

Analysis and proposal for improvement of new adult ACLS simulation training equipment.

Aníbal Las¹, Marta Rosecler Bez²
Isabel Morales³ and Franco Simini³

¹*Dr. en Medicina, Estudiante del XXX Seminario de Ingeniería Biomédica 2021.*

²*Conferencista del Seminario del día 14 de abril de 2021 de título “Simuladores para la enseñanza de habilidades en Medicina”, Universidade Feevale, Ing. em informática, Dra em informática na Educação, Mestre em Ciência da Computação, Novo Hamburgo, Brasil.*

³*Ingenieros Docentes del XXX Seminario de Ingeniería Biomédica 2021.*

Abstract – High performance simulators for Advanced Cardiovascular Life Support (ACLS) training allow improving the development of clinical skills, because they enable the training of medical staff in conditions as close to reality as possible. Several prospective studies have provided statistical evidence to support this claim. A better ethical stance is also achieved by avoiding practicing with real patients. The current training of undergraduate medical and nursing students is far from optimal. This work will begin to analyze the feasibility of developing high-performance simulators in Uruguay, with technical features similar to the most complete on the market, ability to adapt to national academic requirements, sustained possibility of improvements and at a cost of acquisition and maintenance more accessible for UDELAR.

Resumen- Los simuladores de alta performance para entrenamiento de Reanimación Cardiopulmonar Avanzada (RCA), permiten mejorar el desarrollo de habilidades clínicas, ya que posibilitan el entrenamiento del personal de medicina en condiciones tan cercanas a la realidad como sea posible. Diversos estudios prospectivos han brindado evidencia estadística que apoya esta afirmación. También se logra una mejor postura ética al evitar realizar las prácticas con pacientes reales. La formación actual de los estudiantes pregrado de medicina y enfermería dista de ser la óptima. En este trabajo se comenzará a analizar la viabilidad de desarrollo de simuladores de alta performance en Uruguay, con prestaciones técnicas similares a los más completos del mercado, capacidad de adaptación a los requerimientos académicos nacionales, posibilidad sostenida de mejoras y a un costo de adquisición y mantenimiento más accesible para la UDELAR.

Palabras Clave:

Maniqués de alta performance (MAP), Simulación, Habilidades clínicas en RCA, Entrenamiento.

INTRODUCCIÓN

Diversos estudios científicos han mostrado que las habilidades clínicas para atender los eventos de Paros Cardio-Respiratorios (PCR) se van adquiriendo progresivamente, en función entre otras variables del entrenamiento que se realice. Los estudiantes de pregrado, dado que aún no tienen experiencia suficiente con pacientes reales, requerirán para su formación, no solo el aprendizaje teórico de los protocolos de actuación, sino también la capacidad de ejecutarlos en forma y tiempos adecuados ante las variadas situaciones clínicas posibles. También el personal médico más experimentado, junto con los equipos técnicos, que incluyen también al personal de enfermería, deben y pueden mejorar su performance, no solo mediante el ejercicio de la práctica profesional, sino también mediante el entrenamiento en espacios para simulación. Las guías de actuación para RCA son diseñadas por las principales asociaciones mundiales, en base al análisis de eficiencia de los protocolos vigentes y la investigación sobre nuevos procedimientos. Estas asociaciones suelen recomendar que se repitan los cursos de capacitación cada 2 años aproximadamente, debido a que los estudios muestran que las habilidades para realizar RCA de calidad se comienzan a deteriorar alrededor de los 6 meses desde el último entrenamiento^[1].

Cabe señalar también el aspecto ético de evitar realizar estos procedimientos de entrenamiento directamente sobre pacientes reales, en la medida que se está aprendiendo y perfeccionando la técnica más adecuada y su

implementación más precisa, es claro que resulta éticamente menos cuestionable la adquisición de la mayor cantidad de destrezas mediante simuladores.

Otro aspecto no despreciable es el ahorro económico que la correcta capacitación del personal de salud genera, dado que permite la administración más adecuada de los recursos en los servicios médicos^[2].

