03/26

FACTOR DE IMPACTO: 2895

**ARTICULO 2.**

NIETO FERNANDEZ-PACHECO A, JUGUERA RODRIGUEZ L, FERRANDINI PRICE M, GARCIA PEREZ AB, PEREZ ALONSO N, PARDO RIOS M. DRONES AT THE SERVICE FOR TRAINING ON MASS CASSUALTY INCIDENT. A SIMULATION STUDY. *Medicine* (2017) 96:26(e7159).

FECHA DE PUBLICACIÓN: JUNIO 2017                      REVISTA MEDICINE

DATOS INDEX: ISSN: 1536-5964                      RANKING: EMERGENCY MEDICINE  
56/154

IMPACT FACTOR: 2.028

**ARTICULO 3.**

NIETO FERNANDEZ-PACHECO A, CASTRO DELGADO R, ARCOS GONZALEZ P, NAVARRO FERNANDEZ JL, CERON MADRIGAL JJ, JUGUERA

RODRIGUEZ L, PEREZ ALONSO N, ARMERO BARRANCO D, LIDON LOPEZ-IBORRA M, PARDO RIOS M. ANALYSIS OF PERFORMANCE AND STRESS CAUSED BY A SIMULATION OF A MASS CASUALTY INCIDENT. NURSE EDUC TODAY; 2018 Mar;62:52-57.

FECHA DE PUBLICACIÓN: 2018

REVISTA: NURSE EDUCATION TODAY

DATOS INDEX: ISSN: 0260-6917  
10/118

RANKING: NURSING MISCELANEOUS

IMPACT FACTOR: 2.067



## APÉNDICE 2. FORMULARIO DE CESION DE ARTÍCULO PARA TESIS POR COMPENDIO



### Formulario para coautores de artículo científico:

Por el presente documento, yo D./Dña. \_\_\_\_\_ con DNI \_\_\_\_\_, declaro que renuncio al uso del artículo titulado \_\_\_\_\_ como parte de mi tesis doctoral y acepto que D. Antonio Nieto Fernández-Pacheco con DNI 48476028-D, use dicho artículo como parte de su tesis doctoral por compendio de publicaciones. Por otro lado, renuncio a solicitar el uso de manera personal para otra tesis por compendio diferente al de D. Antonio Nieto Fernández-Pacheco.

Firmado:

Murcia, 20 de Julio de 2018



## APENDICE 3

Emergencias 2016;28:109-113

### ORIGINAL

## Utilidad de los vehículos aéreos no tripulados en la búsqueda y triaje de personas en situaciones de catástrofe

Manuel Pardo Ríos<sup>1,2</sup>, Nuria Pérez Alonso<sup>1,2</sup>, Joaquín Lasheras Velasco<sup>3,4</sup>, Laura Juguera Rodríguez<sup>1,2</sup>, Belén López Ayuso<sup>5</sup>, Rubén Muñoz Solera<sup>5</sup>, Carolina Martínez Riquelme<sup>6</sup>, Antonio Nieto Fernández-Pacheco<sup>1,2</sup>

**Objetivo.** Analizar la influencia del uso de un dron con cámara térmica en la localización y triaje de las víctimas en una situación de catástrofe.

**Método.** Se ha llevado a cabo un estudio analítico, experimental, prospectivo y transversal, donde se realizaron 6 simulacros de búsqueda de víctimas y triaje (cada uno de ellos con 25 víctimas). De manera aleatoria se hicieron dos grupos: Grupo Control (GC) y Grupo Dron (GD). Los profesionales del GD pudieron disponer de las imágenes de la cámara térmica instalada en un dron 10 minutos antes de comenzar el ejercicio.

**Resultados.** La distancia media recorrida por el GC fue de 1091,11 (DE: 146,41) metros, significativamente mayor ( $p = 0,0031$ ) que la del GD 920 (DE: 71,93) metros. El porcentaje medio de víctimas encontradas por cada uno de los profesionales del GC fue del 66,7%, significativamente menor ( $p = 0,0001$ ) que las encontradas por cada uno de los profesionales del GD, que ascendió al 92%. En la calidad del triaje (infra y supratriage), apertura de la vía aérea y control de hemorragias no se encontraron diferencias entre los dos grupos analizados.

**Conclusión.** El uso de drones con cámaras térmicas, en condiciones experimentales, es útil en la búsqueda y localización de víctimas en catástrofes, aunque no tiene impacto sobre la calidad del triaje realizado por los profesionales participantes en el estudio.

**Palabras clave:** Vehículos aéreos no tripulados (VANT). Dron. Catástrofe. Triage. Prehospitalario.

### Unmanned aerial vehicles: usefulness for victim searches and triage in disasters

**Objective.** To analyze the influence of drones equipped with thermal cameras for finding victims and aiding triage during disasters.

**Methods.** We carried out a prospective, cross-sectional analysis and 6 experimental simulations, each with 25 victims to locate and triage. Nurses were randomized to a control group or a drone group. Drone-group nurses were given access to images from the thermal cameras 10 minutes before the exercise started.

**Results.** The mean (SD) distance the nurses searched in the control group (1091.11 [146.41] m) was significantly greater than the distance searched by nurses in the drone group (920 [71.93] m ( $P = .0031$ )). The control group found a mean of 66.7% of the victims, a significantly smaller percentage than the drone group's mean of 92% ( $P = .0001$ ). Triage quality (undertriage and overtriage) was similar in the 2 groups as shown by maneuvers undertaken to open airways and control bleeding.

**Conclusion.** Drones with thermal cameras were useful in searching for victims of simulated disasters in this study, although they had no impact on the quality of the nurses' triage.

**Keywords:** Unmanned aerial vehicles (UAVs). Drones. Disasters. Triage. Prehospital emergency care.

### Introducción

El objetivo inmediato en la atención sanitaria prehospitalaria en los accidentes con múltiples víctimas (AMV) o catástrofes es localizar a los pacientes, priorizarlos, estabilizarlos y trasladarlos<sup>1</sup>. Habitualmente se utiliza en los entornos operativos (centros coordinadores o reguladores) el término "evaluación de la situación". Este proceso consiste en construir una imagen de lo sucedido para poder dar una adecuada respuesta de organización y recursos<sup>2,3</sup>. La comunicación en este tipo de situaciones puede ser muy complicada (debido a los múltiples entornos donde pueden darse los incidentes) y, en ocasiones,

pueden haber errores o ambigüedades en la transmisión de la información o en la interpretación de información esencial para la toma de decisiones<sup>3,4</sup>.

Los vehículos aéreos no tripulados (VANT) pueden ser de gran utilidad para los centros de coordinación médica y para los equipos de rescate aportando información visual complementaria<sup>5</sup>. El término VANT proviene del término anglosajón *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV)<sup>6</sup>. La Real Academia Española recoge en la 23ª edición del Diccionario de Lengua Española<sup>8</sup> el término dron para denominar a los VANT.

Los drones están abriendo nuevas posibilidades de tener menor tipo de restricciones, ya que históricamen-

**Filiación de los autores:**  
<sup>1</sup>Cerencia de Urgencias y Emergencias 061 de la Región de Murcia, España.  
<sup>2</sup>Facultad de Enfermería y/o del Máster Oficial de Enfermería de Urgencias, Emergencias y Cuidados Especiales de la Universidad Católica de Murcia (UCAM), 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>Ingeniería Informática de la Universidad Católica de Murcia (UCAM), España.  
<sup>5</sup>Ingeniería Informática, Experto en Tecnología Wearable y aplicaciones informáticas para la salud.  
<sup>6</sup>Doctora en Matemáticas, Experta en Estadística.

**Autor para correspondencia:**  
 Manuel Pardo Ríos  
 Facultad de Enfermería  
 Universidad Católica de Murcia  
 Campus de los Jerónimos, nº 135  
 30107 Guadalupe, Murcia, España

Correo electrónico:  
 mpardo@ucam.edu

**Información del artículo:**  
 Recibido: 28-9-2015  
 Aceptado: 7-11-2015  
 Online: 25-2-2016

te las aeronaves tenían que ser de mayor tamaño, peso y potencia<sup>8</sup>. Las líneas de trabajo actuales están dirigidas a hacer más seguro el uso de drones, visión continua del dron y/o transmisión de información (posición GPS, transmisión de video, etc.) para que el operador de drones (OD) tenga información similar a la que un piloto dispone en la cabina de una aeronave.

La mayor parte de la literatura científica en el ámbito de las catástrofes se centra en los sistemas de *triaje* (calidad, seguridad, sencillez y aplicabilidad). En este estudio se abordan también aspectos novedosos como la localización de las víctimas, transmisión de video a través del dron y cámaras térmicas para localizar a las víctimas.

El objetivo de este estudio es analizar la influencia del uso de drones con cámaras térmicas en la localización y *triaje* de las víctimas en un accidente con múltiples víctimas (AMV) o catástrofe, considerando como hipótesis de trabajo el hecho de que tener la vista aérea del dron puede ayudar a localizar antes a las víctimas, recorriendo menos distancia y evitando un aumento de la fatiga de los profesionales que pudiera influir en la calidad del *triaje*.

