



Innovaciones metodológicas en docencia universitaria: resultados de investigación

Coordinadores
José Daniel Álvarez Teruel
Salvador Grau Company
María Teresa Tortosa Ybáñez

Coordinadores
José Daniel Álvarez Teruel
Salvador Grau Company
María Teresa Tortosa Ybáñez

© Del texto: los autores. 2016
© De esta edición:
Universidad de Alicante
Vicerrectorado de Estudios, Formación y Calidad
Instituto de Ciencias de la Educación (ICE), 2016

ISBN: 978-84-608-4181-4

Revisión y maquetación:
Salvador Grau Company
Daniel Gallego Hernández

60. Aplicación de recursos de investigación en la docencia: Técnicas de microscopía en Geociencias

*H. Corbí Sevilla¹; J.V. Guardiola Bartolomé²; I. Fierro Bandera¹;
J.M. Soria Mingorance¹; A. Belda Antolí¹*

¹Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente

²Departamento de Ciencias del Mar y Biología Aplicada
Universidad de Alicante

RESUMEN. Se presentan los resultados más significativos del proyecto de innovación docente enmarcado dentro de las redes de innovación docente de la Universidad de Alicante. En este trabajo se han examinado una serie de técnicas para la adquisición de microfotografías de utilidad en Geociencias. En particular, los materiales estudiados incluyen microfósiles marinos (foraminíferos) y sedimentos arenosos. Las técnicas analizadas abarcan los siguientes dispositivos: a) microscopio electrónico de barrido; b) microscopio trilocular con iluminación led de luz fría – cámara réflex; y c) estereomicroscopio (lupa binocular) – cámara IDS. El análisis de las distintas fotografías obtenidas ha permitido establecer las mejores condiciones e instrumental para aplicar estas técnicas como recurso de investigación aplicado a la didáctica de las geociencias.

Palabras clave: microscopía, ciencias de la tierra, didáctica, ciencias del mar, micropaleontología.

1. INTRODUCCIÓN

El Espacio Europeo de Educación Superior implica una reformulación conceptual de la organización del currículo de la educación superior mediante su adaptación a los nuevos modelos de formación centrados en el trabajo del estudiante. Esta medida comporta un nuevo modelo educativo que ha de orientar las programaciones y las metodologías docentes, centrándolas en el aprendizaje de los estudiantes, no únicamente en las horas lectivas (Fuster García *et al.*, 2012).

El nuevo modelo educativo ha de orientar las programaciones y las metodologías docentes centrándolas en el aprendizaje de los estudiantes, valorándose su trabajo y priorizando el manejo de herramientas de aprendizaje por encima de la mera acumulación de conocimientos. Para ello, deben cambiarse muchos de los conceptos que se han venido utilizando a lo largo de estos últimos años. En este sentido, sería interesante emplear técnicas didácticas que complementen a los métodos de enseñanza tradicionales. Asimismo, el mundo laboral actual requiere de profesionales capaces de adquirir nuevas destrezas y competencias en un tiempo cada vez más corto (Gómez Peña *et al.*, 2012).

En las disciplinas científicas, cuando los graduados acceden al mundo laboral, se encuentran con la necesidad de aprender a utilizar unos equipamientos y metodologías muy avanzados y específicos de cada materia, que no han tenido la oportunidad de aprender a utilizar durante sus estudios, debido al alto coste de muchos de ellos. Por este motivo, en el año 2014, se creó la red de innovación docente “GeoMar: docencia universitaria de las Geociencias Marinas”, con el objeto de acercar a los estudiantes el equipamiento y las metodologías que profesorado, investigadores y profesionales, utilizan en su día a día. Pretendíamos que los estudiantes de 4º del Grado en Ciencias del Mar, y en concreto de la asignatura Planctología Aplicada y Micropaleontología Marina, se comportasen como si se tratase de profesionales que necesitaban resolver problemas reales del mundo laboral y de la investigación, y para ello planteamos y diseñamos una actividad de carácter científico, en la que los estudiantes tuviesen a su disposición toda la metodología y todos los equipos e instrumentación con los que cuenta la Universidad de Alicante, usados tanto por los propios investigadores de la universidad como por las empresas de la universidad o externas que los necesitan.