Los sistemas de simulación actualmente disponibles, que permiten entrenar para desarrollar las habilidades en SVA, son de diversos tipos: Simuladores con maniqués, simuladores de realidad virtual, etc. En los foros profesionales internacionales sobre innovación pedagógica en medicina se tratan inevitablemente los temas relacionados a simulación clínica^[3]. No obstante no todas las opiniones son coincidentes acerca del beneficio de tales entrenamientos en medio simulados de situaciones clínicas, por supuesto siempre hay que considerar el interés de la industria que analiza estos temas desde el sesgo de un enfoque comercial, por lo cual los métodos de aprendizaje basados en simuladores tienen sus partidarios y sus detractores. De todos modos es razonable plantear inicialmente la hipótesis en la cual se establezca una capacidad de aprendizaje superior de los métodos de simulación en comparación con los métodos solo de formación teórica, debido a que la práctica de una habilidad para su perfeccionamiento, ya sea simulada o real, produce una asimilación de conocimientos que se supone superior al aprendizaje meramente teórico^[1]. Esta hipótesis ha sido apoyada por diversos estudios estadísticos, uno de los cuales comparó el resultado de las habilidades clínicas

adquiridas entre dos grupos de estudiantes de la carrera de paramédico, uno de los cuales realizó el entrenamiento con ambientes de baja calidad de simulación y el otro grupo con alta calidad. Los resultados mostraron un nivel de habilidades clínicas superiores en el grupo que trabajó con simulaciones de alta calidad, con significación estadística^[4]. Otro estudio randomizado prospectivo de casos y controles comparó resultados de actuación en SVA entre grupos de estudiantes de medicina, ambos grupos tuvieron acceso a información teórica, el grupo de casos tuvo acceso a práctica con simuladores de alta calidad, mientras que los controles tuvieron práctica con simuladores de baja calidad. Los resultados mostraron que el grupo que entrenó con simuladores de alta calidad obtuvo superiores resultados medios^[5]. La tabla 1^[5] muestra las diferencias entre el grupo de estudiantes con formación tradicional (STD) y los que recibieron entrenamiento con medios simulados (SIM) con clara superioridad de resultados para el grupo SIM.

Table. Main outcome variables according to teaching method.

Variable	Teaching method	Mean	95% CI	P value
Compression rate/min	STD	116.1	109.9-121.2	.06
	SIM	123.3	117.9-128.4	
Depth (cm)	STD	3.89	3.50-4.27	.02
	SIM	4.57	4.30-4.82	
Recoil proportion	STD	.941	.874-.985	.83
	SIM	.954	.925-.978	
Compression fraction	STD	.679	.655-.702	.01
	SIM	.724	.699-.751	
Time to EMS activation (seconds)	STD	79.5	44.8-119.6	.007
	SIM	24.7	15.7-40.8	

SIM, simulation training group; *STD*, standard training group; *CI*, confidence interval; *cm*, centimeter; *EMS*, emergency medical services; *min*, minute.
 Compression rate/min = number of chest compressions delivered per minute; recoil proportion = proportion of compressions accompanied by 100% chest recoil; compression fraction = proportion of time compressions performed while patient in a non-perfusing rhythm.

Tabla 1

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una búsqueda en PubMed sobre estudios que evaluaran el desarrollo de habilidades clínicas del uso de simuladores para entrenamiento de RCA. La misma utilizó las palabras: CPR, ACLS, training, simulation, mannequin. También se realizó una búsqueda en internet de los equipos de simuladores con MAP ofertados por los fabricantes más reconocidos del mercado, incluyendo el que se instaló recientemente en el Hospital de Clínicas de la empresa (modelo Resusci Anne).

DESARROLLO

El objetivo principal de esta monografía es analizar las características técnicas de algunos de los MAP del mercado, considerando que constituyen parte central de los escenarios de entrenamiento de RCA y otras emergencias médicas, en base a esto proponer un diseño más favorable para las necesidades de la Facultad de Medicina, que se pueda fabricar en el país. Como se mencionó, los estudios muestran que los entrenamientos serán más efectivos cuanto más se acerquen a la realidad de escenarios clínicos con pacientes verdaderos. En los últimos años la industria logró avances significativos de los MAP, con el objetivo de hacerlos tan reales como sea técnicamente posibles y económicamente viables. El supuesto base de esta monografía plantea que cuanto más cercana a la realidad sea la experiencia de entrenamiento simulado, más y mejor se desarrollarán las habilidades técnico-clínicas buscadas. Si esta hipótesis fuera correcta, los maniqués deberían ser tan cercanos a la realidad de los pacientes reales como fuera posible.

