

Salvador DOMINGUEZ-BELLA (*) y Luis BARBA PINGARRÓN ().**

34 th International Symposium on Archaeometry. Zaragoza (España). 3-7 de Mayo de 2004.

*** Área de Cristalografía y Mineralogía. Facultad de Ciencias. Universidad de Cádiz.
Correo electrónico: salvador.dominguez@uca.es**

**** Laboratorio de Arqueometría. Instituto de Investigaciones Antropológicas.
Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F.**

El pasado mes de mayo de 2004, se ha celebrado en la ciudad de Zaragoza y por primera vez en España, el 34 Simposio Internacional sobre Arqueometría, organizado por el Departamento de Química Analítica de la Universidad de Zaragoza y el Grupo de Patrimonio, de la Universidad de Barcelona.

En dicho Simposio se dieron cita investigadores de todo el mundo, con trabajos firmados por 719 autores y una asistencia en torno a los 300 investigadores.

Las presentaciones orales y con paneles, se repartieron en torno a Sesiones sobre arqueología de Campo, Dataciones, Tecnología y Procedencia de Metales; Tecnología y procedencia de piedras, pigmentos y estucados; Tecnología y procedencia de cerámicas y vidrios (con una sesión especial sobre Evolución y tecnología de vidriados) y Biomateriales.

1. Simposio de Arqueología de campo.

La prospección arqueológica ha sido uno de los pilares de la Arqueometría desde que esta disciplina dio inicio. Sin embargo, en tiempos recientes la prospección se ha desarrollado y transformado en una disciplina independiente con su propia sociedad, reuniones y publicaciones especializadas. Al mismo tiempo, otras técnicas y disciplinas están enriqueciendo el amplio mundo de la arqueometría.

La tendencia internacional en la arqueología de campo esta representada por la participación cada vez mas activa de los sensores remotos, la fotogrametría, los sistemas de posicionamiento global y los sistemas de información geográfica para el registro y análisis de la superficie del terreno. Adicionalmente las técnicas geofísicas de alta resolución están proporcionando datos del subsuelo de grandes áreas con alta precisión y en tiempo real. Adicionalmente, las herramientas de visualización permiten la representación tridimensional a partir de la interpretación y reconstrucción de los datos geofísicos.

Por otro lado, existe una clara tendencia hacia la integración de diferentes técnicas. No hace mucho tiempo, la mayoría de las contribuciones a este simposio exponían la aplicación de una sola técnica. Recientemente, mas y mas contribuciones presentan la aplicación combinada de varias técnicas geofísicas y esta integración frecuentemente incluye técnicas de sensores remotos y análisis geoquímicos y de sedimentos.

En la década de 1920, el análisis de fosfatos fue la primera técnica de prospección. Más adelante fue reemplazada por técnicas geofísicas para la localización y delimitación de asentamientos humanos. En la actualidad los análisis químicos de suelos ya no son utilizados para localizar estructuras pero si para proporcionar información valiosa acerca de las actividades humanas en el pasado.

En este simposio se presentaron en la sesión de Arqueología de campo, 16 países diferentes, con la presentación de 6 ponencias sobre geofísica, 5 ponencias en geoquímica, 3 que tratan la química del hueso y las últimas 3 trataron aspectos de Termoluminiscencia, obsidiana y manejo de bases de datos. Las ponencias se pueden clasificar en dos grandes grupos, las que conciernen a aplicaciones de la geofísica a la arqueología y las que tratan de aplicaciones de la geoquímica al trabajo arqueológico.

