



CONGRESO INTERNACIONAL DE EDUCACIÓN | EVALUACIÓN 2024



LOS BIOMODELOS DIDACTICOS EN EL APRENDIZAJE DE LA FISILOGIA

DAVID FERNANDO BALAGUERA QUINCHE

dfbalagueraq@unal.edu.co

INTRODUCCION

En una definición simple, los modelos son maquetas artificiales tridimensionales funcionales que buscan una aproximación a la función de un organismo, son fabricados con la finalidad pedagógica de estudiar y entender la fisiología de un espécimen (Forero, 2016). Esta didáctica se ha venido implementando en diferentes universidades del mundo para mejorar la enseñanza y aprendizaje de los estudiantes (Villamizar & Aquino, 2016), busca facilitar los procesos de transmisión del conocimiento de las ciencias básicas fuera y dentro del aula de clase (Berenguer-Albaladejo, C. 2016). En el sistema educativo de Colombia y particularmente en las universidades, algunos modelos son desarrollados por el propio interés de profesores e investigadores, o por los estudiantes interesados en alguna temática, de forma usual con materiales poco duraderos a través del tiempo como yeso, plastilinas, espumas de poliuretano, entre otras. En medicina veterinaria solo recientemente (desde 1990) se comenzaron a utilizar algunos modelos o simuladores en docencia para la enseñanza de la fisiología.

A través del tiempo hemos utilizado la metodología tradicional de enseñanza, la cual consiste en clases magistrales teóricas y sesiones de laboratorio con el fin de “poner en práctica la teoría” (Suárez Sánchez, M. F. 2018), en la actualidad está demostrado que esta metodología aumenta en los estudiantes el conocimiento primario (capacidad para memorizar conceptos) y la comprensión secundaria (capacidad de entender los conceptos), pero ¿podemos utilizar otras metodologías para conseguir los mismos resultados y tal vez mejorar otras habilidades de pensamiento superior?. En los últimos años se ha implementado la didáctica de construcción de biomodelos a escala con el fin de mejorar el aprendizaje de las ciencias, ¿puede ser útil esta implementación en un curso de fisiología a nivel de pregrado en medicina veterinaria? Para solucionar esta pregunta debemos explorar directamente la experiencia de aprendizaje en los estudiantes, puesto que son ellos los creadores de los biomodelos y son ellos quienes pueden obtener herramientas y beneficios en su formación académica, además nos movemos de una enseñanza tradicional a una enseñanza constructivista más acorde con la nueva sociedad, en donde el alumno es responsable de la creación y el descubrimiento de su propio conocimiento.

MATERIALES Y METODOS

La exploración educativa de la implementación de los biomodelos didácticos se realizó en los estudiantes de segundo, tercer y cuarto semestre inscritos en la asignatura de Fisiología en el primer y segundo ciclo académico del pregrado en medicina veterinaria de la Fundación universitaria agraria de Colombia y Universidad de ciencias aplicadas y ambientales en la ciudad de Bogotá (Colombia), en estos cursos el proyecto final de aula fue la creación de un biomodelo didáctico sobre cualquier proceso en Fisiología.

Para guiar a los estudiantes durante este proceso, al inicio del semestre se realizó una sesión de clase informativa con el fin de contextualizar el proceso de desarrollo de los modelos didácticos, dicha actividad consiste en relatar el trasfondo histórico de los modelos, visualizar fotos y videos de modelos realizados en el pasado, dar el plazo de entrega del modelo (al finalizar el semestre académico) y las pautas del mismo: se enfatizó en que el modelo debía ser “funcional” para representar cualquier proceso fisiológico en un sistema, que en pocas palabras, es una secuencia de pasos dinámicos para llegar a la función. También “pedagógico”, es decir, que el modelo didáctico se convierte en una herramienta que le permite al estudiante explicar un tema en fisiología a cualquier persona sin necesidad de diapositivas u otra ayuda visual. Adicional a lo anterior, se entregó a los estudiantes un documento de consentimiento informado para la realización del estudio y la autorización del uso y publicación de los resultados obtenidos, la participación fue voluntaria en cada paso del proceso.

