

# Implementación de un modelo de aula invertida para el autoaprendizaje de la ingeniería tisular en el grado de Farmacia

Fernando CAMPOS, Jesús CHATO-ASTRAIN, David SÁNCHEZ-PORRAS, Óscar D. GARCÍA-GARCÍA, Cristina BLANCO-ELICES, Daniel DURAND-HERRERA, Miguel A. MARTIN-PIEDRA, M. del Carmen SÁNCHEZ-QUEVEDO

**Introducción.** El presente trabajo describe y evalúa la implementación de un modelo de aula invertida en la materia de Histología para el aprendizaje de ingeniería tisular en el grado de Farmacia con el objetivo de incorporar dichos conocimientos ante su escasa presencia en dicho grado.

**Sujetos y métodos.** El modelo consiste en intercalar en el curso ordinario de Histología del grado de Farmacia un módulo de autoaprendizaje inverso. Participan 110 alumnos que responden a un cuestionario sobre ámbitos conceptuales, procedimentales y actitudinales al comienzo y al final del proceso. Los resultados se analizan estadísticamente.

**Resultados.** Los resultados muestran valores superiores en la evaluación final con respecto a la evaluación inicial. Esta diferencia fue estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ) tanto en mujeres y hombres como en el total de estudiantes. Los valores obtenidos fueron decrecientes desde el componente actitudinal hasta el componente conceptual. En el componente procedimental, se obtienen valores intermedios.

**Conclusión.** Los valores más elevados observados en los componentes actitudinal y procedimental, tras la implementación del modelo propuesto, ponen de relieve la necesidad de incrementar el componente conceptual en la formación de la ingeniería tisular en el currículo de farmacia.

**Palabras clave.** Aprendizaje inverso. Aula invertida. Docencia. Farmacia. Histología. Ingeniería tisular.

## Implementation of a flipped learning classroom model for self-learning of tissue engineering in the Pharmacy degree

**Introduction.** This paper describes and evaluates the implementation of a flipped learning model in the discipline of histology for learning tissue engineering contents in the Pharmacy degree, with the aim of incorporating this knowledge for the scarce presence of such matter in that degree.

**Subjects and methods.** The model consists of inserting in the ordinary course of Histology of the pharmacy degree an inverse self-learning module. A questionnaire on conceptual, procedural and attitudinal fields was answered by the 110 students involved in the study at the beginning and end of the process. Results were statistically analysed.

**Results.** The results after the implementation of the flipped learning model show statistically significant higher values ( $p < 0.05$ ) in the final evaluation both in female and male and in all the students with decreasing values from those reached for the attitudinal component to those reached by the conceptual component. In the procedural component, intermediate values are obtained.

**Conclusion.** The highest values observed in the attitudinal and procedural components, after the implementation of the proposed model, highlight the need to increase the conceptual component in the formation of tissue engineering in the pharmacy curriculum.

**Key words.** Flipped classroom. Flipped learning. Histology. Pharmacy. Teaching. Tissue engineering.

## Introducción

Desde el trabajo seminal sobre ingeniería tisular (IT) publicado en *Science* por Langer et al en 1993 [1], la expansión de esta materia ha sido extraordinaria [2-4]. En el ámbito sanitario, los tejidos artificiales generados por IT que cumplen los requisitos establecidos

por las agencias reguladoras se consideran medicamentos de terapias avanzadas y pueden aplicarse tras superar un ensayo clínico o por uso compasivo [5,6].

Resulta evidente, en este contexto, la necesidad de incorporar a la formación de los futuros profesionales sanitarios formación en esta nueva terapéutica. La Facultad de Medicina de Granada incorporó en

Departamento de Histología y Grupo de Ingeniería Tisular; Universidad de Granada. Granada, España.

### Correspondencia:

Dr. Jesús Chato Astrain. Departamento de Histología. Facultad de Medicina. Torre A, 5.ª planta. Universidad de Granada. Av. de la Investigación, 11. E-18016 Granada.

### E-mail:

jesus.chato.a@gmail.com

### Agradecimientos:

Los autores agradecen a todos los estudiantes de primero de Farmacia de la asignatura de Histología de la Universidad de Granada su participación en el proyecto.

### Financiación:

Financiado con el proyecto FIDO 19-30 de la Universidad de Granada.

### Recibido:

09.10.20.

### Aceptado:

30.10.20.

### Conflicto de intereses:

No declarado.

### Competing interests:

None declared.

