

Avance online de artículo en prensa

Estrés académico en alumnos con Metodología de Autoaprendizaje en Entornos Simulados en Emergencias: un estudio piloto

Manuel Pons Claramonte^{1,3}, Sergio Nieto Caballero^{1,4}, Damián Escribano Tortosa⁵, José Joaquín Cerón Madrigal⁶, Francisca Expósito Orta^{1,4}, Manuel Pardo Ríos^{1,4}, Ana Nicolás Carrillo¹

INTRODUCCIÓN. El estrés académico es una preocupación entre los estudiantes de Ciencias de la Salud, especialmente en estímulos académicos estresantes como las exposiciones orales (EO) y escenarios de simulación clínica (ESC). Este estudio tiene como objetivo comparar el estrés generado por ambos métodos, utilizando marcadores fisiológicos y bioquímicos, así como la autopercepción del estrés mediante cuestionario.

MATERIAL Y MÉTODOS. Se realizó un estudio exploratorio con 13 estudiantes del Grado en Enfermería. Se cuantificaron la frecuencia cardiaca, la presión arterial sistólica (PAS) y diastólica (PAD), y la actividad de la alfa amilasa salival (sAA) antes y después de las EO y los ESC. Además, se utilizó una adaptación del cuestionario de Polo para evaluar la percepción subjetiva del estrés. Se realizaron 2 medidas repetidas con un mes de diferencia.

RESULTADOS. La FC media aumentó significativamente ($p < 0,001$) con respecto a la determinación basal en las EO y en los ESC, mientras que no hubo diferencias significativas ni en PAS ni en PAD. El marcador bioquímico sAA mostró incrementos significativos ($p < 0,05$) en los ESC para las dos sesiones analizadas, pero no en las EO. La percepción subjetiva de estrés mediante el cuestionario mostró bajos niveles de estrés en todos los casos (puntuaciones $< 2,5$ sobre 5). No se encontraron diferencias significativas entre la prueba inicial y la prueba realizada al mes.

CONCLUSIONES. En los ESC hay un aumento de marcadores fisiológicos y bioquímicos de estrés. En la EO no hay aumento de sAA. La autopercepción subjetiva de estrés experimentada mediante el cuestionario utilizado no resultó ser un método fiable.

Palabras clave: Emergencias. Simulación clínica de alta fidelidad. Respuesta al estrés. Estudiantes de enfermería. Alfa amilasa salivar.

Academic Stress in Students Using Self-Directed Learning Methodology in Simulated Emergency Environments: a pilot study

INTRODUCTION. Academic stress is a concern among Health Sciences students, particularly during stressful academic stimuli such as oral presentations (OP) and clinical simulation scenarios (CSS). This study aims to compare the stress generated by these 2 methods using physiological and biochemical markers, as well as self-perception of stress through a survey.

MATERIALS AND METHODS. We conducted an exploratory study with 13 undergraduate nursing students. Heart rate, systolic (SBP) and diastolic blood pressure (DBP), and salivary alpha-amylase (sAA) activity were measured before and after the OP and CSS. Additionally, an adaptation of the Polo questionnaire was used to assess subjective stress perception. Data were analyzed using repeated-measures ANOVA.

RESULTS. Mean heart rate increased significantly ($p < 0.001$) vs baseline in both OP and CSS, while no significant differences were observed in SBP or DBP. The biochemical marker sAA showed significant increases ($p < 0.05$) in CSS across the 2 analyzed sessions, but not in OP. The subjective perception of stress measured by the questionnaire indicated low stress levels in all cases (scores < 2.5 out of 5). No significant differences were reported between the initial test and the test performed 1 month later.

CONCLUSIONS. CSS are associated with an increase in physiological and biochemical stress markers. In OP, no increase in sAA was observed. The subjective self-perception of stress using the applied questionnaire did not prove to be a reliable method.

Keywords: Emergencias, high-fidelity clinical simulation, stress response, nursing students, salivary alpha-amylase.

Filiación de los autores: ¹Grupo de Investigación de Nuevas Tecnologías para la Salud (NT4H), Universidad Católica de Murcia (UCAM), España. ²Servicio de Emergencias Sanitarias de la Comunidad Valenciana (SESCV), España. ³Centro de Simulación Clínica, Hospital Virtual de la Universidad Católica de Valencia (UCV), España. ⁴Gerencia de Urgencias y Emergencias Sanitarias 061 de Murcia, España. ⁵Departamento de Alimentación y Ciencia animal, Facultad de Veterinaria de la Universidad Autónoma de Barcelona (UAB), España. ⁶Laboratorio Interdisciplinario de Análisis Clínico, INTERLAB-UMU, Facultad de Veterinaria, Universidad de Murcia (UMU), España.

Correspondencia: Manuel Pardo Ríos. Grupo de Investigación de Nuevas Tecnologías para la Salud (NT4H). Universidad Católica de Murcia (UCAM). Av. de los Jerónimos, 135. 30107 Guadalupe, España.

E-mail: mpardo@ucam.edu

Información del artículo: Recibido: 25-2-2025. Aceptado: 28-3-2025. Online: 00-00-2025.

Editor responsable: Rafael Castro Delgado.

