

# PHYSIOEX™ 9.0 O LA UTILIZACIÓN DE SIMULACIONES DE LABORATORIO EN LA ASIGNATURA DE FISIOLOGÍA EN CIENCIAS DE LA SALUD

**Autores: Giner Larza, Eva María, García-Arnandis, Isabel**

Departamento de Enfermería, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Europea de  
Valencia, CP: 46010

Evamaria.giner@uem.es, isabel.garcia2@uem.es

**Resumen.** *En ocasiones, nuestros alumnos son incapaces de integrar los diferentes aspectos teóricos explicados en las sesiones en el aula, o no llegan a adquirir una visión práctica, real o aplicada a la vida de las asignaturas que impartimos en clase. En concreto, la Fisiología es considerada por los estudiantes como una asignatura “difícil”, por la complejidad de muchos de los procesos que tienen lugar en el individuo y porque requiere tener conocimientos previos de otras disciplinas del área de ciencias de la salud. Por este motivo, con el objetivo primordial de complementar las enseñanzas teóricas con un aprendizaje activo y práctico, sin olvidar la disponibilidad de tiempo y de material, hemos puesto en marcha la utilización de las simulaciones de laboratorio de fisiología del manual PhysioEx™ 9.0. en dos asignaturas de Fisiología de dos grados del área de Ciencias de la Salud de la Universidad Europea de Valencia. La experiencia, a falta de conocer el grado de satisfacción de nuestros estudiantes, ha sido altamente positiva por nuestra parte, puesto que hemos percibido una mayor integración de los contenidos teóricos, a la par que creemos haber contribuido a que el estudio de la fisiología sea un poco más ameno para nuestros estudiantes.*

**Palabras clave:** PhysioEx™ 9.0, fisiología, simulaciones, laboratorio

## 1. INTRODUCCIÓN

Etimológicamente, la Fisiología es la ciencia que se encarga del estudio de las funciones y los procesos del organismo y sus partes, o lo que es lo mismo, la ciencia que estudia la naturaleza del hombre desde una perspectiva funcional, estudiando el funcionamiento de los aparatos y sistemas que componen el organismo, pero también su interacción y su regulación. La función de un sistema fisiológico responde a la pregunta ¿para qué sirve este sistema fisiológico? mientras que el proceso responde a la pregunta, ¿cómo funciona este sistema?

La Fisiología es una disciplina integradora y multidisciplinar, que requiere de conocimientos previos de biología molecular, celular, tisular, genética, inmunología, bioquímica o anatomía, y que constituye el punto de partida para otras materias del área

de las Ciencias de Salud, de carácter básico como patología, fisiopatología, farmacología y nutrición, o de carácter específico, como fisiología del ejercicio, salud mental, o cualquiera de los cuidados enfermeros o tratamientos de fisioterapia. De hecho, resulta imposible concebir unos cuidados enfermeros o fisioterapeutas de calidad en situaciones de enfermedad, sin unos conocimientos previos de cómo funciona el organismo en condiciones de salud. Todo esto hace de la Fisiología una asignatura apasionante para el docente, a la par que compleja en su enseñanza.

Para poder llevar a cabo un correcto estudio fisiológico, es necesario completar los conocimientos teóricos obtenidos en el aula con sesiones prácticas o de laboratorio. La dificultad de realizar experimentos en un laboratorio de fisiología con preparaciones *in vivo* o cultivos *in vitro* radica en que en ocasiones se trata de técnicas difíciles de realizar, en las que falta tiempo, tienen un elevado coste o pueden implicar problemas de seguridad. Además, muchos de estos experimentos requerirían de la utilización de importantes cantidades de animales de laboratorio. Si a todo esto le añadimos la falta de experiencia de los alumnos, el porcentaje de experimentos en los que se obtienen resultados visibles y cuantificables, disminuye considerablemente. Todo esto repercute negativamente en el interés del alumno por la asignatura, con la consiguiente pérdida de implicación del mismo.