Como herramientas para explorar la implementación de los biomodelos didácticos al finalizar la construcción y presentación del mismo, se utilizó:

Una encuesta estructurada. Fue basada en la metodología de Soltis (2015) que incluyó las fortalezas de aprendizaje descritas por Hanson (2006), aquí cada estudiante evaluó el aporte de esta implementación en diferentes tópicos relacionados con el aprendizaje en fisiología, estos tópicos son el dominio del tema, el desarrollo del pensamiento crítico y analítico, la adquisición de habilidades en la solución de problemas, la comunicación interpersonal para entender ideas o conceptos, la formación de equipos de trabajo para facilitar el aprendizaje, la adquisición de habilidades para la administración de roles dentro del grupo y la familiarización con la autoevaluación personal y grupal. El aporte se calificó de 1 a 5 siendo 1 el menor puntaje y 5 el mayor puntaje por cada tópico en la encuesta.

Formato de metacognición grupos de trabajo. A cada grupo de trabajo le fue asignada una hoja de metacognición desarrollada por Hanson (2006) que permite la autoevaluación del

desempeño grupal. En este formato se brindan tópicos con afirmaciones como “todo el grupo participó activamente” o “Todo el grupo vino preparado”, aquí cada grupo de estudiantes discutirá cada tópico y le dará una calificación de 0 a 5 siendo 0 el menor puntaje y 5 el mayor puntaje, al final la sumatoria total (máximo 50) brindará la calificación total del desempeño.

Retroalimentación experiencial. Al finalizar la construcción del modelo didáctico en fisiología Se realizará a los estudiantes dos preguntas abiertas de retroalimentación experiencial: ¿Qué experiencia deja en usted realizar biomodelos en fisiología para su formación profesional? Las respuestas serán libres y anónimas. Para organizar la información se cuantificó las repeticiones de respuestas similares y se organizaron en los tópicos aplicación (aplicar la fisiología en la vida real), dominio del tema (sirve para reforzar los temas vistos en clase), conocimiento (empoderarse del conocimiento en fisiología), investigación (promueve la formación investigativa), experiencia (aumenta la experiencia práctica) y método de aprendizaje (un método adicional para el proceso de aprendizaje).

Caracterización de los modelos didácticos. Se clasificó el total de los modelos didácticos realizados por los estudiantes de fisiología en las categorías “animal escogido” (ej: animales de compañía, abasto, exóticos, etc.) y “temática fisiológica” (ej. sistema nervioso, cardiaco, endocrino etc.).

RESULTADOS

A continuación, se presentan algunas imágenes de los biomodelos didácticos en fisiología (imágenes 1):



Encuesta estructurada: Como se muestra en la tabla 1 (n=88 estudiantes), el mayor número de estudiantes dieron una calificación entre 4 y 5 al aporte en cada tópico, sin embargo, es representativo que un gran número de estudiantes dio una calificación de 3/5 en el tópico “las habilidades en la administración o manejo de roles dentro del grupo”.

Tabla 1: Es el número de estudiantes que calificaron de 1 a 5 el aporte de cada tópico a su vida educativa. El mayor número de estudiantes dieron una calificación entre 4 y 5 a cada tópico.

Tópicos	1	2	3	4	5
Dominio del tema (terminología, métodos, tendencias)			3	44	41
Desarrollo del Pensamiento crítico y analítico	1	1	1	49	36
Oportunidades para adquirir habilidades en la solución de problemas			2	51	35
Comunicación interpersonal para entender ideas o conceptos		2	7	50	29
Formación de equipos de trabajo para facilitar el aprendizaje	1	1	6	40	40
Habilidades para la adquisición o manejo de roles dentro del juego	1	1	46	20	20
Familiarización con la autoevaluación personal grupal	2		4	40	42

Metacognición grupos de trabajo: En este ejercicio (n = 40 grupos) se observa en general que la selección de los participantes va dirigida a dar las calificaciones más altas a cada ítem, se observa que son muy pocas las que apuntan a la calificación 3.

Tabla 2: Calificación de la valoración del trabajo en equipo.