DOI: Xxxxxxx

Introducción

El término estrés fue definido por Selye en 1956 como una reacción adaptativa del organismo ante las demandas externas. Este término ha evolucionado hasta establecerse como un estado de homeostasis que se ve desafiado¹. A este fenómeno, en el contexto educativo se le denomina estrés académico, el cual actúa como facilitador para el aprendizaje, salvo si es excesivo, porque disminuye el rendimiento y puede afectar a la salud mental del alumno^{2,3}.

Tradicionalmente, el aprendizaje en Ciencias de la Salud, se ha basado en la actuación y observación del alumno bajo la tutela del docente, realizando su evaluación a través de actividades como exámenes o exposiciones orales (EO) que desencadenan cierto estrés académico⁴. Últimamente, se han empleado metodologías basadas en la realización de escenarios de simulación clínica (ESC) de alta fidelidad, que permiten entrenar y adquirir destrezas en un entorno controlado y completamente seguro⁵. La simulación tradicional basada en el aprendizaje (*Simulation Based Learning*, SBL), combinada con otras metodologías, como el Aprendizaje basado en Problemas (ABP), han sido los métodos más empleados. Este enfoque pedagógico desplaza el papel docente hacia el propio estudiante⁶. Combinando estos con el aprendizaje autodirigido y la educación entre iguales, surge un nuevo enfoque metodológico denominado Autoaprendizaje en Entornos Simulados (MAES[®])⁷. Esta metodología ha demostrado el alto impacto en el aprendizaje de los alumnos, reportando una alta satisfacción percibida por los participantes y una mejor adquisición de competencias⁸.

La metodología MAES[®] se fundamenta en los principios del aprendizaje constructivista y situacional, lo que significa que el estudiante es el protagonista activo en la construcción de su propio conocimiento. MAES[®] se organiza en seis etapas esenciales⁷. El contenido a desarrollar en cada una de las etapas se detalla en la [Tabla 1](#)⁹, donde cada fase tiene un propósito específico en el auto-aprendizaje, colocando siempre al estudiante en el centro del proceso. El rol del facilitador MAES[®] sigue siendo clave, ya que acompaña a los estudiantes, promoviendo la formación de un grupo colaborativo, actuando como guía y manteniendo a los alumnos enfocados en los objetivos pedagógicos. Asegura así la efectividad y las metas educativas propuestas⁸. Actualmente, otras técnicas, como la realidad virtual (RV), están irrumpiendo en la enseñanza universitaria y proveen los ESC de un realismo mayor, añadiendo o suprimiendo factores estresantes, pudiendo adaptar el nivel de estrés óptimo para cada alumno^{1,10}.

En diversos estudios, ha sido cuantificado el estrés percibido por los alumnos, mediante cuestionarios, pero rara vez se ha tratado de objetivar este estrés con marcadores biológicos y constantes vitales¹¹⁻¹³. La actividad de la alfa amilasa salival (SAA) es un método empleado como biomarcador del estrés debido a su estrecha correlación con la activación del sistema nervioso simpático, responsable de la respuesta del cuerpo ante situaciones de estrés¹⁴⁻¹⁶.

El objetivo principal de este estudio fue determinar y comparar el estrés que experimentan los alumnos del grado de Enfermería, a través de variables fisiológicas, marcadores

Tabla 1. Elementos y características de MAES[®]

Elementos	Características
Elección de equipos. Identidad grupal	Establecimiento de identidad grupal y condiciones adecuadas de trabajo en equipo (comunicación intragrupo y resolución de conflictos).
Elección del tema de estudio	El facilitador presenta a los alumnos una batería de posibles situaciones que podrían resultar atractivas para ellos; a modo de titulares o epígrafes de las competencias a adquirir, eligiendo cada grupo de forma voluntaria, la temática a trabajar.
Elección línea basal de competencias y programación de las mismas	Identificar la línea basal de competencias (conocimientos, habilidades y actitudes) que se tiene del tema, y programar las competencias a adquirir a través de una lluvia de ideas conjunta.
Diseño Escenario de Simulación Clínica	Diseño de un escenario de simulación en el que se integren los resultados de aprendizaje a alcanzar. Los alumnos poseen una plantilla para el diseño y han sido instruidos en él, de acuerdo a competencias profesionales y resultados de aprendizaje.
Briefing. Ejecución Experiencia Clínica Simulada	Breve exposición del escenario por el mismo equipo que lo ha diseñado (<i>briefing</i>) seguida de experiencia simulada por otro equipo. Favorece la adhesión de todos los equipos: unos al diseñar el escenario y otros al ser protagonistas de la experiencia.
Debriefing. Exposición de las competencias adquiridas al resto de los equipos	Se realiza reflexión guiada por el facilitador, que debe fomentar la autoevaluación de los alumnos. El <i>debriefing</i> suele constar de 3 fases definidas: descriptiva, analítica y transferencia de conocimientos. Además, en MAES [®] hay una fase expositiva en la que los alumnos diseñadores, aportan las evidencias científicas sobre los objetivos de aprendizaje propuestos.