PhysioEx™ 9.0 es un programa de simulación y ejercicio de laboratorio de Fisiología, cuyos autores son Peter Zao, Timothy Stabler, Lori Smith, Andrew Lokuta y Edwin Griff. La edición 9.0, que es la que hemos utilizado, dispone de un manual formato libro (físico u online), así como del software necesario para hacer las actividades en el ordenador. El libro está estructurado en 12 ejercicios, que corresponden a 12 de las unidades teóricas incluidas en los programas de las asignaturas de Fisiología (Mecanismos de transporte y permeabilidad celular, Fisiología del músculo esquelético, Neurofisiología del impulso nervioso, Fisiología del sistema endocrino, Fisiología cardiovascular, Fisiología respiratoria, Procesos físicos y químicos de la digestión, Fisiología del sistema renal, Análisis de sangre y pruebas serológicas).

Cada ejercicio consta a su vez de una serie de actividades que recogen los aspectos más relevantes de cada unidad teórica. Por ejemplo, en la actividad del análisis de sangre, disponemos de varios ejercicios para valorar el hematocrito de personas sanas, anémicas o policitémicas, que viven en poblaciones a nivel del mar o a grandes altitudes. Disponemos también de experimentos con los que valorar la velocidad de sedimentación eritrocitaria, para discriminar entre individuos sanos o que cursan con alguna patología inflamatoria; de experimentos de determinación de la hemoglobina, también para detectar diferencias entre individuos sanos, anémicos o policitémicos o de pruebas para determinar el grupo sanguíneo y los niveles de colesterol en sangre, exactamente iguales a las técnicas que utilizaríamos en experimentos de laboratorio “reales”. Siguiendo con la temática de la sangre, resulta muy didáctico y de gran utilidad, que tras “manipular” virtualmente muestras biológicas, el simulador nos recuerde la necesidad de depositarlas en el recipiente de residuos biológicos, insistiendo cada vez en la necesidad de hacerlo.

## **2. OBJETIVOS**

Con el objetivo de proporcionar a nuestros alumnos clases teóricas de calidad, pero intentando hacerlas lo más amenas y entretenidas posibles, e intentando aunar además la aplicación de nuevas estrategias y metodologías docentes, pensamos que la introducción de las simulaciones de laboratorio proporcionadas por PhysioEx™ 9.0 podría resultar muy interesante para los alumnos que cursen asignaturas de Fisiología en los distintos grados ofertados por la Universidad Europea de Valencia.

Con este método pretendemos que los alumnos adquieran una visión integrada, tanto de las funciones como de los procesos que tienen lugar en un individuo sano.

### **3. METODOLOGÍA**

Las simulaciones de laboratorio proporcionadas con el manual PhysioEx™ 9.0 se han utilizado en la asignatura de Fisiología (asignatura de 6 créditos ECTS, impartida en el segundo trimestre del primer curso del grado en Enfermería), durante los cursos 2011/2012, 2012/2013 y 2013/2014 y en la asignatura Estructura y función del cuerpo humano (asignatura de 12 créditos ECTS, impartida en el tercer trimestre del primer curso del grado en Fisioterapia) durante el curso 2013/2014.

Las sesiones teóricas en el aula fueron programadas teniendo en cuenta el siguiente esquema:

- Contenidos teóricos del bloque a desarrollar: Clase magistral, de una duración aproximada de 50 minutos, con proyección de material audiovisual relacionado con el tema a tratar.
- Cuestiones teóricas relacionadas con el tema expuesto: Los alumnos disponen de un módulo de cuestiones teóricas por cada unidad del programa teórico. Después de cada sesión teórica, los alumnos disponen de 30 minutos para realizar estas actividades, con las que se pretenden reforzar los contenidos teóricos explicados anteriormente. Estas actividades son resueltas en grupo transcurrido el tiempo.
- Cuestiones de razonamiento crítico relacionadas con el tema expuesto: En el mismo módulo de cuestiones que proporcionamos a los alumnos, existen una serie de cuestiones de razonamiento, con las que se pretende que los estudiantes adquieran una visión práctica y real de la importancia de la Fisiología para el desarrollo de la vida de una persona, más allá de los contenidos teóricos. Además, estas actividades tienen como objetivo fomentar la integración de los distintos temas que tratamos a lo largo del curso y el fomentar el espíritu crítico de nuestros alumnos. Estas actividades también son resueltas en grupo transcurrido el período de tiempo determinado.
- Simulaciones de laboratorio PhysioEx™ 9.0: Durante la presentación de la asignatura recomendamos a los alumnos que tengan su manual de simulaciones de laboratorio y les fijamos en el cronograma las sesiones en las que se va a utilizar. De esta manera, cada uno de nuestros estudiantes puede trabajar de manera autónoma. Los resultados de estas simulaciones son enviados, a través de la plataforma virtual, para posteriormente corregirlos y calificarlos individualmente.

