



VNIVERSIDAD  
D SALAMANCA

DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA  
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE  
ÁVILA

Avd/ Hornos Caleros, 50. 05003 Ávila  
Tel . (34) 920 35 35 00 Fax . (34) 920 35 35 01 www.usal.es

## **Ejecución de material docente para la docencia de la geología en las ingenierías. Creación de un laboratorio de geología *on-line* y modelos analógicos de acuíferos.**

**Pedro Huerta; Pablo Gabriel Silva Barroso; Loreto Rodríguez Bouzo; Rosa Reguilón Bragado**

Departamento de Geología, Escuela Politécnica Superior de Ávila, Universidad de Salamanca, Avd/  
Hornos Caleros, 50. 05003 Ávila

### **Resumen**

Este proyecto ha consistido en la ejecución de material docente empleado en las asignaturas que el Departamento de geología imparte en las ingenierías y grados de la Escuela Politécnica Superior de Ávila. El material creado consiste en un laboratorio de geología *on-line* donde poder desarrollar prácticas de manera virtual y dos modelos analógicos de acuíferos con los que poder realizar prácticas y ejercicios.

Todo este material ha sido de gran ayuda para los estudiantes y consideran que es una importante mejora en la calidad de su docencia.

### **Introducción**

Uno de los aspectos más importantes en la innovación docente desarrollada clásicamente por los profesores se basa en la creación de material docente que pueda ser utilizado por los alumnos en sus prácticas. Las nuevas tecnologías como Internet y la visualización 3D amplían el espectro de oportunidades para crear nuevos materiales de uso en la docencia. Al mismo tiempo los materiales clásicos siguen siendo una fuente de herramientas importantísimas para diseñar materiales docentes. Este proyecto de innovación docente pretende crear un laboratorio de geología *on-line* que sirva para que los alumnos puedan acceder a todo el contenido de prácticas relacionadas con la



geología que se realizan en la Escuela Politécnica Superior de Ávila. También pretende crear dos modelos analógicos de acuíferos, es decir, representaciones en miniatura del subsuelo en las que se representa la geología y elementos como pozos piezómetros o contaminación y permitan hacer medidas y cálculos relacionados con hidrogeología.

## **Metodología**

### **A) Modelos analógicos de acuíferos**

La creación de modelos analógicos de acuíferos ha supuesto un reto para este equipo puesto que se desconocía cuales eran los materiales más idóneos para simular los acuíferos, pozos, capas impermeables, etc. Tras emplear distintos materiales como cajas de plástico, aguaplas, gomas, entre otros, se observó que no eran los más idóneos para realizar los modelos analógicos puesto que se deformaban, no eran completamente impermeables, etc.

Los modelos analógicos han sido elaborados en cajas de cristal con dimensiones (70x30x15 cm.), para que el peso de éstos una vez llenos no fuese excesivo. Una de las dos cajas tiene dos agujeros laterales para dar entrada y salida del agua. Los materiales empleados para rellenar las cajas son arenas y gravas con distintas granulometrías y tonalidades compradas en una empresa de materiales de construcción. Las capas impermeables han sido simuladas con arcilla roja de modelar. Es importante resaltar que las capas de arcilla no consiguen que los acuíferos sean estancos. Con el fin de crear capas estancas se ha compartimentado con láminas de metacrilato selladas con silicona (Fig. 1).

Para simular contaminaciones o para conocer las trayectorias del agua se han empleado tintes diluidos en agua.

Los pozos han sido simulados con tubos de PVC cortados paralelamente a su eje mayor y pegados con silicona a las paredes de la caja de cristal. En uno de los casos la entrada de agua es la abertura inferior mientras que en el otro, los tubos tienen una serie de



**VNiVERSiDAD  
D SALAMANCA**

**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA  
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE  
ÁVILA**

Avd/ Hornos Caleros, 50. 05003 Ávila  
Tel . (34) 920 35 35 00 Fax . (34) 920 35 35 01 [www.usal.es](http://www.usal.es)

ranuras por donde se facilita la entrada de agua. Estas entradas están recubiertas con una malla fina de plástico que hace de filtro para que la arena no se cuele dentro del pozo. También se han simulado piezómetros de observación con tubos de vidrio abiertos en su extremo y colocados a distintas alturas en distintos acuíferos y otros situados próximos para poder conocer la componente vertical del flujo subterráneo. En el extremo abierto de los piezómetros se colocó un filtro que inicialmente fue de esponja y posteriormente se sustituyó por malla de plástico.