MAES[®]: Metodología de Autoaprendizaje en Entornos Simulados.

bioquímicos y su autopercepción, tras una EO y una sesión de ESC (MAES[®]) en casos de urgencias y emergencias. La hipótesis del presente trabajo es que, el afrontamiento del ESC, no genera en los alumnos mayor estrés que la EO, aunque permite mayor similitud con una emergencia real.

Material y métodos

Participantes

La muestra de este estudio exploratorio fue de 13 alumnos del Grado de Enfermería de la Universidad Católica de Murcia (UCAM) durante un curso académico completo.

Los criterios de inclusión contemplaban que los participantes debían estar matriculados en la asignatura de *Practicum IV* (tercer curso de Enfermería) y haber completado con éxito toda la formación académica previa al inicio del estudio. Los criterios de exclusión incluían la presencia de condiciones médicas o psicológicas que alteraran las mediciones (sarro, gingivitis, uso de medicamentos, antioxidantes, vitaminas o tabaquismo).

El 77% de la muestra, la componen mujeres (edad entre 21-46 años, peso medio 65 ± 11 kg y altura media 164 ± 8 cm). El 23% restante fueron hombres (entre 21 y 29 años, peso medio 74 ± 5 kg y altura media 174 ± 1 cm). Todos firmaron un consentimiento informado, en el que se indicaba que podían retirarse del estudio en cualquier momento. El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la UCAM, ref. CE011811 UCAM).

Metodología de Autoaprendizaje en Entornos Simulados

El proceso de trabajo con MAES® se desarrolló siguiendo una estructura (Tabla 1) previamente planificada. MAES® se enfoca en promover la reflexión crítica, estimulando a los estudiantes a evaluar sus propias acciones y decisiones en ESC.

Se analizó el estrés experimentado por los alumnos en las dos principales situaciones que presenta MAES®: antes y después de EO y de ESC. Durante el ESC, los alumnos tuvieron que manejar y resolver cinco situaciones clínicas relacionadas con el soporte vital avanzado cardiovascular en las que podía verse comprometida la vida del paciente, lo que precisaba una actuación óptima con cierta celeridad. Se realizaron 2 mediciones repetidas, con un mes de diferencia entre ambas.

Análisis del estrés

Marcadores fisiológicos

Para evaluar el estrés fisiológico en los participantes, se seleccionaron tres marcadores, que reflejan de manera precisa la respuesta corporal ante situaciones de estrés^{14,15}: frecuencia cardiaca (FC), presión arterial sistólica (PAS) y presión arterial diastólica (PAD). Las mediciones se realizaron en dos tiempos: condiciones basales y tras las intervenciones. Las mediciones de la presión arterial, se realizaron mediante un tensiómetro validado (Visomat® Confort) y las de la FC con dispositivos portátiles (Garmin Forerunner 305, Polar FT1 y FT40).

Marcador bioquímico

La medición del sAAA se hizo mediante recolección de las muestras de saliva, donde se utilizó el sistema Salivette® (Sarstedt AG & Co). Las muestras recolectadas fueron procesadas y analizadas siguiendo un protocolo validado¹⁶, el cual garantiza un coeficiente de variación inter-ensayo < 3% y un coeficiente de regresión lineal de 0,992, respaldando así la precisión de los análisis. Además, Salivette® está ampliamente validado por estudios previos demostrando utilidad y eficacia para la medición de la actividad de la sAA en contextos de estrés¹⁷.

Análisis subjetivo

Después de las EO y tras los ESC, se solicitó a los participantes que completaran un cuestionario de estrés basado en el *Academic Stress Inventory Questionnaire* de Polo² (Tabla 2). Este cuestionario está diseñado para medir diferentes dimensiones del estrés académico y se divide en tres dimensiones principales: la dimensión cognitiva, la dimensión motora y la dimensión fisiológica. La cognitiva (ítems 1, 4, 7, 10 y 12), evalúa el impacto del estrés en los procesos mentales, como la concentración, toma de decisiones o memoria. La dimensión motora, comprende los ítems 3, 6 y 9, que se centran en analizar las respuestas físicas relacionadas con el estrés, nerviosismo o movimientos involuntarios. Finalmente, la dimensión fisiológica, abarca los ítems 2, 5, 8 y 11, refiriéndose a las respuestas

Tabla 2. Cuestionario de estrés académico percibido. Basado en el *Academic Stress Inventory* de Polo

Item	1	2	3	4	5
1 Me siento preocupado					
2 Mi corazón late muy rápido, me falta el aire y/o respiro rápidamente					
3 Hago movimientos repetitivos, tengo la sensación de parálisis o de hacer movimientos torpes					
4 Tengo miedo					
5 Tengo molestias estomacales					
6 Fumo, como o bebo mucho antes de la EO/ ESC					
7 Tengo pensamientos o sentimientos negativos					
8 Me tiemblan las manos o las piernas					
9 Casi no hablo o tartamudeo					
10 Me siento incomodo					
11 Mi boca se seca y tengo problemas para tragar					
12 Solo quiero llorar					

Nota. Puntuaje escala tipo Likert: 1 (totalmente en desacuerdo)/2 (en desacuerdo)/3 (ni de acuerdo ni en desacuerdo) / 4 (de acuerdo)/5 (totalmente de acuerdo).