La puesta a punto de esta actividad didáctica, en la que se utilizaron los recursos de investigación existentes en la Universidad de Alicante, permitió establecer un modelo de trabajo de iniciación a la investigación para los alumnos del último curso del grado de Ciencias del Mar de la Universidad de Alicante. Esta modalidad docente permitió introducir al alumno, de forma directa, en todas las fases del trabajo científico, que incluyen el trabajo bibliográfico, campo, laboratorio, ordenador, gabinete y presentación de los resultados. La calidad sobresaliente de los trabajos presentados por los alumnos hizo que fueran expuestos en el “III Encuentro de Investigación del Instituto Multidisciplinar para el estudio del Medio” organizado en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Alicante. Además, esta actividad docente derivó en que dos alumnos del grado de

Ciencias del Mar realizasen sus trabajos fin de grado en la temática relacionada con la asignatura.

Los resultados de esta red fueron presentados en las XII jornadas de redes de investigación en docencia universitaria (Corbí y Guardiola, 2014), figura 1. Uno de los problemas que detectamos durante el desarrollo de la actividad mencionada, fue la dificultad para obtener imágenes de buena calidad, que pudiesen servir de referencia para el aprendizaje futuro. Esto nos llevó a plantearnos la necesidad de identificar cuales deberían ser las mejores condiciones para la obtención de las imágenes, y ello requería de un minucioso estudio de la técnica empleada. Surgió así, como complemento de la red GeoMar, una nueva red de trabajo denominada “Aplicación de recursos de investigación en la docencia: técnicas de microscopía en Geociencias”, la cual se ha presentado entre los proyectos de las Redes de investigación en docencia universitaria de la Universidad de Alicante, en el año 2015.

En el marco de esta nueva red, complementaria de la red GeoMar, el primer paso a realizar ha sido analizar los recursos con los que se puede contar, de entre los disponibles en la Universidad de Alicante, y determinar, en cada caso, el que ofrece los mejores resultados; teniendo en cuenta en todo momento que los materiales a estudiar presentan un alto grado de dificultad, debido a sus peculiares características.

Se ha analizado el instrumental disponible, y las posibles combinaciones que se pueden obtener con él, sus características técnicas, y se han determinado las condiciones de iluminación más favorables para la obtención de las imágenes.

Figura 1. Póster presentado en las XII Jornadas de redes de investigación en docencia universitaria

TÉCNICAS DE MICROSCOPIA APLICADAS A GEOCIENCIAS

Hugo Corbí*, José Vicente Guardiola**

*Departamento Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente
** Departamento de Ciencias del Mar y Biología Aplicada



RESUMEN

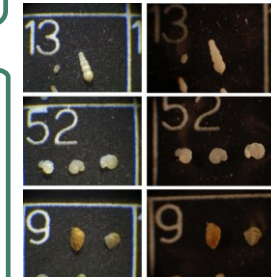
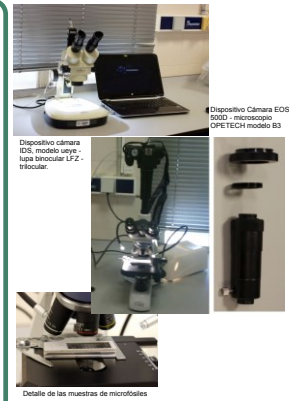
Uno de los problemas con los que se enfrentan los alumnos a la hora de estudiar las geociencias es la falta de imágenes de alta calidad, especialmente en muestras microscópicas. En este trabajo se examinan distintas técnicas de microscopía óptica para la obtención de fotografías digitales de alta resolución. Las técnicas se han aplicado y desarrollado en el marco de las geociencias, en particular en ámbito de la sedimentología y micropaleontología siendo los objetos geológicos fotografiados fundamentalmente arenas y microfósiles. Las técnicas abarcan las distintas opciones de microscopía óptica (utilización de microscopio simple y compuesto) que incluyen básicamente distintos tipos de luz reflejada, utilización de diferentes tipos de cámara fotográfica, elección de los aumentos y de los grados de luminosidad óptimos para cada tipo muestra. Los resultados obtenidos han permitido establecer las mejores condiciones e instrumental para la implementación de esta técnica como recurso de investigación aplicado a la didáctica de las geociencias marinas, en particular en las asignaturas de "planctología aplicada y micropaleontología marina" y "sedimentología" del grado de ciencias del mar de la universidad de Alicante.