VNIVERSIDAD  
D SALAMANCA

DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA  
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE  
ÁVILA

Avd/ Hornos Caleros, 50. 05003 Ávila  
Tel . (34) 920 35 35 00 Fax . (34) 920 35 35 01 www.usal.es

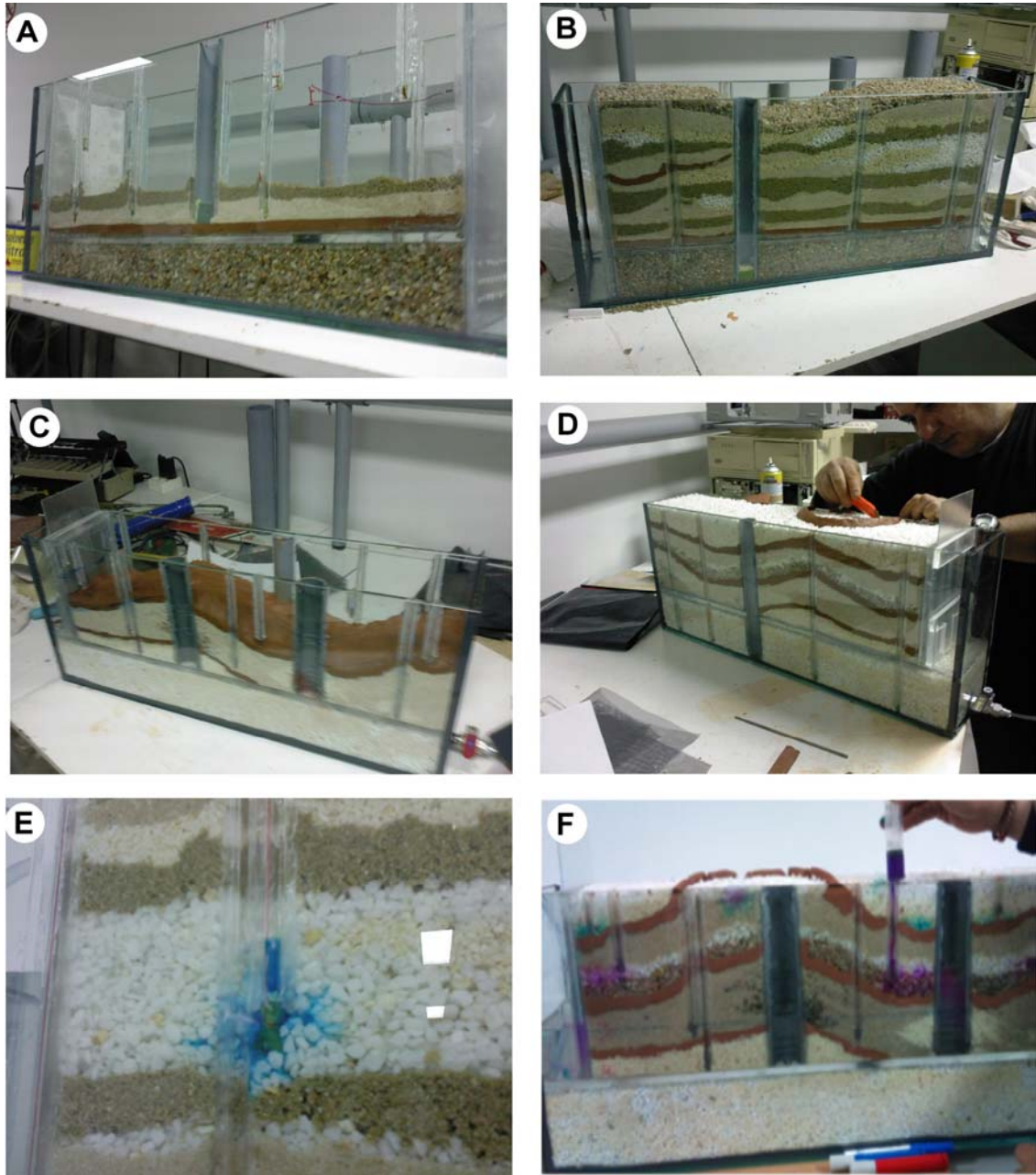


Fig. 1.- Modelos analógicos de acuíferos contruidos. A) Proceso de creación del modelo de capas horizontales (Simulación de un acuífero cuenca cenozoico con capas horizontales). Nótese que los pozos están abiertos en el acuífero superior. B) Modelo de capas horizontales finalizado. Nótese que esto pozos están abiertos en el acuífero inferior confinado. C) Proceso de creación del acuífero de capas plegadas. En este caso los pozos están abiertos en el acuífero superior. D) Modelo de capas plegadas finalizado. En



VNIVERSIDAD  
D SALAMANCA

DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA  
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE  
ÁVILA

Avd/ Hornos Caleros, 50. 05003 Ávila  