En el primer grupo se incluye una ponencia de Barba *et al.* sobre la aplicación conjunta de técnicas de fotografía aérea, topografía y técnicas geofísicas para estudiar un sitio arqueológico asentado en las márgenes de un lago en el centro de México. Como parte de la tendencia a la integración, la siguiente ponencia de Maillol propone la aplicación de estudios multi-métodos en geofísica arqueológica que incluye la aplicación de varias técnicas en el campo y varios procedimientos de análisis de los datos. Cornelius Meyer *et al.* presentan también la aplicación combinada de técnicas geofísicas, pero en esta ocasión hace un énfasis especial en la visualización, proponiendo la reconstrucción virtual de estructuras a partir de los datos geofísicos. Barba *et al.*, presentaron los resultados de un proyecto piloto para evaluar las posibilidades de aplicación de las técnicas geofísicas en Cádiz, España. En el sitio de La Mesa se aplicaron estas técnicas en combinación con el análisis de fotografías aéreas y la excavación de algunas áreas. Campana *et al.* presentaron un ejemplo de aplicación en el sur de la Toscana en donde la combinación de imágenes satelitales, fotografía aérea, fotogrametría del terreno y gradiente magnético permitieron el estudio de sitios en esta región italiana. Un estudio geofísico más tradicional lo presenta Krivanek con los resultados de estudios magnéticos de áreas de producción medieval de hierro y vidrio en la República Checa. Aprecia sutiles diferencias en la respuesta magnética que le permiten identificar las diversas etapas de producción de estos materiales.

En el grupo de ponencias sobre geoquímica y sedimentología se incluye el trabajo de Kyrillidou que combina técnicas geoarqueológicas para identificar señales antropogénicas de uso del espacio. Utiliza técnicas como FRX, DRX, MEB con ARXED e identifica diferencias sutiles en las condiciones de las superficies ocupadas. Se presentó también el estudio químico de los residuos de cocina en el monasterio de San Vicenno al Voltorno. Pecci *et al.* muestran los resultados del análisis de residuos encontrados con técnicas químicas sencillas en el piso de las áreas de preparación de alimentos de este monasterio italiano. Wang *et al.* presentan resultados del estudio de recipientes cerámicos utilizados en la producción de sal en China. Observan diferencias en el uso de los recipientes relacionadas con las concentraciones de sal encontradas. Un estudio sobre el análisis de isótopos estables en huesos y dientes provenientes de Shandong, China ofreció evidencias sobre adaptaciones en la dieta de los habitantes de estos antiguos sitios. Los estudios geoquímicos con espectrometría de masas y cromatografía permitieron el estudio isotópico del esmalte de dientes realizado por Montgomery *et al.* permitieron diferenciar entre individuos que crecieron en la isla de Lewis y otros inmigrantes de una zona geológicamente distinta.

2. Simposio sobre tecnología y proveniencia de metales.

Este es un simposio con gran participación que reúne sobre todo a especialistas europeos y asiáticos que representan las más fuertes tradiciones metalúrgicas.

Donan *et al.* presentan evidencias de la producción intencional de aleaciones arsenicales de cobre en sitios antiguos de Creta. A partir de estudios con MEB – EDS propone que la mezcla de minerales ricos en cobre y arsénico fueron las materias primas y lo combina con la evidencia de la producción especializada de cerámica refractaria en Poros. En este trabajo se muestran las relaciones culturales y el intercambio tecnológico entre culturas de la parte oriental del continente asiático. A partir de estudios de morfología y tecnología comparada, así como de isótopos de plomo, Konkova muestra las relaciones entre culturas asentadas en la costa del Pacífico y la zona de estepa del centro de Asia. Utilizando ICP-AES para análisis elemental, MC-ICP-MS para el análisis de isótopos de plomo y el análisis metalográfico se ha reconstruido la evolución de las aleaciones a base de cobre desde 6000 hasta 2000 años a.C. Mille *et al.* mencionan la presencia de moldes a la cera perdida y aleaciones de cobre-plomo en el quinto milenio antes de nuestra era en Paquistán.

Esta presentación plantea principalmente preguntas sobre las características de los hallazgos del sitio calcolítico de Almizaraque, en el sureste de España. Muller *et al.* discuten si los fragmentos de crisoles, escoria y pequeñas gotas de metal representan operaciones de

beneficio o de fundición. Rovira *et al.* proponen que las escorias “libres de sílice” parecen indicar la producción de plata en el sur de la península ibérica durante el periodo de Colonización Fenicia y para esto ofrece datos de PIXE, SEM e isótopos de plomo.

Kostoglou revisa datos arqueológicos y analíticos para proponer un cambio socio cultural como consecuencia del arribo de la tecnología del hierro. Se apoya en datos como el decremento de la población, la interrupción de asentamientos y los cambios en las costumbres funerarias que se asocian a la llegada del hierro a Grecia entre los siglos 12 y 8 a.C. Esta ponencia presenta el primer sitio de fundición de hierro en Jordania fechado poco antes de 750 a.C. Veldhuijzen *et al.* realizaron estudios con FRX y metalográficos para caracterizar las escorias, hicieron cálculos de balance de masa y estimaron el rendimiento de hierro metálico como consecuencia de la calidad del mineral y de las características de la escoria.