© 2021 FEM



Artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

ISSN: 2014-9832  
ISSN (ed. digital): 2014-9840

2002 la IT como asignatura optativa del Departamento de Histología; un departamento pionero en impulsar esta materia en España e Iberoamérica [7,8].

Aunque con posterioridad se ha ido incorporando en otras facultades españolas, sorprende su escasa presencia en el grado de Farmacia. Es importante recordar que el objeto de estudio del grado de Farmacia es el medicamento, y que, por tanto, contenidos sobre estos medicamentos –que han de fabricarse con calidad farmacéutica– deberían estar presentes en dicho grado.

En el presente artículo se describe y evalúa la implementación de un modelo de aula invertida en IT en la asignatura de Histología humana del grado de Farmacia de la Universidad de Granada. El modelo tiene por objetivo alcanzar competencias conceptuales, procedimentales y actitudinales básicas en IT en el marco de la histología humana y, por tanto, de los tejidos nativos a los que mimetizan los tejidos artificiales.

## Sujetos y métodos

En el presente apartado se describirá primero el modelo docente implementado y con posterioridad el mecanismo de evaluación utilizado.

## Modelo formativo

El modelo se diseña en el marco de la materia de Histología humana, que cuenta con tres créditos en el grado de Farmacia de la Universidad de Granada, y consiste en insertar, durante el período docente ordinario y durante dos semanas, un módulo de autoaprendizaje en IT fuera del aula. Para su desarrollo se proporciona al alumno, a través de la plataforma de recursos de la Universidad de Granada, acceso a una documentación escrita y una documentación audiovisual. La primera consiste en un texto con información básica sobre IT, un artículo científico en el que se describe la generación de un modelo de piel artificial [9] y un texto que resume el proceso de control sanitario que exige la transferencia a la clínica de un medicamento tisular. El material docente e investigador aportado fue elaborado por el profesorado del departamento. La documentación audiovisual consiste en dos vídeos sobre la biofabricación de la piel artificial descrita previamente y sobre la aplicación clínica de dicha piel en grandes quemados. Durante dos semanas, los alumnos deben desarrollar su autoaprendizaje, con independencia de la continuidad del curso ordinario de Histología humana, con el material facilitado y participar al final en una sesión grupal de debate.

## Método de evaluación

Se utilizó un cuestionario específico sobre los nuevos medicamentos generados por IT en los ámbitos conceptual, procedimental y actitudinal. El cuestionario es el validado para el mismo campo, aplicado recientemente a médicos residentes de medicina de familia [10]. La valoración se realiza mediante una escala de Likert entre un rango que va de 1 (nada) y 5 (mucho) para los ámbitos conceptual y actitudinal, y entre 1 (totalmente en desacuerdo) y 5 (totalmente de acuerdo) para el ámbito procedimental. Se realizó una evaluación inicial y otra final del período de autoaprendizaje inverso. Con el objeto de establecer la fiabilidad, se determinó el coeficiente  $\alpha$  de Cronbach [11,12]. En el estudio han participado 110 alumnos de Histología del grado de Farmacia de la Universidad de Granada (62 mujeres y 48 hombres). Para comparar las respuestas iniciales y finales en los distintos ámbitos y en ambos géneros, se utilizó primero la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk. Con posterioridad se aplicó la prueba estadística  $t$  para comparar los resultados utilizando el *software* SPSS 16.00. Los valores de  $p < 0,05$  se consideraron estadísticamente significativos. El estudio fue aprobado por el comité de ética de la Universidad de Granada.

## Resultados

La fiabilidad para nuestros resultados alcanzó, tras determinar el coeficiente  $\alpha$  de Cronbach, la cifra de 0,91. La evaluación global de los resultados se expone en la tabla, que recoge para cada componente, conceptual, procedimental y actitudinal, los valores medios obtenidos en la evaluación inicial y final en ambos géneros y en el total de participantes. Los valores de la evaluación final son superiores a los valores de la evaluación inicial en todos los casos. Por lo que respecta al conjunto de los estudiantes, y en relación con los tres componentes analizados, se observa el siguiente orden decreciente: actitudinal ( $4,32 \pm 0,84$ ), procedimental ( $4,21 \pm 0,9$ ) y conceptual ( $4,1 \pm 0,92$ ). Las diferencias en ambos géneros y en el conjunto de los estudiantes son estadísticamente significativas, en los tres componentes ( $p < 0,05$ ) (Tabla).