## Método

Se ha llevado a cabo un estudio analítico, experimental, prospectivo y transversal, donde se realizaron seis simulacros de búsqueda de víctimas y *triaje* con el sistema *Simple Triage and Rapid Treatment* (START). Todos los simulacros tuvieron el mismo número de víctimas (25), cada uno con la tarjeta con la información necesaria para realizar el *triaje*. Las categorías de *triaje* de las víctimas eran: 5 verdes, 4 amarillos, 15 rojas y 1 negra. Se estableció que la maniobra de apertura de la vía aérea debía de realizarse en el 32% (8/25) de los casos y la maniobra de compresión de hemorragias en el 16% (4/25) de los casos.

A cada profesional se le colocó un reloj que incorpora un módulo GPS (Sistema de Posicionamiento Global), modelo Garmin Forerunner 225<sup>®</sup>. Cada equipo disponía de 15 minutos para la realización de la búsqueda y del *triaje* de los pacientes. Cada uno de los profesionales fue evaluado por un experto que anotaba el número de la tarjeta del paciente, el *triaje* señalado y las maniobras realizadas (apertura de la vía aérea y compresión de hemorragias).

Los profesionales escogidos fueron enfermeros del Máster de Enfermería de Urgencias, Emergencias y Cuidados Especiales del curso académico 2014-2015. Los alumnos se agruparon en seis equipos. A cada uno de los alumnos se le realizó una evaluación teórica previa a la realización del simulacro.

De manera aleatoria se seleccionaron a los equipos en dos grupos distintos: Grupo Control (GC) y Grupo Dron (GD). Los tres equipos del GC disponían de 10 minutos previos al simulacro para organizarse con la información y normas que recibieron. Los tres equipos del GD dispusieron igualmente de 10 minutos para organi-

zarse con la información y normas que recibieron y, además, pudieron recibir las imágenes y posición del dron. Ninguno de los equipos tuvo acceso a ver la zona donde se realizaron los simulacros. Como el piloto del dron era todas las veces el mismo, se crearon tres patrones distintos de posicionamiento de víctimas que fueron repetidos exactamente para los tres equipos del GC.

Todos los participantes del estudio firmaron un consentimiento informado. El estudio fue aprobado por el Comité Ético de Investigación Clínica (CEIC) de la Universidad Católica de Murcia (UCAM), y se siguieron todas las consideraciones éticas y derechos de los voluntarios.

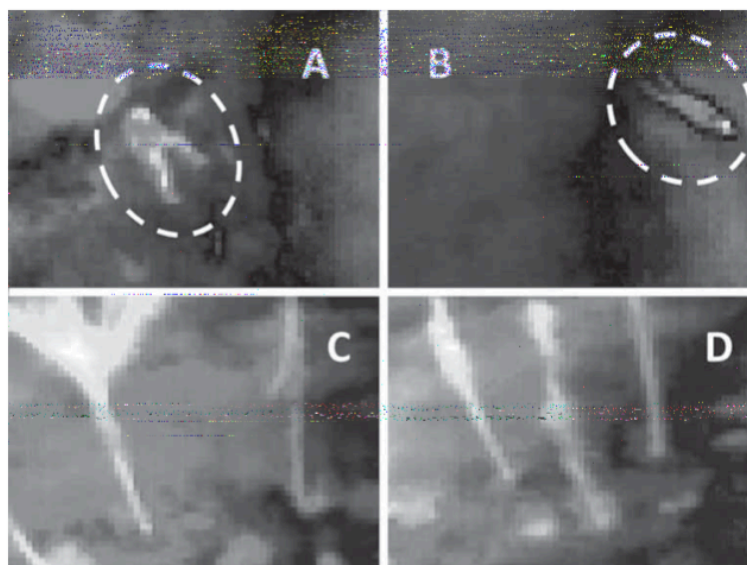
El tipo de dron utilizado fue el modelo Phantom 2<sup>®</sup> (DJI Inc., Shenzhen, China) con control remoto desde el mando y mediante Data Link (estación en tierra donde podemos controlar la posición por GPS y coordenadas). La cámara instalada es el modelo Lepton<sup>®</sup> (FLIR Systems Inc., Oregón, EE.UU.) con capacidad de visión térmica. Esta cámara infrarroja de onda larga (LWIR) captura la entrada de radiación infrarroja en su banda de longitud de onda de respuesta nominal (de 8 a 14 micras) y emite una imagen térmica uniforme. La temperatura ambiental fue de 17,0°C, 16°C y 15,5°C para los simulacros 1, 3 y 5, respectivamente (que fueron en los que se utilizó el dron).

La transmisión de video desde el dron se hizo a través de un transmisor de radio acoplado modelo Inmersión Rc<sup>®</sup> de 5,8 Ghz y una intensidad de 600 mw. Tanto el receptor como el emisor utilizaron antenas omnidireccionales Sircana<sup>®</sup>. Para el equipo de tierra, se utilizó un monitor de 9" acoplado a un microordenador Raspberry Pi con sistema operativo Linux, el cual incorpora un receptor de la marca InmersiónRc<sup>®</sup>. Para la estación de tierra, se dispuso un ordenador portátil con sistema operativo Windows con procesador Intel Core i5 ejecutando el software genérico de la marca DJI Datalink<sup>®</sup> para controlar el dron en coordenadas GPS.

Los simulacros se hicieron en un recinto privado de acceso restringido. La altura media del vuelo osciló entre los 15 y 20 metros sobre el suelo, no superando los límites legales (120 metros) impuestos por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA). El tiempo del vuelo de inspección fue de 10 minutos para cada uno de los 3 simulacros en el que se disponía de él. El piloto del dron dispone de la certificación de AESA para este tipo de vuelos y además había otro profesional en el manejo de las comunicaciones como apoyo.

Las variables analizadas fueron: evaluación teórica previa, experiencia en el sector de urgencias y emergencias, índice de masa corporal (IMC), actividad física semanal, distancia recorrida, víctimas encontradas, víctimas bien priorizadas, víctimas a las que se les practica la maniobra de apertura de la vía aérea y víctimas a las que se les practica la maniobra de compresión de hemorragias.

Los datos son expuestos, a continuación, mediante frecuencias, medias y las desviaciones estándar (DE). Para la comparación de los resultados entre los dos grupos del estudio se utilizó el test de rangos de Wilcoxon (W)



**Figura 1.** Fotografías de la cámara térmica transmitidas desde el dron: A y B imágenes de víctimas localizadas, y C y D imágenes de la vegetación (palmeras).

para aquellos casos en los que no existía normalidad en los datos, y el test de la t de Student (t) para aquellos en los que sí existía. En el caso del número de víctimas encontradas, víctimas bien priorizadas, víctimas a las que se les practicó la maniobra de apertura de la vía aérea y víctimas a las que se les realizó la maniobra de compresión de hemorragias, puesto que son variables nominales, se aplicó el test ji al cuadrado con la corrección de Yates. Todos los resultados estadísticos han sido obtenidos mediante el paquete estadístico R<sup>®</sup>.

**Resultados**

La nota media obtenida en la evaluación de conocimientos teóricos sobre *triaje* y catástrofes fue de 8,11 (DE: 0,86): 8,22 (DE: 0,93) para el GC y de 8,00 (DE: 0,82) para el GD (p = 0,581). La experiencia media en urgencias y emergencias es de 17,72 (DE: 7,70) meses: 16,55 (DE: 13,01) meses para el GC y 18,88 (DE: 7,44) meses para el GD (p = 1). La media de horas de actividad física a la semana fue de 4 (DE: 2) horas: 4 (DE: 2) para el GC y 4 (DE: 3) para el GD (p = 0,719). El IMC medio determinado fue de 21,46 (DE: 2,37): 21,05 (DE: 2,49) para el GC y 21,88 (DE: 2,30) para el GD (p = 0,471).

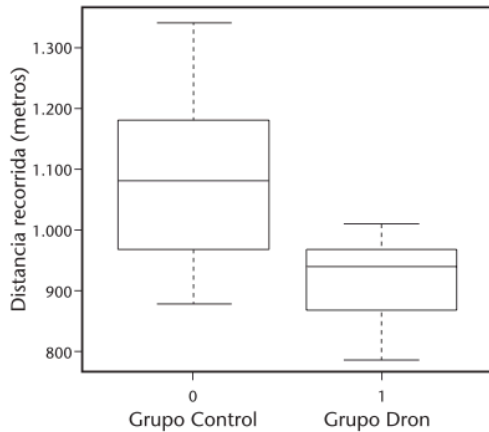
Las imágenes de la cámara instalada en el dron (Figura 1) permitieron que los profesionales del GD pudieran identificar posibles víctimas y su localización. La vegetación presente en el lugar del simulacro, palmeras principalmente, también emitió un cierto nivel de calor

que fue recogida por la cámara térmica, lo cual entorpecía la búsqueda de pacientes.