El uso selectivo de minerales de hierro y su proveniencia en Sagalassos fue estudiado por Degryse *et al.* usando trazadores isotópicos de plomo, pero además de estroncio y osmio por primera vez. Determinaron la presencia de dos sitios activos en la producción de hierro en este territorio entre los siglos VI y VII d.C. y que la “arena negra” fue seleccionada para producir una aleación de hierro más dura. Dillmann *et al.* presentan los resultados de un estudio que incluye varias técnicas analíticas para entender la influencia de la composición del mineral en los productos metálicos sometidos al proceso de decarburización en Ponte di Val Gabbia en Italia en el siglo VI d.C.

La observación sobre el reciclado de piezas metálicas recuperadas de un sitio romano de Bavaria fue verificado por Schwab *et al.* usando diferentes técnicas analíticas para demostrar que no fueron utilizadas las fuentes de materia prima locales y que existía una dependencia de importaciones de materia prima. Proponen que esto produjo un recorte en el aprovisionamiento de hierro en las últimas décadas del asentamiento, lo que obligó al reciclado.

Mathis *et al.* presentan una investigación para el estudio de tratamientos de superficie para la decoración de objetos hechos con aleaciones de cobre. Utiliza un sinnúmero de técnicas analíticas para mostrar que gran variedad de efectos cromáticos se obtienen a través del uso de varios metales en sustratos con una base de cobre y aplicando tratamientos químicos en la superficie de aleaciones específicas en objetos del periodo Imperial Romano.

En esta ponencia Guerra *et al.* presentan resultados analíticos comparativos entre dos técnicas de ICP-MS, una por ablación láser y la otra por disolución acida de la muestra para determinar las posibilidades de la técnica a fin de determinar la proveniencia de plata antigua.

Los resultados fueron comparados con datos de NAA y PIXE. En el sitio de Porco, Bolivia, Rehren *et al.* aportan evidencias arqueológicas a la discusión sobre las practicas de beneficio y copelación que pueden ser desarrollos autóctonos del periodo Inca más que de origen europeo llevados durante la ocupación española.

3. Tecnología y procedencia de piedra, pigmentos y estucados.

En este simposio, que engloba gran cantidad de objetos de estudio, relacionado fundamentalmente con las ciencias geológicas. Al igual que en otras disciplinas arqueométricas, existe una clara tendencia hacia la integración de diferentes técnicas de análisis en el estudio de materiales rocosos, pigmentos y materiales arquitectónicos. Frecuentemente se utilizan técnicas como la microscopía óptica, la electrónica de barrido y el microanálisis EDX, si bien en la actualidad se están empleando también técnicas más novedosas como ICP-MS; PIXE; NAA; espectroscopía Raman, etc.

Se presentaron varios trabajos sobre **materias primas minerales** en útiles pulimentados o tallados prehistóricos; en general muy variados, con multitud de tipos de minerales y rocas en estudio.

Le Bourdonnec *et al.*, presentaron un trabajo sobre espectroscopía Raman e infrarroja aplicadas a los estudios de procedencia de obsidias arqueológicas en el Oeste del Mediterráneo.

En el trabajo de Bustamante *et al.*, se caracterizan por espectroscopía Mössbauer, las posibles procedencias de obsidias en el Valle de Ica, Perú.

Doriguel *et al.*, presentaron un trabajo sobre la circulación de obsidias en Ecuador, basado en los análisis mediante PIXE de 200 muestras de los niveles Valdivia, confirmando una distribución antrópica de larga distancia para este material entre las sierras y la llanura, desde hace, al menos, 2300 años.

La aplicación de un nuevo método de análisis no-destructivo mediante Fluorescencia de Rayos X a obsidias de sitios Neolíticos del área mediterránea, fue presentada por De Francesco *et al.*, y comparando los análisis mediante XRF tradicional (molido y prensado de pastilla, con determinación de elementos mayoritarios y trazas como Nb, Y, Zr, Rb, Sr) para las muestras geológicas con los resultados de los análisis sobre muestras arqueológicas usando esta técnica. Dichos análisis se realizaron sobre esquirlas de las muestras originales, mostrándose una gran concordancia en los datos y discriminándose las muestras de diferentes yacimientos del Mediterráneo y Hungría.