Ítem	Clasificación					Total participantes	Porcentajes de calificación				
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
Todo el grupo vino preparado	0	0	2	10	28	40	0%	0%	5%	25%	70%
Todo el grupo participó activamente	0	0	0	4	36	40	0%	0%	0%	10%	90%
Todos nos ayudamos y apoyamos mutuamente	0	0	1	6	33	40	0%	0%	2.5%	15%	82.5%
Todos realizaron preguntas cuando no entendían algo	0	0	3	8	29	40	0%	0%	7.5%	20%	72.5%
Todos brindamos explicaciones claras a sus compañeros	0	0	1	10	29	40	0%	0%	2.5%	25%	72.5%
Todos aportaron ideas	0	0	1	7	32	40	0%	0%	2.5%	17.5%	80%
Todos escuchamos ideas de nuestros compañeros	0	0	3	4	33	40	0%	0%	7.5%	10%	82.5%
Todos contribuyeron para lograr la meta, ninguna persona fue dominante	0	0	1	5	34	40	0%	0%	2.5%	12.5%	85%
Todos entendieron el material	0	0	0	4	36	40	0%	0%	0%	10%	90%
Todos complementamos nuestras tareas asignadas	0	0	0	1	39	40	0%	0%	0%	2.5%	97.5%

Caracterización de los modelos: Cada grupo de estudiantes (n= 43 grupos) tuvo la oportunidad de escoger el animal o especie con el cual le gustaría trabajar, como se puede observar en la

tabla 3, la mayoría de los participantes prefieren trabajar con modelos didácticos en especies no tradicionales o de fauna silvestre. Por otro lado, la temática fisiológica del modelo que más se escogió fue basado en el sistema nervioso mientras que ninguno seleccionó el sistema muscular.

Tabla 3: Selección de los participantes con base a la especie animal y el sistema en fisiología.

Animal o especie seleccionado	Participantes	Porcentajes
Modelos didácticos elaborados en animales de compañía (Perro, gato, aves no silvestres ni de abasto, peces de agua dulce, pequeños mamíferos)	5	11.62%
Modelos didácticos elaborados en animales de abastos (Vaca, caballo, porcino, aves)	9	20.93%
Modelos didácticos elaborados en especies no tradicionales o fauna silvestre	29	67.44%
Total	43	100%

Temática fisiológica del modelo	Participantes	Porcentajes
Modelos basados en el sistema nervioso	11	25.58%
Modelos basados en cardiovascular	5	11.62%
Modelos basados en pulmonar	2	4.65%
Modelos basados en endocrino	5	11.62%
Modelos basados en reproductivo	3	6.97%
Modelos basados en renal	1	2.32%
Modelos basados en digestivo	8	18.60%
Modelos basados en muscular	0	0%
Modelos basados en piel anexos	6	13.95%
Modelos basados en eco-fisiología	2	4.65%
Total	43	100%

Retroalimentación experiencial: De acuerdo con el proceso vivido en la elaboración del biomodelo didáctico, cada participante (n=120 estudiantes) respondió redactando una respuesta en base al tipo de experiencia que le brindó esta actividad para su formación profesional (tabla 1), las respuestas más prevalentes iban encaminadas a que el biomodelo didáctico ayudaba a la adquisición de conocimiento y como un método de aprendizaje para los estudiantes.

Tabla 4: Resultados de la agrupación de respuestas en tópicos generales con respecto a la experiencia en el uso de biomodelos para la formación académica.

Ítem	Participantes	Porcentajes
Aplicación	17	14.16%
Dominio del tema	15	12.5%
Conocimiento	34	28.33%
Investigación	10	8.33%
Experiencia	11	9.16%
Método de aprendizaje	33	27.5%
Total	120	100%

