

## Identificación y análisis de la percepción de los conceptos umbrales en ingeniería tisular en estudiantes del grado de medicina

Identification and threshold concepts' perceptions in tissue engineering medical students

Saavedra-Casado, Salvador<sup>1</sup>; Campos, Fernando<sup>2</sup>; Santisteban-Espejo, Antonio<sup>3</sup>; Martín-Piedra, Miguel Ángel<sup>4</sup>; Durand-Herrera, Daniel<sup>4</sup>; Campos-Sánchez, Antonio<sup>5</sup>.

<sup>1</sup>Hospital Comarcal de Melilla

<sup>2</sup>Iniciativa Andaluza de Terapias Avanzadas, Sevilla

<sup>3</sup>Hospital Puerta del Mar, Cádiz

<sup>4</sup>Departamento de Histología, Granada

<sup>5</sup>Grupo de Investigación AREA HUM-672, Junta de Andalucía.

### Resumen

**Objetivo.** El trabajo que presentamos pretende identificar y realizar un análisis de la percepción que los estudiantes de grado en Medicina presentan sobre los conceptos umbrales en el campo de la Ingeniería Tisular. Ello redundará en una mejor planificación de su formación y permitirá programar la enseñanza para un mejor aprendizaje autorregulado.

**Material y método.** Se elaboró un cuestionario con veinte ítems agrupados posteriormente en tres secciones en función de la condición de cada concepto umbral que se formalizó a los alumnos. El estudio se realizó sobre una muestra de 63 estudiantes de grado en Medicina de la Universidad de Granada, de estos 37 eran mujeres y 26 eran varones, todos ellos se encontraban cursando la asignatura optativa de Ingeniería Tisular. Los distintos ítems existentes en cada una de las secciones fueron evaluados por los estudiantes utilizando una escala de tipo Likert de cinco niveles que oscila entre nivel 1 "totalmente en desacuerdo" y nivel 5 "totalmente de acuerdo", en función de la consideración que cada alumno tenía sobre el ítem como concepto umbral en el campo de la Ingeniería Tisular. Posteriormente se realizó un análisis estadístico con la prueba t de Student comparando los valores por género (mujer o varón) y las diferencias entre las distintas secciones.

**Resultados.** Los conceptos más valorados fueron los de la sección 1 correspondiente a "conceptos básicos en Ingeniería Tisular" con una media de 4,19 sobre 5, seguido de los conceptos de la sección 2 "control de la calidad celular" y 3 "biofabricación y traslación a la clínica" con unas medias de 3,90 y 3,53 respectivamente. Existen diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos. El concepto más valorado fue el ítem nº 4 "células madre" con una media de 4,63 y el menor fue el ítem nº 9 "bioimpresoras" con una media de 3,13. Solo se observó una diferencia estadísticamente significativa entre la valoración de varones frente a mujeres en el ítem nº 13 "biomecánica".

**Conclusiones.** Las diferencias observadas deben ser tenidas en cuenta a la hora de la organización del programa de asignaturas específicas como la Ingeniería Tisular y en la formación de todo estudiante de grado de Medicina.

### Abstract

**Objectives:** The aim of this work is to study the threshold concepts' perceptions in tissue engineering medical students in order to a better planning of their training and a better self-regulated learning.

**Methods:** A twenty item-questionnaire, regarding three grouped sections of threshold concepts in tissue engineering, was carried out by 63 undergraduate medical students (37 women and 26 men) from the University of Granada. The different items in each section were evaluated by students using a five-level Likert scale ranging from level 1 "strongly disagree" to level 5 "strongly agree", depending on the consideration that each Student had on the item as a threshold concept in the field of Tissue Engineering. Subsequently, a statistical analysis was performed with the Student t test comparing the values by gender (woman or men) and the differences between the different sections.

**Results:** The most valued concepts were those of section 1 corresponding to "basic concepts in tissue engineering" with an average of 4.19 out of 5, followed by the concepts of section 2 "control of cellular quality" and 3 "biofabrication and translation to the clinic" with averages of 3.90 and 3.53 respectively. There are statistical significant differences ( $p < 0,01$ ) among the three sections.