En relación con la búsqueda de las víctimas, la distancia media recorrida fue de 1.005,56 (DE: 142,38) metros para cada uno de los profesionales del simulacro: 1.091,11 (DE: 146,41) para el GC y 920 (DE: 71,93) para el GD (p = 0,0031) (Figura 2). El porcentaje medio de víctimas encontradas fue del 79,3% (119/150) por cada uno de los profesionales: 66,7% (50/75) para el GC y 92% (69/75) para el GD (p = 0,0001) (Figura 3). En relación a la valoración de la calidad en el *triaje* se encontró que el porcentaje medio de víctimas bien triadas fue del 90,75% (108/119) por cada uno de los profesionales: 94% (47/50) para el GC y 88,4% (61/69) para el GD (p = 0,4719). La maniobra de apertura de la vía aérea se hizo en el 70,8% (34/48) de las víctimas para las que era necesaria: 62,5% (15/24) para el GC y 79,2% (19/24) para el GD (p = 0,3408). No hubo ninguna maniobra de apertura de la vía aérea en pacientes que no la necesitaran. La maniobra de compresión de hemorragias se hizo en el 25% (6/24) de las víctimas, para las que era necesaria: 41,66% (5/12) para el GC y 8,3% (1/12) para el GD (p = 0,1573). No hubo ninguna maniobra de compresión de hemorragias en pacientes que no la necesitaran.

**Discusión**

La aviación militar lleva utilizando muchos años las imágenes aéreas y la teledetección para tareas de reco-

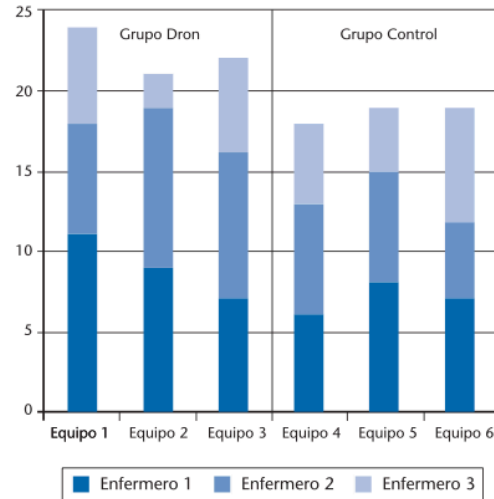


**Figura 2.** Diagrama de caja de la distancia recorrida por los profesionales del Grupo Control y el Grupo Dron.

nocimiento, evaluación y vigilancia de áreas remotas<sup>10,11</sup>. La popularidad y crecimiento del número de drones en España ha obligado a que AESA tuviera que legislar y emitir una serie de recomendaciones de uso y ciertas normas de seguridad<sup>12</sup>. Hasta el momento, los drones se habían utilizado únicamente en la aviación militar. La reducción de su coste ha propiciado una revolución en la aviación civil con la aparición de los microdrones con capacidad de obtener fotografías, videos y hasta de instalar pequeños sensores y dispositivos<sup>9</sup>.

Las imágenes obtenidas por el dron muestran siluetas de los objetos con distinta temperatura. Sin embargo, tras el estudio, hemos determinado que se debe tener en cuenta que la vegetación emite calor que en muchas ocasiones puede entorpecer la búsqueda de siluetas que puedan ser compatibles con una víctima. Es por ello que el empleo de cámaras térmicas de mayor sensibilidad o la búsqueda de víctimas en entornos sin vegetación pueden mejorar la calidad de las imágenes obtenidas y, por lo tanto, aumentar la certeza en la determinación de qué siluetas se corresponden realmente con víctimas. El uso de cámaras térmicas podría resultar muy útil también en búsquedas nocturnas o de baja visibilidad (p.ej. en situaciones con niebla).

A la vista de nuestros resultados, el dron resultó útil en la búsqueda y localización de las víctimas. Los profesionales del GC recorrieron más distancia que los profesionales del GD. Asimismo, los profesionales del GC encontraron a menos víctimas que los profesionales del GD (66,7% frente a un 92,0%). Parte de la hipótesis de trabajo inicial era que mayores distancias recorridas podrían generar mayor fatiga y, por lo tanto, un número mayor de errores en el *triaje* (tanto de *infratriaje* como de *supratríaje*). A la vista de nuestros resultados, la mayor distancia recorrida no ha tenido un impacto en la calidad del *triaje*. Aun así, creemos que la rapidez en la atención a las víctimas puede mejorar su pronóstico.



**Figura 3.** Resultados de las víctimas encontradas para cada uno de los grupos.

Para la realización de este estudio se decidió tomar el sistema de *triaje* START, al ser uno de los sistemas más habitualmente utilizados por la mayor parte de la literatura según una revisión de Cuartas *et al.*<sup>13</sup> de 2014 sobre la aplicabilidad de los distintos sistemas existentes. En nuestro estudio concluimos que la calidad del *triaje* no tuvo relación con la presencia o ausencia del dron, ya que los resultados muestran un correcto *triaje* en el 90,7% de las víctimas. Sobre los errores cometidos en el *triaje*, el número de pacientes sobre el que se ha hecho *supratríaje* es mayor que el número de pacientes con *infratriaje* (12 casos frente a 3 casos). Lo dicho anteriormente sigue la línea de lo recogido por la mayor parte de publicaciones al respecto, indican una cierta tendencia a sobrevalorar la situación del paciente<sup>14</sup>.

Los resultados obtenidos en nuestro trabajo sobre la maniobra de compresión de hemorragias son significativamente bajos (25%), aun habiendo recibido los participantes las indicaciones para realizarla, así como el material necesario. De hecho, para recrear el sangrado activo arterial se usó un sistema de bomba manual que activaba la víctima. Por otro lado, la maniobra de apertura de la vía aérea sí que fue realizada en un número importante de casos (70,8%). Una posible explicación a esta diferencia entre técnicas es la mayor dificultad y, por lo tanto, un mayor tiempo necesario para la realización de una compresión de hemorragias. Esto, unido a que los profesionales se centraban principalmente en la búsqueda y clasificación de víctimas, quizás provocara que no se hicieran las maniobras necesarias sobre cada víctima.

Por la mayor capacidad de vuelo autónomo y las mejoras en las características tanto técnicas como operativas, se podrán proporcionar nuevos tipos de misiones para los drones, pudiendo ser una importante ayu-

APENDICE 4



Observational Study

OPEN

# Drones at the service for training on mass casualty incident

## A simulation study

Antonio Nieto Fernandez-Pacheco, MD<sup>a</sup>, Laura Juguera Rodriguez, PhD<sup>b</sup>, Mariana Ferrandini Price, MPhil<sup>c</sup>, Ana Belen Garcia Perez, MPhil<sup>d</sup>, Nuria Perez Alonso, PhD<sup>b</sup>, Manuel Pardo Rios, PhD<sup>b,\*</sup>

**Abstract**

Mass casualty incidents (MCI) are characterized by a large number of victims with respect to the resources available. In this study, we aimed to analyze the changes produced in the self-perception of students who were able to visualize aerial views of a simulation of a MCI. A simulation study, mixed method, was performed to compare the results from an ad hoc questionnaire. The 35 students from the Emergency Nursing Master from the UCAM completed a questionnaire before and after watching an MCI video with 40 victims in which they had participated. The main variable measured was the change in self-perception (CSP). The CSP occurred in 80% (28/35) of the students ( $P=.001$ ). Students improved their individual ( $P=.001$ ) and group ( $P=.006$ ) scores. They also described that their personal performance had better results than the group performance ( $P=.047$ ). The main conclusion of this study is that drones could lead to CSP and appraisal of the MCI simulation participants.

**Abbreviations:** A = after, B = before, CS = clinical simulations, CSP = change of self-perception, EMS = emergency medical services, GAV = group assessment variable, IAV = individual assessment variable, MCI = mass casualty incident.

**Keywords:** clinical simulation, mass casualty incident, training

### 1. Introduction

Clinical simulations (CS) have been used in health (medical) sciences training in the past, with a significant increase of its use in the past few years. CS have been shown to be useful, as they allow participants to be trained and get experience of critical situations that they may face later in their professional lives.<sup>[1]</sup>

CS can be divided into 3 phases<sup>[2]</sup>: preparation or briefing; simulation, where real medical assistance situations are recreated; and posterior analysis or debriefing, where images recorded during the scenario can be viewed. This last phase allows for

reflecting on and analyzing the events that have occurred in order to evaluate the results, perceptions and self-evaluation.

Special cases of CS are the mass casualty incidents (MCI). These types of CS are characterized by having a large number of victims as compared to the resources available, and they are generally conducted outdoors. In 2012, Ingrassia et al<sup>[3]</sup> showed a greater efficiency of professional emergency medical services (EMS) workers, who were classified as trained in the management and the decision-making during a MCI.<sup>[3]</sup> CS are therefore one of the best mediums for learning about these not-so-common situations.