MATERIALES Y METODOLOGÍA

Para implementar un método de adquisición de fotografías con microscopía se han utilizado, en primera instancia, caparazones de foraminíferos, organismos unicelulares capaces de generar una concha de carbonato cálcico, que queda registrada habitualmente en los sedimentos marinos. En particular, las muestras fotografiadas pertenecen tanto a la tesis doctoral de Corbí (2010), todos ellos fotografiados previamente con microscopio electrónico de barrido en los servicios técnicos de investigación de la Universidad de Alicante, como a las muestras de sedimentos actuales recogidos en el entorno de la isla de Benidorm, durante las campañas de inmersión realizadas en el trabajo de fin de grado del alumno de Ciencias del Mar, Francisco Asensio Montesinos. En una segunda fase del proyecto se tiene prevista la toma de fotografías a distintos tipos de sedimentos arenosos (dehílicos, carbonatados, mixtos, etc.), materiales muy utilizados tanto para propósitos científicos como didácticos.

En cuanto a los materiales utilizados para la obtención de fotografías se han utilizado básicamente un microscopio (OPTTECH modelo B3 - trilocular con iluminación led - módulo del luz fría), una lupa binocular (OPTTECH LF2-trilocular iluminación led incorporada) y dos cámaras. Todos los dispositivos empleados pueden observarse en el anexo de este trabajo.

Las cámaras han sido acopladas con dos tipos de dispositivos. Por una parte, al microscopio se ha incorporado una cámara Canon EOS 500D, réflex digital con sensor CMOS de 15,1 Mpx. Esta cámara ha sido conectada al microscopio a través de una secuencia de adaptadores (adaptador de cámara canon a rosca T2, anillos extensor rosca T2 a montura tipo C y adaptador que se conecta al microscopio - rosca C a 1 pulgada). Por otro lado, a la lupa binocular se ha adaptado una cámara de marca IDS, modelo ueye (UI-1460SE-C-HQ), de 3,15 Mpx, sensor CMOS, 2048x1536 (<https://es.ids-imaging.com>) queda conectada al ordenador mediante cable USB, para la captura de las imágenes, mediante un adaptador OPTTECH K71254; Pitch C TV adapter F=0.5x.



RESULTADOS

En la figura ubicada en la parte derecha de este póster se muestran las distintas imágenes obtenidas con los dos dispositivos objeto de análisis de este trabajo. La principal diferencia entre ambos dispositivos es la distinta profundidad de campo que presentan la lupa binocular y el microscopio. Con el microscopio (óptica plana) es más complicado obtener una buena fotografía en la que la mayor parte del elemento a fotografiar (debido a su pequeño tamaño) se encuentre enfocado.

Otro aspecto relevante es la iluminación, en la lupa binocular ésta es mucho más homogénea, ya que tiene la fuente de luz integrada en el dispositivo, por el contrario, en el microscopio, para poder observar muestras no transparentes, tenemos que utilizar un sistema de epi-iluminación con un dispositivo externo dirigido hacia la muestra y, por tanto, mucho más propiamente al desarrollo de sombras en la propia fotografía.

Finalmente, si consideramos los diferentes elementos necesarios para el montaje de los dos dispositivos analizados, éste es mucho más complejo para el microscopio - cámara réflex, por la necesidad de incorporar una secuencia de adaptadores al propio dispositivo.

CONCLUSIONES

La puesta en funcionamiento de esta metodología de adquisición de fotografías de microfósiles en la que se utilizan distintos dispositivos de los laboratorios docentes de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Alicante, permite comparar y establecer la técnica ideal para la adquisición de fotografías de microfósiles.

Comparando los dos metodologías podemos concluir los siguientes aspectos:

- Las fotografías implementadas con el dispositivo microscopio-cámara réflex no presentan una buena profundidad de campo y son más difíciles de iluminar correctamente, en comparación con el dispositivo lupa binocular-cámara; sin embargo, esta poca profundidad de campo podría ser utilizada para implementar un método de obtención de imágenes 3D, mediante el apilamiento de sucesivas imágenes enfocadas en diferentes planos.
- Es mucho más complejo el montaje del dispositivo microscopio - cámara réflex debido a la necesidad de un mayor secuencia de adaptadores.
- Ambos métodos resultan mucho más ventajosos en cuanto al presupuesto económico necesario, si se comparan con las fotografías realizadas con microscopio electrónico, cuya realización requiere de técnicos especializados y puede conllevar un mayor coste.