Tel . (34) 920 35 35 00 Fax . (34) 920 35 35 01 www.usal.es

la superficie del modelo se creó una morfología en cuestas sobre un cierre periclinal. En este lado los pozos están abiertos en el acuífero inferior confinado. E) Tinte inyectado en un pozo para visualizar líneas de flujo y simular efectos de contaminación. F) Inyección de tinte en pozos y vertido en superficie.

## B) Laboratorio On-line de Geología.

La creación del laboratorio on-line se ha diseñado sobre la base de la página Web existente para reconocimiento de rocas, que viene funcionando en la Escuela desde el año 2000. Se han renovado los contenidos y se ha realizado un nuevo diseño más gráfico e ilustrativo. El diseño se ha llevado a cabo por los profesores que participan en el actual proyecto docente utilizando como herramienta la utilidad de Microsoft Word para la generación de documentos html (Fig. 2).

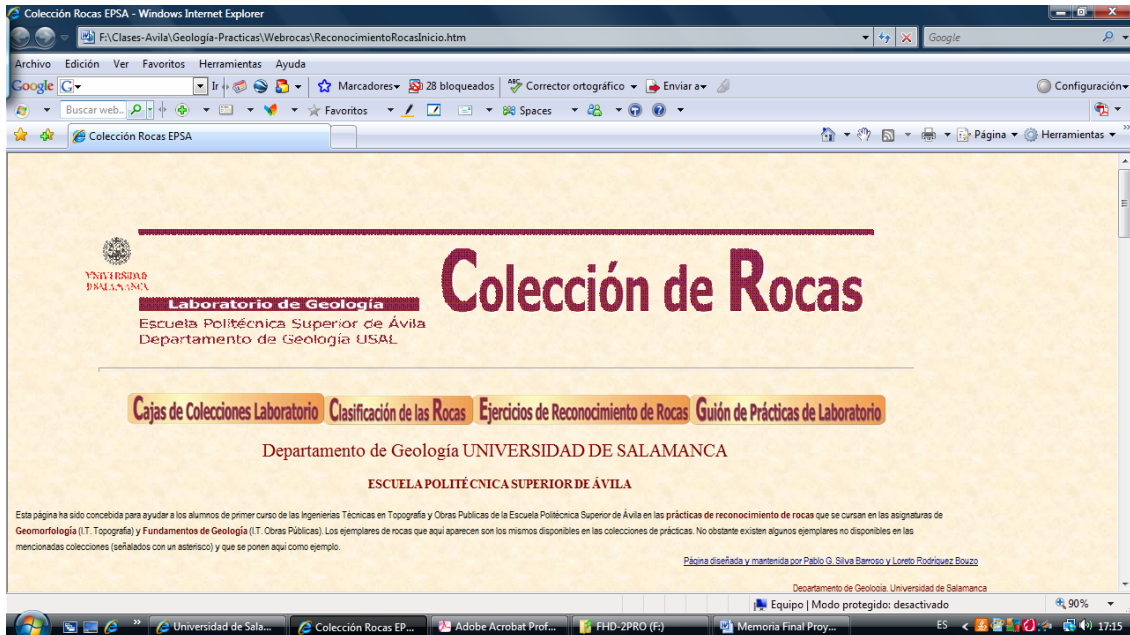


Fig. 2.- Captura de pantalla del laboratorio de Geología on-line.