EO: exposiciones orales; ESC: escenarios de simulación clínica.

corporales ante el estrés como: el aumento de la FC, sudoración o tensión muscular.

Los participantes respondieron, utilizando una escala Likert, expresando su nivel de acuerdo o desacuerdo con cada ítem. Las puntuaciones obtenidas por dimensión fueron combinadas, obteniendo una única medida general del estrés percibido.

El cuestionario mostró un coeficiente alfa de Cronbach de 0,80, que indica una buena consistencia interna en esta adaptación. Este coeficiente garantiza la fiabilidad del cuestionario para comparar la percepción subjetiva del estrés con los niveles hormonales, de acuerdo con trabajos previos¹⁸.

Análisis estadístico

Además de las medidas descriptivas, se evaluó la normalidad de los datos a través del test de Shapiro-Wilk. Al no observarse una distribución normal en los datos, se decidió aplicar una transformación logarítmica. Para evaluar los efectos de las intervenciones (pre y post-estrés), así como el impacto del factor temporal (primera vs. segunda repetición), se empleó un análisis de varianza de dos vías (ANOVA) para medidas repetidas. Además, se realizó un análisis post-test de Bonferroni, que ayudó a identificar diferencias significativas entre grupos específicos, corrigiendo el riesgo de errores tipo I debido a las múltiples comparaciones realizadas.

Los análisis de datos fueron llevados a cabo utilizando el software GraphPad Prism 6® (GraphPad Software). Los resultados obtenidos se consideraron estadísticamente significativos cuando el valor de p < 0,05.

Resultados

Análisis fisiológico

Los resultados relativos a la FC inicial y los promedios obtenidos durante la repetición de ambos modelos (EO y ESC), se presentan en la Figura 1. En ambos casos, se ob-

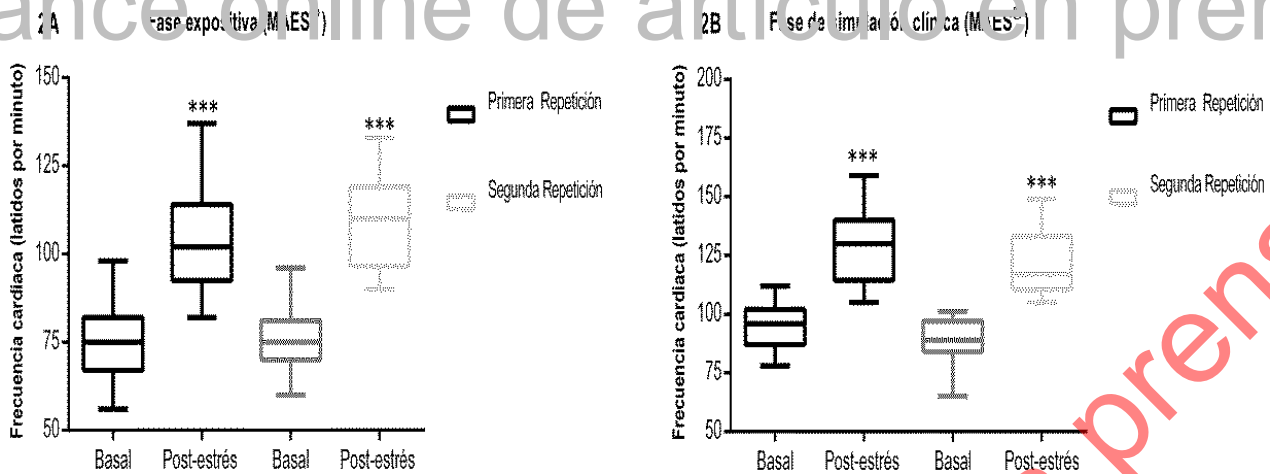


Figura 1. Frecuencia cardiaca obtenida antes (inicial) y el promedio obtenido tras la fase expositiva (A) y la fase de simulación clínica del MAES® (Post-estrés) en dos repeticiones diferentes.

Nota 1. Mediana (línea horizontal dentro de la caja)/percentiles 25th y 75th (caja)/percentiles 5th y 95th (barras).

Nota 2. Los *** indican un valor de $p < 0,001$.

servaron incrementos significativos de la FC durante ambas repeticiones ($p < 0,001$) entre los momentos iniciales y los promedios obtenidos a lo largo de las intervenciones.

En la fase de EO, la FC inicial media fue 75 latidos por minuto (l/min) para ambas repeticiones. Durante la primera repetición, el promedio de FC registrado fue 103 l/min, mientras que, en la segunda, se observó un ligero incremento, con promedio 109 l/min. Esto indica mayor activación fisiológica durante la segunda repetición de las EO, posiblemente por acumulación de tensión o fatiga. En la fase de ESC, los resultados mostraron FC inicial media 95 l/min en la primera repetición, con un promedio 129 l/min a lo largo de la simulación. Durante la segunda, la FC inicial media disminuyó a 89 l/min, mientras que el promedio alcanzado fue 121 l/min. Aunque la tendencia general fue un aumento significativo de la FC durante los ESC, la segunda repetición mostró valores más bajos, sugiriendo una adaptación al estrés inducido por ESC.