Estas técnicas se implementarán y desarrollarán en los materiales objeto de estudio por los alumnos de la asignatura "Planctología aplicada y micropaleontología marina" y "Sedimentología" del grado en Ciencias del Mar, así como en diferentes trabajos fin de grado que puedan llevarse a cabo en este contexto. Este trabajo se ha desarrollado en el marco de la red de innovación docente (curso 2015-16): Aplicación de recursos de investigación en la docencia: técnicas de microscopía en Geociencias.

REFERENCIAS

Corbí, H. (2010). Los foraminíferos de la cuenca neógena del Bop Seguro (sureste de España): bioestratigrafía y cambios paleoambientales en relación con la Crisis de Salinidad del Mioceno. Tesis Doctoral, Universidad de Alicante.
Daly, J. (2003). El manual del fotógrafo digital. Barcelona: Index Book S.L.
Gómez Peña, C., García Gasolán, M., Pozo Cuello, J., y Romero Sánchez, R. (2012). Evaluación y adaptación de las metodologías docentes en los enseñanzas de máster. En X Jornada de redes de investigación en docencia universitaria, Universidad de Alicante, 675-686.
Ingeniería, J. (2004). Nuevo manual de fotografía. Barcelona: Ed. Omega.
Melado, J.M. (2006). Fotografía digital de alta calidad. Barcelona: Anud S.L.

2. METODOLOGÍA

Con el propósito de implementar una metodología para la captación de microfotografías de detalle en el área de Geociencias se han desarrollado una serie de técnicas que incluyen básicamente las siguientes metodologías: a) Obtención de fotografías de microscopio electrónico de barrido (MEB); b) obtención de fotografías con estereomicroscopio (lupa binocular); y c) obtención de fotografías con microscopio compuesto con epiluminación. Los materiales fotografiados pertenecen a los siguientes ámbitos o contextos geológicos: a) microfósiles, en particular foraminíferos bentónicos y planctónicos, pertenecientes al registro sedimentario de la denominada Cuenca del Bajo Segura, ubicada entre Alicante y Murcia (Corbí, 2010); b) microfósiles (foraminíferos bentónicos) registrados en sedimentos pertenecientes a los fondos marinos que rodean a la isla de Benidorm (Alicante), y recientemente analizados por Montesinos, F. (2015) en su trabajo fin de grado; y c) sedimentos arenosos de la colección de arenas del área de estratigrafía del departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente de la Universidad de Alicante.

La obtención de fotografías de microscopio electrónico de barrido fue realizada en los servicios técnicos de investigación de la Universidad de Alicante con un microscopio de la marca JEOL modelo JSM-840 (figura 2). En este caso, se utilizaron materiales de la tesis doctoral de Corbí (2010), en particular microfósiles de origen calcáreo (foraminíferos).

En cuanto a la obtención de fotografías con microscopio se ha empleado el modelo B3 de la marca OPTECH que presenta un trilocular con iluminación led con modulo de luz fría (Figura 3). A este dispositivo se le ha acoplado una cámara EOS 500D réflex digital (sensor CMOS de 15,1 Mpx). La cámara se conecta mediante una secuencia de adaptadores (rosca T2, anillos extensor T2 a montura C y adaptador rosca C a 1 pulgada).

Figura 2. Microscopio Electrónico de Barrido (JEOL modelo JSM-84) empleado para adquisición de fotografías de microfósiles ilustradas en esta memoria



Figura 3. Izquierda y centro: Dispositivo Cámara EOS 500D – microscopio OPTECH modelo B3. Izquierda: dispositivo que incluye la cámara y el microscopio, con la secuencia de adaptadores correspondiente; derecha: secuencia de adaptadores (de arriba a abajo: adaptador de cámara canon a rosca T2, anillos extensor rosca T2 a montura tipo C y adaptador que se conecta al microscopio - rosca C a 1 pulgada); Derecha: Dispositivo cámara IDS, modelo ueye – lupa binocular LFZ – trilocular



Por su parte la obtención de fotografías con lupa binocular ha sido realizada incorporando, al modelo OPTECH LFZ (trilocular iluminación incorporada), un cámara IDS delo ueye (UI-1460SE-C-HQ), de 3,15 Mpx, sensor CMOS, 2048x1536 que queda conectada mediante cable USB con el adaptador OPTECH K71254 (Figura 3). Las muestras son visualizadas a través del ordenador con el programa uEye Cockpit.