DISCUSIÓN

Al explorar diferentes autores se pueden encontrar varias metodologías utilizadas para la enseñanza y el aprendizaje de la fisiología, algunos de ellas son: las prácticas de laboratorio; que pueden llegar a ser un mecanismo ideal para el aprendizaje sobre los órganos y sistemas (Borràs, J. F., *et al*, 2012), las herramientas tradicionales; como el uso de conferencias magistrales, libros de texto, cintas de video comerciales y demostraciones en el fisiógrafo, los laboratorios de experimentación con animales; en donde el concepto base se centra en proporcionar al alumno "material real" y "experiencia real" para mejorar el aprendizaje (Shore. *et al*, 2013), los laboratorios basados en software de ordenador; estos pueden simular el funcionamiento de múltiples sistemas de órganos, su comportamiento y las respuestas fisiológicas a diferentes estímulos (Balaguera Quinche, D. F. 2017), los laboratorios de fisiología basados en la indagación; que consisten en un método pedagógico alternativo de enseñanza en el aula que se caracteriza por un enfoque en el aprendizaje a través del descubrimiento (Gallegos, W. L. A., & Huerta, A. O. 2014), los laboratorios visuales; para el aprendizaje de la ética profesional centrado en la interacción experimentador - sujeto (Escudero Lirola, E., *et al*. 2018, el Labtutor; un laboratorio virtual con módulos predeterminados para el desarrollo de laboratorios en fisiología que está compuesto por un background de información científica, instrucciones paso a paso, registros en tiempo real, análisis de datos, desarrollo y entrega de un reporte final (Swift. A, 2016). Todas estas herramientas didácticas están relacionadas con la memorización de conceptos funcionales, la comprensión y consolidación de conceptos básicos y experiencia real para mejorar el aprendizaje. En los últimos años y basados en la experiencia de este estudio podríamos agregar una herramienta adicional para promover el aprendizaje: la implementación de los biomodelos

didácticos, esta afirmación que es compatible con Fernández *et al*, 2010 podría ser una evidencia de las ventajas que tiene esta herramienta.

Los resultados obtenidos en esta experiencia educativa muestran una coherencia con las afirmaciones de los diferentes autores nombrados en los párrafos anteriores. Es por esto que el intento que se hace por mejorar la educación en el ámbito de la medicina es un tema que incide en todas las asignaturas impartidas en la academia, como lo afirma Gonzales *et al*, 2015 “continuamos con la búsqueda de acciones que nos lleven a un nuevo rumbo de trabajo con panoramas frescos y alentadores” para nuestros estudiantes. La educación médica no es mundo que se aleje de este intento ya que puede ser un espacio para la combinación de métodos de enseñanza y elementos interactivos (Friederichs *et al* 2014). Con frecuencia, las clases han sido criticadas por ser monótonas en donde los estudiantes son solo aprendices pasivos, esto sumado a que los estudios con libros de texto parecen proporcionar solo una comprensión limitada en los estudiantes (Sánchez, M. G. B., *et al*, 2014). Sin embargo, así se implementen diferentes didácticas, no es posible eliminar por completo las conferencias, ya que sirven como un medio para presentar a los estudiantes conceptos complejos (Villamizar & Aquino, 2016).

Una de las preguntas que siempre nos surgen como docentes y que comparte Ortega, 2007 es: ¿cómo enseñar ciencias de forma significativa?, siempre buscamos que nuestros métodos sean los más completos y a su vez brinden herramientas a los aprendices, esperando que las podrán utilizar durante toda su vida profesional. Es difícil nombrar una pedagogía definitiva, pero una posibilidad prometedora podría incluir el aprendizaje activo; un proceso para hacer que los estudiantes se dediquen a alguna actividad y les obliga a reflexionar sobre sus ideas y cómo están utilizando las mismas, este aprendizaje no prioriza la transmisión de conocimientos ya que se enfoca en la participación activa de los estudiantes, esto conlleva al desarrollo de habilidades en el proceso científico y habilidades de pensamiento complejo (Rodenbaugh *et al*, 2012). El presente trabajo se centró en la idea de indagar si los estudiantes son receptivos a un cambio en el plan de estudio tradicional, en este caso, con la inclusión de una actividad que centró su atención en la responsabilidad individual por construir el conocimiento. La creación de los biomodelos fue un complemento dentro del currículo para el desarrollo de una herramienta propia de los estudiantes con la cual pudieran simular un proceso en fisiología y que al mismo tiempo fueran aprendiendo por medio del descubrimiento. Estas actividades finalmente buscan una mayor retención de los conocimientos, la comprensión más profunda y una actitud más positiva hacia el tema que se intenta enseñar (Makuc Sierralta, M., & Larrañaga Rubio, E. 2015).

