

# Geo-Temas



Volumen 16 (1)

**IX Congreso Geológico de España**



Universidad  
de Huelva



Instituto Geológico  
y Minero de España



Geo-Temas es una publicación de carácter no periódico en la que se recogen los resúmenes extensos de las comunicaciones presentadas en los Congresos Geológicos que celebra cuatrienalmente la Sociedad Geológica de España, así como en otros congresos, jornadas y simposios de carácter científico y organizadas por las comisiones de la SGE u otras asociaciones mediante convenios específicos. Los organizadores de cada reunión son los responsables de la obtención de los fondos necesarios para cubrir en su totalidad los gastos de edición y difusión del correspondiente número de Geo-Temas. Al no constituir una publicación de carácter periódico, Geo-Temas es distribuida exclusivamente a los inscritos en los actos a los cuales va dirigida la edición, reservándose un cierto número de ejemplares para la distribución por parte de la SGE.

La SGE no se hace responsable de las opiniones vertidas por los autores de los artículos, siendo por tanto ésta responsabilidad exclusiva de los respectivos autores.

La propiedad intelectual queda a plena disposición del autor de acuerdo con las leyes vigentes. queda prohibida la reproducción total o parcial de textos e ilustraciones de esta revista con fines comerciales sin autorización escrita de la SGE o de los autores. Se permite sin necesidad de autorización la generación de separatas para uso de los autores y la reproducción con fines docentes.

## EDITOR PRINCIPAL

**Juan Antonio Morales González**

Departamento de Geología, Universidad de Huelva, 21007 Huelva (España)

Tel: +34 959 219 815; e-mail: [jmorales@uhu.es](mailto:jmorales@uhu.es)

## EDITORES ADJUNTOS

**Luis M. Nieto Albert**

Facultad de Ciencias Experimentales  
Universidad de Jaen  
Campus Universitario "Las Lagunillas"  
23071 JAEN  
[lmnieto@ujaen.es](mailto:lmnieto@ujaen.es)

**Carlos L. Liesa Carrera**

Dpto. Ciencias de la Tierra  
Facultad de Ciencias  
Universidad de Zaragoza  
50009 ZARAGOZA  
[carluis@unizar.es](mailto:carluis@unizar.es)

**Ignacio Arenillas Sierra**

Dpto. Ciencias de la Tierra  
Facultad de Ciencias  
Universidad de Zaragoza  
50009 ZARAGOZA  
[carluis@unizar.es](mailto:carluis@unizar.es)

## COMITÉ CIENTÍFICO

Pedro Alfaro (U. Alicante)  
Bartolomé Andreo (U. Málaga)  
Ricardo Arenas (U. C. Madrid)  
Puy Ayarza (U. Salamanca)  
José Miguel Azañón (U. Granada)  
Beatriz Bádenas (U. Zaragoza)  
Fernando Bea (U. Granada)  
Elisabet Beamud (U. Barcelona-CSIC)  
José Borrego (U. Huelva)  
Amelia Calonge (U. Alcalá)  
M<sup>a</sup>. Luisa Calvache (U. Granada)  
Ramón Carbonell (CSIC)  
Rosa M<sup>a</sup>. Carrasco (U. Castilla la Mancha)  
Antonio Casas (U. Zaragoza)  
Antonio Castro (U. Huelva)  
José M<sup>a</sup> Cebriá (CSIC)  
Juan Carlos Cerón (U. Huelva)  
Ferrán Colombo Piñol (U. Barcelona)  
Ana Crespo (U. Granada)  
Manuel Díaz Azpiroz (U. P. de Olavide)  
Jesús Díaz Curiel (U. P. Madrid)  
Fernando Díaz del Olmo (U. Sevilla)