Until now, the videos for the debriefing phase of the MCI were created with the use of fixed cameras or cameras that were moved around within the exercise area. The current state of development of drones has brought new resources, and these new devices have already shown their usefulness in the search for victims within a MCI simulation.<sup>[4]</sup> In 2016, Escalada Roig<sup>[5]</sup> even attested that drones “could become the eyes of our medical coordination centers, which are currently blind.”<sup>[5]</sup>

The hypothesis of this work is that the images and videos obtained with the use of drones are useful in training, and therefore improve the student’s learning. The objective of this study was to analyze the changes produced in the self-perception and scoring of a group of students who watched aerial views of a MCI simulation after taking part in it.

### 2. Materials and methods

A medical simulation study uses a mixed method (QUAN-qual) in order to measure the changes produced in the debriefing phase after viewing a MCI simulation video recorded through the use of a camera system installed in drones (Fig. 1). The research project was approved by the Committee of Ethics from the Catholic University of Murcia (UCAM) and the Emergency Care

Editor: Baltasar Sánchez.

This work and these data have not been previously published anywhere.

Funding: This work was funded by the “Support for the Implementation of Teaching Innovation Projects” from the Catholic University of Murcia (UCAM), with the title “Recording of simulations through the use of drones for the improvement in debriefing,” with the project number PMAFI-ID-09/15.

The authors have no conflict of interest to disclose.

Supplemental Digital Content is available for this article.

<sup>a</sup> Health Sciences, Catholic University of Murcia (UCAM) and Medical Doctor at the Emergency Services, Murcia, Spain, <sup>b</sup> Faculty of Nursing, <sup>c</sup> Health Sciences, Catholic University of Murcia (UCAM) and Nurse at the Emergency Services, Murcia, Spain, <sup>d</sup> Emergency Masters in Nursing, Murcia QUIRON Hospital.

\* Correspondence: Manuel Pardo Rios, Faculty of Nursing, Catholic University of Murcia (UCAM), Murcia, Spain (e-mail: mpardo@ucam.edu).

Copyright © 2017 the Author(s). Published by Wolters Kluwer Health, Inc. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution-No Derivatives License 4.0, which allows for redistribution, commercial and non-commercial, as long as it is passed along unchanged and in whole, with credit to the author.

Medicine (2017) 96:26(e7159)

Received: 5 April 2017 / Received in final form: 15 May 2017 / Accepted: 18 May 2017

<http://dx.doi.org/10.1097/MD.00000000000007159>

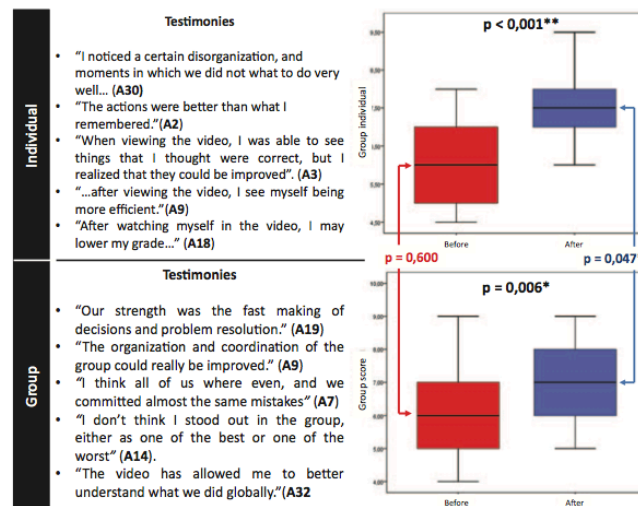


Figure 2. Testimonies and results obtained in the assessment before (red color) and after (blue color) the viewing of the video.

with a nonsignificant increase of 7% ( $P=.992$ ). The weaknesses-B obtained a total of 49 descriptions (mode=1) and the weaknesses-A obtained a total of 52 descriptions (mode=1) with a nonsignificant increase of 6% in the number of weaknesses ( $P=.698$ ).

#### 4. Discussion

The American College of Emergency Physicians believes that at the scene of a medical emergency, the person responsible should be the individual present who is the most appropriately trained and knowledgeable in providing out-of-hospital emergency care and transport.<sup>[7]</sup> At that time, the changes in self-perception in the management of an MCI had not been registered. In this study, we were able to determine that 80% of the students modified their perception after viewing the video, granting a higher score to their own actions as compared to that of the group. At present, we do not have data or studies to compare the results obtained through the use of terrestrial videos compared to aerial videos. On the other hand, our results were similar to those obtained through the use of normal (terrestrial) videos for self-assessment in other areas of study such as in an advanced trauma support course.<sup>[8]</sup> This new use of drones for teaching has allowed the students to remember events or situations that were forgotten or ignored.

The number of behaviors and moments that the students were able to describe increased, but the rest of the variables (thoughts, feelings, strengths, and weaknesses) did not change significantly. Paradoxically, the quantitative analysis of the discourses did lead to changes in all the study variables. The cognitive, affective, and psychomotor performances were evaluated in the debriefing phase of the CS.<sup>[9]</sup> In this case, the use of a mixed methodology allowed us to measure changes in all the debriefing phases.

The use of drones allows the trainers to not only obtain aerial views, but also images of the MCI by placing cameras located

strategically in the scene or cameras carried by some of the health professionals or students involved in the simulation. This option could be simpler and more economical. However, our study has shown that drones are a great resource for the training and preparing of EMS workers, in agreement with other research studies that have described their usefulness in MCI research<sup>[4]</sup> or for the emergency coordination centers.<sup>[5]</sup>

The main limitation of this study was the sample size, which was relatively low, and also, in specific sections of the video, not all the students were shown, and this could limit their ability to self-evaluate. This could be solved in future studies through the use of autonomous navigation systems and/or following the subject (*follow me* drone technology). Also, joint navigation systems or "drone swarm" systems could contribute with interesting technical solutions for these types of situations and simulations. Communication collapse is a major challenge during disasters,<sup>[10]</sup> which could be solved by using drones that transmit images of the impact zone. The main conclusion of this study is that drones can lead to changes in the self-perception and appraisal of MCI simulation participants. An improvement was produced in an individual's self-assessment, and these results were better than the group assessments. The technical benefits of the use of drones are more evident in open-air situations with a multitude of victims and large open spaces.

#### References

- [1] Juguera Rodríguez L, Díaz Agea JL, Pérez Lapuente M, et al. La simulación clínica como herramienta pedagógica: percepción de los alumnos de Grado en Enfermería en la UCAM (Universidad Católica San Antonio de Murcia). *Enferm Glob* 2014;13:175-90.
- [2] Gaba DM. The future vision of simulation in health care. *Qual Saf Health Care* 2004;13(suppl 1):i2-10.
- [3] Ingrassia PL, Colombo D, Barra FL, et al. Impacto de la formación en gestión médica de desastres: resultados de un estudio piloto utilizando





Figure 1. Picture of the drone during the recording of the mass casualty incident.

Management 061 from the Region of Murcia (GUERM-061). All participants participated voluntarily, signing a consent form. The sample comprised 35 students enrolled in the Emergency Nursing Master's Degree at the UCAM in academic year 2015 to 2016.

**2.1. Study procedure**

The objective of the professional workers was to: perform a search for 40 victims, perform triage (using the START system), to stabilize, and to sector the patients. Once the simulation ended, all the participants had to complete a self-administered questionnaire that was created ad hoc for this exercise. It contained open- and close-ended questions, and the participants had to rate the questions from 1 to 10. The questionnaire aimed to explore the main tendencies of the experiences lived during the simulation. Therefore, it was conducted according to the model proposed by Albert Ellis;<sup>16</sup> the participants were asked to describe the event (moments, behaviors, thoughts, feelings, strengths, and weaknesses), and the number of descriptions were tabulated for the further statistical analysis. The participants were also asked about their "safety pillars" divided into their "safe zone" (before the CS) and the one in which they felt "safe" (after the CS). A week after, a debriefing was conducted with the screening of the exercise's recording (Video 1, <http://links.lww.com/MD/B775>), after which the participants proceeded to finish completing the questionnaire.

**2.2. Analysis of the results**

The qualitative study of the answers was conducted by 2 instructors from the medical simulation (MPR and LJR), through the system proposed by Mayer and Quellet,<sup>11</sup> granting each student a number to maintain confidentiality. The main variable of the study was the change of self-perception (CSP). Also, the following variables were calculated: age, experience in emergency services, gender, individual assessment variable (IAV), group assessment variable (GAV), moments, behavior, thoughts,

feelings, strengths, and weaknesses. All the variables were measured before (B) and after (A) the viewing of the video. The data analysis was conducted with the SPSS Version 21.0 program, with a basic analysis of the mean, standard deviation, percentage, sum, and mode. The normality tests were conducted with the Shapiro-Wilk test and the comparison between before and after the viewing of the video was conducted through a matched pairs Student's *t*-test for continuous variables, and the  $\chi^2$  test for nominal variables. The data were considered significant with a confidence interval of 95% ( $P < .05$ ).