3. RESULTADOS

3.1. Fotografías representativas

Las figuras 4, 5, 6, 7, 8 y 9 muestran las diversas fotografías obtenidas con los distintos dispositivos empleados:

Figura 4. Fotografías de microscopio electrónico de barrido (microfósiles, foraminíferos), realizadas en los servicios técnicos de investigación de la Universidad de Alicante (modificado de Corbí, 2010)

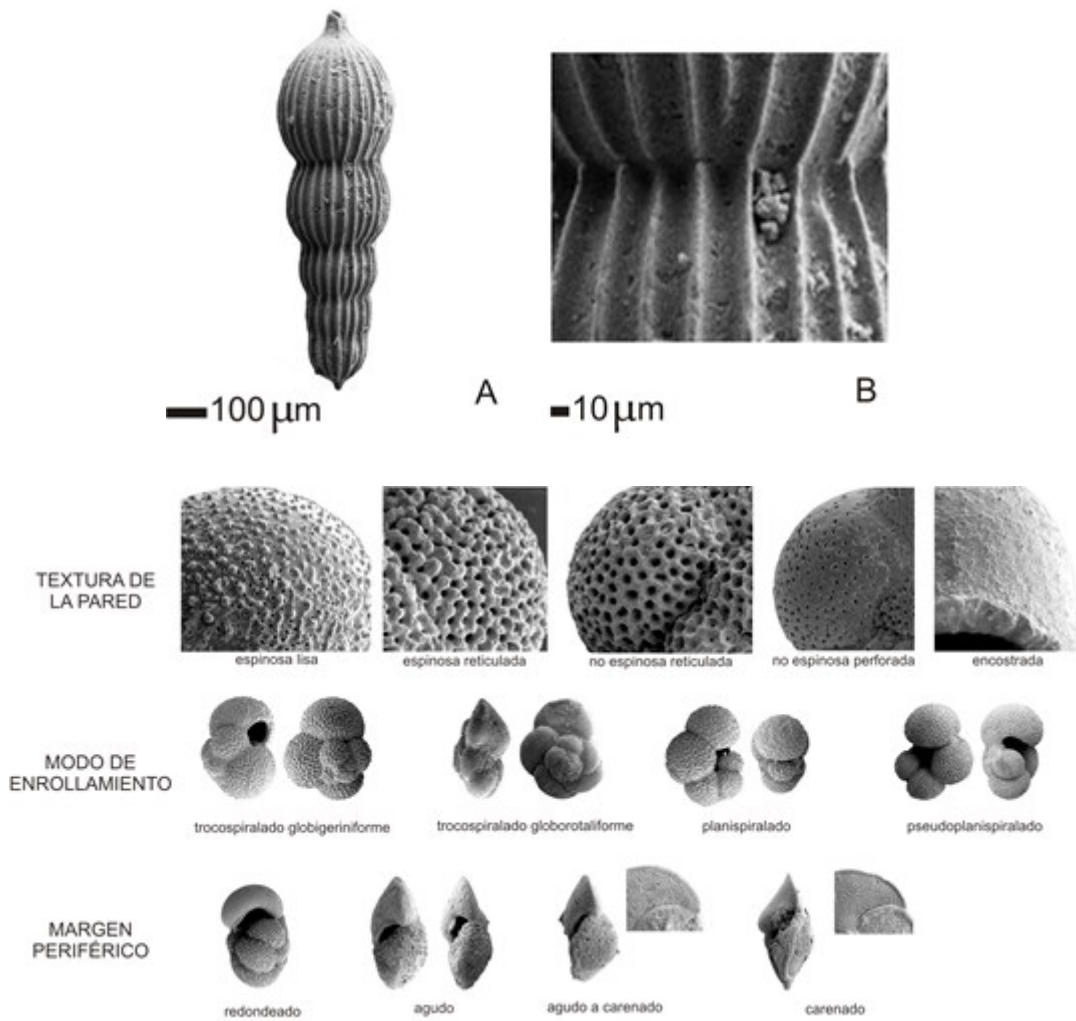


Figura 5. Fotografías de distintos tipos de microfósiles (foraminíferos bentónicos, Corbí 2010) tomadas con cámara IDS, modelo ueye – lupa binocular LFZ