Una de las bases de esta implementación fue el constructivismo, el docente diseña las actividades para que el estudiante se apodere de su propio aprendizaje, construya su propio conocimiento desde diferentes puntos de vista y a su propio ritmo (Kay y Kibble, 2016), además, intenta brindar una intervención más centrada donde se integra la experiencia propia y al mismo tiempo se desarrollan habilidades en investigación (Amolins *et al*, 2015). En base a esta experiencia educativa y a los resultados obtenidos en la encuesta estructurada evidenciamos que los estudiantes dieron puntajes elevados a los ítems de aprendizaje y conocimiento, algo positivo a la hora de ver que este tipo de actividades favorecen la asimilación de los mismos a través de una herramienta alternativa a la enseñanza tradicional, también, los estudiantes tuvieron una alta disposición y entusiasmo por hacer esta actividad. Como docentes pudimos comprobar el interés y la curiosidad por el desarrollo del biomodelo, los estudiantes se hacían responsables de su aprendizaje y nuestro papel se tornó en un andamio o una guía entre ellos y el empoderamiento del conocimiento.

Un complemento importante en el desarrollo de los biomodelos fue el aprendizaje colaborativo; en donde se comparte la interacción, el intercambio de ideas y conocimientos entre los integrantes, de acuerdo a Blasco, A. C., Lorenzo, J., & Sarsa Garrido, J. 2016, se asocia con resultados positivos como la satisfacción de los estudiantes, el rendimiento académico y comportamientos profesionales. La metacognición que significa “pensar sobre el pensamiento”, incluye la autogestión, autorregulación, autoevaluación y reflexión en el aprendizaje, de acuerdo a León, F. R. 2014 y así lo comparten los autores de este texto, los estudiantes se dan cuenta que son responsables de su propio aprendizaje y qué es lo que necesitan monitorear (autogestión y autorregulación) de su propio equipo de trabajo. En este apartado referente a los grupos de trabajo, los alumnos dieron una puntuación muy alta a preguntas como: todos complementamos las tareas asignadas, todos entendieron el material, todo el grupo participo, todos contribuyeron y nadie asumió el rol de líder, todos aportaron ideas y escucharon, etc. Arrojaron resultados bastante esperanzadores debido a la participación de todos en la actividad, algo muy bueno a la hora de fomentar esta competencia, además, evidencia que los alumnos por si mismos se dan cuenta de la importancia de desarrollar estrategias y habilidades para resolver problemas. Es importante aprender que el trabajo en equipo siempre es una sumatoria de la cual se beneficia el resultado final, en el caso de la medicina se verá reflejado en el entendimiento de la fisiología de los organismos y como añadidura, una mejor asimilación de asignaturas futuras del plan de estudios, generando probablemente, un aprendizaje más significativo.

Desde un punto de vista práctico los biomodelos se han utilizado durante mucho tiempo como herramientas educativas ya que pueden ser más útiles que las imágenes bidimensionales en el aprendizaje y la retención del contenido de la fisiología, según Valbuena, R. 2017 es una excelente manera de proporcionar una actividad basada en la investigación, colaboración y resolución de problemas que mejora el aprendizaje, promueve la curiosidad, la objetividad y el uso del razonamiento científico. Según Lenis *et al* 2011, los modelos hechos por los mismos estudiantes promueven las capacidades analíticas, argumentativas o de innovación y adicionalmente favorecen el desarrollo de la imaginación, además fomenta la creatividad, la innovación y el emprendimiento en los estudiantes, un aspecto que fue evidenciado en esta experiencia educativa, especialmente al representar procesos fisiológicos en especies convencionales o exóticas, las cuales no tienen mucha información en la literatura. Rodenbaugh *et al* 2012, afirman que la construcción de modelos físicos brinda oportunidades para que el estudiante piense acerca de la información, se involucre en el proceso, desarrolle una comprensión funcional del material y use las habilidades de razonamiento (Dicarlo, 2013), por ejemplo, al representar el sistema nervioso (el sistema más preferido por los estudiantes) se debe relacionar la coordinación de todos los sistemas a partir de la sinapsis eléctrica y la sinapsis química. Estas cualidades descritas podrían ser de utilidad en la enseñanza y aprendizaje de la fisiología para alternar un poco el modelo tradicional, el cual se centra en la transmisión de conocimiento en un solo sentido desde el profesor hacia el estudiante y la implementación de los biomodelos didácticos en fisiología puede abrir una puerta para seguir encontrando caminos pedagógicos en nuestro ejercicio docente.