La PAS durante la fase de EO, registró una media inicial en la primera repetición de 113 mmHg, aumentando a 120 mmHg al final de la intervención. En la segunda, las medias fueron de 115 mmHg y 122 mmHg. Los datos indicaron un incremento leve pero consistente, en ambas fases. En ESC, PAS inicial de la primera repetición fue de 135 mmHg y descendió ligeramente a 130 mmHg al finalizar. En la segunda, las medias fueron 130 mmHg y 131 mmHg, respectivamente, reflejando una mayor estabilidad en los valores.

La PAD inicial se mantuvo en 70 mmHg en ambas repeticiones, con variaciones mínimas en los valores postintervención.

A diferencia de la FC, no se encontraron diferencias significativas entre las mediciones iniciales y finales de la PAS y PAD en ninguna de las fases ni repeticiones, indicando que los cambios en la presión arterial fueron menos sensibles a las intervenciones realizadas.

Análisis bioquímico

Los resultados de los niveles de la actividad de sAA se representan en la Figura 2. En la fase de EO, durante la

primera repetición, la actividad basal media de la sAA fue $59,1 \pm 18$ UI/L; después del evento estresante aumentó a $90,5 \pm 41$ UI/L. En la segunda repetición, los niveles basales disminuyeron significativamente, registrando $17,7 \pm 7$ UI/L, y la actividad postestrés fue 26 ± 4 UI/L. Sin embargo, no hubo diferencia estadísticamente significativa durante la fase de EO.

En la fase de ESC, en la primera repetición, la actividad basal de sAA fue 150 ± 23 UI/L, aumentando postintervención a 282 ± 47 UI/L. Durante la segunda, los valores basales fueron 139 ± 46 UI/L, pero la actividad postestrés alcanzó niveles significativamente mayores del orden de 352 ± 84 UI/L. Los datos en la actividad de sAA, registrados en ESC resultaron ser estadísticamente significativos en ambas repeticiones ($p < 0,05$), indicando que la fase de ESC generó una mayor activación del sistema nervioso simpático.

Análisis subjetivo

Las puntuaciones promedio obtenidas en el cuestionario de estrés fueron relativamente bajas en ambas fases del estudio, lo que sugiere que los participantes no experimentaron niveles elevados de estrés percibido, en contraposición a los incrementos fisiológicos observados. En la fase de EO, las puntuaciones medias fueron de 2,3 y 2,4 en ambas repeticiones, indicando baja percepción de estrés en ambas y una percepción ligeramente superior en la segunda repetición. Al evaluar la confiabilidad del cuestionario se obtuvo un coeficiente alfa de Cronbach de 0,93, lo que demuestra una excelente consistencia interna de los 12 ítems.

En la fase de ESC, las puntuaciones promedio fueron de 2,42 y 2,04 para las sesiones correspondientes al primer y segundo día, respectivamente. Esto muestra una ligera disminución en la percepción de estrés en la segunda repetición, pudiendo relacionarse con un proceso de habituación. En esta fase, el coeficiente alfa de Cronbach fue de 0,96 indicando una excelente fiabilidad del cuestionario.

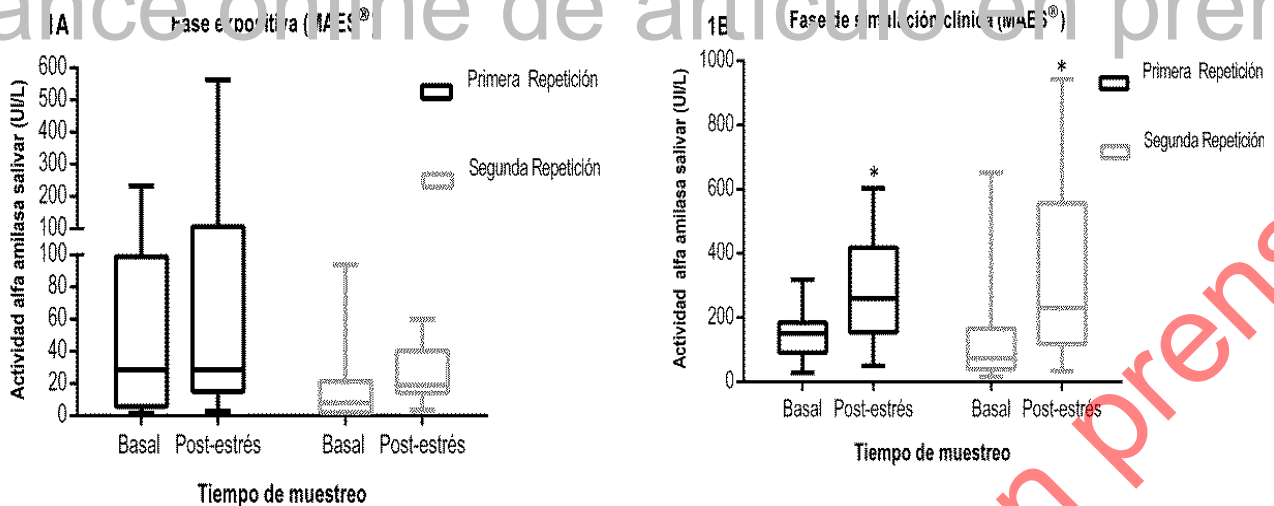


Figura 2. Actividad alfa amilasa salivar obtenida antes (basal) y tras la aplicación de la fase expositiva (A) y de simulación clínica del método MAES® (Post-estrés) en dos repeticiones diferentes.