**Palabras clave:** Conceptos umbral, ingeniería tisular, estudiantes de Medicina.

**Keywords:** threshold concepts, tissue engineering, medical students.

The most valued concept was item # 4 “stem cells” with an average of 4.63 and the smallest item was item 9 “bioprinters” with an average of 3.13. Only a statistically significant difference was observed between the assessment of men versus women in item # 13 “biomechanics.”

*Conclusions:* The differences observed in this study regarding threshold concepts should be taken into account when organizing the program and training of Tissue Engineering subject in the medical curriculum.

## INTRODUCCIÓN

La naturaleza del proceso de aprendizaje constituye una de las áreas de investigación más relevantes de las últimas décadas. En este contexto uno de los ámbitos, objeto de estudio, es la comprensión, en las distintas materias, de los conceptos básicos que constituyen su núcleo fundamental (1, 2).

Existen en este sentido ciertos conceptos de difícil comprensión que, una vez entendidos, dotan al estudiante, de un conocimiento duradero, profundo y funcional, que le lleva a desechar aprendizajes superficiales perecederos e inútiles. A estos conceptos son a los que recientemente se ha denominado “conceptos umbrales” (3).

Meyer y Land, profesores de economía, propusieron en 2003 la denominación de conceptos umbral en un proyecto de investigación con el objeto de mejorar los entornos de aprendizaje en su ámbito universitario (3, 4). Dichos autores llegaron a la conclusión de que ciertos conceptos eran claves para dominar una disciplina y se percataron que la falta de comprensión de los mismos paralizaba el proceso de aprendizaje de los alumnos (4).

A partir de este trabajo inicial se han llevado a cabo numerosas investigaciones sobre la naturaleza y las características de los conceptos umbrales y de la importancia que los mismos tienen en el proceso educativo (2, 3, 5-9). Fruto de dicha investigación los conceptos umbrales de una disciplina deben ser conceptos que reúnan al menos cinco características (3, 7). En primer lugar, que sean **transformativos**, esto es que una vez comprendidos, la percepción y la comprensión de esa disciplina por parte del estudiante cambie de forma radical. En segundo lugar, que sean **irreversibles**, esto es que, una vez bien comprendidos, olvidarlos sea muy difícil. En tercer lugar, que sean **integradores**, esto es que conecten y abran puentes en el seno de la propia disciplina y entre varias disciplinas y finalmente, en cuarto lugar, que sean **problemáticos**, esto es que constituyan un reto y que, por tanto, a partir de ellos surjan nuevos interrogantes.

Cuando los alumnos comprenden estos conceptos umbrales se produce un salto cuantitativo en su proceso de aprendizaje o lo que es lo mismo se abre una puerta (1, 8) que permite acceder a algo que antes era inaccesible para el alumno (3, 6, 10).

Los conceptos umbrales adquieren además especial importancia en el momento presente como consecuencia del giro que se ha producido en los últimos años en relación con el papel activo que debe desarrollar el estudiante en su propio proceso formativo, esto es, en relación con lo que se ha denominado el aprendizaje autorregulado. Indagar los conceptos umbrales de las distintas disciplinas y el modo en cómo deben acceder a ellos los estudiantes constituye por tanto un objeto fundamental en la investigación educativa en nuestros días (10).

En el presente trabajo realizamos un estudio sobre los conceptos umbrales en la materia de Ingeniería Tisular del grado de Medicina. Dicha materia constituye una rama emergente de la medicina actual que, sustentada en la ciencia histológica tiene por objeto la generación de tejidos artificiales destinados a la terapéutica (11-13).

Nuestro estudio tiene por objeto evaluar la percepción que tienen los estudiantes sobre los posibles conceptos umbrales de dicha materia. Ello redundará en una mejor planificación de la asignatura y permitirá programar la enseñanza para un mejor aprendizaje autorregulado (14-16).

## MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó sobre una muestra total de 63 estudiantes de grado en Medicina de la Universidad de Granada. De estos alumnos 37 eran mujeres y 26 varones, todos ellos se encontraban cursando la asignatura optativa de Ingeniería Tisular que oferta el Departamento de Histología de dicha universidad. La edad media de la muestra fue de 19,57 años con una edad mínima de 19 años y una edad máxima de 21 años. La nota media de selectividad de estos alumnos fue de 13,05 puntos sobre un máximo de 14 puntos, con una nota mínima de 12 puntos y una nota máxima de 13,66 puntos en nuestra muestra.

