

# SIMULADORES Y JUEGOS SERIOS PARA ENSEÑANZA EN MEDICINA

## Revisión de los aportes del Núcleo de Ingeniería Biomédica

Isabel Ribeiro<sup>1</sup>, Franco Simini<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Núcleo de Ingeniería Biomédica de las Facultades de Medicina e Ingeniería. Hospital de Clínicas, Universidad de la República. Montevideo, Uruguay

### INTRODUCCIÓN

La informática médica permite simular sistemas fisiológicos con su diversidad de estímulos y respuestas, permitiendo ensayar diagnósticos y conductas inspirados en pacientes reales. Además de constituir ámbitos propicios para la enseñanza. La pandemia de 2020 amplía aún más las oportunidades de uso de los simuladores en la enseñanza de grado y posgrado. El aprendizaje teórico y de habilidades mejora al tener la posibilidad de simular repetidamente las respuestas a sus intervenciones y por lo tanto adquiere mayor eficiencia didáctica. Los simuladores y los juegos serios desarrollan las capacidades cognitivas y deductivas del estudiante, enriqueciendo sus conocimientos a través de la percepción de la realidad en distintos escenarios.

### MÉTODOS

Los juegos serios y simuladores aquí relevados fueron encontrados en la literatura científica desde 2011. Todas las propuestas fueron desarrolladas por equipos interdisciplinarios que reúne objetivos docentes, conocimiento médico y manejo de tecnologías de información y comunicación.

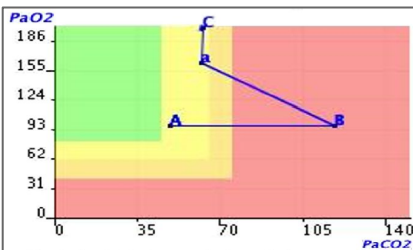


Fig.3. Simulación de un paciente ventilado en SIMVENT-DOCEO con cambios de los parámetros de ventilación en la PaO<sub>2</sub> y PaCO<sub>2</sub> (líneas azules) indicados por el estudiante en su estrategia de asistencia ventilatoria mecánica.



Fig.1: JUSEGU. Situación de riesgo eléctrico



Fig. 2. Consultorio de gineco-obstetricia en AEGO

**SIMVENT: Simulador pulmonar para ensayo de ventiladores mecánicos (2011):** permite realizar control de calidad de los ventiladores mecánicos al compararse con los ventiladores a evaluar. Verifica sus características y respuestas a los intentos de inspiración. Permite modificar parámetros pulmonares, complacencia y resistencia para simular distintos tipos de pacientes.

**SIMVENT- DOCEO: Simulador de paciente respiratorio para adquirir destrezas en la ventilación (2016):** es un Software que entrega parámetros de operación al Hardware del SIMVENT, permitiéndole al usuario ensayar estrategias de ventilación mecánica en pacientes con varias patologías pulmonares. (Fig. 1)

**JUSEGU: Juego serio Seguridad Eléctrica en Hospitales (2014):** considera diversas situaciones que ponen en riesgo la vida del paciente o del personal de salud. (Fig.2). Propone escenarios que representan la realidad de trabajo en un hospital con sus riesgos, para enseñar las precauciones especiales de los equipos médicos, instrumentos y manejo de las instalaciones.

**SEPEPE: Seguimiento perinatal personalizado (2014):** app. móvil recetada por el ginecólogo para lograr un seguimiento personalizado del control del embarazo. Posee un sistema de alertas, recordatorios, elementos de alarma obstétrico. El uso de SEPEPE con tiempos acelerados respecto a la vida real lo transforman en un simulador para ensayar estrategias de control prenatal,

**SERVOGLU: Simulador de sistemas fisiológicos para enseñanza y ensayo de conductas clínicas (2017):** permite manipular y controlar virtualmente el sistema patológico simulado para el cual se quiere ensayar una conducta. Admite la selección del modelo a simular, pronosticando la posible evolución del paciente para la variable de interés. (Fig. 4)

**AEGO: Asistente de enseñanza en Gineco-obstetricia (2019):** juego serio que simula una consulta gineco-obstétrica. Se tratan conceptos teóricos de la Salud Sexual y Reproductiva, maniobras semiológicas y la verificación de conocimientos adquiridos sobre fisiopatología, anamnesis y exámen físico. (Fig.3).

**JUREANIMA: Juego serio de Reanimación Cardiopulmonar Avanzada adulto (2021):** simula múltiples pacientes con diagnóstico de Paro-cardiorespiratorio (PCR) y sus diferentes escenarios de acuerdo a la conducta tomada por el participante. Permite entrenar los distintos algoritmos de acción y habilidades dependiendo del rol que ocupa el participante en el manejo del paciente, en un tiempo determinado.