Pero, ¿Cómo trabajamos con PhysioEx™ 9.0?

Antes de comenzar con el experimento propiamente dicho, los estudiantes tienen la posibilidad de recordar los aspectos teóricos del tema que se está tratando, ya que cada uno de los ejercicios comienza con una visión general del experimento. A continuación, se plantean una serie de cuestiones de respuesta múltiple, denominadas de un modo genérico “cuestiones pre-lab”. Estas cuestiones pueden completarse en el propio libro o en el simulador del ordenador. Esta última posibilidad resulta mucho más útil puesto que alumno obtiene inmediatamente un *feed-back*, que les permite conocer cuál es su grado de conocimiento previo del tema. A continuación, se enumeran los objetivos de la actividad propuesta, y tras haber presentado los materiales o dispositivos que se van a utilizar (desde cultivos celulares, secciones de músculo o tejido cardíaco hasta ratas de laboratorio, pasando por portas y cubres celulares, osciloscopios, escáneres o pHímetros), los estudiantes pueden empezar a realizar el experimento propiamente dicho, siguiendo las instrucciones proporcionadas en todo momento por el manual (en castellano) o por el simulador (en inglés).

Durante todo el experimento, PhysioEx™9.0 guía al estudiante, mostrándole detalladamente los pasos que tiene que seguir, recordándole aspectos teóricos y planteándole cuestiones variadas. A la par que el estudiante va completando el experimento, todos y cada uno de los resultados que obtiene se van memorizando, de forma que, una vez terminado, se puede recurrir a los datos obtenidos en todo momento. Además, el simulador plantea una serie de preguntas de pronóstico para que los estudiantes reflexionen sobre la relación entre la actividad que están desarrollando y el concepto fisiológico que se pretende demostrar.

Una vez completado el experimento, el simulador vuelve a plantear una serie de cuestiones, denominadas “cuestiones post-lab”. En este caso, no sólo se plantean cuestiones tipo test como en las cuestiones pre-lab, sino que se plantean una serie de preguntas abiertas para que el estudiante desarrolle los conocimientos adquiridos.

Finalmente, el estudiante recibe en un archivo *pdf* tanto las cuestiones como los resultados obtenidos a lo largo del experimento, que es lo que luego nos mandará a través de la plataforma *Moodle*, para su valoración.

Los análisis estadísticos se han llevado a cabo con hojas de cálculo Excel y con el programa SPSS.

#### **4. RESULTADOS**

Las asignaturas en las que aplica la simulación se evalúan de manera continua a lo largo del trimestre, de manera que periódicamente el alumno conoce la progresión de su aprendizaje, sabiendo cuáles son los sistemas funcionales que no tiene bien integrados. En ambos casos, el conjunto de simulaciones realizadas a lo largo del trimestre contribuyen en un 15% a la nota final de la asignatura.

Del curso 2013/2014 no poseemos datos de satisfacción de los estudiantes con la actividad, ni de las notas finales de la asignatura de Estructura y Función del Cuerpo Humano, puesto que aún está cursándose. En cambio, en el caso de los cursos

2011/2012, 2012/2013 y 2013/2014 de Fisiología hemos obtenido los resultados que se incluyen en la Figura 1.

El porcentaje de alumnos suspendidos durante los cursos 2011-2012 y 2012-2013 se mantiene en torno al 30% (Figuras 1A y 1C), pero aumenta hasta el 50% en el curso 2013-2014 (Figura 1E). La nota máxima obtenida en las pruebas teóricas fue de 7,9 y la mínima de 0, siendo  $7,9 \pm 0,5$  el valor de la media  $\pm$  error). En cualquiera de los tres cursos, ninguno de los estudiantes suspendidos obtuvo una calificación satisfactoria en la actividad de simulación, siendo en este caso la puntuación máxima de 10, la mínima de 0, y  $4,5 \pm 0,6$  la media  $\pm$  error. El porcentaje de alumnos que no obtienen una calificación superior a 4 sobre 10 en las actividades de simulación varía considerablemente en los tres cursos académicos. De un 29% de alumnos en el curso 2011-2012 (Figura 1B), pasamos a un 60% en el curso 2012-2013 (Figura 1D), y a un 10% en el curso 2013-2014 (Figura 1E). En cualquier caso, existe una correlación positiva y significativa entre los resultados de las pruebas teóricas y las pruebas de simulación, según hemos observado al aplicar el test de correlación de Spearman ( $r=0,63$ , con un valor de  $p<0,01$ ). Los alumnos que peores calificaciones obtienen en los ejercicios de simulación son aquellos que peores calificaciones obtienen en las pruebas teóricas. Por otra parte, resulta variable el porcentaje de alumnos suspendidos que no entregan las actividades de simulación, aunque en cualquier caso, se trata de unos porcentajes elevados (71% en 2011-2012, 60% en 2012-2013 y 90% en 2013-2014).