Nº de Item	Bloque 1: Conceptos Básicos en IT
1	Concepto de tejido biológico
2	Concepto de tejido artificial
3	Concepto de constructo
4	Concepto de componentes básicos (células madre)
5	Concepto de componentes básicos (biomateriales)
17	Concepto de medicamento celular y tisular
Nº de Item	Bloque 2: Control de la Calidad Celular
10	Control de calidad ex vivo
11	Control de calidad in vivo
12	Concepto de control de calidad (viabilidad celular)
13	Concepto de control de calidad (biométrica)
14	Concepto de control de calidad (genética)
15	Concepto de control de calidad (histológica)
16	Concepto de control de calidad (inmunología)
Nº de Item	Bloque 3: Biofabricación y Traslación Clínica
6	Concepto de biofabricación (factores moleculares)
7	Concepto de biofabricación (nanotecnología)
8	Concepto de biofabricación (biorreactores)
9	Concepto de biofabricación (bioimpresoras)
18	Concepto de biofabricación (AEMPS)
19	Concepto de biofabricación (GMP)
20	Concepto de biofabricación (necesidad ensayo clínico)

Tabla 1: Bloques e ítems sobre conceptos umbrales en Ingeniería Tisular.

Con el objeto de identificar y evaluar la percepción que los alumnos de grado de Medicina que cursan la asignatura tienen sobre los conceptos umbrales de la Ingeniería Tisular se ha utilizado un cuestionario “ad hoc” elaborado por el Departamento de Histología de la Universidad de Granada. Dicho cuestionario consta de veinte ítems con conceptos umbrales sobre Ingeniería Tisular. Los conceptos se han agrupado en tres bloques que se indican en la tabla 1.

La participación de los estudiantes fue voluntaria y de acuerdo con las normas aprobadas por la comisión de investigación y ética de la Universidad de Granada. La realización de la encuesta se llevó a cabo en el periodo de docencia de la asignatura optativa de Ingeniería Tisular. Los estudiantes recibieron información sobre las características de la encuesta y de cómo cumplimentar el cuestionario. Los distintos ítems existentes en cada una de las secciones fueron evaluados por los estudiantes utilizando una escala de tipo Likert de cinco niveles que oscila entre nivel 1 “totalmente en desacuerdo” y nivel 5 “totalmente de acuerdo”, en función de la consideración que cada alumno tenga sobre el ítem como concepto umbral en el campo de la Ingeniería Tisular.

Tras la obtención de los valores medios de los distintos ítems de cada bloque en ambos géneros, así como los valores totales en los alumnos de la asignatura Ingeniería Tisular, se realiza un análisis estadístico con la prueba t de Student comparando los valores por género (mujer o varón) y otras pruebas de t de Student para la comparación de las medias de las tres secciones entre ellas.

## RESULTADOS

Los resultados se expresan en la tabla 2 donde para cada ítem se recogen los valores medios puntuados por todos los estudiantes con la diferenciación posterior de mujer frente a varón y el análisis estadístico comparativo.