## Discusión

El modelo de aula invertida descrito se inserta en el modelo de aprendizaje inverso desarrollado por Sams y Bergmann [13], que, aplicado inicialmente a la educación primaria y secundaria, se ha extendido

en los últimos años a la educación superior, tanto en pregrado como en posgrado [14,15], y especialmente a la educación en la ciencias de la salud [16-19].

El modelo que implementamos presenta, sin embargo, algunas características que deben destacarse. En primer lugar, se trata de un modelo que incorpora un contenido –la IT– no presente en el programa curricular oficial de la asignatura en la que se implementa el aula invertida. El contenido está, sin embargo, estrechamente relacionado con ella, ya que constituye su soporte y fundamento conceptual y procedimental [2,8]. La implementación del aula se desarrolla, en nuestro modelo, tras la impartición previa de los dos temas básicos –tejido epitelial y tejido conjuntivo– a partir de los cuales los alumnos pueden acceder por sí mismos al nuevo conocimiento que se propone, al ser, en la mayoría de los casos, los dos elementos esenciales, objeto de sustitución biomimética, en los tejidos artificiales que se generan por IT [9,20-22].

En segundo lugar, el modelo hace énfasis en el autoaprendizaje, al estimular dicho proceso en un intervalo de tiempo que permite a los alumnos autorregular la adquisición de conocimientos [23,24]. En el modelo implementado se utiliza, además, documentación básica y un artículo de investigación sobre IT de la piel que aborda una orientación clínica de la materia objeto de aprendizaje al aplicarse el producto como terapéutica en grandes quemados. La orientación clínica favorece la motivación en el proceso de autoaprendizaje, como demuestran, asimismo, varios estudios, incluidos algunos realizados en el ámbito de la propia histología [25-27]. El material para el aula invertida incluye también dos vídeos, de duración inferior a 15 minutos, sobre la elaboración del medicamento tisular y su aplicación terapéutica. Además de aprovechar la potencialidad de una herramienta de probada eficacia para el autoaprendizaje, los vídeos refuerzan la orientación clínica de la materia y, por tanto, la motivación activa de los alumnos [12,28,29]. En tercer y último lugar, tras el período de intervalo, los alumnos participan en una sesión grupal en la que se estimula el aprendizaje cooperativo a favor de la resolución del problema de salud planteado [30,31].

Tras analizar y discutir las características específicas del modelo de aula invertida utilizado, procede interpretar los resultados obtenidos y considerar la idoneidad de la estrategia docente utilizada.

A nivel global, los resultados obtenidos muestran un incremento significativo en la evaluación final con respecto a la inicial en los tres componentes –conceptual, procedimental y actitudinal– investigados; un incremento que es, asimismo, signi-

**Tabla.** Valores medios y comparación estadística de la evaluación inicial (EI) y de la evaluación final (EF) obtenidos para ambos géneros y el conjunto del alumnado (G) en los componentes conceptual, procedimental y actitudinal. <sup>a</sup> Diferencias estadísticamente significativas.

	G	EI	EF	p
Conceptual	♀	3,19 ± 1,3	4,12 ± 0,93	1,262865E-55 <sup>a</sup>
	♂	3,31 ± 1,28	4,06 ± 0,89	1,107697E-21 <sup>a</sup>
	♀ y ♂	3,23 ± 1,29	4,1 ± 0,92	9,2661605E-75 <sup>a</sup>
Procedimental	♀	3,82 ± 1,06	4,26 ± 0,86	2,850873E-19 <sup>a</sup>
	♂	3,91 ± 1	4,12 ± 0,92	0,001797 <sup>a</sup>
	♀ y ♂	3,85 ± 1,04	4,21 ± 0,9	7,152850E-20 <sup>a</sup>
Actitudinal	♀	4,09 ± 0,97	4,36 ± 0,85	5,951864E-09 <sup>a</sup>
	♂	4,03 ± 0,95	4,25 ± 0,81	0,000428 <sup>a</sup>
	♀ y ♂	4,07 ± 0,96	4,32 ± 0,84	1,183899E-11 <sup>a</sup>