Figura 1A

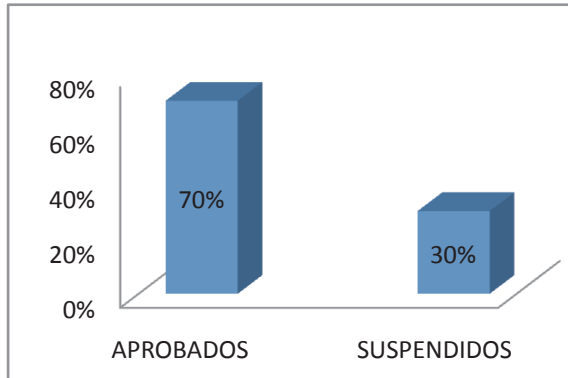


Figura 1B

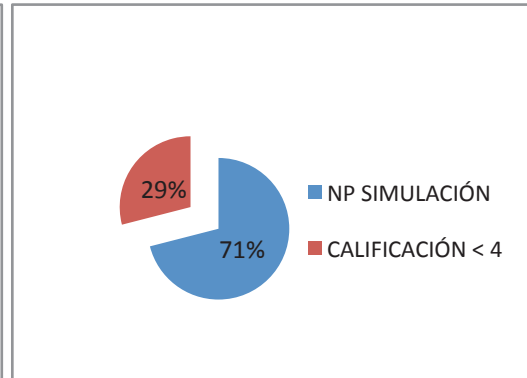


Figura 1C

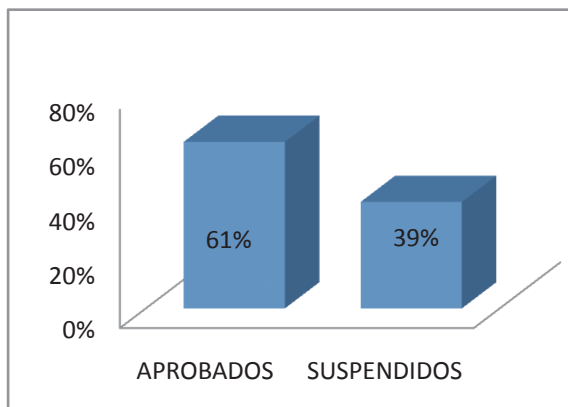
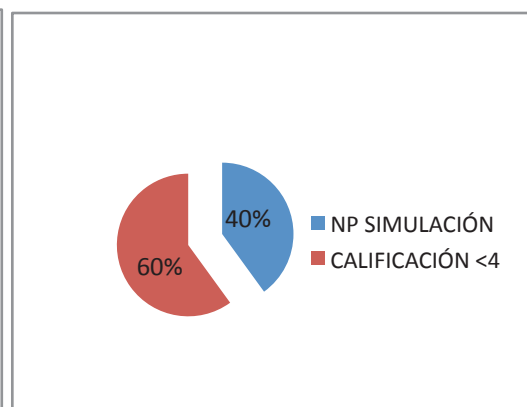