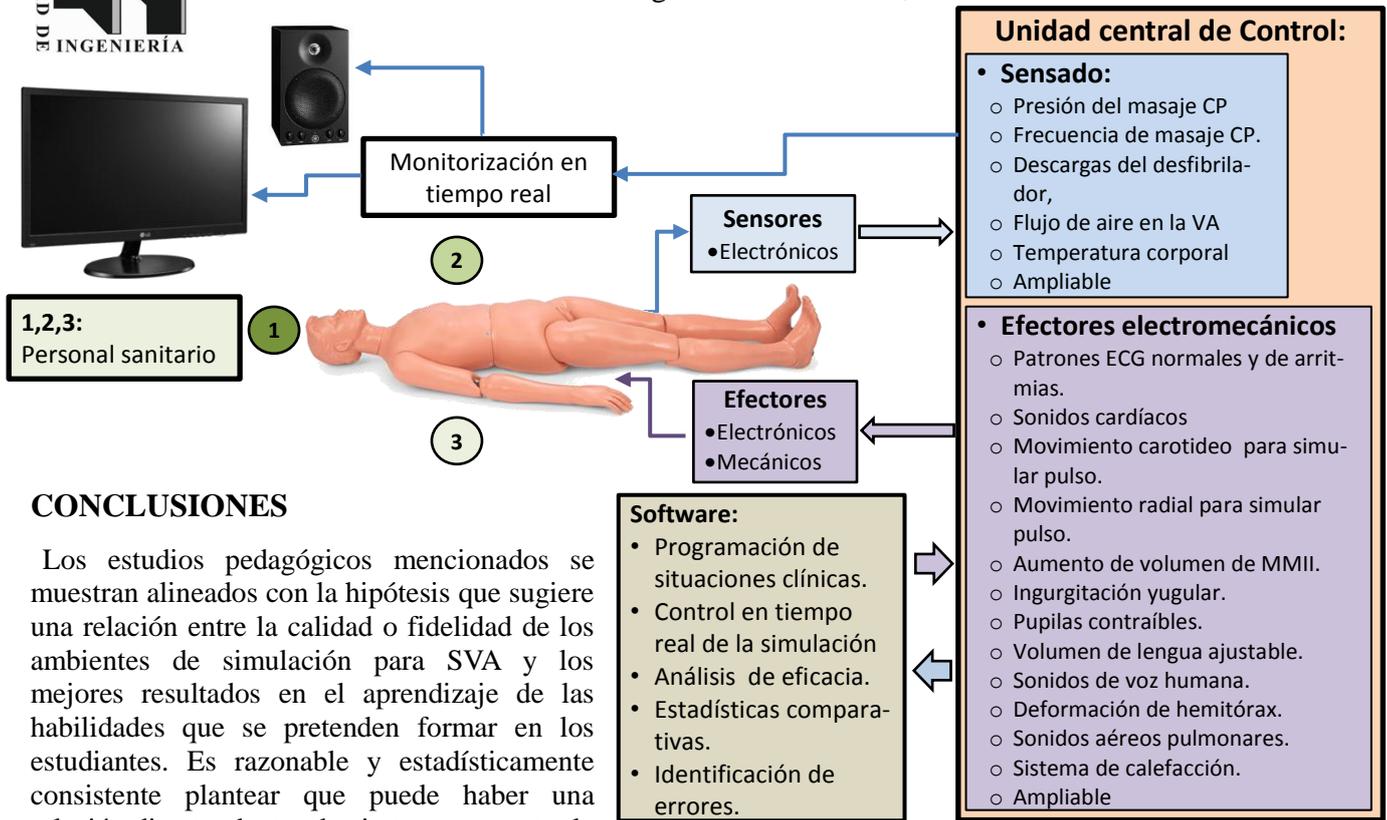
En Uruguay, actualmente las/os alumnas/os de pregrado reciben un curso de SVA para adultos, con un componente teórico y con entrenamiento práctico en ambientes simulados, con maniqués de baja performance (MBP). Aprobar este curso es requisito ineludible para la obtención del título de Médico/a. Recientemente (Marzo de 2021) el Departamento de Emergencia del Hospital de Clínicas inauguró una sala de simulación para entrenamiento de emergencias médicas de los posgrados en medicina^[6], consiste en una sala de simulación con un MAP de la marca Laerdal y un ambiente contiguo a modo de Cámara Gesell, que permitirá la observación y grabación de los entrenamientos.