El laboratorio se encuentra colgado de la página Web de la Escuela Politécnica Superior de Ávila y existen enlaces directos desde los módulos de STUDIUM de las asignaturas correspondientes. La idea en este primer estadio es poner a disposición de los alumnos tanto el material fotográfico de la colección de reconocimientos de rocas



VNIVERSIDAD  
D SALAMANCA

DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA  
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE  
ÁVILA

Avd/ Hornos Caleros, 50. 05003 Ávila  
Tel . (34) 920 35 35 00 Fax . (34) 920 35 35 01 www.usal.es

de que disponemos físicamente, así como información general y específica sobre la clasificación de las rocas, y de cada tipo de roca en particular.

## Resultados

La creación de dos modelos analógicos de acuíferos es uno de los resultados obtenidos. De este modo permiten cumplir uno de los objetivos planteados inicialmente. El segundo de los objetivos cumplidos es la creación de un laboratorio de Geología *on-line*. La versión preeliminar se encuentra colgada en la dirección:

<http://politecnicavila.usal.es/pagina/webrocas/ReconocimientoRocasInicio.htm> .



La versión desarrollada durante el presente proyecto de innovación estará disponible a partir del inicio del próximo curso académico, con el fin de que pueda ser utilizada para ampliación de reconocimientos y repastos virtuales a los contenidos prácticos de las asignaturas que se impartan. Se tiene previsto incluir fichas con las características fundamentales, usos en ingeniería de los distintos tipos de rocas.

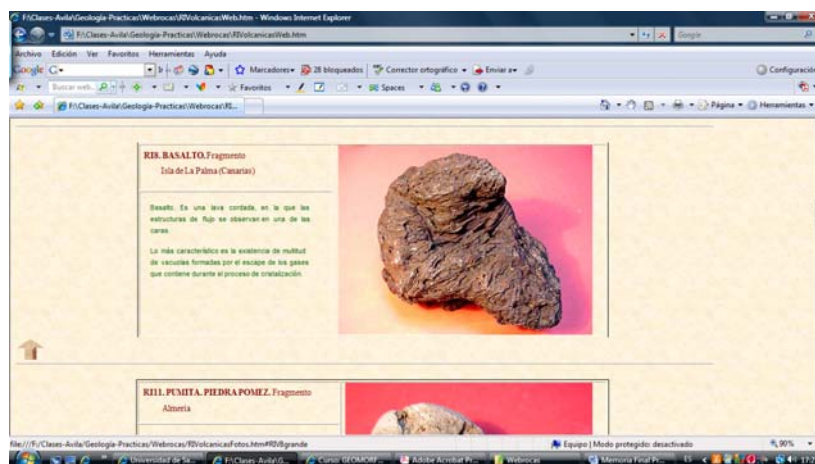
A continuación se pueden ver distintas imágenes del diseño Web del laboratorio On-line desarrollado.



VNIVERSIDAD  
SALAMANCA

DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA  
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE  
ÁVILA

Avd/ Hornos Caleros, 50. 05003 Ávila  
Tel . (34) 920 35 35 00 Fax . (34) 920 35 35 01 www.usal.es





Los modelos analógicos de acuíferos se han situado en el laboratorio de Geología de la Escuela Politécnica Superior de Ávila. Los alumnos han podido desarrollar prácticas en ellos a lo largo de este curso. Las prácticas se han centrado en los siguientes aspectos en orden cronológico.

- 1º Comprender los principios de la ley de Darcy y los conceptos de porosidad total, porosidad eficaz, coeficiente de almacenamiento, permeabilidad y transmisividad.
- 2º Entender como funciona el flujo subterráneo, células de flujo local y regional, la refracción de las líneas de flujo con los cambios de permeabilidad.
- 3º Métodos puntuales de estimación de la permeabilidad (Slug test).
- 4º Ensayos de bombeos.
- 5º Eficiencia de una captación.
- 6º Recarga, contaminación y remediación.