Enrique Díaz Martínez (IGME)  
Rubén Díez Fernández (U. Salamanca)  
Carlota Escutia (U. Granada-IACT-CSIC)  
Carlos Fernández (U. Huelva)  
Francisco J. Fernández Rguez. (U. Oviedo)  
Germán Flor Blanco (U. Oviedo)  
Encarnación García Navarro (U. Huelva)  
Joaquín García-Sansegundo (U. Oviedo)  
Jacinta García Talegón (U. Salamanca)  
Juan Gómez-Barreiro (U. Salamanca)  
José Luis González (Dpto. Seg. Nacional)  
José Antonio Grande Gil (U. Huelva)  
Albert Griera (U. A. Barcelona)  
Nemesio Heredia Carballo (IGME)  
Nadia Herrero (Generalitat de Cataluña)  
Pedro Huerta (U. Salamanca)  
María José Huertas (U. C. Madrid)  
María José Jurado (ICTJA-CSIC)  
Emilia H. Lopera Pareja (CIEMAT-CSIC)  
Sergio Llana Fúnez (U. Oviedo)  
Domingo Martín Sánchez (U. P. Madrid)  
Jesús Martínez Frias (U. C. Madrid -CSIC)

Rosa M<sup>a</sup>. Mateos (IGME)  
José Jesús Martínez Díaz (U. C. Madrid)  
Eduardo Mayoral Alfaro (U. Huelva)  
Pilar G. Montero (U. Granada)  
Juan A. Morales González (U. Huelva)  
Belén Oliva (U. A. Madrid)  
Alberto Pérez López (U. Granada)  
Rafael Pérez López (U. Huelva)  
Isabel Rábano (IGME)  
Antonio Rodríguez Ramirez (U. Huelva)  
Francisco Rodríguez Tovar (U. Granada)  
Joaquín Rodríguez Vidal (U. Huelva)  
Gabriel Ruiz de Almodóvar  
Pere Santanach (U. Barcelona)  
María Santisteban Fernández (U. Huelva)  
Esther Sanz (U. C. Madrid)  
Rosa Tejero (U. C. Madrid -IGEO, CSIC)  
Teresa Valente (U. do Minho)  
Blas Valero (IPE-CSIC)  
Juan Carlos Vera Rodríguez (U. Huelva)  
Fermin Villarroya Gil (U. C. Madrid)  
Carlos Villaseca González (U. C. Madrid)

## SEDE EDITORIAL

**Sociedad Geológica de España:**

Facultad de Ciencias, Universidad de Salamanca. Plaza de la Merced, s/n. 37008 Salamanca, España.

<http://www.sociedadgeologica.es>

Imagen de portada: Acantilados de Playa de Castilla, Costa oriental de Huelva.  
Fotografía de Francisco M. Alonso Chaves.

# Geo-Temas



IX Congreso Geológico de España  
Huelva, Septiembre 2016

Editores:

***Juan A. Morales González***  
***Berta M. Carro Flores***  
***Aguasanta Miguel Sarmiento***  
***Manuel A. Camacho Cerro***

Vol. 16 (2016)

<i>Impacto social de las actuaciones para la divulgación de la geología en la Red de Parques Nacionales.</i>	757
<b>L. R. Rodríguez Fernández y L. González Menéndez</b>	
<i>Aplicación del método científico al extraño caso de las rocas deslizantes (sailing stones) de La Mancha.</i>	761
<b>J.P. Rodríguez-Aranda, M.E. Sanz-Montero y Ó. Cabestrero</b>	
<i>Las prácticas de Geofísica marina en los grados de Ciencias del Mar y Geología de la Universidad de Alicante.</i>	765
<b>J. E. Tent-Manclús, R. Lluch Morales y S. Rosa Cintas</b>	
<i>El Jardín Geológico de la Universidad de Oviedo: la Geología a pie de calle.</i>	769
<b>L. M. Rodríguez Terente y M.J. Domínguez-Cuesta</b>	
<i>El Canal Geología e Historia: un recurso educativo para una enseñanza interdisciplinar.</i>	773
<b>E. Vindel, V. López-Acevedo y M.A. Miñón</b>	
<i>Cien años de dinosaurios en Catalunya: la divulgación paleontológica como motor de desarrollo socioeconómico en el Pirineo.</i>	775
<b>À. Galobart, B. Vila y A. Sellés</b>	
<i>La Unidad Académica de Metodología Científica: una oportunidad para promover la formación integral de los estudiantes de Ciencias de la Tierra.</i>	779
<b>E. Chacon-Baca</b>	
<i>Conceptos permeabilidad y porosidad en futuros profesores de Ciencias de Educación Primaria y Secundaria.</i>	783
<b>G. Fernández-Ferrer, F. González-García y J. Carrillo-Rosúa</b>	
<i>El valor del litoral de Castro Urdiales (E de Cantabria) como herramienta de divulgación geológica.</i>	787
<b>A. Ordiales, J. Mendicoa y B. Martínez-García</b>	
<i>Utilización de aplicaciones para teléfonos móviles en la docencia de Geología.</i>	791
<b>M.D. Soriano, L. García-España y E. Blasco</b>	