Se presentaron trabajos sobre materias primas en útiles pulimentados prehistóricos como el de Oravecz *et al.*, que han estudiado materiales del Neolítico y edad del cobre en la colección del Museo Nacional de Hungría y el estudio de caracterización arqueológica y

petrográfica de pulimentos del Neolítico y la edad del cobre del mismo museo, que ha sido presentada por Józsa *et al.*, observándose tres grandes grupos de materias primas para dichos artefactos, determinándose asimismo, siete posibles regiones de origen para estos materiales.

Utilizando el método de protones gamma (PGAA) y de espectroscopía de infrarrojo, se identificaron por Kasztovsky *et al.*, diferentes elementos químicos en muestras geológicas de lapislázu de los principales yacimientos del mundo, a fin de aplicar estos datos a futuras determinaciones sobre procedencia de objetos arqueológicos y pigmentos fabricados en este mineral. Mediante esta misma técnica, Kasztovsky y Biró estudian los elementos químicos principales y trazas de obsidias geológicas y arqueológicas de los Cárpatos.

Otro grupo de trabajos han tratado sobre materias primas silíceas, como el de K.M. Miles, sobre la determinación de áreas fuente para sílex del sitio arqueológico Bark en Canadá, usando análisis petrográfico y palinológico del sílex. El trabajo de Nocete *et al.*, sobre hojas pertenecientes al III milenio en el sur de Iberia, presenta un estudio de 21 sitios arqueológicos que presentan estas hojas elaboradas en una caliza oolítica silicificada, con presencia de foraminíferos jurásicos, proponiendo su posible procedencia de la zona de Vélez Blanco, a unos 350 kms. de los yacimientos de la Faja Pirítica de Huelva, en donde aparecen.

Dentro de la temática de **materiales constructivos** como los mármoles, granitos, etc., su análisis, la determinación de sus áreas fuente, etc., podemos citar los trabajos de:

Brilli *et al.* que abordan las determinaciones isotópicas de estroncio, oxígeno y carbono en mármoles clásicos, centrándose especialmente en las canteras de la Isla de Thasos en Grecia, así como otro trabajo sobre las bases de datos de isótopos de estroncio para la determinación de la procedencia de mármoles clásicos.

Calia *et al.*, presentaron un trabajo sobre la identificación y estudios de procedencia de los mármoles de la Galería de Mujeres de la Catedral de Bari, donde se pone de manifiesto un alto porcentaje de reutilización en esta obra románica, de materiales arquitectónicos romanos, traídos algunos desde puntos lejanos del Mediterráneo.

Cirincione *et al.*, presentaron un trabajo sobre las rocas graníticas de Calabria (Sur de Italia), la explotación de sus canteras en época romana y la aplicación de estas caracterizaciones geoquímicas y petrográficas a los artefactos arqueológicos. Se investigaron dos sitios de extracción, determinándose dos litotipos diferentes: una granodiorita biotítica de grano medio y otro granitoide con dos micas, de textura heterogranular y grandes feldespatos potásicos. Se constató su uso en monumentos de Calabria y Sicilia entre los siglos I y IV d.C.

Dos trabajos de Lapuente *et al.*, han tratado la composición mineralógica y petrológica de las rocas de la muralla romana de Zaragoza (Caesaraugusta) y de los mármoles de la *orchestra* del teatro romano de dicha ciudad. En ambos se ha usado una combinación de técnicas como la microscopía óptica, DRX, MEB y análisis isotópicos. Otros trabajos sobre

caracterización y determinación de áreas fuentes en mármoles han sido: el de Unterwurzacher *et al.*, sobre mármoles de la necrópolis de Faschendorf (Austria), con técnicas de microscopía óptica, catodoluminiscencia, análisis químico (especialmente de Mn) e isótopos de C y O, descartando áreas fuente conocidas como Carrara y las islas griegas y centrándose en una procedencia regional, como el complejo Gummern en Carintia (Austria); el trabajo de Zöldföldi y Balázs aplicando análisis textural cuantitativo a mármoles arqueológicos en el oeste de Anatolia, propone la preparación de 3 láminas delgadas de la muestra, perpendiculares entre sí, para crear modelos 3D de la petrofábricas de los mismos; un segundo trabajo de Zöldföldi *et al.*, estudia mármoles romanos de la colección del Museo Nacional de Hungría, usando diferentes métodos analíticos y contrastándolos con muestras geológicas de Austria, Eslovenia, Rumania y Macedonia.