**3. Results**

The average age of the participants was  $29 \pm 5$  years, with an average experience in emergency services of  $15 \pm 8$  months, and a gender distribution of 57% women and 43% men. The main variable of our study, CSP, was found in 80% (28/35) of the students ( $P = .000$ ). Figure 2 shows the testimonies and results of IAV and GAV, showing that the students improved their perception of their individual ( $P = .001$ ) and group ( $P = .006$ ) scores. Also, the students determined that their personal actions obtained better results as compared to the average group actions ( $P = .047$ ). The qualitative analysis according to variable showed important changes in all the categories.

The moments-B obtained a total of 185 descriptions (mode=5) and the moments-A obtained a total of 259 descriptions (mode=6), with a significant increase of 40% ( $P = .033$ ). The behavior-B obtained a total of 202 descriptions (mode=5) and the behavior-A obtained a total of 231 descriptions (mode=6), with a significant increase of 14% ( $P = .031$ ). The thoughts-B obtained a number of 226 descriptions (mode=4) and the thoughts-A obtained a total of 250 descriptions, with a nonsignificant increase of 10% ( $P = .956$ ). The feelings-B obtained a total of 271 descriptions (mode=4) and the feelings-A obtained a total of 287 descriptions (mode=4), with a nonsignificant increase ( $P = .819$ ).

The strengths-B obtained a total of 75 descriptions (mode=1) and the strengths-A obtained a total of 80 descriptions (mode=1),

- una nueva herramienta para la simulación in vivo. *Emergencias* 2013; 25:459-66.
- [4] Pardo Ríos M, Pérez Alonso N, Lasheras Velasco J, et al. Utilidad de los vehículos aéreos no tripulados en la búsqueda y triaje de personas en situaciones de catástrofe. *Emergencias* 2016;28:109-13.
- [5] Escalada Roig FJ. Drones al servicio de los sistemas de emergencias médicas: algo más que un juguete. *Emergencias* 2016;28:73-4.
- [6] Ellis A, Grieger R. *Handbook of Rational-emotive Therapy*. Springer, New York:1986.
- [7] Jacobs LM, Burns KJ, Kaban JM, et al. Out-of-hospital medical direction and the intervener physician. *Ann Emerg Med* 2016;68:399-401.
- [8] Jacobs LM, Burns KJ, Kaban JM, et al. Development and evaluation of the advanced trauma operative management course. *J Trauma* 2003;55:471-9.
- [9] Al Sabei SD, Lasater K. Simulation debriefing for clinical judgment development: a concept analysis. *Nurse Educ Today* 2016;45:42-7.
- [10] Djalali A, Della Corte F, Segond F, et al. TIER competency-based training course for the first receivers of CBRN casualties: a European perspective. *Eur J Emerg Med Off J Eur Soc Emerg Med* 2016.

APENDICE 5

Nurse Education Today 62 (2018) 52–57



Contents lists available at ScienceDirect

Nurse Education Today

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/nedt](http://www.elsevier.com/locate/nedt)



Analysis of performance and stress caused by a simulation of a mass casualty incident



Antonio Nieto Fernández-Pacheco<sup>a,f</sup>, Rafael Castro Delgado<sup>b</sup>, Pedro Arcos González<sup>b</sup>, José Luis Navarro Fernández<sup>c</sup>, José Joaquín Cerón Madrigal<sup>d</sup>, Laura Juguera Rodríguez<sup>a,c</sup>, Nuria Perez Alonso<sup>a,f</sup>, David Armero-Barranco<sup>e</sup>, María Lidon López Iborra<sup>e</sup>, Escribano Tortosa Damian<sup>g</sup>, Manuel Pardo Rios<sup>a,f,\*</sup>

<sup>a</sup> Faculty of Nursing of the Catholic University of Murcia (UCAM), Spain

<sup>b</sup> SAMU Asturias. Servicio de Salud del Principado de Asturias, University of Oviedo, Emergency and Disaster Unit, Spain

<sup>c</sup> University Clinical Hospital of Murcia (HUV), Spain

<sup>d</sup> Interdisciplinary Laboratory at University of Murcia (UM), Spain

<sup>e</sup> Faculty of Nursing at University of Murcia (UM), Spain

<sup>f</sup> Emergency Services 061 (112) of Murcia, Spain

<sup>g</sup> Department of Food and Animal Science, School of Veterinary Medicine, Universitat Autònoma de Barcelona, Spain

ARTICLE INFO

Keywords:

Emergency medical services  
Stress  
Mass casualty incident  
Simulation  
Training

ABSTRACT

**Objective:** To determine the stress that is potentially produced in professional health workers due to a mass casualty incident (MCI) simulated exercise, and its relation to prior academic training and the role played in the simulation.

**Methods:** Observational study of stress in a MCI. For this work, two MCI drills comprised of 40 victims each were conducted. Two randomized groups of 36 students each were created: Master's Students Group (MSG) and Undergraduate Student Group (USG). The role performed by each student (triage or sectorization) was assessed. The stress level was determined by prior and subsequent measurements of alpha-amylase (αA), HR, SBP and DBP.

**Results:** The percentage of victims that were correctly triaged was 88.6%, 91.84% for MSG and 83.76% for the USG ( $p = 0.004$ ). The basal αA was  $97,107.50 \pm 72,182.67$  IU/L and the subsequent αA was  $136,195.55 \pm 90,176.46 \pm$  IU/L ( $p < 0.001$ ). The baseline HR was  $78.74 \pm 14.92$  beats/min and the subsequent HR was  $95.65 \pm 23.59$  beats/min ( $p = 0.000$ ). We found significant differences in the αA between students who performed the triage and those who performed sectorization but there were no differences between undergraduate and Masters' students.

**Conclusion:** Conducting a simulated exercise caused stress in personnel involved in the MCI, with a greater impact on participants who performed triage, although it was not influenced by their prior academic level. The stress level in our case did not affect or determine the performance of acquired skills.

1. Introduction

Mass casualty incidents (MCI) are defined by the World Health Organization (WHO) as “events which generate more patients at one time than locally available resources can manage using routine procedures” (World Health Organization, 2007). Although these types of events are more frequently than believed (Castro Delgado et al., 2016), a health professional has to use their knowledge and practical skills

under a high-pressure situation in order to provide the correct health care (Cuartas Álvarez and Castro Delgado, 2009). Among the main processes to consider, we find triage, defined as “classification of patients into different categories according to their severity and prognosis in order to determine their priority for care and evacuation” (Castro Delgado et al., 2015).

Training of health professionals not only requires the transmission of knowledge and skills, but their training has to be conducted in

\* Corresponding author at: Faculty of Nursing of the Catholic University of Murcia (UCAM), Campus de los Jerónimos, Guadalupe (30107), Murcia, Spain  
E-mail addresses: [anfapacheco@ucam.edu](mailto:anfapacheco@ucam.edu) (A. Nieto Fernández-Pacheco), [castrorafael@uniovi.es](mailto:castrorafael@uniovi.es) (R. Castro Delgado), [arcos@uniovi.es](mailto:arcos@uniovi.es) (P. Arcos González), [JLNF@ono.com](mailto:JLNF@ono.com) (J.L. Navarro Fernández), [jjceron@um.es](mailto:jjceron@um.es) (J.J. Cerón Madrigal), [ljuguera@ucam.edu](mailto:ljuguera@ucam.edu) (L. Juguera Rodríguez), [nperez@ucam.edu](mailto:nperez@ucam.edu) (N. Perez Alonso), [darmero@um.es](mailto:darmero@um.es) (D. Armero-Barranco), [lidon@um.es](mailto:lidon@um.es) (M. Lidon López Iborra), [mpardo@ucam.edu](mailto:mpardo@ucam.edu) (M. Pardo Rios).

<https://doi.org/10.1016/j.nedt.2017.12.016>

Received 16 May 2017; Received in revised form 13 November 2017; Accepted 8 December 2017  
0260-6917/ © 2017 Elsevier Ltd. All rights reserved.

environments that are as similar as possible to real situations (Kaddoura, 2010). Training in these kinds of environments implies the creation of stress for the student (Maran and Glavin, 2003), which is necessary so that the student acquires confidence in their ability to apply their knowledge in real-life situations. This stress has been measured in different studies (Karasch et al., 2011), mainly related to the application of specific techniques on individual patients (Ignacio et al., 2016), but studies on the capacity of a MCI simulation to generate stress on the student has not been conducted, and how this stress is related to the learning process has not been studied either.