CONCLUSION

La asimilación por parte de los estudiantes con la inclusión de una nueva herramienta para el aprendizaje muestra resultados esperanzadores para los docentes, ya que permitiría que los estudiantes adquieran competencias basándose en modelos educativos fuera de los tradicionales y enfocándose más hacia un paradigma constructivistas. Los estudiantes dan mucho valor al aprendizaje y al trabajo en equipo asignando notas y porcentajes muy altos en estos ámbitos, sin excluir los demás ítems que también generan impactos bastante positivos. Este trabajo podría ser puerta abierta para otros estudios basados en un acompañamiento en varias asignaturas y la inclusión de estas herramientas y ver los resultados a largo plazo. Dejamos un campo abierto para la investigación en el ámbito de la evaluación y realmente validar que estas actividades producen un aprendizaje real.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- (1) Forero, A. (2016). Diseño de material didáctico para la enseñanza de anatomía, IFDP' 16 - Systems & Design: Beyond Processes and Thinking. Editorial Universitat Politècnica de València. 1015-1030. Doi: 10.4995/IFDP.2015.2955
 - (2) Villamizar. J, Aquino. A, 2016, Experimentación Con Biomodelos Animales En Ciencias De La Salud. Avances En Biomedicina, 5: 173 - 177
 - (3) Berenguer-Albaladejo, C. (2016). Acerca de la utilidad del aula invertida o flipped classroom.).
 - (4) Anandit. J, Niranjini. C, Vinay. O, 2015, All Play And No Work: Skits And Models In Teaching Skeletal Muscle Physiology, Adv Physiol Educ 42: 242–246, 2018
 - (5) Suárez Sánchez, M. F. (2018). Implementación de la metodología de enseñanza: aprendizaje basado en proyectos a ser aplicada en el curso de físico-química para metalurgistas FIGMM-UNI.
 - (6) Soltis. R, Verlinden. N, Kruger. N, Carroll. A, Trumbo. T, Process-Oriented Guided Inquiry Learning Strategy Enhances Students' Higher 123 Level Thinking Skills in a Pharmaceutical Sciences Course, American Journal of Pharmaceutical Education, 2015
 - (7) Hanson D, Instructor's Guide To Process-Oriented Guided-Inquiry Learning, New York: Pacific Crest, 2006
 - (8) Borràs, J. F., Valls, A. I., Guio, J. R. T., Olate, G. U., Minguez, J. B., Carrasco, G. V., & Costas, T. P. (2012). Uso de sistemas de respuesta inmediata (clickers) para evaluar las prácticas de laboratorio: mejora del aprendizaje de los alumnos y de la enseñanza de los profesores. Revista del Congrés Internacional de Docència Universitària i Innovació (CIDUI), 1(1).
 - (9) Shore, N.; Shireen, K.; Miraa, Q. Y Muhammad, A. (2013), Animal Laboratory, Interactive And Computer Based Learning In Enhancing Basic Concepts In Physiology: An Outlook Of 481 Undergraduate Medical Students, *Ayub Med Coll Abbottabad*, 25(1-2), 57-59
 - (10) Balaguera Quinche, D. F. (2017). Implementación del Pogil (process oriented guided inquiry learning) en las prácticas de laboratorio en fisiología dirigida a los estudiantes de pregrado en Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional de Colombia. Departamento de Ciencias Fisiológicas.
 - (11) Gallegos, W. L. A., & Huerta, A. O. (2014). Aprendizaje por descubrimiento vs. Aprendizaje significativo: Un experimento en el curso de historia de la psicología. Boletim Academia Paulista de Psicologia, 34(87), 455-471.
-