ficativo a nivel global en ambos géneros. Los datos revelan, por otra parte, que los valores promedios alcanzados en la evaluación final del componente actitudinal superan a los del componente procedimental y éstos a los del conceptual, tanto considerados en su conjunto como en cada género. Si el componente actitudinal hace referencia al conjunto de emociones y sentimientos experimentados en relación con la materia objeto de estudio, en nuestro caso la IT, y el componente procedimental al conocimiento de sus métodos y procedimientos específicos, resulta evidente que los estudiantes del grado de Farmacia muestran un extraordinario interés y motivación por estos contenidos presentes en el material facilitado y discutidos en la sesión grupal del aula invertida [10,32]. Los valores promedios más bajos en el componente conceptual muestran, sin embargo, un desequilibrio entre el nivel cognitivo alcanzado, con el contenido aportado y el autoaprendizaje realizado en el aula invertida, y las expectativas que a nivel actitudinal y procedimental generan en los estudiantes las posibilidades terapéuticas y profesionales de estos nuevos medicamentos. Un fenómeno similar respecto a este tipo de terapias se ha observado también en los médicos residentes de medicina de familia [10].

Por otra parte, la motivación que genera la observación de los vídeos en esta modalidad educativa y la posibilidad de resolución de problemas clínicos que surge del aprendizaje cooperativo en la sesión

grupales pueden contribuir también a interpretar estos resultados [28]. Los aspectos actitudinales y procedimentales son, por tanto, por las circunstancias arriba indicadas, claramente potenciados en relación con los conceptuales. Los resultados obtenidos en ambos géneros, en relación con los tres componentes investigados, son compatibles con los resultados obtenidos sobre dichos componentes en distintos estudiantes de ciencias de la salud [12,32].

El modelo de aula invertida propuesto, de fácil implementación, es, por tanto, tras el resultado de la evaluación realizada, un modelo novedoso y útil para introducir la IT en los alumnos de pregrado de Farmacia. El mayor interés y motivación de éstos por los ámbitos actitudinal y procedimental, por las expectativas profesionales y terapéuticas que supone, va a estimular la demanda de formación conceptual en IT y su futura incorporación al grado de Farmacia.