A research study by Fernández-Castillo and Gutiérrez Rojas, 2009, concluded that students who obtained a high score in their degree of anxiety also had low levels of selective attention (Fernández-Castillo and Gutiérrez Rojas, 2009). However, another study by Oblitas, 2004 concluded that subjects who had a high degree of anxiety usually focused more on their own thoughts and fears than the exam task at hand (Oblitas, 2004). The results obtained from a study on stress and student assessment did not find a clear relationship between their anxiety and academic performance (Álvarez et al., 2012). In summary, the studies coincided in that a certain degree of anxiety was desirable, and was needed for performing tasks that were important for the subjects. However, high levels of anxiety made difficult the execution of a task, resulting in overall low performance. Psychosocial stress induces various adaptation responses of physiologic systems with particular increasing activities in the hypothalamus-pituitary-adrenal axis (HPA) as well as in the sympathetic-adrenal-medullary (SAM) system. Many studies have shown that salivary alpha amylase could be used as a better index of acute stress than cortisol, with a longer latency time (Vineetha et al., 2014; Valentin et al., 2015).

The hypothesis of this study is that health professionals who perform triage in simulations experience physiological changes with a concomitant increase of stress. The main object of this study was to determine the level of stress that was potentially produced on participating personnel during and by a simulation exercise that recreates a mass casualty incident. The more specific objectives were to analyze individual variables associated to the level of stress, to establish if there was a relationship between the level of stress and the prior academic level of the intervening individual and/or his/her role in the simulation, in order to determine if the level of stress had an influence on their capacity to use their acquired abilities. As amylase is a biological marker of stress, it was also decided that another specific objective would be to analyze the relationship between concentration of amylase and the rest of the physiological indicators, such as blood pressure (BP) and heart rate (HR).

## 2. Materials and Methods

An observational study on the stress that is potentially produced by a MCI simulation was conducted, within the Sectoral Health Plan as part of the Territorial Plan of Civil Protection of the Region of Murcia (PLATEMUR), with the collaboration of the Catholic University of Murcia (UCAM) and the University of Murcia (UMU). The research project was approved by the Ethics Committee at the Management of Urgencies and Emergencies 061 of the Region of Murcia (GUERM-061). All the participants (victims or health workers) participated voluntarily, signing a consent form to that respect.

For this work, 2 MCI simulations were conducted, comprised of 40 victims each (10 green, 17 yellow, 10 red and 3 black). The objective of the health professionals was to conduct a search for victims, their triage and sectorization (Fig. 1). The triage system used was START (Simple Triage and Rapid Treatment), which required the use of the following emergency techniques: opening an airway (OAA), which had to be performed in 15% (6/40) of the cases, and hemorrhage compression (HC) in 12.5% (5/40) of the cases. The correct performing of triage and the emergency techniques were assessed by 3 health professionals (all instructors in Advanced Prehospital Trauma Life Support and experts in triage and MCI) from the GUERM-061.

### 2.1. Sample Selection

For each of the simulations, the allocation of roles (triage or sectorization and treatment) were randomly assigned to each of the students from each of the study groups created (comprised of 34 students each), which were: Master's Students Group (MSG), comprised by the students enrolled in the Master's program of Emergency and Special Care Nursing at the UCAM (class of 2015–2016), and another Undergraduate Student Group (USG), comprised by 3rd year students enrolled in the Nursing Degree at the University of Murcia, who were enrolled in the Critical Care course. All the participants received the same training prior to the conducting of the simulation. The training consisted of theoretical classroom training for 2 h and the resolution of clinical cases for another 2 h. An instructor in Advanced Prehospital Trauma Life Support and expert in triage and MCI conducted this training.

### 2.2. Measurement of Stress and Activation

The basal ( $\alpha$ AB) and subsequent ( $\alpha$ AS) levels of the  $\alpha$ -amylase enzyme were measured in all the participants through a passive diffusion system by collecting saliva into a tube, with an extraction time of 1 min. The  $\alpha$ A was measured with a commercial kit (Olympus®) and the protocol used was the one recommended by the International Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (IFCCCLM). The assay was adapted to an automatic analyzer (Olympus AU400®). The method produced an inter-assay Coefficient of Variation (CV) of 3% and a linear regression coefficient of 0.992.

### 2.3. Statistical Analysis

The following variables were recorded for all the participants: age, weight, height, Body Mass Index (BMI = weight in kilograms/height; Castro Delgado et al., 2016), weekly physical activity, medical antecedents of interest (MAI), dental problems, presence or not of plaque, gingivitis, medication, use of vitamins and/or antioxidants, smoker or not and the timing of the last meal. The other variables analyzed in this study were: mean number of triaged victims, mean number of victims that were correctly triaged, correct performing of OAA, correct measuring of HC. The main variable (MV) of the study was the increase in concentration of  $\alpha$ -amylase ( $\alpha$ A), which was determined with the following formula:  $\Delta\alpha A = \alpha AB - \alpha AS$ . Also, the HR and BP were determined, with this last divided into BP-Systolic (BPS) and BP-Diastolic (BPD).

The data are presented using frequency, mean and standard deviation. For comparing the results between the two study groups, the Wilcoxon rank test (W) was used for those cases where normality in the data was not found, and the Student's *t*-test (*t*) for those cases where normality was found. For the cases of number of victims found, well-triaged victims, victims whose airways were opened, and victims who experienced hemorrhage compression, a Chi-square test with the Yates correction was applied, as these were nominal variables. All the statistical results were obtained through the statistical package SPSS® v21. The results were considered to be statistically-significant if  $p < 0.05$ .

## 3. Results

The average age of the participants was  $26.00 \pm 6.61$  ( $27.11 \pm 7.75$  for the MSG and  $24.89 \pm 5.09$  for the USG), with a mean weight of  $66.75 \pm 14.48$  ( $66.11 \pm 14.68$  for the MSG and  $67.44 \pm 18.28$  for the USG), height of  $1.69 \pm 0.09$  m ( $1.68 \pm 0.85$  for the MSG and  $1.69 \pm 0.09$  for the USG), with a BMI of  $22.93 \pm 3.67$  ( $22.79$  for the MSG and  $23.06 \pm 4.37$  for the USG). The mean physical activity that the volunteers said to perform was  $3.97 \pm 3.73$  h/week ( $3.81 \pm 2.97$  for MSG and  $4.14 \pm 4.39$  for USG). Between the two groups (MSG and USG), no significant

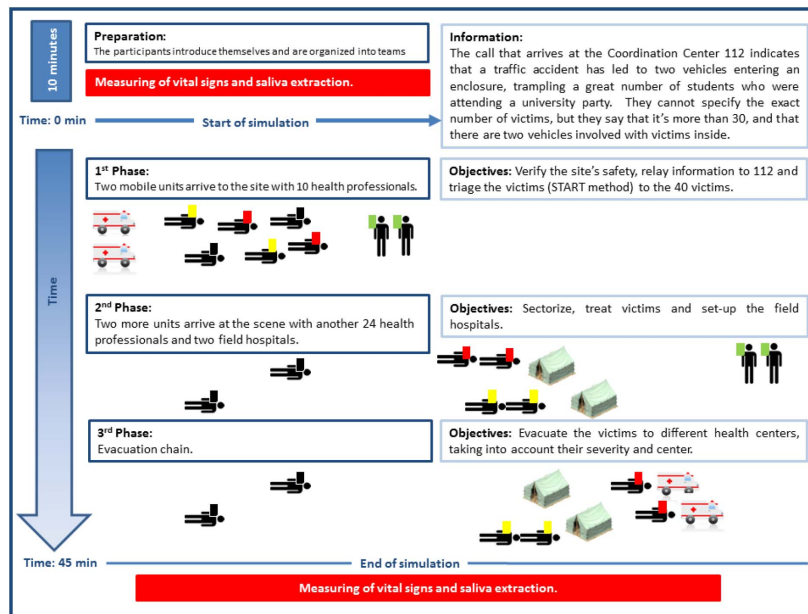


Fig. 1. Diagram of the flow of activity.

differences were found in the mean values of the variables age, weight, height, BMI, physical activity, taking of medication, etc. None of the pathologies or the medicines declared influenced the measurement of hormones or enzymes through the saliva. The overall professional experience of the MSG was 2.13 ± 3.99 years, and 0.78 ± 2.48 in the specific area of emergencies; the USG had not finished their university studies as of yet, thus, they did not have any professional experience as nurses.

The mean number of triaged victims per student who participated in the triage activity was 5 ± 1.63, with the results for the MSG being 6.12 ± 1.45, and 3.87 ± 0.83 for the USG, with significant differences ( $p = 0.002$ ) in favor of the MSG. The mean of the victims that were correctly triaged by each participant was 4.43 ± 1.82 (88.6% correctly-diagnosed triaged victims), being 5.62 ± 1.76 (91.84% of the triaged victims correctly diagnosed) for the MSG, and 3.25 ± 0.88 (83.76% correct) for the USG, with a significant difference found ( $p = 0.004$ ) in favor of the MSG. OAA was performed on all the victims that needed it, with the mean number of victims per volunteer being 0.75 ± 0.68 (100% of the techniques performed), with the results according to group being 0.87 ± 0.64 (58% of the maneuvers performed) for the MSG and 0.62 ± 0.74 (42% of the maneuvers performed) for the USG, with no statistically-significant differences found ( $p = 0.483$ ). Also, HC was performed on all the victims that needed it, with the mean number of victims per volunteer being 0.62 ± 0.61 (100% of the maneuvers), with 0.62 ± 0.74 performed by the MSG (50% of the maneuvers) and 0.62 ± 0.51 by the USG (50% of the maneuvers), without statistically-significant differences found ( $p = 1.0$ ).