Algunos trabajos han abordado la temática de las **alteraciones medioambientales de monumentos**, como los daños por microorganismos en los mármoles de la catedral de Milán, presentado por Depero *et al.*, comparando muestras geológicas originales y los materiales de la fachada alterada, el empleo de técnicas como la DRX bidimensional.

Dentro del campo de trabajo de la caracterización de procesos de alteración de monumentos y patrimonio artístico, se han presentado trabajos como los de Abd El Hady *et al.*, sobre la caracterización y deterioro de estucados del mihrab de el Ribate, en El Cairo, pertenecientes al periodo Bahari.Mamluk, del siglo XIII. Se analizan los estucados de la decoración estalactítica y dos muestras de su pintura, así como los procesos de deterioro debidos a cristalización de sales y biodeterioro, cuyos factores determinantes han sido las aguas subterráneas, la polución atmosférica y los factores antrópicos. Estos mismos autores presentaron asimismo un trabajo sobre las estrategias de restauración de los estucados de la mezquita Kaderia en El Cairo, también del siglo XIII. Se realizaron ensayos sobre muestras experimentales, usando diferentes consolidantes y sometiénolas a varios ciclos de alteración ambiental, en condiciones de laboratorio. En esta línea de los estudios sobre alteraciones de monumentos, se presentaron asimismo, el trabajo de Marinoni *et al.*, estudiando la caliza negra presente en muchos edificios de la arquitectura de Lombardía y comparando sus análisis químicos y mineralógicos con los de calizas similares procedentes de viejas canteras del lago Como, de donde se piensa que proceden estos materiales. Otro trabajo ha sido el de Martínez *et al.*, sobre fachadas de monumentos de Morelia (México), edificadas en ignimbritas locales, tras la llegada de los colonizadores españoles.

Los trabajos sobre **pigmentos, pinturas murales y otros objetos artísticos** como pergaminos, han sido muy variados, así:

El trabajo de Abd El Salam, sobre estucos y pigmentos grecorromanos de Alejandría (Egipto), pertenecientes a tumbas desde el siglo IV a.C. hasta el siglo IV d.C., denota una

técnica al fresco para la pintura hecha sobre una fina capa de estuco sobre la piedra. Es especialmente estudiada una tumba de época ptolemaica (Siglo II d.C), con motivos animales y vegetales. Los análisis de morteros muestran una composición basada en caliza, cal y mármol, con restos de conchas, cuarzo y otros minerales. Los pigmentos son los tradicionalmente usados en esta época.

El trabajo de Ali y Mohamed sobre la producción de pigmentos verdes en el antiguo Egipto, muestra la existencia de cloruros de cobre usados como pigmentos verdes en esta época. Se realiza un estudio experimental sobre su posible obtención, concretamente la atacamita y paraatacamita, confirmándose que estos compuestos fueron producidos deliberadamente para su uso como pigmentos verdes en el antiguo Egipto.

Otro trabajo de Ali y Wahba, aborda la aplicación de enzimas en los procesos de limpieza y restauración de pinturas murales. Se presentaron dos trabajos sobre el uso de microsondas Raman en el análisis de pigmentos de pinturas egipcias, por J. Ambers y de frescos bizantinos de Italia, presentado por Benedetto *et al.*

Carbonell *et al.*, presentaron un trabajo sobre los pigmentos presentes en los elementos ornamentales de la Alambra de Granada, identificándose pigmentos como el lapislázuli y la malaquita en época nazarí y esmalte azul y tierras verdes en el siglo XVII. Otros minerales pueden ser usados como identificadores de épocas distintas en la decoración del monumento, tales como el sulfato de bario o los piroxenos.