Analizaremos las características técnicas de algunos MAP destacados del mercado. Se analizarán los siguientes maniqués: Resusci Anne^[7], Apollo de la empresa CAE^[8], y Hal S3201 de la empresa Gaumard^[9]. Como se observa en la tabla 2, hay una diferencia de performance significativa entre los equipos que actualmente se utilizan para la enseñanza de SVA en el pregrado de medicina y los maniqués más destacados a nivel internacional. No obstante los costos de estos equipos de alta performance dificulta el acceso a su compra por parte de la Facultad de Medicina.

Tabla 2		Tabla 2 - Maniqués de alta performance (MAP)			
Características	Modelos y Fabricantes				
	Maniqués actuales HC para pregrado	Laerdal Resusci Anne	Gaumard HAL S3201	CAE Apollo	Proyecto de mejora
Resistencia mecánica a la compresión	SI	SI	SI	SI	SI
Capacidad de intubación oro-traqueal	SI	SI	SI	SI	SI
Tórax deformable	NO	NO	SI	SI	SI
Sonidos cardíacos auscultables	NO	SI	SI	SI	SI
Sonidos pulmonares auscultables	NO	SI	SI	SI	SI
Pulsos carotídeos palpables	NO	SI	SI	SI	SI
Pulsos radiales palpables	NO	SI	SI	SI	SI
Sonidos de voz	NO	SI	SI	SI	SI
Temperatura de piel controlada	NO	NO	NO	NO	NO
Coloración de piel controlada	NO	NO	NO	NO	NO
Expulsión de sudor	NO	NO	NO	NO	NO
Tamaño orotraqueal variable	NO	NO	SI	NO	SI
Simula Edema VAS	NO	NO	NO	SI	SI
Pupilas ajustables	NO	NO	SI	SI	SI
Datos inalámbricos	NO	NO	SI	SI	SI
aplicaciones inalamb. en tiempo real	NO	SI	SI	SI	SI
Software de análisis de resultados	NO	SI	SI	SI	SI
Batería/Autonomía eléct.	NO	SI	SI	SI	SI
Ampliables	NO	NO	NO	NO	SI
Costo inicial	Sin dato	U\$ 4500	Sin dato	Sin dato	U\$ 2000

Propuesta de mejora

Es posible que fabricar en Uruguay maniqués similares en performance a los de las empresas de mayor calidad, a un costo menor de tal forma que resulte accesible incorporarlos al uso por la Facultad de Medicina. No solo reduciría los costos iniciales de la inversión, sino que también los costos de mantenimiento, actualización y perfeccionamiento progresivo fueran más convenientes, dado que esta es una tendencia educativa creciente a nivel mundial, la cual no solo no parece que vaya a cambiar en las próximas décadas sino que es posible que se extienda su aplicación. Estimamos un costo de fabricación en el entorno de U\$ 2000, lo que conlleva una gran reducción de gastos iniciales, más los que se generarían por un mantenimiento menos costoso.