Para realizar estas prácticas los alumnos se dividían en dos grupos y tras las indicaciones del profesor, procedían a realizar ellos mismos las prácticas. Los grupos formados este año eran muy elevados por lo que se pretende corregir este problema creando nuevos modelos.

Los alumnos en dos horas de clase tenían que realizar el experimento y escribir un pequeño informe con las características del experimento, los resultados obtenidos y una pequeña interpretación de los resultados obtenidos.

El grado de satisfacción de los estudiantes es elevado como queda reflejado en la encuesta del Anexo 1.

El laboratorio de geología on-line ha servido como herramienta a los alumnos quienes han podido consultar las muestras de clase en sus propias casas y así poder mejorar sus conocimientos sobre las muestras empleadas.





VNIVERSIDAD  
D SALAMANCA

DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA  
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE  
ÁVILA

Avd/ Hornos Caleros, 50. 05003 Ávila  
Tel . (34) 920 35 35 00 Fax . (34) 920 35 35 01 www.usal.es

### **Repercusión del proyecto de innovación docente**

El impacto en la docencia que este proyecto ha generado es alto puesto que los alumnos reconocen que es una gran mejora que permite visualizar los procesos hidrogeológicos que ocurren en el subsuelo y conocer las técnicas empleadas y los problemas existentes al realizar ensayos de bombeo.

El laboratorio de geología on-line supone un soporte añadido para el estudio de las prácticas de geología que anteriormente estaban bastante supeditadas a la consulta del material “físico” existente en el laboratorio de la Escuela. Está en desarrollo una página de ejercicios de reconocimiento de rocas, para que el alumno pueda practicar y autoevaluarse a lo largo del curso. También se han desarrollado fichas tipo donde se listan las características principales de cada tipo de roca más importante.

Tras la finalización de los modelos y una vez que se adquirió cierta experiencia con ellos se convocó a la prensa para mostrar los resultados obtenidos y la mejora en la docencia que supone esta innovación. Los medios que se han hecho eco de esta noticia son, El Diario de Ávila; Ávila Digital (Fig. 3); Televisión Castilla y León (Canal 8) y Televisión Usal.



Experimentos en un acuífero de laboratorio

http://www.aviladigital.com/hemeroteca/experimentos-en-un-acuífero-d...



ÁVILA, 21 DE JUNIO 2011 El primer periódico digital de Ávila

Hemeroteca

Fecha publicación: 14/05/2011

El grupo de Geociencias en la Ingeniería trabaja con modelos analógicos

### Experimentos en un acuífero de laboratorio

Carlos de Miguel

La reproducción de un acuífero a un tamaño manejable en un laboratorio permite mostrar fácilmente lo que sucede en el subsuelo para conocerlo mejor y formular experimentos, como han hecho en el grupo de Geociencias en la Ingeniería de la Universidad de Salamanca.

Es una forma de "aplicar el pragmatismo en la docencia e intentar hacer tangibles cuantos más conceptos teóricos como sea posible", según los cuatro profesores del Departamento de Geología, que imparten docencia en la Escuela Politécnica Superior de Ávila.

Los modelos analógicos de acuíferos son una reproducción a escala reducida de acuíferos con características similares a los de la cuenca del Duero, la cuenca del Valle del Ambles y otros con pliegues como los de la cordillera Ibérica. Estos modelos están contruidos en cajas de cristal rellenas por distintos tipos de arenas, gravas y arcillas para simular la composición de los distintos estratos que constituyen los acuíferos.

El agua que empaapa los poros puede moverse, al igual que en la naturaleza, por medio de los gradientes naturales o los generados artificialmente. Estos modelos también permiten simular los pozos y piezómetros de observación, la extracción de agua y los problemas de sobreexplotación.

#### Tintes

Con la ayuda de tintes se simula el efecto de contaminación de los acuíferos y permite a los alumnos diseñar las formas más eficientes de remediar tales efectos", indican los docentes encargados de llevar a cabo el proyecto.