## **Paleomagnetismo y Geomagnetismo (MAGIBER IX).**

<i>Datos paleomagnéticos en materiales sin-diapíricos Aptienses-Albienses (cuena Vasco-Cantábrica, N Iberia).</i>	793
<b>E. Beamud, R. Soto, E. Roca, E. Carola y Y. Almar</b>	
<i>Registro magnético de depósitos de tsunami en la costa de Colima, México.</i>	797
<b>M.F. Bógalo, M-T. Ramírez-Herrera, A. Gogichaisvili, J. Černý, Nestor Corona, D. Rey y K. Mohamed</b>	
<i>Extractos magnéticos y observaciones mediante microscopía electrónica en carbonatos remagnetizados jurásicos.</i>	801
<b>P. Calvín, J. Strehlau, M. Jackson y JJ. Villalaín</b>	
<i>Análisis paleomagnético y de paleointensidad de coladas cretácicas y paleógenas del sur de Georgia.</i>	805
<b>M. Calvo Rathert, M. F. Bógalo, A. Gogichaishvili, G. Vashakidze, J.J. Villalaín y A. Carrancho</b>	
<i>Modelos globales del campo magnético terrestre para los últimos 3000 años: discrepancias según las bases de datos usadas.</i>	809
<b>S. A. Campuzano, M. Gómez-Paccard, F. J. Pavón-Carrasco y M. L. Osete</b>	
<i>Paleomagnetic Results from Upper Cretaceous Ophiolite Rocks in SE Anatolia</i>	813
<b>M. Cengiz Cinku, O. Parlak, T. Ustaómer and Z. M. Hisarlıh</b>	
<i>Saltos de Barkhausen: el parámetro que controla el comportamiento de la susceptibilidad a bajo campo.</i>	817
<b>S. Guerrero-Suarez y F. Martin-Hernandez</b>	
<i>Aplicación del Arqueomagnetismo para la distinción de ocupaciones neandertales en palimpsestos del Paleolítico Medio. Resultados preliminares de la unidad X de El Salt (Alcoy, Alicante).</i>	821
<b>Á. Herrejón Lagunilla, Á. Carrancho, J.J. Villalaín, B. Galván, C.M. Hernández y C. Mallol</b>	
<i>Caracterización de las direcciones de flujo magmático en diques: Análisis de la ASM en el dique de Ighrem (Anti-Atlas, Marruecos).</i>	825
<b>M. García-Castaño y V. C. Ruiz-Martínez</b>	

## Conceptos permeabilidad y porosidad en futuros profesores de Ciencias de Educación Primaria y Secundaria

### *Permeability and porosity concepts in future Primary and Secondary Education science teachers*

G. Fernández-Ferrer<sup>1,2</sup>, F. González-García<sup>1</sup> y J. Carrillo-Rosúa<sup>1,3</sup>

1 Dpto. Didáctica de las Ciencias Experimentales Facultad de Educación, Universidad de Granada 18071 Granada. gferfer@ugr.es, pagoga@ugr.es, fjcarril@ugr.es

2 IES Alonso Cano, c/Blas Infante, s/n, 18650 Dúrcal (Granada).

3 Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra. CSIC-Universidad de Granada, 18100 Armilla, Granada.

**Resumen:** El presente trabajo muestra un estudio sobre las concepciones de los estudiantes universitarios, potencialmente futuros profesores de ciencias naturales (o Biología-Geología) de Educación Primaria y Secundaria en relación a los conceptos de porosidad y permeabilidad. Estudios previos muestran la necesidad de poseer un conocimiento adecuado de las propiedades de los materiales para tener un modelo mental adecuado de la localización y funcionamiento del agua subterránea. Al tiempo se correlacionan los datos obtenidos con la titulación que están cursando y con la posibilidad de haber o no cursado la asignatura de Hidrogeología durante esta etapa universitaria. Por último, potencialmente de interés, se analiza la posible influencia de haber realizado prácticas de laboratorio para tratar la porosidad y permeabilidad durante su escolarización obligatoria o postobligatoria. Como conclusión, extraemos que los estudiantes tienen frecuentemente esquemas de conocimiento poco adecuados de los conceptos estudiados, y que las titulaciones de ciencias junto a haber cursado la asignatura de Hidrogeología, inducen una influencia positiva.