	PROMEDIO	PROMEDIO MUJERES	PROMEDIO VARONES	TEST
1 Concepto de tejido biológico	4,365	4,297	4,462	0,408
2 Concepto de tejido artificial	4,397	4,459	4,308	0,407
3 Concepto de constructo	3,762	3,811	3,692	0,661
4 Concepto de componentes básicos (células madre)	4,635	4,541	4,769	0,158
5 Concepto de componentes básicos (biomateriales)	4,016	3,973	4,077	0,695
6 Concepto de biofabricación (factores moleculares)	3,794	3,649	4,000	0,193
7 Concepto de biofabricación (nanotecnología)	3,302	3,270	3,346	0,742
8 Concepto de biofabricación (biorreactores)	3,159	3,108	3,231	0,599
9 Concepto de biofabricación (bioimpresoras)	3,127	3,054	3,231	0,442
10 Control de calidad ex vivo	3,937	3,865	4,038	0,401
11 Control de calidad in vivo	3,984	3,892	4,115	0,286
12 Concepto de control de calidad (viabilidad celular)	3,968	3,838	4,154	0,188
13 Concepto de control de calidad (biomecánica)	3,635	3,432	3,923	0,029
14 Concepto de control de calidad (genética)	3,714	3,514	4,000	0,058
15 Concepto de control de calidad (histológica)	4,079	4,000	4,192	0,357
16 Concepto de control de calidad (inmunológica)	4,000	3,919	4,115	0,377
17 Concepto de medicamento celular y tisular	3,952	3,892	4,038	0,561
18 Concepto de traslación a la clínica (AEMPS)	3,730	3,730	3,731	0,997
19 Concepto de traslación a la clínica (GMP)	3,492	3,432	3,577	0,604
20 Concepto de traslación a la clínica (necesidad ensayo clínico)	4,127	4,027	4,269	0,344

Tabla 2: Promedios de veinte ítems diferencia mujer-varón con análisis estadístico.

La tabla 3 contiene los promedios en cada una de las tres secciones con los valores medios obtenidos y la diferencia mujer y varón.

	PROMEDIO	PROMEDIO MUJERES	PROMEDIO VARONES
BLOQUE 1: CONCEPTOS BÁSICOS EN IT	4,19	4,16	4,22
BLOQUE 2: CONTROL DE LA CALIDAD CELULAR	3,90	3,76	4,07
BLOQUE 3: BIOFABRICACIÓN Y TRASLACIÓN CLÍNICA	3,53	3,47	3,63

Tabla 3: Promedios de bloques diferencia mujer-varón.

La figura 1 muestra la puntuación media de los tres bloques considerados: conceptos básicos en ingeniería tisular, control de la calidad celular y biofabricación y traslación clínica, respectivamente. Existen diferencias significativas entre cada uno de los bloques ( $p < 0,01$ ).

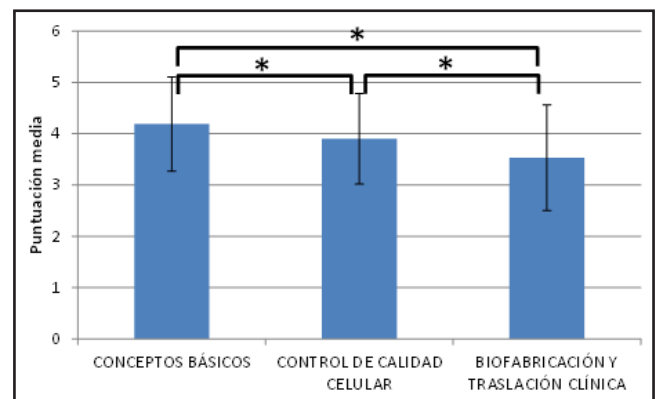


Figura 1: Valores medios de puntuación de cada bloque de conceptos umbral. \*:  $p < 0,01$ .

## DISCUSIÓN

Como se ha indicado en la introducción, una de las áreas de investigación educativa más relevante en la actualidad es la comprensión de los conceptos básicos que constituyen el núcleo cognitivo fundamental de una ciencia o materia concreta (1, 2).

La Ingeniería Tisular, materia de la que nos ocupamos en el presente trabajo posee ciertos conceptos de difícil comprensión que, una vez entendidos, dotan al estudiante, de un conocimiento más claro, duradero y funcional, que le lleva a desechar aprendizajes más superficiales percederos e inútiles. A estos conceptos, como indicamos en la introducción, son a los que recientemente se han denominado conceptos umbral (3).

La importancia de la identificación de estos conceptos umbrales en el campo de la Ingeniería Tisular como ciencia emergente en la formación del estudiante de grado de Medicina (11-13) permitirá por un lado una mejor comprensión de la asignatura y por otro una más acertada programación de la enseñanza, lo que hará posible un mejor aprendizaje autorregulado (14-16).

Indagar los conceptos umbrales y el modo de cómo deben acceder a ellos los estudiantes constituye por tanto un objeto fundamental en la investigación educativa en nuestros días (10).