Son los profesores Pedro Huerta, Pablo G. Silva, Loreto Rodríguez-Bouzo y Rosa Reguilón, que llevan a cabo el proyecto junto a Fernando Jiménez Jiménez, oficial del almacén de instrumentación de la Escuela Politécnica, que ha participado en la confección y solución de los problemas durante la realización de los modelos.

El trabajo se ha realizado gracias a un proyecto de innovación docente de la Universidad de Salamanca, que permite a los profesores crear nuevas técnicas y metodologías docentes que lleguen directamente al alumno y le permitan adquirir conocimientos prácticos. Durante el presente curso, los alumnos de Ingeniería Técnica de Obras Públicas y los de Ingeniería Técnica de Minas han podido realizar prácticas utilizando estos modelos.



Modelo de acuífero con el que se trabaja en el laboratorio.



#### Blogs

<p><b>Tomás Luis de Victoria</b></p>  <p>IV Centenario de la muerte de Tomás Luis de Victoria. 1611-2011</p>	<p><b>Juan Antonio Chamorro</b></p> <p>LA SALIDA SOCIAL</p>  <p>Candidato independiente a la alcaldía de Ávila por el PSOE. Elecciones 2011</p>	<p><b>Miguel Ángel García Nieto</b></p>  <p>"Cuando hablo de mi ciudad y de su futuro me pierde la pasión"</p>	<p><b>La nota discordante</b></p>  <p>El Blog de Carlos Javier Gallán</p>	<p><b>Mario Pérez Antolin</b></p>  <p>Mi pensamiento es dudoso; toma la forma intuitiva si quiere comprender lo inteligible...</p>	<p><b>Silencio activo</b></p>  <p>Blog de Concha Barbero de Dompablo</p>
---	--	---	--	--	---

Pepe 15/05/2011 18:44:42

faltan las explotaciones de cerdos que cada día prosperan más y más en los terrenos protectores de los acuíferos en suelos arenosos, como en la Moraña y en el Valle Ambles.

Ex-Estudiante 15/05/2011 14:05:14

Pese a que cuando estudié en la Politecnica de Salamanca O.P. en Ávila, quedé bastante decepcionado con algunos profesores/as, debo reconocer que terminé muy satisfecho con mis conocimientos a nivel de Hidráulica, Ing. Sanitaria, Hidrología e Hidrogeología, así como de aguas subterráneas, y sobre todo por los conocimientos de las herramientas informáticas, básicas para el mercado de trabajo. Yo no realicé experimentos de este tipo pero son sin duda básicos para comprender el funcionamiento de los acuíferos. Siempre me han gustado los modelos reducidos, aunque siempre es posible sacar conclusiones técnicas de ellos. Enhorabuena!

Manuel Mateos 15/05/2011 6:03:11

Quien desarrolló las matemáticas del movimiento del agua en el subsuelo fue Don Kirkhan con quien tuve la suerte de tenerlo como profesor en dos asignaturas. En España nunca se dan referencias de las personas a quienes copiamos. Si se saca un libro sin dar referencias he sabido de casos en los que los han tenido que tirar e imprimirlos de nuevo. No en España, claro, cuna del copie. A mi me han copiado a cientos en España, sin dar referencias. No así en Estados Unidos.

triste 14/05/2011 17:56:46

Fig. 3.- Captura de pantalla del Diario Ávila digital mostrando la noticia.



## Principales problemas encontrados

En cuanto al desarrollo del laboratorio on-line, el principal problema es que las personas que lo hemos desarrollado no somos profesionales de la informática, por tanto algunas utilidades que podrían haberse añadido, no ha sido posible.

Los principales problemas que se han encontrado pueden agruparse en dos tipos: los relativos a la confección y diseño de los modelos analógicos y los relativos al desarrollo de las prácticas con los alumnos en los modelos.

Los primeros problemas aparecieron con la confección de los modelos puesto que parte del material pensado inicialmente para desarrollarlos no dio buenos resultados y tuvieron que adquirirse nuevos materiales que fueron financiados personalmente por este equipo. Esto podría resolverse ampliando el plazo de justificación de gastos de las convocatorias de proyectos de innovación docente.

Una vez afrontados y superados todos los retos que conllevó la realización de los modelos se instalaron en el laboratorio de geología y se empezaron a utilizar en clase.