**Palabras clave:** permeabilidad, porosidad, agua subterránea, futuros docentes.

**Abstract:** *This paper presents a study of the porosity and permeability conceptions of university students, potential future Primary and Secondary Education science teachers (or Biology-Geology). Previous studies show the requirement to have suitable knowledge of the material properties to have adequate mental model of the location and operation of groundwater. The data are analyzed in relation with the degree and the study of Hydrogeology course. Finally, as potentially interesting, it is analyzed the possible impact of the porosity and permeability laboratory practice during their compulsory or post-compulsory schooling. In conclusion, we draw that students have unsuited knowledge schemes in the studied concepts. Moreover, the science degrees, with the study of Hydrogeology course, induce a positive influence.*

**Key words:** permeability, porosity, groundwater, future teachers.

### INTRODUCCIÓN

En el marco de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias, y específicamente en geología, es necesario un correcto conocimiento de las propiedades físicas de los materiales (sedimentos, rocas, suelos) para la comprensión de muchos fenómenos geológicos en los que se encuentran implícitas (Cortés-García, 2004). En concreto en el conocimiento de los contenidos relativos al agua subterránea, Dickerson *et al.* (2007) señalan de igual modo, que el desconocimiento de las propiedades de los materiales, es junto a su omisión dentro del ciclo del agua, los esquemas de conocimiento erróneos o la necesidad de dar mayor atención en la enseñanza a las habilidades de razonamiento espacial, una de las dificultades que impiden la adquisición adecuado de un modelo mental adecuado a los conocimientos científicos actuales.

Por su parte, para Dickerson *et al.* (2005) son fundamentales las relaciones entre los esquemas de conocimiento sobre porosidad, permeabilidad, acuífero y el régimen de flujo para el adecuado desarrollo un modelo mental sobre el agua subterránea acorde con el de la comunidad científica, así como un correcto conocimiento del significado de estos conceptos. De este modo, añaden que una imagen mental de las rocas como un material continuo y sólido sin ningún espacio entre sus componentes, sin porosidad, dificultará la idea de la localización del agua subterránea entre sus poros y fisuras. Al tiempo, una representación errónea de permeabilidad dificultará el entendimiento de los regímenes de flujo subterráneo.

En relación a las ideas de estudiantes sobre el concepto de permeabilidad existen algunos estudios como el de Cortés-García (2004), realizado con alumnado de Magisterio, o el de Dickerson y Dawkins (2004) con alumnado de octavo grado. Este último,

también incluye el concepto de porosidad. Con estos trabajos se concluye que el significado de estos conceptos se aleja bastante del modelo científico en un gran porcentaje de estudiantes.

La dificultad de entender un modelo de circulación del agua en medios porosos, lleva a los estudiantes a plantear un modelo de localización y funcionamiento del agua subterránea erróneo. Un ejemplo de este tipo de modelo lo constituye el denominado “estancada en poros”. En tal modelo, como explican Fernández-Ferrer y González-García (2010), se entiende la existencia de la porosidad de los materiales que puedan favorecer la posibilidad de albergar agua, pero no su cualidad de transmitirla.

La causa de esta desviación conceptual puede estar relacionada con su escaso tratamiento en la enseñanza. En concreto, el concepto de permeabilidad no aparece en los planes de estudio de Educación Primaria y por tanto es anecdóticamente tratada en algunos libros de texto (Cortés-García, 2006). Otra causa puede estar vinculada con la necesidad de conceptualizar las propiedades de los materiales con experiencias prácticas de laboratorio (Fernández-Ferrer, 2009). En este sentido, una ejemplificación de cómo tratar el concepto de permeabilidad en la enseñanza la aporta el trabajo de Lillo Beviá (1983) con experiencias de laboratorio.