Dada la novedad del estudio de conceptos umbrales no existe en la actualidad un cuestionario general ni particular para el campo de la Medicina ni en concreto de la Ingeniería Tisular por lo que para llevar a cabo la presente investigación elaboramos uno propio "ad hoc" de veinte ítems con posibles conceptos umbrales creado por el Grupo de investigación de Ingeniería Tisular del Departamento de Histología de la Universidad de Granada. El desarrollo de una encuesta de este tipo adquiere importancia hoy día como consecuencia del giro educativo que se ha producido en la formación en Ciencias de la Salud; en concreto, en relación con el papel activo que debe desarrollar el estudiante en su propio proceso formativo, esto es, en el denominado aprendizaje autorregulado (17-19).

Posteriormente agrupamos los veinte ítems en tres bloques en función del tipo de concepto umbral como quedó reflejado en la tabla 1. Tras la recogida de datos en una muestra de 63 alumnos de la asignatura se procedió al estudio estadístico descriptivo y comparativo con los test correspondientes.

El concepto más valorado fue el ítem nº 4 "concepto de componente básico (células madre)" con una media de 4,63 puntos sobre un máximo de 5; lo que sin duda se debe a la importancia que, en el campo de la Ingeniería Tisular, tiene el concepto de célula madre como elemento inherente a esta ciencia y base esencial y fundamental de la misma (20-22). Por otro lado el ítem menor puntuado fue el nº 9 "concepto de biofabricación (bioimpresoras)" con una media de 3,13 sobre 5; ello se debe probablemente a su reciente aparición en el contexto de la ingeniería tisular y al poco conocimiento de dicho concepto por parte del alumnado, que considera el proceso de biofabricación menos relevante y más relacionado con aspectos tecnológicos que con aspectos propiamente biomédicos (23, 24). No se observaron diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0,05$ ) en la valoración que le daban a cada ítem los varones respecto a las mujeres excepto en el ítem nº 13 correspondiente a "concepto de control de la calidad (biomecánica)" donde obtuvimos un ( $p < 0,05$ ) sin encontrar justificación aparente.

Los conceptos más valorados fueron los del bloque 1 correspondiente a "conceptos básicos en Ingeniería Tisular" con una media de 4,19 sobre 5, seguido de los conceptos de los bloques 2 "control de la calidad celular" y 3 "biofabricación y traslación a la clínica" con unas medias de 3,90 y 3,53 respectivamente; todo ello con un estudio estadístico que pone de relieve diferencias estadísticamente significativas entre la valoración de los tres bloques.

El bloque 1 es el más valorado probablemente debido a que el cuestionario lo ejecutaron alumnos de grado de Medicina y no de otros grados, profesionales clínicos o investigadores que probablemente hubieran valorado con más interés los conceptos de control de la calidad o los de biofabricación y traslación clínica. De igual manera consideramos que el bloque 3 es el menos valorado por las características de nuestra muestra y por el desconocimiento por parte de los alumnos de la realidad que significa la biofabricación y la traslación clínica en el campo de la Ingeniería Tisular.