El primer problema que se detectó en clase fue que los grupos que realizaban prácticas en los dos modelos creados eran demasiado grandes. Mientras 3 ó 4 personas realizaban las medidas otros se quedaban mirando o se distraían.

Otro aspecto que ha sido necesario tener en cuenta ha sido el factor escala ya que muchos de los valores obtenidos de los ensayos de bombeo eran inusualmente bajos dependiendo de la técnica empleada. Puesto que muchas de estas técnicas están pensadas para casos reales.

Después de un amplio periodo de tiempo se percibió otro problema que no se había previsto. El agua de los modelos de acuíferos adquiría un olor fétido y la arena se tornaba de color oscuro. Esto fue interpretado como una colonia de bacterias, hongos, algas o cualquier otro organismo que puede crecer bajo el agua. Inicialmente se



desarrollaron en torno a los filtros de los pozos en los que se había utilizado esponja. Se eliminó la esponja y parte del color oscuro desapareció.

También se han percibido deformaciones de algunas láminas de metacrilato que hacen que se produzcan fugas desde el acuífero libre al acuífero profundo.

### **Conclusiones**

Las principales conclusiones de este proyecto son que la creación de un laboratorio de geología *on-line* común para las asignaturas que el Departamento de Geología imparte en la Escuela Politécnica Superior de Ávila supone una mejora en la calidad de la docencia ya que los estudiantes pueden acceder a contenidos y materiales de las clases prácticas desde por ejemplo sus hogares. Este laboratorio es independiente de las asignaturas elaboradas en STUDIUM, aunque desde los módulos de las asignaturas correspondientes existen enlaces directos a él.

La confección de modelos analógicos de acuíferos ha permitido a los alumnos entender de forma práctica y visual los procesos hidrogeológicos que ocurren en el subsuelo. Además permite al alumno aprender con su propia experiencia. Las herramientas creadas con este proyecto son de gran utilidad y permiten al alumno realizar nuevas prácticas en el laboratorio. De todos modos se considera que han de mejorarse ciertos aspectos negativos que se han detectado en las prácticas y crear nuevos modelos que permitan desarrollar ejercicios con un menor número de alumnos.

Este proyecto de innovación docente ha sido de gran utilidad para mejorar la docencia de las asignaturas relacionadas con la geología, que se imparten en la Escuela Politécnica Superior de Ávila.







**Anexo 1.** Encuesta a los alumnos sobre los modelos analógicos de acuíferos.




19 Respuestas

## Modelos analógicos de acuíferos





1. Crees que los modelos analógicos de acuíferos (las peceras) te han servido para comprender mejor los procesos hidrogeológicos?

Respuesta	Media	Total
Poco	 5%	1
Bastante	 79%	15
Mucho	 16%	3
Total	 100%	19/19

2. Consideras que las clases prácticas en las peceras mejoran la calidad de la docencia recibida?

Respuesta	Media	Total
Bastante	 79%	15
Mucho	 21%	4
Total	 100%	19/19

3. Crees que las prácticas en las peceras permiten fijar mejor los conceptos teórico/prácticos aprendidos en clase?

Respuesta	Media	Total
Poco	 5%	1
Bastante	 68%	13
Mucho	 26%	5
Total	 100%	19/19

4. Cuantas clases prácticas deberían hacerse en las peceras

Respuesta	Media	Total
-----------	-------	-------



Más o menos las mismas que las realizadas en este curso	89%	17
Más de las que hemos realizado este curso	11%	2
Total	100%	19/19

5. Enumera un aspecto positivo de las prácticas en las peceras

nº	Respuesta
1	entre todos nos ayudamos a comprenderlo mejor y podemos realizar ensayos prácticos
1	Comprensión del suelo real y los estratos en 3 dimensiones que favorecen la visualización de la dinámica de agua en el subsuelo
1	Creo que lo mas positivo es visualizar los conceptos teóricos. Con esto creo que se comprenden mejor las cosas
1	Es una forma de acercar al alumno a la realidad.
1	La posibilidad de observar procesos de que otra forma seria complicado ver.
1	la posibilidad de visualizar gráficamente los fenómenos que describimos en las clases teóricas
1	nos permite comprender lo que ocurre en los acuíferos
1	Nos permiten simular ensayos de bombeo sin tener que ir al campo
1	Observamos de forma práctica lo aprendido teoricamente por lo que es mas fácil de entender
1	Permite una visión más ajustada de la realidad, consiguiendo jugar con las variables estudiadas de forma fácil.
1	permite ver lo explicado teoricamente
1	se entiende mejor la teoria al verlo como ejemplo practico