En el presente trabajo mostramos un estudio sobre las concepciones de porosidad y permeabilidad de estudiantes universitarios, que potencialmente van a ser futuros docentes que enseñen estos tópicos, con las convenientes adaptaciones, en Educación Primaria (Magisterio) y Secundaria (Grados de Geología, Biología, Ciencias Ambientales, Químicas e Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos). Al tiempo se analizan los datos obtenidos en función de la titulación que están cursando y con haber o no cursado la asignatura de Hidrogeología en el momento de la investigación. Por último, exponemos otra cuestión relativa a si recuerdan los sujetos estudiados haber realizado algún tipo de práctica de laboratorio para tratar la porosidad y permeabilidad durante su escolarización obligatoria o postobligatoria, como posible predictor de un mejor conocimiento de los contenidos abordados.

## METODOLOGÍA

El estudio se realizó en el curso 2008-09 sobre una muestra de 506 estudiantes de las Universidades de Granada y Jaén, correspondiendo a esta última un pequeño número (29 casos).

Las titulaciones de procedencias son Magisterio (187 casos), Biología (141 casos), Ambientales (63 casos, de los cuales 46 cursaron ya Hidrogeología), Geología (41 casos, de los cuales 11 cursaron ya

Hidrogeología), Ingeniería de Caminos Canales y Puertos (22 casos) y Químicas (22 casos).

En la recogida de datos sobre las ideas de permeabilidad y porosidad, se utilizó un cuestionario cerrado que fue construido teniendo en cuenta, por un lado, los estudios previos sobre esquemas de conocimiento de estudiantes relativos a las propiedades de los materiales (Cortés-García, 2004 y Dickerson y Dawkins, 2004), y por otro, las respuestas de un estudio piloto de preguntas abiertas, con revisión de un grupo de expertos de Didáctica de las Ciencias (Fernández-Ferrer, 2009). De dicho estudio se extrajeron las categorías que podrían englobar las posibles respuestas de los estudiantes en relación con los conceptos de porosidad y permeabilidad cuyos resultados se presentarán en el siguiente epígrafe. Para comprobar si había diferencias significativas entre las distintas variables consideradas en el estudio se aplicó la prueba no paramétrica de Chi-cuadrado de Pearson.

Por último, para conocer si los estudiantes recuerdan haber realizado prácticas de laboratorio sobre los conceptos de permeabilidad y porosidad, se les plantea la cuestión y se hace un análisis de texto cualitativo, del que se extraen las categorías que recogidas en la Figura 5.

## RESULTADOS

### Concepto de porosidad

El concepto de porosidad se refiere a la relación existente entre el volumen de huecos que tiene un material y su volumen total. Al plantear al alumnado en el estudio piloto, la tarea de definir este concepto se recogieron las cinco categorías que se recogen en la Figura 1. Las reseñas al concepto de porosidad como capacidad de un cuerpo de dejar pasar un fluido a través del mismo, añadiendo o no un tiempo, son utilizadas respectivamente por el 26% y el 45% del total de la muestra (Figura 1). Por su parte, la categoría correcta (relación existente entre el volumen de poros y el volumen total), es aludida solo por el 18% de la muestra.

Al aplicar la prueba Chi-cuadrado de Pearson (Tabla I) se comprueba que si existe una dependencia estadísticamente significaba entre tener una concepción acertada o no de porosidad y cursar una determinada titulación. De este modo, observamos en la Figura 2 como en Ambientales y Geológicas los porcentajes de acierto son mayores, frente a los de Magisterio donde el 90% da contestaciones erróneas.

En relación a la posible influencia en las contestaciones con haber o no cursado la asignatura de Hidrogeología, también se aplicó la prueba estadística anterior (Tabla I), obteniéndose que los estudiantes que había cursado la misma tenía una mayor tendencia a dar contestaciones acertadas.



FIGURA 1. Gráfico que recoge los porcentajes de respuesta obtenidos por las diferentes categorías del concepto de porosidad.