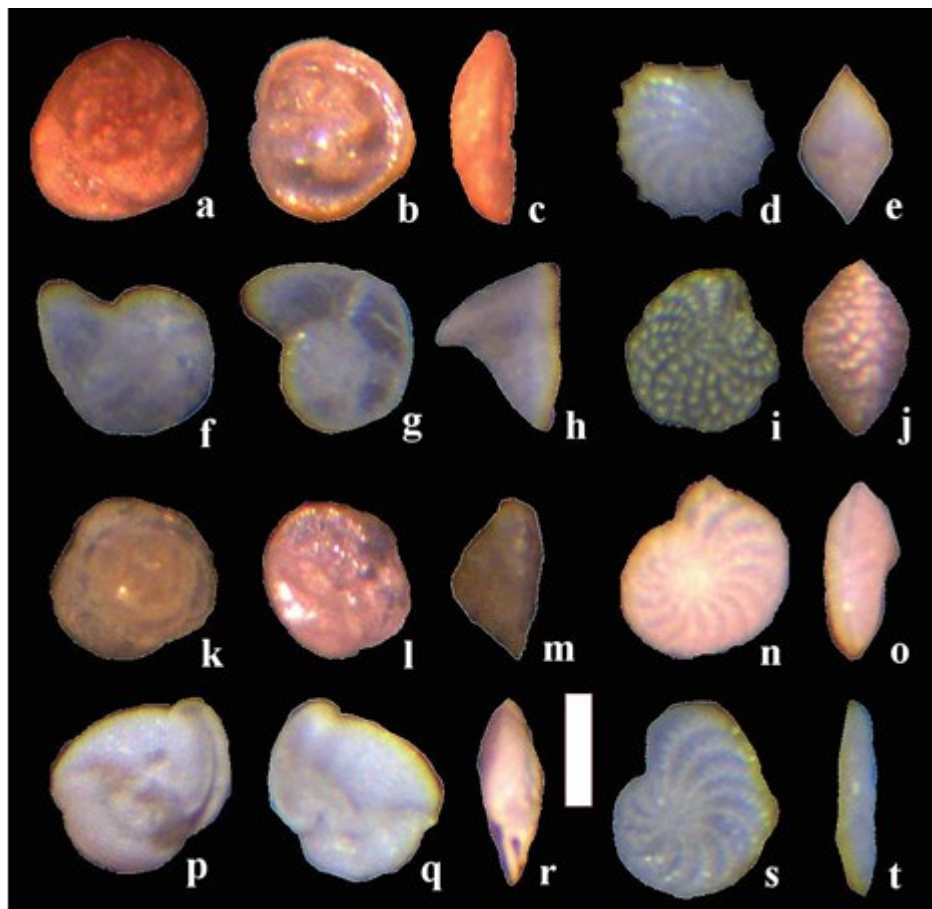
Figura 6. Fotografías de distintos tipos de microfósiles (foraminíferos bentónicos, Corbí 2010) tomadas con Cámara EOS 500D – microscopio OPTECH modelo B3





Además y con el propósito de implementar la técnica en un caso práctico se realizaron una serie de fotografías, también foraminíferos marinos, de tamaño microscópico, en los materiales analizados en el marco del trabajo fin de grado del alumno Francisco Asensio Montesinos. Estas fotografías, mostradas en la figura 7 quedan recogidas en la memoria de su trabajo fin de grado.

Figura 7. Láminas (1 y 2) de foraminíferos bentónicos registrados en los fondos marinos que rodean a la isla de Benidorm (Alicante). Dispositivo empleado: cámara IDS, modelo ueye - lupa binocular LFZ (Trabajo fin de grado de Ciencias del Mar, Francisco Asensio Montesinos, 2015)