En conclusión, el estudio realizado demuestra por tanto la existencia de diferencias relevantes en la percepción que tienen los estudiantes de grado en Medicina de la Universidad de Granada respecto a los diferentes conceptos umbrales en el ámbito de la Ingeniería Tisular y nos permite identificar que los conceptos básicos son los más valorados seguidos de los conceptos referidos al control de la calidad y a los de biofabricación y traslación clínica respectivamente. Así mismo el estudio refleja que no existen diferencias en la valoración de dichos conceptos entre varones y mujeres excepto lo indicado con anterioridad.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Cousin G. An introduction to threshold concepts. *Planet*. 2006;17(1):4-5. [10.11120/plan.2006.00170004](https://doi.org/10.11120/plan.2006.00170004)
2. Kiley M. Identifying threshold concepts and proposing strategies to support doctoral candidates. *Innovations in Education and Teaching International*. 2009;46(3):293-304. [10.1080/14703290903069001](https://doi.org/10.1080/14703290903069001)
3. Carmichael P. Threshold concepts, disciplinary differences and cross-disciplinary discourse. *Learning and teaching in higher education: Gulf perspectives*. 2010;7(2):53-72. <http://dx.doi.org/10.18538/lthe.v7.n2.43>
4. Meyer J, Land R. *Threshold concepts and troublesome knowledge: Linkage to ways of thinking and practising within the disciplines*. Edinburgh: University of Edinburgh; 2003.
5. Cope C, Staehr L. Improving student learning about a threshold concept in the IS discipline. *Informing Science: the International Journal of an Emerging Transdiscipline*. 2008;11:349-64
6. Fouberg EH. "The world is no longer flat to me": student perceptions of threshold concepts in world regional geography. *J Geogr High Educ*. 2013;37(1):65-75. [10.1080/03098265.2012.654467](https://doi.org/10.1080/03098265.2012.654467)
7. Land R, Meyer J, Smith J. *Threshold Concepts Within the Disciplines*. Rotterdam: Sense Publishers; 2008.
8. Meyer J, Land R. *Overcoming barriers to student understanding : threshold concepts and troublesome knowledge*. London ; New York: Routledge; 2006. xxiii, 213 pages p.
9. Rodger S, Turpin M, O'Brien M. Experiences of academic staff in using threshold concepts within a reformed curriculum. *Stud High Educ*. 2015;40(4):545-60. [10.1080/03075079.2013.830832](https://doi.org/10.1080/03075079.2013.830832)
10. Martín E, Hernández J. *Pedagogía audiovisual: monográfico de experiencias docentes multimedia*. Madrid: Servicio de publicaciones de la Universidad Rey Juan Carlos; 2014.
11. Campos A. *Objetivos conceptuales y metodológicos de la investigación histológica*. Educación Médica. 2004;7:36-40
12. Campos A. *Las cuatro ruedas del carro de la excelencia. Desafíos y limitaciones en la educación médica*. Educación Médica. 2016;17(3):88-93. [10.1016/j.edumed.2016.06.001](https://doi.org/10.1016/j.edumed.2016.06.001)
13. Gomez de Ferraris ME, Campos A. *Histología y embriología Bucodental*: Ed. Panamericana; 1999.
14. Lonka K, Joram E, Bryson M. Conceptions of learning and knowledge: Does training make a difference? *Contemp Educ Psychol*. 1996;21(3):240-60. [10.1006/ceps.1996.0021](https://doi.org/10.1006/ceps.1996.0021)
15. Purdie N, Hattie J. Assessing students' conceptions of learning. *Australian Journal of Educational and Developmental Psychology*. 2002;2:17-32
16. Sánchez-Quevedo MdC, Cubero MA, Alaminos M, Vicente Crespo P, Campos A. El mapa conceptual. Un instrumento educativo polivalente para las ciencias de la salud: Su aplicación en histología. *Educación Médica*. 2006;9:51-8
17. González MC, Figueroa JT. Autoconcepto y rendimiento escolar: sus implicaciones en la motivación y en la autorregulación del aprendizaje: EUNSA; 1992.
18. Montalvo FT, Torres MG. Self-regulated learning: current and future directions. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*. 2004;2(1):1-34
19. Nuñez JC, Solano P, Gonzalez-Piñeda JA, Rosario P. El aprendizaje autorregulado como medio y meta de la educación. *Papeles del Psicólogo*. 2006;27(3):139-46
20. Bianco P, Robey PG. Stem cells in tissue engineering. *Nature*. 2001;414(6859):118-21. [10.1038/35102181](https://doi.org/10.1038/35102181)

21. Campos A. Cuerpo, Histología y Medicina. De la Descripción Microscópica a la Ingeniería Tisular: Real Academia Nac. Medicina; 2004.
22. Forriol F, Esparza R. Tissue engineering: Applications of pluripotent stem cells in traumatology and orthopedic surgery. Trauma. 2008;19(2):88-101
23. Carnevale R. La impresora de órganos. Ficciones y realidades de la producción de tejidos artificiales. Química Viva. 2010;9(2):76-85
24. Garcia Villegas C, Vidarte Pastrana M. Informe 1. Estado del arte de la bioimpresión 3D. Universidad El Bosque-Fundación M3D. 2011:1-14