There were no significant differences found between the first and second simulations as for the number of victims triaged per participant

( $p = 0.897$ ), the mean number of victims that were correctly triaged ( $p = 1.00$ ), the mean number of correctly-performed OAA ( $p = 1.00$ ), or the correct performing of the HC ( $p = 1.00$ ).

The  $\alpha$ AB was 97,107.50 ± 72,182.67 UI/L, with a significant increase after the simulation, with  $\alpha$ AS equal to 136,195.55 ± 90,176.46 UI/L [sample mean difference =  $\Delta$ CA = 39,088.05 (22,990.02–55,186.08) UI/L,  $p < 0.001$ ]. Table 1 shows the results of  $\alpha$ A before and after the simulation for each of the groups. The HR-Basal was 78.74 ± 14.92 beats/min and the HR-Subsequent was 95.65 ± 23.59 beats/min [sample mean difference, 16.91 (12.31–21.53) beats/min,  $p = 0.000$ ]. The BPS-Basal was 117.92 ± 11.22 mmHg and the BPS-Subsequent was 116.94 ± 14.03 mmHg [sample mean difference, 0.972 (1.82–3.76) mmHg,  $p = 0.490$ ]. The BPD-Basal was 70.58 ± 8.57 mmHg and the BPD-Subsequent was 71.94 ± 8.86 mmHg [sample mean difference, 1.36 (1.16–3.88) mmHg,  $p = 0.285$ ]. The analysis between groups showed that there were statistically-significant differences in the  $\alpha$ A between the volunteers that performed triage and those that only performed sectorization (Fig. 2). There were no significant differences found in the  $\alpha$ A between the undergraduate and Master's students. As for the HR and BP, there were no significant differences with respect to the role played or their prior academic training.

The analysis of the relationship between stress and the percentage of correct diagnosis at the triage stage did not find any relationships between them ( $r = 0.02$ ;  $p = 0.93$ ), as shown in Fig. 3. Also, there were no significant relationships found between the physiological indicators of stress and age, MCI, physical activity, years of professional experience or years of experience in emergency situations. No significant results were found between the increase of amylase and the increase of the other vital signs measured (HR and BP), either.

**Table 1**  
Comparison of global and group Alpha-amylase results, before and after the MCI simulation.

| Group          | Alpha-amylase (IU/L) |                           |                           | Significance     |
|----------------|----------------------|---------------------------|---------------------------|------------------|
|                |                      | Basal                     | Subsequent                |                  |
| Training       | MSG                  | 98,451.11 ( ± 73,909.64)  | 135,935.55 ( ± 94,408.49) | $p = 0.037^*$    |
|                | USG                  | 95,763.88 ( ± 71,436.64)  | 136,455.55 ( ± 87,079.41) | $p = 0.002^*$    |
| Role           | Triage               | 131,912.50 ( ± 63,739.49) | 200,257.50 ( ± 85,866.61) | $p < 0.001^{**}$ |
|                | Sectorization        | 87,163.21 ( ± 71,867.70)  | 117,892.14 ( ± 83,376.21) | $p < 0.001^{**}$ |
| Global Results |                      | 97,107.50 ( ± 72,182.67)  | 136,195.55 ( ± 90,176.46) | $p < 0.001^{**}$ |

MSG: Master's Students Group; USG: Undergraduate Student Group.

\*  $p < 0.5$ .

\*\*  $p < 0.001$ .

**4. Discussion**

The level of stress is a factor that should be taken into account during the process of learning techniques that are to be used in adverse situations, such as in emergencies and disasters, although an excess of stress can hinder the acquisition of new skills. This level of stress has been measured at different times in the case of specific techniques (Janzen et al., 2016), but not in simulations of multiple casualty incidents.

$\alpha$ A has been utilized as a good indicator of acute stress in diverse studies (Vineetha et al., 2014; Valentin et al., 2015; Nater and Rohleder, 2009; Granger et al., 2007; Schoofs et al., 2008). The  $\alpha$ A values obtained in our studies, both basal and subsequent, were very similar to those obtained by Tecles et al. (2014) for stress in oral presentations, also finding that the subjective tests of stress assessment

were not related to enzymatic or hormonal variables such as  $\alpha$ AB or cortisol (Tecles et al., 2014).

In our case, the randomizing of the two groups that had a different academic background allowed us to analyze the relationship between the level of stress and prior training. All the participants received the same 4 h of training in order to avoid variability in previous knowledge on the triage system, and the performing of both medical techniques (OAA and HC) by both groups were verified prior to the experiment. There was not sufficient evidence to declare one of the triage protocols superior in all aspects to the others, and few studies address the validation of triage tools. In our case we opted for the START triage system as it is one of the most commonly used (Streckbein et al., 2016; Culley and Svendsen, 2014).

As expected, in our case, even though both groups had received the same theoretical training before the exercise, a higher degree of

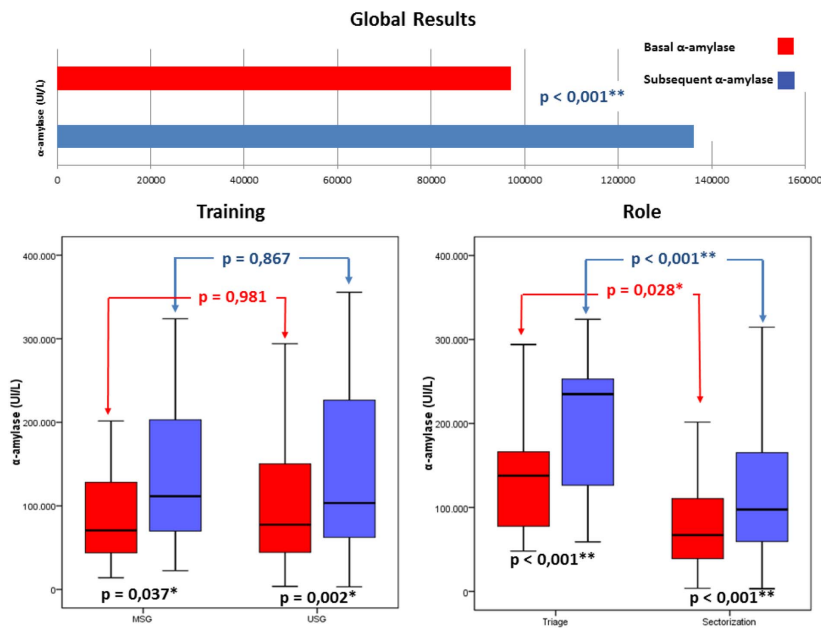


Fig. 2. Results of  $\alpha$ -amylase.

A. Nieto Fernández-Pacheco et al.

Nurse Education Today 62 (2018) 52–57

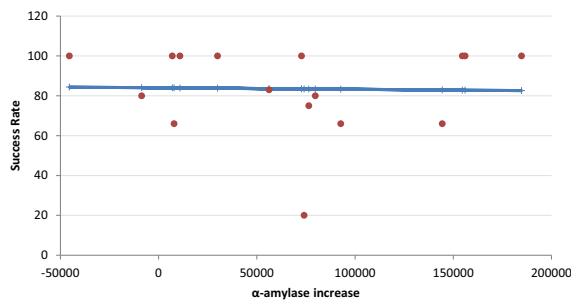


Fig. 3. Success percentage in relation to particular triage stress by increasing α-amylase.

education (Master's vs undergraduate) resulted in better results during the performing of the techniques. The results for the MSG were in agreement with another study, in which the performance of the Master's students in a MCI simulation in which drones were utilized as an aid for finding victims, was assessed (Pardo Ríos et al., 2016). Even then, it was noted that no significant differences were found for the increase of the level of stress between both groups (MSG and USG), so that in our case their prior academic level did not have an effect on the level of stress found after the experiment. Other studies on the stress levels of students from different academic years during the exam period did not find statistically-significant differences on the increase of stress either (Álvarez et al., 2012). This could be due to the fact that mass casualty incidents are exceptional situations even for personnel who have a greater academic level. A greater academic level results in the better performing of techniques and better use of the skills learned while under the same level of stress, so that it is believed that training does not decrease stress during exceptional situations, but allows for the better application of the techniques and skills learned. We believe that this is especially relevant in the case of the MCI. In the different roles played by the participants (triage or sectorization), we did find statistically-significant differences, with a greater stress generated in those students who performed triage. This could be due to the fact that during triage, there was a decision-making process that the health professionals were not accustomed to during their normal day-to-day work, and this equally affected the volunteers in the USG as well as in the MSG. The fact that the triage group had more αAB than the sectorization group can be explained by a phenomenon named "anticipatory stress", in which the volunteers, once informed of their different roles, start to suffer a certain increase in their level of stress (Engert et al., 2013). The fact that there was an increase in the physiological indicators of stress after the conducting of the exercise as compared to the period before the exercise shows that the MCI simulations create a degree of stress on the participants, especially for those that conducted the triage. This materializes the conditions of stress that are searched for in these types of exercises and the differences between the possible roles played. Nevertheless, it should be noted that only the alpha-amylase concentration and HR showed statistically-significant results.