- 1 Se visualizan muy bien los procesos hidrogeológicos que ocurren en la naturaleza a escala reducida de tiempo y espacio.
- 1 Son varios, pero el mejor es poder manejar diferentes acuíferos en poco espacio y conocer sobre ellos.
- 1 Te ayuda a poder imaginarte mejor una situación geológica
- 1 Te ayudan a fijar conocimientos prácticos y aclarar dudas en cuanto a acuíferos y demás.
- 1 teoría asemejada a la realidad ya que en el futuro así mas o menos nos enfrentaremos a la realidad,
- 1 trabajo en equipo y aclaracion de dudas
- 1 Ver los efectos que se provocan se queda mejor que aprenderlo teoricamente

---

6. Enumera un aspecto negativo de las prácticas en las peceras

- | nº | Respuesta   |
|----|---|
| 1  | son pocas para la cantidad de gente que somos y hay algunas prácticas que no salen totalmente bien                            |
| 2  | .   |
| 1  | a veces somos demasiada gente   |
| 1  | creo que esta muy bien,   |
| 1  | Demasiados estudiantes por pecera.  |
| 1  | Dificultad al entender los procesos que explica el profesor, que quizá deberían durar un poco más                             |
| 1  | el cachondeo que a veces se forma y del que a veces formo parte, procuro que no   |
| 1  | el factor escala disminuye mucho la calidad y veracidad de los resultados   |
| 1  | En mi opinión, el problema es que las explicaciones en forma conjunta provocan que los alumnos no se enteren bien de el tema. |
| 1  | Esceso de personas para muy pocas peceras, en algunos casos centrando al profesor en cuatro o cinco personas.                 |
| 1  | Ninguno   |
| 1  | poca visibilidad  |
| 1  | Que hay algunas cosas que no salen bien del todo  |



- 1 Que somos mucha gente para pocas peceras, no se puede trabajar muy agusto.
- 1 Que tienen bacterias jejeje
- 1 se tarda mucho en realizar un analisis completo
- 1 somos demasiados para tan pocas peceras, se debería hacer tres o cuatro por persona
- 1 Tal vez debería realizarse un guión de prácticas para enfocar de forma más clara los objetivos que persiga inculcar el profesor

---

7. Cómo mejorarías los aspectos negativos de las prácticas de las peceras?

- | nº | Respuesta   |
|----|---|
| 2  | .   |
| 1  | Compraría mas peceras   |
| 1  | Con un guión normalizado y con una pecera para que sea elaborada por los alumnos y conocer el por qué de cada capa y cada tipo de tamaño de partícula.  |
| 1  | Construyendo más peceras para poder hacer grupos de trabajo más reducidos.  |
| 1  | Creando grupos reducidos, creo yo que se mejoraría este aspecto negativo.   |
| 1  | En el momento de ir a las peceras debemos ir con un objetivo claro ya que arriba no podemos concentrarnos en elegir lo que vamos a hacer Además debemos repartir las tareas de cada uno y que esto cuente como nota y que cada alumno haga sus memorias |
| 1  | es dificil mejorarlos ya que no es posible realizar los ensayos a tamaño real visualizando los resultados   |
| 1  | haciendo mas grupos, no vendria mal alguna pecera mas, y administrar mejor el trabajo haciendo grupos mas pequeños para que toda la gente del grupo tenga algo que hacer  |
| 1  | las peceras deberian estar ubicadas en un sitio que las podieramos ver con más claridad, o deberian de ser un poco más grandes.   |
| 1  | más o menos lo mismo que en el punto 6  |
| 1  | mas peceras para ser menos gente en cada una.   |
| 1  | Más tiempo de explicaciones   |