Figura 1D



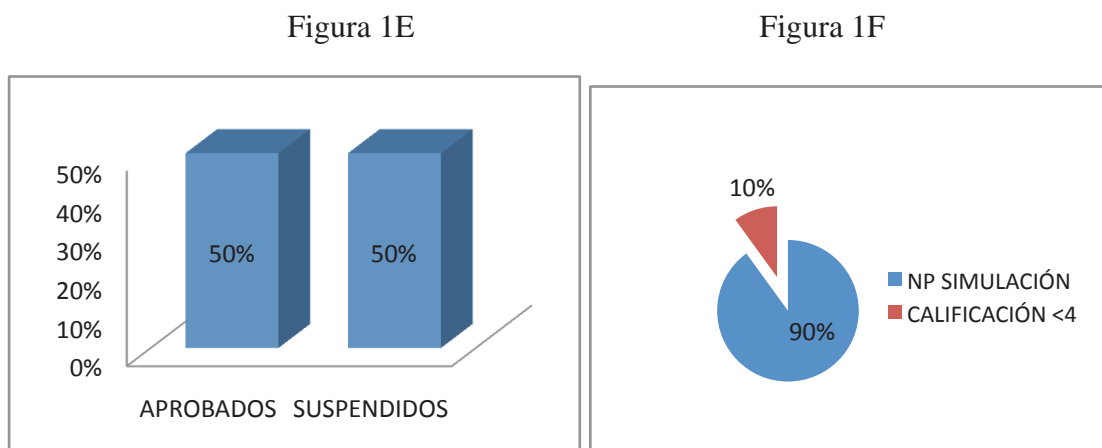


Figura 1: Relación de porcentajes de alumnos aprobados-suspendidos en la asignatura de Fisiología en los cursos 2011-2012 (Figura 1A), 2012-2013 (Figura 1C) y 2013-2014 (Figura 1E) y distribución del grupo de alumnos suspendidos en relación con las actividades de simulación (NP simulación= alumnos suspendidos que no han presentado las actividades de simulación y Calificación<4= alumnos suspendidos que han obtenido una calificación inferior a 4 en las actividades de simulación) en los cursos 2011-2012 (Figura 1B), 2012-2013 (Figura 1D) y 2013-2014 (Figura 1F).

## 5. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos con los estudiantes de Fisiología de los tres cursos analizados indican la existencia de una correlación significativa y de carácter positivo entre los estudiantes que no superan las pruebas de simulación y aquellos que no superan las pruebas teóricas. Además, hemos detectado que aquellos estudiantes que obtienen mejores calificaciones en las simulaciones son los mismos que obtienen mejores calificaciones en la prueba de razonamiento (datos no mostrados). Esta prueba de razonamiento, que consta de una serie de casos clínicos de Fisiología, se realiza conjuntamente con la prueba de conocimientos teóricos y supone el 20% de la nota total de la asignatura y es una de las pruebas en las que los estudiantes obtienen calificaciones más bajas.

La utilización de simulaciones de laboratorio presenta una serie de ventajas importantes: Permite la posibilidad de realizar experimentos variados, en un período de tiempo más reducido y evitando potenciales problemas de seguridad que pueden darse por manejo inadecuado de muestras biológicas. El alumno puede guardar su informe de laboratorio en formato *pdf* o repetir el experimento todas aquellas veces que considere

necesario. Además, para facilitar la comprensión y visualización del contexto de las simulaciones, el estudiante dispone de una serie de vídeos de experimentos de laboratorio que muestran como son los experimentos simulados en la realidad. Este tipo de actividades abre la posibilidad de discusión en el aula, en la que surgen dudas que previamente no se habían formulado. Así, los alumnos son capaces de trasladar las simulaciones a las situaciones de la vida, como la actividad de simulación del aumento de la presión arterial o el aumento del hematócrito en función de la altitud, un aspecto de relevante interés en el campo del deporte.

En este contexto, no podemos olvidar que uno de los principios básicos de la experimentación animal hace referencia a la regla de las 3R (reemplazar, reducir y refinar). La alternativa de reemplazar hacen referencia a todos aquellos métodos que sustituyen parcial o totalmente el uso de animales, como es nuestro caso con este modelo informático de simulaciones de laboratorio.

Otro aspecto a tener en cuenta es que, si bien el formato libro de las simulaciones está escrito en castellano, todas las actividades del software informático, bien sean cuestiones tipo test o de respuesta abierta como el propio experimento, están escritas en inglés, como también lo están los vídeos de apoyo a la experimentación, lo que hace que esta herramienta sea un recurso útil para desarrollar las actividades en inglés marcadas por nuestro modelo académico.

## **6. CONCLUSIÓN**

De acuerdo con estos datos, podemos concluir que la simulación de experimentos de fisiología mediante la herramienta PhysioEx™ 9.0 puede resultar útil para fomentar que los estudiantes adquieran una visión global, práctica e integrada de la asignatura de Fisiología.

## **7. REFERENCIAS**

Zao P. PhysioEx 9.0 para fisiología humana. 1ª Edición Pearson. 2012 . ISBN: 032185572