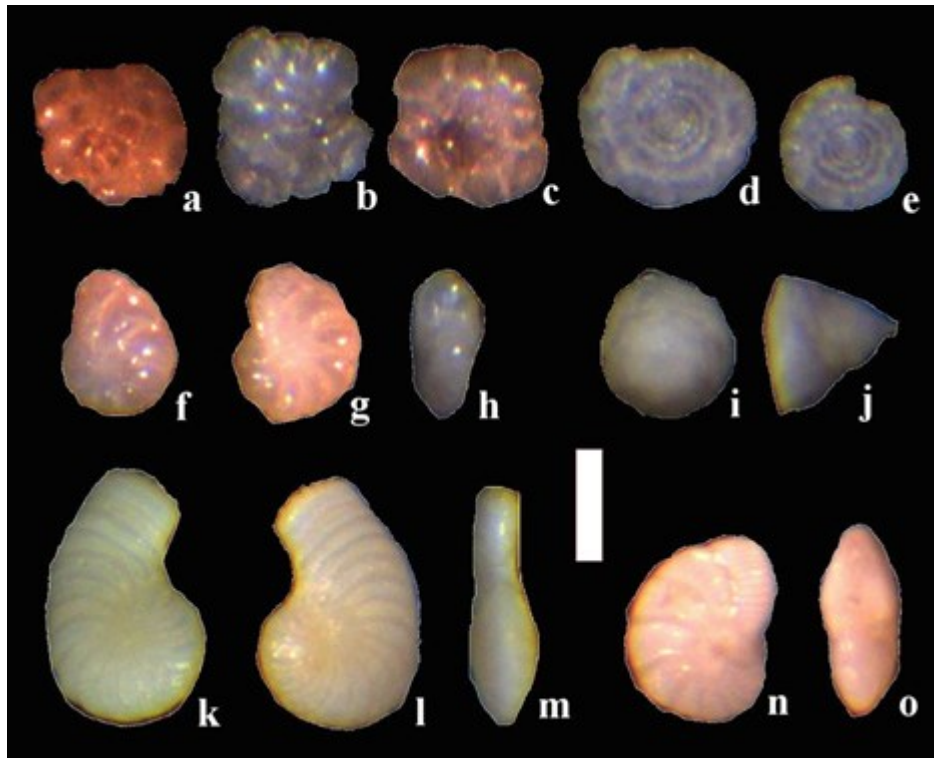
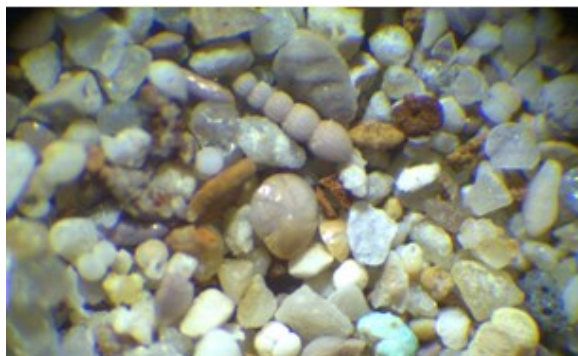


Figura 8. Arriba: fotografía de levigados (fracción 125 micras, materiales de la Cuenca del Bajo Segura); abajo: arenas (playa de Rodas, islas Cíes). Imágenes tomadas con el dispositivo cámara IDS, modelo Ueye – lupa binocular LFZ



Figura 9. Arriba: fotografía de levigados (izquierda) (fracción 125 micras, materiales de la Cuenca del Bajo Segura); abajo: arenas (playa de Rodas, islas Cies). Imágenes tomadas con la Cámara EOS 500D – microscopio OPTECH modelo B3



3.2. Análisis comparativo de los dispositivos

A continuación se exponen las principales características y diferencias entre las diferentes fotografías obtenidas con los tres dispositivos analizados. Los aspectos más relevantes quedan agrupados en los siguientes ítems:

a) Las imágenes de microscopio electrónico de barrido presentan la mejor resolución de los tres tipos de fotografías, si bien esta técnica no permite apreciar rasgos como el color apreciables a través de una lupa binocular o microscopio.

b) El dispositivo microscopio OPTECH modelo B3 – cámara EOS 500D presenta fotografías con mejor resolución que el dispositivo Lupa binocular LFZ – cámara IDS. Conviene destacar que este último a pesar de tener una resolución menor, el programa denominado uEye Cockpit permite reconocer en el monitor la imagen que se observa a través de la lupa, lo cual facilita la adquisición de la fotografía. Además, al fijar un aumento concreto se pueden conseguir de forma rápida imágenes a una misma distancia lo cual facilita el trabajo posterior de incorporar a la fotografía la escala.

c) Las fotografías obtenidas con el dispositivo microscopio OPTECH – cámara Canon EOS no presentan una buena profundidad de campo en comparación con los otros dos dispositivos. Asimismo, las fotografías obtenidas con este dispositivo son mucho más difíciles de iluminar correctamente debido al tipo de luz. Además,

este dispositivo presenta un montaje mucho más complejo debido a la necesidad de una secuencia de adaptadores.

e) Tanto el dispositivo Lupa binocular – modelo cámara ueye, como el microscopio – cámara réflex resultan mucho más económicos, ya que la realización de fotografías de microscopio electrónico requiere de técnicos especializados y material de trabajo mucho más complejo.