CONCEPTO DE POROSIDAD	Chi-Cuadrado de Pearson		
	Valor	g.l.	Sig. asin.
Titulación Universitaria	21,329(a)	4	,000
Cursar Hidrogeología	21,197(b)	1	,000

TABLA I. Prueba Chi-cuadrado de Pearson entre el concepto de porosidad (categoría acertada y no acertada) / titulación universitaria y posibilidad de haber cursado Hidrogeología. Leyenda: g.l.: grados de libertad; Sig.asin.: significación asintótica bilateral.

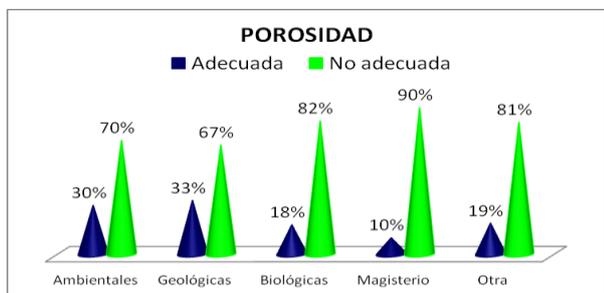


FIGURA 2. Relación entre el concepto de porosidad y la titulación universitaria.

**Concepto de Permeabilidad**

La permeabilidad es la cualidad de ser permeable, siendo esta la posibilidad de ser traspasado por el agua u otro fluido. En Hidrogeología este concepto, también denominado conductividad hidráulica, es más preciso, siendo la constante de proporcionalidad entre el caudal y el gradiente hídrico. Esta relación viene recogida en la denominada Ley de Darcy.

En nuestro estudio las categorías que obtuvimos del estudio piloto fueron las que se recogen en la Figura 3. En las respuestas dadas por los universitarios se observa que el 64% utilizan la categoría que consideramos más cercana a la definición científica (la capacidad de un material de dejar pasar a través de él una cantidad de fluido en un tiempo determinado),

mientras que el 21% lo refieren como la característica física de absorber fluidos sin alterar su estructura interna (Figura 3).

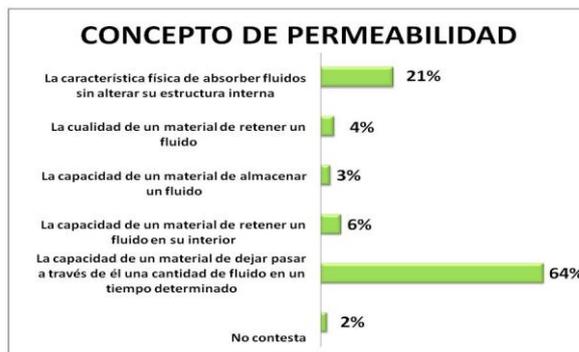


FIGURA 3. Gráfico que recoge los porcentajes de respuesta obtenidos por las diferentes categorías del concepto de permeabilidad.

CONCEPTO DE PERMEABILIDAD	Chi-Cuadrado de Pearson		
	Valor	g.l.	Sig. asin.
Titulación Universitaria	17,578(a)	4	,001
Cursar Hidrogeología	3,146(b)	1	,076

TABLA II. Prueba Chi-cuadrado de Pearson entre el concepto de permeabilidad (categoría acertada y no acertada) / titulación universitaria y posibilidad de haber cursado Hidrogeología. Leyenda: g.l.: grados de libertad; Sig.asin.: significación asintótica bilateral.

Al aplicar la prueba Chi-cuadrado de Pearson, en relación a la titulación universitaria y la contestación acertada o no al concepto de permeabilidad (Tabla II), se concluyó que sí existía una relación estadísticamente significativa. No obstante, a diferencia del estudio realizado para el concepto de porosidad, en este caso se observa una diferencia mayor entre los porcentajes de respuestas acertada y no acertada en los estudiantes de Biológicas, y no tan significativo en los de Geológicas y Magisterio (Figura 4).

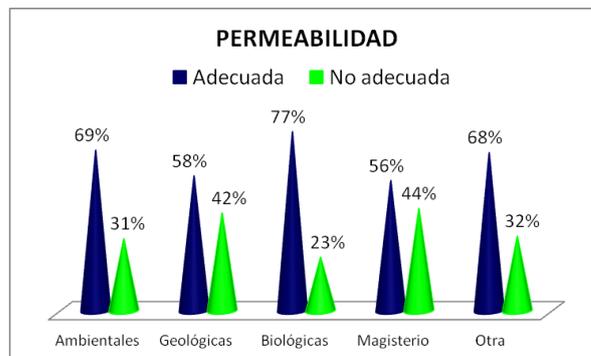


FIGURA 4. Relación entre el concepto de permeabilidad y la titulación universitaria.