Nota 1. Mediana (línea horizontal dentro de la caja)/percentiles 25th y 75th (caja)/percentiles 5th y 95th (barras).

Nota 2. El * indica un valor de $p < 0,05$.

Discusión

Globalmente en educación, y particularmente en simulación clínica, existe un creciente interés en las emociones generadas en los alumnos y su influencia en el aprendizaje¹⁹. Los profesionales de la salud, se enfrentan a situaciones impredecibles y complejas que requieren una rápida toma de decisiones, generando un estrés objetivamente cuantificado²⁰. Por ello, es fundamental que, en su formación, se incluyan actividades de aprendizaje que generen cierto estrés, como la metodología MAES®. Se lograría así una mejora en el proceso de aprendizaje al enfrentarse el alumnado a un nivel moderado de estrés, asumiendo el control y manejo del mismo en situaciones simuladas extrapolables a su vida profesional²¹.

Se han encontrado diferentes relaciones entre el estrés académico y los procesos de aprendizaje. Por un lado, se ha descrito que el estrés generado en ESC, ayuda a mejorar etapas de memoria, creación de nuevos recuerdos y capacidad para recordarlos²². Por otro lado, se ha demostrado que el estrés excesivo ocasiona una disminución en la capacidad de aprendizaje^{23,24} y perjudica el rendimiento del alumno²⁵. Por ello, la determinación del grado de estrés adecuado para propiciar un aprendizaje óptimo se perfila como una interesante línea de investigación.

En el presente estudio, se ha observado que tras la EO se produjo un aumento de los niveles de sAA respecto a los basales, sin ser un dato estadísticamente. Esto se explicaría por la gran variabilidad en la medición basal entre individuos. Tras los ESC mediante MAES®, el incremento fue mayor, en las dos sesiones analizadas, y estadísticamente significativo. De ello se deduce, que los ESC suponen un estímulo más estresante a nivel bioquímico que la EO. Con respecto a marcadores fisiológicos de estrés, la FC media experimentó un aumento significativo con respecto a la determinación basal en ambas intervenciones, sin correlacionarse con los marcadores bioquímicos en ninguna de las dos sesiones analizadas. La existencia de niveles más altos

tanto de sAA como de FC media previos al ESC, con respecto a la EO, podría explicarse por un posible efecto anticipatorio. En el caso de la PAS y PAD no se encontraron diferencias significativas en ninguna de las dos determinaciones. Este hecho, podría indicar que las determinaciones de presión arterial son menos sensibles, que FC y sAA. Respecto de la autopercepción de estrés mediante el Cuestionario de Polo, reflejó valores bajos del mismo, ya que apenas supera la puntuación media de 2 puntos en el conjunto de los ítems, sin que ninguno de ellos muestre diferencias estadísticamente significativas en ninguno de los modelos evaluados ni en la repetición. Esto puede deberse a que los alumnos no perciben ese estrés de manera subjetiva. Manteniendo cierto nivel de estrés, pero implicando bajos niveles de la percepción del mismo, podría estar creándose el escenario ideal para el aprendizaje de los alumnos de Ciencias de la Salud²².

Los resultados obtenidos, están en consonancia con de estudios previos, demostrando que un ESC puede generar estrés a los sujetos que lo realizan^{15,26,27}. Muller *et al.* realizaron ESC en 2 días diferentes, observando un incremento de sAA menor en la segunda determinación, pudiendo explicarse por un efecto aprendizaje o de adaptación, que redujo los niveles de estrés. Apoyando el efecto aprendizaje, cabe citar los resultados del estudio de Ayuso *et al.*, que evidenció un aumento de estrés por biomarcadores antes del primer ESC al que se enfrentaban los alumnos, pero no al enfrentarse al segundo²⁸.

En este trabajo, como en otros previos, se ha utilizado un biomarcador salivar como herramienta diagnóstica de estrés debido a las ventajas que implica: facilidad en toma de muestras, seguridad y accesibilidad^{16,29}. Además, al no ser invasivo, evita la necesidad de una extracción sanguínea, estímulo considerado como factor de confusión para estrés. Otros estudios, han documentado también aumentos significativos de la sAA aunque encuentran cambios en la PAS, en lugar de en la FC. La divergencia en el registro

Este dato puede ser fruto de la gran variabilidad entre sujetos en sus reacciones fisiológicas al estrés^{27,30}.

La utilización del Cuestionario de Polo, se decidió por ser una herramienta utilizada y validada en varios estudios para análisis de la percepción del estrés académico^{2,16}. Encontramos que los marcadores salivares de estrés no muestran correlación con la autopercepción de estrés de los estudiantes como Tecles *et al.*¹⁶. Estos hallazgos sugieren que el estrés percibido mediante cuestionarios, no es una forma fiable de cuantificación, pudiendo presentar un sesgo de aprendizaje o adaptación.