4. CONCLUSIONES

La adquisición de fotografías enfocadas y de alta resolución de microfósiles y sedimentos arenosos es una de las tareas más delicadas cuando los alumnos del grado de Geología o Ciencias del Mar intentan obtener imágenes de los materiales que estudian en prácticas de laboratorio. Es por ello que, se ha creado esta red de innovación docente, continuación de la red denominada como “Innovación docente mediante recursos de investigación (GeoMAR: docencia universitaria de las Geociencias Marinas)”. Los materiales y distintos procedimientos analizados ponen de manifiesto que probablemente la técnica más ventajosa, en cuanto a tiempo, calidad y presupuesto económico sea la que permite adquirir fotografías mediante un dispositivo que incluye lupa binocular y cámara acoplada directamente a través de un tercer ocular. La visualización de las fotografías en tiempo real en el propio ordenador portátil y a través de un programa de adquisición de fotografías, permite también un mayor ahorro de tiempo a la hora de tomar una buena secuencia de fotografías.

De momento, las diversas técnicas –en particular la más ventajosa (lupa binocular – cámara acoplada)– están siendo utilizadas en el desarrollo de distintos trabajos fin de grado de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Alicante. Además, también quedan integradas en los planes docentes de las prácticas de laboratorio de la asignatura “Planctología aplicada y micropaleontología marina” de cuarto curso del grado de ciencias del Mar de la Universidad de Alicante.

Este trabajo se ha desarrollado en el marco de las red de invocación docente “Aplicación de recursos de investigación en la docencia: Técnicas de microscopia en Geociencias”, el grupo de investigación “Cambios Paleoambientales” de la Universidad de Alicante y el proyecto de investigación “grupos de investigación emergentes de la Universidad de Alicante (GRE14-05)”.

5. DIFICULTADES ENCONTRADAS

Teniendo en cuenta el pequeño tamaño de los ejemplares a fotografiar, las principales dificultades con las que nos encontramos durante la realización de las fotografías fue determinar cuáles debían ser las condiciones ideales de iluminación para la obtención de las imágenes utilizando el microscopio y la lupa binocular, y que nos permitiesen obtener el mayor detalle posible.

Además, debimos adaptarnos a la disponibilidad de los equipos usados, y de la ocupación de los laboratorios, puesto que estos son utilizados durante el curso para actividades académicas (prácticas de laboratorio).

6. PROPUESTAS DE MEJORA

Una de las actividades que nos hemos planteado como mejora para la obtención de las imágenes, es establecer un grupo de trabajo, dentro de la red, para analizar cuáles serían las condiciones óptimas de iluminación para cada una de las técnicas utilizadas.

También consideramos necesario realizar una planificación temporal exhaustiva de cuando realizar la toma de fotografías, que sea compatible con el uso de los laboratorios y el equipamiento en las tareas docentes.

7. PREVISIÓN DE CONTINUIDAD

Al realizar las fotografías con el microscopio compuesto con epi-iluminación, y la cámara fotográfica de la marca Canon, nos dimos cuenta de que se podría utilizar la escasa profundidad de campo que este sistema proporciona, para tratar de realizar una serie de composiciones tridimensionales de las muestras estudiadas. Estamos estudiando la posibilidad de llevar a cabo este estudio 3D como continuación del trabajo de esta red.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Corbí, H. (2010). Los foraminíferos de la cuenca neógena del Bajo Segura (sureste de España): bioestratigrafía y cambios paleoambientales en relación con la Crisis de Salinidad del Mediterráneo. Tesis Doctoral, Universidad de Alicante.
- Corbí, H.; Guardiola, J.V. (2014). Innovación docente mediante recursos de investigación (GeoMar: docencia universitaria de las Geociencias Marinas). En XII Jornadas de redes de investigación en docencia universitaria. El reconocimiento docente: innovar e investigar con criterios de calidad, 884-895. <http://hdl.handle.net/10045/40144>
- Fuster García, B.; Agulló Candela, J.; Fuster Olivares, A. y Guilló Fuentes, M.D. (2012). Metodologías docentes que incentivan la participación activa de alumnos de Economía en el proceso enseñanza-aprendizaje. En: X Jornadas de redes de investigación en docencia universitaria. Universidad de Alicante, 725-740.
- Gómez Peña, C.; García Gadañón, M.; Poza Crespo, J. y Hornero Sánchez, R. (2012). Evaluación y adaptación de las metodologías docentes en las enseñanzas de máster. En: X Jornadas de redes de investigación en docencia universitaria. Universidad de Alicante, 875-886.