Corroborando lo anteriormente dicho, al aplicar la prueba estadística a la posibilidad de haber cursado la asignatura de Hidrogeología (Tabla II), se obtuvo un valor que nos llevó a desestimar la posibilidad de tal influencia.

### Prácticas de Laboratorio de porosidad y permeabilidad

Por último, se les planteó a los estudiantes que nos informaran sobre si recuerdan haber participado durante su escolarización en prácticas de laboratorio donde se tratara las temáticas de la porosidad y permeabilidad. Al respecto se obtuvo, que el 80% no recordaba haber realizado tales experiencias (Figura 5).



FIGURA 5. Gráfico que recoge los porcentajes de respuesta obtenidos por las diferentes categorías referidas a las prácticas de porosidad y permeabilidad que los estudiantes recuerden haber realizado durante su escolarización.

### DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El concepto de porosidad es utilizado por la mayoría de los estudiantes como sinónimo de permeabilidad. No obstante, un concepto íntimamente unido al de permeabilidad, es el de porosidad efectiva, que considera el volumen de poros interconectados de un material y con ello su facilidad para transmitir un fluido. Quizá podríamos pensar que los estudiantes al referir la porosidad de modo inmediato, la asocian a porosidad eficaz.

Por su parte a los estudiantes que definan el término permeabilidad observamos que dan mayoritariamente contestaciones adecuadas. Estos resultados difieren de los extraídos de estudios previos, como los de Cortés-García (2004) y Dickerson y Dawkins (2004), centrados en estudiantes de Magisterio y de octavo grado.

Resaltamos la tendencia significativa a dar contestaciones acertadas de los conceptos estudiados de los universitarios que han cursado la asignatura de

Hidrogeología. No obstante, nos llama la atención que esta relación no se detecte con el concepto de permeabilidad, donde son los estudiantes de Biológicas los que tienen mayor tendencia a dar contestaciones acertadas. Esto, quizás, podría deberse a la existencia de conceptos análogos clave en procesos biológicos, tales como el intercambio de moléculas en la membrana plasmática de las células.

Finalmente, consideramos necesario profundizar en el estudio planteado en este trabajo, asumiendo las limitaciones de validación que supone utilizar una única técnica de recogida de datos. Al mismo tiempo, sería aconsejable estudiar qué tipo de procesos de enseñanza y aprendizaje, son los más adecuados para lograr un entendimiento significativo de tales conceptos, incluyendo la posible influencia de las prácticas de laboratorio.

### REFERENCIAS

- Cortés-García, A. L. (2004): Ideas sobre la permeabilidad en estudiantes de magisterio. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(1): 037-46.
- Cortés-García, A. L. (2006): Análisis de los contenidos sobre "permeabilidad" en los libros de texto de Educación Primaria. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 5(1): 136-160.
- Dickerson, D. L., Penick, J. E., Dawkins, K. R., y Van Sickle, M. (2007): Groundwater in science education. *Journal of Science Teacher Education*, 18(1): 45-61.
- Dickerson, D., Callahan, T. J., Van Sickle, M., y Hay, G. (2005): Students' conceptions of scale regarding groundwater. *Journal of Geoscience Education*, 53(4): 374.
- Dickerson, D., y Dawkins, K. (2004): Eighth grade students' understandings of groundwater. *Journal of Geoscience Education*, 52(2): 178.
- Fernández Ferrer, G. (2009): *El agua subterránea: estudio de esquemas de conocimiento en universitarios y estrategias didácticas para su aprendizaje significativo en estudiantes de secundaria*. Universidad de Granada, Granada.
- Fernández Ferrer, G. y González-García, F. (2010): Modelos de localización y funcionamiento del agua subterránea en universitarios de ciencias. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 9(3).
- Lillo Beviá, J. (1983): Como fomentar los principios de actividad y creatividad al aplicar el método científico en la Escuela. Un ejemplo para la formación de maestros. *Enseñanza de las Ciencias*, 1(3):193-197.