#### Bibliografía

- Langer R, Vacanti JP. Tissue engineering. *Science* 1993; 260: 920-6.
- Santisteban-Espejo A, Campos F, Chato-Astrain J, Durand-Herrera D, García-García O, Campos A, et al. Identification of cognitive and social framework of tissue engineering by science mapping analysis. *Tissue Eng Part C Methods* 2019; 25: 37-48.
- Santisteban-Espejo A, Campos F, Martín-Piedra L, Durand-Herrera D, Moral-Munoz JA, Campos A, et al. Global tissue engineering trends: a scientometric and evolutive study. *Tissue Eng Part A* 2018; 24: 1504-17.
- Martín-Piedra MA, Santisteban-Espejo A, Moral-Munoz JA, Campos F, Chato-Astrain J, García-García OD, et al. An evolutive and scientometric research on tissue engineering reviews. *Tissue Eng Part A* 2019; 26: 569-77.
- Cuende N, Rasko JEJ, Koh MBC, Dominici M, Ikonomou L. Cell, tissue and gene products with marketing authorization in 2018 worldwide. *Cytotherapy* 2018; 20: 1401-13.
- Rico-Sánchez L, Garzon I, Gonzalez-Andrades M, Ruiz-García A, Punzano M, Lizana-Moreno A, et al. Successful development and clinical translation of a novel anterior lamellar artificial cornea. *J Tissue Eng Regen Med* 2019; 13: 2142-54.
- Campos A. Histología médica: de la descripción microscópica a la ingeniería tisular. En Uribe MC, Lorenzana MG, eds. Nuevos retos de la docencia y la investigación en histología. México: Sociedad Mexicana de Histología; 2001.p. 205-14.
- Campos A. Ingeniería tisular, universidad y sistema de salud. Historia de una experiencia. *Anales de la Real Academia Nacional de Medicina de España* 2019; 136: 124-30.
- Carriel V, Garzon I, Jimenez JM, Oliveira AC, Arias-Santiago S, Campos A, et al. Epithelial and stromal developmental patterns in a novel substitute of the human skin generated with fibrin-agarose biomaterials. *Cells Tissues Organs* 2012; 196: 1-12.
- Sola M, Sanchez-Quevedo C, Martín-Piedra MA, Carriel V, Garzon I, Chato-Astrain J, et al. Evaluation of the awareness of novel advanced therapies among family medicine residents in Spain. *PLoS One* 2019; 14: e0214950.
- Campos F, Sola M, Santisteban-Espejo A, Ruyffelaert A, Campos-Sánchez A, Garzon I, et al. Conceptions of learning factors in postgraduate health sciences master students: a comparative study with non-health science students and between genders. *BMC Med Educ* 2018; 18: 128.
- Campos-Sánchez A, López-Núñez JA, Carriel V, Martín-Piedra MA, Sola T, Alaminos M. Motivational component profiles in university students learning histology: a comparative study between genders and different health science curricula. *BMC Medical Education* 2014; 14: 46.
- Sams A, Bergmann J. Flip your students' learning. *Educational Leadership* 2013; 70: 16-20.
- Moraras J, Ashrafi A, Yu S, Banow R, Schindelka B. Flipping for success: evaluating the effectiveness of a novel teaching approach in a graduate level setting. *BMC Med Educ* 2015; 15: 317.
- Morgan H, McLean K, Chapman C, Fitzgerald JT, Yousuf A, Hammoud M. The flipped classroom for medical students. *The Clinical Teacher* 2015; 12: 155-60.
- Chen F, Lui A, Martinelli S. A systematic review of the effectiveness of flipped classrooms in medical education. *Med Educ* 2017; 51: 585-97.
- Hew K, Lo CK. Flipped classroom improves student learning in health professions education: a meta-analysis. *BMC Med Educ* 2018; 18: 38.
- McLean M. Flipping histology in an undergraduate problem-based learning medical curriculum: a blended learning approach. *Medical Science Educator* 2018; 28: 429-37.
- Prieto-Martín A, Barbarroja-Escudero J, Lara-Aguilera I, Díaz-Martín D, Pérez-Gómez A, Monserrat-Sanz J, et al. Aula invertida en enseñanzas sanitarias: recomendaciones para su puesta en práctica. *FEM* 2019; 22: 253-62.
- Alaminos M, Del Carmen Sanchez-Quevedo M, Muñoz-Avila JI, Serrano D, Medialdea S, Carreras I, et al. Construction of a complete rabbit cornea substitute using a fibrin-agarose scaffold. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2006; 47: 3311-7.
- Campos F, Bonhome-Espinosa AB, García-Martínez L, Durán JD, López-López MT, Alaminos M, et al. Ex vivo characterization of a novel tissue-like cross-linked fibrin-agarose hydrogel for tissue engineering applications. *Biomed Mater* 2016; 11: 055004.
- Campos F, Bonhome-Espinosa AB, Vizcaino G, Rodríguez IA, Durán-Herrera D, López-López MT, et al. Generation of genipin cross-linked fibrin-agarose hydrogel tissue-like models for tissue engineering applications. *Biomed Mater* 2018; 13: 025021.
- Alaminos M, Campos-Sánchez A, Dolores Caracuel M, Rodríguez-Morata A, Rodríguez MA, Rodríguez IA. Modelos didácticos para el autoaprendizaje. *Actualidad Médica* 2009; 94: 49-53.
- Khiat H. Using automated time management enablers to improve self-regulated learning. *Active Learning in Higher Education* 2019; 41: 44-59.
- Campos-Sánchez A, Martín-Piedra MA, Carriel V, Gonzalez-Andrades M, Garzon I, Sanchez-Quevedo MC, et al. Reception learning and self-discovery learning in histology: students' perceptions and their implications for assessing the effectiveness of different learning modalities. *Anat Sci Educ* 2012; 5: 273-80.
- Keator C, Vandre D, Morris A. The challenges of developing a project-based self-directed learning component for undergraduate medical education. *Medical Science Educator* 2016; 26: 801-5.
- Prieto Martín A, Díaz Martín D, Monserrat Sanz J, Barbarroja Escudero J. La medición del impacto de las innovaciones metodológicas sobre los resultados de la docencia universitaria. *Revista de Investigación y Educación en Ciencias de la Salud* 2020; 5: 50-69.
- Kim S. How to evaluate learning in a flipped learning. *J Educ Eval Health Prof* 2018; 15: 21.
- Roehl A, Reddy SL, Shannon GJ. The flipped classroom: an opportunity to engage millennial students through active learning strategies. *Journal of Family and Consumer Sciences* 2013; 105: 44-9.
- Foldnes N. The flipped classroom and cooperative learning: evidence from a randomised experiment. *Active Learning in Higher Education* 2016; 17: 39-49.
- McLean M. Flipping histology in an undergraduate problem-based learning medical curriculum: a blended learning approach. *Medical Science Educator* 2018; 28: 1.
- Kusurkar R, Kruitwagen C, ten Cate O, Croiset G. Effects of age, gender and educational background on strength of motivation for medical school. *Advances in Health Sciences Education: Theory and Practice* 2009; 15: 303-13.