**PERINATOLOGÍA: Simulador de enseñanza en perinatología (2021):** simulador neonatal para práctica de maniobras de resucitación neonatal. Se acompaña de un Software que simulará la monitorización del trabajo de parto y del recién nacido, así como la evolución de los distintos escenarios de acuerdo a las conductas tomadas previamente.

### RESULTADOS

El Juego serio o educativo es aquel que se desarrolla para el aprendizaje de habilidades específicas. Los simuladores, por otro lado, están pensados para que el usuario aprenda o practique habilidades en un entorno que se parece a la realidad. El componente "lúdico" desaparece en el simulador, lo que lo diferencia del juego serio. Para afianzar el razonamiento clínico sobre diagnóstico, tratamiento, riesgos y control de calidad de equipos, se han desarrollado 8 simuladores/juegos serios de los cuales 2 se encuentran en desarrollo. AEGO, recurso docente rutinario, fue calificado como útil por el 94% de 136 estudiantes de medicina en una encuesta realizada sobre la utilidad del simulador. JUSEGU está incorporado a la docencia de seguridad eléctrica de instrumentos y equipos médicos para estudiantes de la Escuela Universitaria de Tecnología Médica (EUTM). En esta revisión el desarrollo promedio de trabajo interdisciplinario fue de 25 meses-personas.

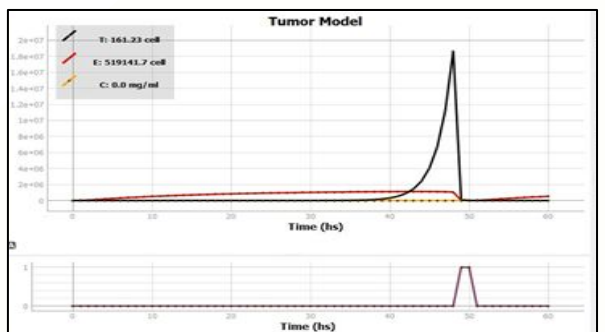


Fig.4. Simulación simplificada del crecimiento celular tumoral en función del tiempo, al administrar tratamiento quimioterápico (QT), interpretado por el simulador genérico SERVOGLU. Curva negra: variación del tamaño tumoral, curva roja: efecto del sistema inmunológico. Curva amarilla: concentración del QT en el tumor. Al administrar QT se observa un descenso del número de células tumorales, el sistema inmunológico y el aumento de la concentración de la droga en el tumor.

### DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

Todos los simuladores reseñados tienen un alto potencial para su uso docente y para la toma de decisiones durante la atención sanitaria. El entrenamiento basado en la simulación conlleva ventajas tanto para los estudiantes que adquieren destrezas y habilidades en un ambiente seguro, como para los pacientes. Además la simulación reduce las posibilidades de error médico al permitir ensayar conductas cuando la experiencia clínica es limitada. El entrenamiento de casos clínicos en condiciones normales requiere mucho tiempo, ya sea por la duración de las distintas etapas de la patología o porque se trata de una habilidad de difícil adquisición. En la simulación la enseñanza se beneficia del hecho de poder manipular el tiempo y la progresión de la actividad simulada, además del libre acceso a la repetición de los módulos de entrenamiento.

### Bibliografía

1. Ashby, G., Ferrer, I., & Simini, F. (2018). SERVOGLU: simulador gráfico de sistemas fisiológicos basados en ecuaciones diferenciales para enseñanza y ensayo de conductas clínicas. XXI Congreso Argentino de Bioingeniería X Jornada de Ingeniería Clínica, vol. XX (X), 1-4.
2. Braga, J., Geido, D., Hurtado, F. J., Hospital, C., & Simini, F. (2011). SIMVENT – Simulador pulmonar de paciente para ensayar ventiladores mecánicos. XV Congreso Argentino SABI 2011. VII Jornadas de Ingeniería Clínica Mar del Plata, 2011.
3. Rey, G., Alzugaray, M., Vico, S., Vega, C., & Simini, F. (2019). SEPEPE : Pregnancy Follow-up Prescription App. XXII Congreso de Bioingeniería, XI Jornada de Ingeniería Clínica. SABI 2020
4. Marichal, E., & Simini, F. (2014). JUSEGU v1.0. Proyecto, implementación y pruebas de un prototipo para satisfacer los requerimientos de la asignatura "Proyecto de grado" del Instituto de Computación 1-58
5. Rey, G., Barreiro, S., Larroca, C., & Zubelso, C. (2021). AEGO : asistente telemático para la enseñanza de la ginecología y obstetricia con resultados preliminares en pandemia COVID-19. Pendiente publicación.