En síntesis, los ESC en Urgencias y Emergencias, mediante metodología MAES®, provocan estrés anticipatorio y aumento de la actividad de sAA con diferencias estadísticamente significativas, mientras que la EO no genera estrés anticipatorio y aumenta la actividad de sAA en menor medida. Además, la EO experimenta un aumento de FC media.

Como limitaciones de este trabajo están el la selección reducida de la muestra, lo cual responde a las directrices de la Universidad, ya que solo se autorizó la participación de un único grupo para minimizar cualquier posible interferencia en la planificación académica general. Otros factores a considerar son el incluir estudiantes de una sola titulación y de un único curso académico.

Los resultados obtenidos, abren nuevas puertas para la investigación dentro del campo de la simulación clínica, especialmente con la incorporación de tecnologías emergentes como la RV que tiene el potencial de revolucionar la docencia en salud, ajustando de manera precisa el grado de exposición a estímulos estresantes. Por ejemplo, el uso de trajes hápticos y otros dispositivos inmersivos podrían facilitar la manipulación del entorno de simulación modificando el nivel de estrés según los objetivos pedagógicos¹⁰. Los resultados del estudio son similares a los encontrados en otros ámbitos, cómo la simulación en incidentes de múltiples víctimas (IMV)³¹. Esta área de formación y estudio de los IMV mediante gamificación está teniendo un gran auge y quizás el estrés e impacto en los alumnos podría ser otra línea de investigación³²⁻³⁴.

Este estudio piloto es un punto de partida en la investigación sobre el nivel de estrés capaz de generar un aprendizaje óptimo y perdurable en el alumno. Exponerse a ESC mediante autoaprendizaje genera mayor nivel de estrés anticipatorio que la EO, sin aparente percepción subjetiva del mismo. El nivel de estrés moderado, en el contexto de control del proceso de aprendizaje y la ausencia de percepción subjetiva del estresor, podría indicar que la metodología resulta adecuada para optimizar el proceso de aprendizaje.

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener conflicto de interés en relación con el presente artículo.

Financiación: Los autores declaran la no existencia de financiación en relación con el presente artículo.

Responsabilidades éticas: Todos los autores han confirmado el mantenimiento de la confidencialidad y respeto de los derechos de los pacientes, acuerdo de publicación y cesión de derechos de los datos a la Revista Española de Urgencias y Emergencias.

Artículo no encargado por el Comité Editorial y con revisión externa por pares.

BIBLIOGRAFÍA

1. Lu S, Wei F, Li G. The evolution of the concept of stress and the framework of the stress system. *Cell Stress*. 2021;5:76-85.
2. Polo A, Hernández JM, Pozo C. Assessment of academic stress in university student. *Ansiiedad y Estrés*. 1996;2:159-72.
3. Silva-Ramos MF, López-Cocotle JJ, Columba Meza-Zamora ME. Estrés académico en estudiantes universitarios. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. 2020;28:75-83.
4. Riancho J, Maestre JM, Del Moral I, Riancho JA. Simulación clínica de alto realismo: Una experiencia en el pregrado. *Educación Médica*. 2012;15:109-15.
5. Au ML, Lo MS, Cheong W, Wang SC, Van IK. Nursing students' perception of high-fidelity simulation activity instead of clinical placement: A qualitative study. *Nurse Education Today*. 2016;39:16-21.
6. Trullàs JC, Blay C, Sarri E, Pujol R. Effectiveness of problem-based learning methodology

- in undergraduate medical education: A scoping review. *BMC Medical Education*. 2022;22:104.
7. Díaz Agea JL, Leal Costa C. (2014). Metodología de autoaprendizaje en entornos simulados (MAES®). *Evidentia. Revista de Enfermería Basada en la Evidencia*. 2014;11(45).
8. Fenzl G, Díaz-Agea JL, Pethick D, Bertolín-Delgado R, Hernández-Donoso, N, Lorente-Corral L. (2022). An Undergraduate Inter-professional Experience with Self-Learning Methodology in Simulation Environment (MAES®): A Qualitative Study. *Nursing Reports*. 2022;12:446-63.
9. Díaz Agea JL, Leal Costa C, García JA, Hernández E, Adán MG, Sáez A. (2016). Self-Learning Methodology in Simulated Environments (MAES®): Elements and Characteristics. *Clinical Simulation in Nursing*. 2016;12:268-74.
10. Gorskov M. To Err is Human, To Teach VR. *Virtual Reality and Artificial Intelligence in Medical Education (EuroMedSim)*. *EuroMedSim*. 2024. <https://doi.org/10.46594/9783000777363>
11. Berdida DJE, Grande RAN. Academic stress, COVID-19 anxiety, and quality of life among nursing students: The mediating role of resilience. *International Nursing Review*. 2023;70:34-42.
12. Graves BS, Hall ME, Dias-Karch C, Haischer MH, Apter C. Gender differences in perceived stress and coping among college students. *PLOS ONE*. 2021;16:e0255634.
13. Shpakou A, Krajewska-Kułak E, Cybulski M, Sokołowska D, Andryszczyk M, Kleszczewska E, et al. (2023). Anxiety, Stress Perception, and Coping Strategies among Students with COVID-19 Exposure. *Journal of Clinical Medicine*. 2023;12:4404.
14. Haas A, Borsook D, Adler G, Freeman R. Stress, hypoglycemia, and the autonomic nervous system. *Autonomic Neuroscience*. 2022;240:102983.
15. Quilici AP, Pogetti RS, Fontes B, Antut LFCZ,