As for the possible relationship between the ability to use what was learned and the level of stress, at first both things were thought to be related, but in our study, we did not find any correlation. Therefore, in our case, the percent of successes was independent from the level of stress, although it was likely related to the student's prior knowledge, his/her ability to learn and academic level.

Another important aspect that should be taken into account was the lack of a statistically-significant relationship between the increase of amylase and the increase of the physiological variables such as BP. In another similar study, changes in variables such as HR, BP, gender, personality traits, etc., were not found either (Pardo Ríos et al., 2016).

The fact that we did not find statistically-significant relationships between the increased stress levels and variables such as age, years of experience or physical activity showed that the exceptional nature of the MCI in the day-to-day work was enough to generate stress in the case of a simulation. Therefore, for future studies, αA could be considered the "gold standard" when measuring acute stress in situations of simulation and academic activity.

Although the simulation exercises were designed to be homogeneous so that they would be reproducible, we could consider the existence of non-perceived variations as a limitation of this study in the conducting of both exercises. We have tried to minimize this limitation through the randomization of those who intervened. Another possible limitation comes from the selection of the sample size. This MCI simulation was subject to many constraints, so that it was not possible to obtain an ideal sample size, large enough to challenge these results with the entire student population.

As a conclusion of this study, we can attest that the conducting of a simulation exercise of a mass casualty incident provoked stress on the participating personnel, with a greater impact on the participants who performed triage, without an influence from their prior academic studies. The HR could be used to physiologically assess these situations, but variables such as BP have not been useful in these types of situations, as they have not been linked to other physiological parameters that were exclusive to stress such as αA. The level of stress did not determine the practical use of acquired skills.

**Conflict of Interests**

The authors declare that there are no conflicts of interests.

**Funding and Grants**

The Program for Research Groups of Excellence of the Seneca Foundation, Murcia, Spain (grant 19894/GERM/15) partially funded this project.

**Meetings**

This work and these data have not been previously published anywhere.

**Acknowledgements**

The authors want to thank Dr. Jesus Abrisqueta Garcia, Medical Coordinator of Training and Research at the Management of Urgencies and Emergencies 061 from the Region of Murcia, for his help in the development and coordination for conducting simulations.

A. Nieto Fernández-Pacheco et al.

Nurse Education Today 62 (2018) 52–57

## References

- Álvarez, J., Aguilar, J.M., Lorenzo, J.J., 2012. La ansiedad ante los exámenes en estudiantes universitarios: relaciones con variables personales y académicas (Test anxiety in university students: relationship with personal and academic variables). *Electron. J. Res. Educ. Psychol.* 10 (1), 333–354 (Spanish).
- Castro Delgado, R., Correa Arango, A., Cuartas Álvarez, T., Arcos González, P., 2015. Bases conceptuales del triaje prehospitalario en incidentes de múltiples víctimas. *Evidencia Rev. Int. Enfermería Basada Evidencia* 12, 51–52.
- Castro Delgado, R., Naves Gómez, C., Cuartas Álvarez, T., Arcos González, P., 2016. An epidemiological approach to mass casualty incidents in the Principality of Asturias (Spain). *Scand. J. Trauma Resusc. Emerg. Med.* 24, 18.
- Cuartas Álvarez, T., Castro Delgado, R., 2009. Incidentes de múltiples víctimas. Actuación prehospitalaria. In: *Manual de Medicina de Urgencia y Emergencia*. Universidad de Oviedo - Hospital Universitario Central de Asturias, Oviedo.
- Culley, J.M., Svendsen, E., 2014. A review of the literature on the validity of mass casualty triage systems with a focus on chemical exposures. *Am. J. Disaster Med.* 9 (2), 137–150. <http://dx.doi.org/10.5055/ajdm.2014.0150>.
- Engert, V., Efanov, S.I., Duchesne, A., et al., 2013. Differentiating anticipatory from reactive cortisol responses to psychosocial stress. *Psychoneuroendocrinology* 38 (8), 1328–1337. <http://dx.doi.org/10.1016/j.psyneuen.2012.11.018>. (Medline: 23246327).
- Fernández-Castillo, A., Gutiérrez Rojas, M.E., 2009. Atención selectiva, ansiedad y sintomatología depresiva y rendimiento académico en adolescentes. *Electron. J. Res. Educ. Psychol.* 17 (7), 49–76.
- Granger, D.A., Kivlighan, K.T., el-Sheikh, M., et al., 2007. Salivary alpha-amylase in biobehavioral research: recent developments and applications. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 1098 (1), 122–144 (<http://dx.doi.org/>).
- Ignacio, J., Dolmans, D., Scherpier, A., Rethans, J.J., Chan, S., Liaw, S.Y., 2016. Stress and anxiety management strategies in health professions' simulation training: a review of the literature. *BMJ Simul. Technol. Enhanc. Learn.* <http://dx.doi.org/10.1136/bmjstel-2015-000097>.
- Janzen, K.J., Jeske, S., MacLean, H., Harvey, G., Nickle, P., Norena, L., Holtby, M., McLellan, H., 2016. Handling strong emotions before, during, and after simulated clinical experiences. *Clin. Simul. Nurs.* 12 (2), 37–43 (Feb 29).
- Kaddoura, M., 2010. New graduate nurses' perceptions of the effects of clinical simulation on their critical thinking, learning, and confidence. *J. Contin. Educ. Nurs.* 41 (11), 506–516. <http://dx.doi.org/10.3928/00220124-20100701-02>.
- Karasch, M., Aitchison, P., Pettineo, C., Pefineo, L., Wang, E.E., 2011. Physiological stress responses of emergency medicine residents during an immersive medical simulation scenario. *Dis. Mon.* 57 (11), 700–705.
- Maran, N.J., Glavin, R., Nov 1 2003. Low-to high-fidelity simulation—a continuum of medical education? *Med. Educ.* 37 (s1), 22–28.
- Nater, U.M., Rohleder, N., 2009. Salivary alpha-amylase as a noninvasive biomarker for the sympathetic nervous system: current state of research. *Psychoneuroendocrinology* 34 (4), 486–496. <http://dx.doi.org/10.1016/j.psyneuen.2009.01.014>.
- Obitias, L., 2004. *Psicología de la salud y calidad de vida*. Thomson, México.
- Pardo Ríos, M., Pérez Alonso, N., Lasheras Velasco, J., Juguera Rodríguez, L., López Ayuso, B., Muñoz Solera, R., et al., 2016. Utilidad de los vehículos aéreos no tripulados en la búsqueda y triaje de personas en situaciones de catástrofe. *Emergencias* 28, 109–113.
- Schoofs, D., Hartmann, R., Wolf, O.T., 2008. Neuroendocrine stress responses to an oral academic examination: no strong influence of sex, repeated participation and personality traits. *Stress* 11 (1), 52–61. <http://dx.doi.org/10.1080/10253890701453943>. (Medline: 17853066).
- Streckbein, S., Kohlmann, T., Luxen, J., Birkholz, T., Prückner, S., 2016. Triage protocols for mass casualty incidents: an overview 30 years after START. *Unfallchirurg* 119 (8), 620–631. <http://dx.doi.org/10.1007/s00113-014-2717-x>. (Aug).
- Tecles, F., Fuentes-Rubio, M., Tvarijonavičute, A., Martínez-Subiela, S., Fatjó, J., Cerón, J.J., 2014. Assessment of stress associated with an oral public speech in veterinary students by salivary biomarkers. *J. Vet. Med. Educ.* 41 (1), 37–43 (Mar).
- Valentin, B., Grotke, O., Skorning, M., Bergrath, S., Fischermann, H., Rörtgen, D., Beckers, S.K., 2015. Cortisol and alpha-amylase as stress response indicators during pre-hospital emergency medicine training with repetitive high-fidelity simulation and scenarios with standardized patients. *Scand. J. Trauma Resusc. Emerg. Med.* 23, 31. <http://dx.doi.org/10.1186/s13049-015-0110-6>.
- Vineetha, R., Pai, K.M., Vengal, M., Gopalakrishna, K., Narayanskurup, D., 2014. Usefulness of salivary alpha amylase as a biomarker of chronic stress and stress related oral mucosal changes: a pilot study. *J. Clin. Exp. Dent.* 6 (2), e132–e137. <http://dx.doi.org/10.4317/jced.51355>.
- World Health Organization, 2007. *Mass Casualty Management Systems: Strategies and Guidelines for Building Health Sector Capacity*. (Geneva).