- (12) Escudero Lirola, E., Sánchez Vera, I., Muñoz, Ú., Barhoum, R., & Jayo, A. (2018, September). Análisis de la metodología Flipped learnig en el entorno de la práctica de la Fisiología Médica. In IN-RED 2018. IV Congreso Nacional de Innovación Educativa y Docencia en Red (pp. 651-662). Editorial Universitat Politècnica de València.
 - (13) Swift, A. (2016). Is Labtutor A Helpful Component Of The Blended Learning Approach To Biosciences? *Journal Of Clinical Nursing*, 25 (17-18): 2683-2693
 - (14) Fernández. J, Madrid. D, 2010, Modelos Didácticos Y Estrategias De Enseñanza En El Espacio Europeo De Educación Superior, TENDENCIAS PEDAGÓGICAS Nº 15. Vol. 1
 - (15) Rodríguez, F. J. D., & Ruiz, A. P. (2020). El " aula invertida" como metodología activa para fomentar la centralidad en el estudiante como protagonista de su aprendizaje. *Contextos educativos: Revista de educación*, (26), 261-275.).
 - (16) Garau, G. (2017). La clase ELE en seis pasos: propuesta de un modelo didáctico alternativo e innovador. *SIGNOS ELE (Revista de español como lengua extranjera)*, (11).
 - (17) Sajal. C, Bhaskar. A, Oommen. V, 2018, Pumping The Pulse: A Bicycle Pump To Simulate The Arterial Pulse Waveform, *Adv Physiol Educ* 42: 256–259
 - (18) Velásquez, S., Velásquez, R., Leyton, M., Borjas, J., & Custodio, Á. (2012). Modelado de controlador respiratorio a través de la herramienta Simulink de Matlab. *Universidad, Ciencia y Tecnología*, 16(65), 244-248.).
 - (19) Friederichs. H, Weissenstein. A, Ligges. S, Möller. D, Becker. JC, Marschall. B, 2014, Combining Simulated Patients And Simulators: Pilot Study Of Hybrid Simulation In Teaching Cardiac Auscultation. *Adv Physiol Educ* 38: 343–347
 - (20) Sánchez, M. G. B., Moreno, A. R. M., & Torres, R. H. (2014). El uso de material didáctico y las tecnologías de información y comunicación (TIC's) para mejorar el alcance académico. *Ciencia y tecnología*.
 - (21) Villamizar. J, Aquino. A (2016), Experimentación con biomodelos animales en ciencias de la salud, *Avances en Biomedicina*, 5: 173 - 177.
 - (22) Ortega. F, 2007, MODELOS DIDÁCTICOS PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES, *Latinoam.Estud.Educ*, 3 (2): 41 – 60.
 - (23) González. M, 2015, Modelos Educativos En Medicina Modelos Educativos En Medicina Y Su Evolución Histórica, *Rev Esp Méd Quir*; 20:256-265.
 - (24) Rodenbaugh. D, Lujan. H, Dicarlo. S, 2012, Learning By Doing: Construction And Manipulation Of A Skeletal Muscle Model During Lecture. *Adv Physiol Educ*, 36: 302–306
-

- (25) Giuliadori M, Lujan H, Dicarlo S, 2008, Collaborative Group Testing Benefits High- And Low-Performing Students, *Adv Physiol Educ* 32: 274–278
 - (26) Makuc Sierralta, M., & Larrañaga Rubio, E. (2015). Teorías implícitas acerca de la comprensión de textos: Estudio exploratorio en estudiantes universitarios de primer año. *Revista signos*, 48(87), 29-53.).
 - (27) Kay. D, Kibble. J, 2016, *Learning Theories: Application To Everyday Teaching And Scholarship*, *Adv Physiol Educ* 40: 17–25.
 - (28) Amolins. M, Ezrailson. C, Pearce. D, Elliott. A, Vitiello. P, 2015, *Evaluating The Effectiveness Of A Laboratory-Based Professional Development Program For Science Educators*. *Adv Physiol Educ*, 39: 341–351
 - (29) Blasco, A. C., Lorenzo, J., & Sarsa Garrido, J. (2016). La clase invertida y el uso de vídeos de software educativo en la formación inicial del profesorado. Estudio cualitativo.
 - (30) León, F. R. (2014). Sobre el pensamiento reflexivo, también llamado pensamiento crítico. *Propósitos y representaciones*, 2(1), 161-214
 - (31) Valbuena, R. (2017). *Ciencia Pura: lógica de procedimientos y razonamientos científicos*. Roiman Valbuena.
 - (32) Dicarlo. S, 2013, *Student Construction Of Anatomic Models For Learning Complex, Seldom Seen Structures*, *Adv Physiol Educ* 37: 440–441
-



CONGRESO | EVALUACIÓN INTERNACIONAL DE EDUCACIÓN | 2024