- Chaves ET, Birolini D. Is the Advanced Trauma Life Support Simulation exam more stressful for the surgeon than emergency department trauma care? *Clinics*. 2005;60:287-92.
16. Tecles F, Fuentes-Rubio M, Tvarijonavičiute A, Martínez-Subiela S, Fatjó J, Cerón JJ. Assessment of Stress Associated with an Oral Public Speech in Veterinary Students by Salivary Biomarkers. *Journal of Veterinary Medical Education*. 2014;41:37-43.
17. Park JR, Kim MH, Woo J, Lee SJ, Song KE. Measurement of Amylase in Saliva Collected by Salivette. *Annals of Laboratory Medicine*. 2008;28:438-43.
18. Álvarez J, Aguilar JM, Lorenzo JJ. La Ansiedad ante los Exámenes en Estudiantes Universitarios: Relaciones con variables personales y académicas. *Electronic Journal of Research in Education Psychology*. 2017;10:333-54.
19. LeBlanc VR, Posner GD. Emotions in simulation-based education: Friends or foes of learning? *Advances in Simulation*. 2022;7:3.
20. Pons Claramonte M, Nieto Caballero S, Escribano Tortosa D, Contreras-Aguilar MD, Ceron Madrigal JJ, Hernández Morante JJ, et al. The stress experienced in an emergency medical service (EMS): A descriptive study. *International Emergency Nursing*. 2024;74: 101450.
21. Conradsen Skov RA, Lawaetz J, Konge L, Westerlin L, Aasvang EK, Meyhoff CS, et al. Simulation-Based Education of Endovascular Scrub Nurses Reduces Stress and Improves Team Performance. *Journal of Surgical Research*. 2022; 280:209-17.
22. DeMaria Jr S, Bryson EO, Mooney TJ, Silvershtein JH, Reich DL, Bodian C, et al. Adding emotional stressors to training in simulated cardiopulmonary arrest enhances participant performance: Emotional stressors in advanced cardiac life support training. *Medical Education*. 2010;44:1006-15.
23. Sargent MC, Sotile W, Sotile MO, Rubash H,

- Farrack RL. Stress and Coping Among Orthopaedic Surgery Residents and Faculty. *The Journal of Bone and Joint Surgery-American*. 2004;86:1579-86.
24. Takakuwa KM, Ernst AA, Weiss SJ. Residents with disabilities: A national survey of directors of emergency medicine residency programs. *Southern Medical Journal*. 2002;95:436-40.
25. Harvey A, Bandiera G, Nathens AB, LeBlanc VR. Impact of stress on resident performance in simulated trauma scenarios. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*. 2012;72:497-503.
26. Müller MP, Hänsel M, Fichtner A, Hardt F, Weber S, Kirschbaum C, et al. Excellence in performance and stress reduction during two different full scale simulator training courses: A pilot study. *Resuscitation*. 2009;80:919-24.
27. Valentin B, Grottko 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. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*. 2015;23:31.
28. Fernández-Ayuso D, Del Campo-Cazallas C, Fernández-Ayuso RM. Aprendizaje en entornos de simulación de alta fidelidad: Evaluación del estrés en estudiantes de enfermería. *Educación Médica*. 2016;17:25-8.
29. López-Jornet P, Martínez-Canovas A, Pons-Fuster A. Salivary biomarkers of oxidative stress and quality of life in patients with oral lichen planus. *Geriatrics & Gerontology International*. 2014;14:654-9.
30. Guglielminotti J, Dehoux M, Mentré F, Bedairia E, Montravers P, Desmots JM, et al. Assessment of salivary amylase as a stress biomarker in pregnant patients. *International Journal of Obstetric Anesthesia*. 2012;21:35-9.
31. Nieto Fernández-Pacheco A, Castro Delgado R, Arcos González P, Navarro Fernández JL, Cerón Madrigal JJ, Juguera Rodríguez L, et al. Analysis of performance and stress curve by a simulation of a mass casualty incident. *Nurse Education Today*. 2018;62:52-7.
32. Castro-Delgado R, Cuartas-Álvarez T, Garijo Gonzalo G. Desarrollo de un nuevo juego de mesa para incidentes con víctimas masivas ("MassCas Game") utilizando la innovadora metodología "Doble diamante". 23.º Congreso de la Asociación Mundial de Medicina de Desastres y Emergencias. Tokio, 2-6 de mayo de 2025 (en prensa).
33. Castro-Delgado R, Cuartas-Álvarez T, Garijo Gonzalo G. Juego de mesa MassCas para equipos de atención primaria como herramienta de capacitación eficaz. 23.er Congreso de la Asociación Mundial de Medicina de Desastres y Emergencias. Tokio, 2-6 de mayo de 2025 (en prensa).
34. Castro-Delgado R, Escribano Balin R, Montero Viñuales E. Los desastres. Una vez más, una responsabilidad común. *Emergencias*. 2025;37:64-6.

Avance online de artículo en prensa