CONCLUSIONES

Los estudios pedagógicos mencionados se muestran alineados con la hipótesis que sugiere una relación entre la calidad o fidelidad de los ambientes de simulación para SVA y los mejores resultados en el aprendizaje de las habilidades que se pretenden formar en los estudiantes. Es razonable y estadísticamente consistente plantear que puede haber una relación directa, dentro de cierto rango, entre la calidad de la simulación y los resultados de aprendizaje. Se plantea por tanto la pertinencia de mejorar el desarrollo de maniqués para la simulación de pacientes para SVA. Existen en el mercado los llamados simuladores de alta performance que actualmente ofrecen mayores prestaciones para proporcionar una simulación muy superior a la que se usa en Uruguay para los cursos de enseñanza del pregrado en medicina. Es pertinente analizar la posibilidad de fabricar simuladores con las características de mejora propuestas en la tabla 2, para lograr superiores prestaciones técnicas, que produzcan mejores resultados pedagógicos abaratando también los costos, volviendo de esta forma más accesible su implementación por parte de la Facultad de medicina. También permite que los técnicos en medicina y en ingeniería puedan trabajar en conjunto para aportar en este sentido, sentando las bases para un desarrollo sostenido de los equipos.

Se plantea por tanto la pertinencia de mejorar el desarrollo de maniqués para la simulación de pacientes para SVA. Existen en el mercado los llamados simuladores de alta performance que actualmente ofrecen mayores prestaciones para proporcionar una simulación muy superior a la que se usa en Uruguay para los cursos de enseñanza del pregrado en medicina. Es pertinente analizar la posibilidad de fabricar simuladores con las características de mejora propuestas en la tabla 2, para lograr superiores prestaciones técnicas, que produzcan mejores resultados pedagógicos abaratando también los costos, volviendo de esta forma más accesible su implementación por parte de la Facultad de medicina. También permite que los técnicos en medicina y en ingeniería puedan trabajar en conjunto para aportar en este sentido, sentando las bases para un desarrollo sostenido de los equipos.

Referencias bibliográficas:

- [1] J. B. López-Messa, H. Martín-Hernández, J. L. Pérez-Vela, R. Molina-Latorre, and P. Herrero-Ansola, "Novedades en métodos formativos en resucitación," *Med. Intensiva*, vol. 35, no. 7, pp. 433–441, 2011, doi: 10.1016/j.medin.2011.03.008.
- [2] J. Carriel Mancilla and G. Ramírez Amat, "Prácticas de simulación en medicina: ventajas, limitantes, recuento histórico y perspectiva ecuatoriana," *Rev. Med.*, vol. 17, no. 4, pp. 285–291, 2012.
- [3] F. De Vitoria, "Educación Médica," vol. 18, no. Supl 1, pp. 12–19, 2017.
- [4] B. W. Mills, O. B. J. Carter, C. J. Rudd, L. A. Claxton, N. P. Ross, and N. A. Strobel, "Effects of low-versus high-fidelity simulations on the cognitive burden and performance of entry-level paramedicine students: A mixed-methods comparison trial using eye-tracking, continuous heart rate, difficulty rating scales, video observation and inter," *Simul. Healthc.*, vol. 11, no. 1, pp. 10–18, 2016, doi: 10.1097/SIH.000000000000119.
- [5] C. E. McCoy *et al.*, "Randomized controlled trial of simulation vs. standard training for teaching medical students high-quality cardiopulmonary resuscitation," *West. J. Emerg. Med.*, vol. 20, no. 1, pp. 15–22, 2019, doi: 10.5811/westjem.2018.11.39040.
- [6] "Centro de Simulación para la Enseñanza de la Emergencia de Uruguay ya es una realidad - 15/12/2020 - EL PAÍS Uruguay." <https://www.elpais.com.uy/vida-actual/centro-simulacion-ensenanza-emergencia-uruguay-realidad.html> (accessed Jun. 09, 2021).
- [7] "Resusci Anne QCPR - Destrezas de RCP de alto rendimiento para socorristas | Laerdal Medical." <https://laerdal.com/es/products/simulation-training/resuscitation-training/resusci-anne-qcpr/> (accessed Jun. 09, 2021).
- [8] "Apollo Adult Patient Simulator | CAE Healthcare." <https://www.caehealthcare.com/patient-simulation/apollo/> (accessed Jun. 09, 2021).
- [9] "HAL S3201 - Advanced Multipurpose Patient Simulator - Gaumard." <https://www.gaumard.com/advanced-hal-s3201> (accessed Jun. 09, 2021).