Otros trabajos han versado sobre la caracterización de pigmentos y enlucidos en pinturas murales de tumbas griegas, en la Italia pre-romana, con presencia de ocre, cinabrio, azul egipcio y blanco de cal, presentado por Giannotta y Quarta.

Maggetti y Di Pierro presentaron un estudio de los pigmentos inorgánicos en frescos del siglo XII en Suiza, donde identifican tres tipos de carbón, hematites en calcita, calcita y por primera vez talco gris, usados como pigmentos en dichas pinturas del románico.

Otro trabajo sobre frescos, en este caso romanos, en el que se empleó la técnica de espectrofotometría para caracterizar pinturas murales de Herculano y Pompeya, fue presentado por S. Omarini, comparándose tres tipos de situaciones expositivas de dichas pinturas, frente a los posibles fenómenos de alteración medioambiental de las mismas.

Algunos trabajos tratan los nuevos tratamientos de conservación para obras de arte, como el presentado por Hifrich y Weser, usando compuestos como los hidroxipolietilenos, conteniendo rubidio.

Otra de las temáticas tratadas en esta sesión, han sido los estudios sobre **morteros y estucados**.

Un trabajo sobre las materias primas usadas en estucos pintados medievales, de Anatolia, presentado por Caner *et al.*, muestra la composición mineralógica de dichos estucados,

sus propiedades físicas y su durabilidad frente a la meteorización, ya que algunos de ellos están emplazados en el exterior de edificios del siglo XIII. Igualmente se determinaron las composiciones de los pigmentos que decoraban dichos estucados.

P. Bester presentó un estudio sobre los morteros de cal y los enlucidos de la ciudad romana de Colonia Augusta-Raurica, en Suiza, donde se estudian las posibles áreas fuente para los áridos usados en los morteros y estucados romanos, viéndose una preferencia por las arenas calcáreas, procedentes de la erosión de materiales calcáreos jurásicos, en detrimento de sedimentos procedentes de los Alpes, con una mala distribución de granos y menos contenido en carbonatos.

Un estudio experimental sobre el comportamiento de morteros de metacaolín y cal, similares a los usados en la antigüedad, fue presentado por J. Chiaverini, a fin de valorar sus posibilidades como material para restauración, si bien su comportamiento en el tiempo le hace perder cohesión, en relación con los valores que presentan los morteros de cal convencionales con mejores características mecánicas.

Un estudio sobre materiales de construcción artificiales como son los morteros y sus posibilidades como indicadores de fases constructivas en edificios antiguos, fue presentado por Crisci *et al.*, aplicándose análisis estadístico multivariante en dichos estudios, sobre edificios del área de Sibari (Calabria, Italia).

4. Tecnología y procedencia de cerámicas y vidrios.

Los estudios arqueométricos sobre cerámicas, esmaltados y vidrio, representan la más importante proporción de las contribuciones en el simposio, siendo muy variadas las cronologías, procedencias y técnicas de análisis de los materiales cerámicos tratados.

En las comunicaciones orales, se presentó, por parte de Michael Tite, un estado de la cuestión sobre los estudios en vidrios antiguos, considerando dos grandes periodos para estos, desde los orígenes en Mesopotamia y Egipto, en torno a 1500 a.C., hasta el descenso en la producción, en torno a 1000 a.C. En la primera etapa dominan los vidrios elaborados con polvo de cuarzo y cenizas de plantas ricas en soda, mientras que en la segunda domina el vidrio hecho con natrón más cuarzo. Se plantean algunas cuestiones por resolver como la posibilidad del análisis de elementos trazas en las cenizas de diferentes plantas, con diversas procedencias, así como de los colorantes y los posibles centros de producción de cada vidrio de color.

Un trabajo de Angelini *et al.*, compara fayenzas del segundo milenio a.C., procedentes del norte de Italia y Eslovaquia, comprobando un uso amplio de estos materiales en el comienzo de la Edad de Bronce, con escasez de muestras con matriz rica en aluminio y una mayoría de muestras pobres en Al, lo que parece indicar dos tipos de materiales. En el área de los Cárpatos aparece una clase de fayenza rica en cobre.

Dotsika *et al.*, presentan un estudio sobre una posible fuente de natrón en Grecia, el lago Pikrolimni. Esta ubicación en Macedonia explicaría la abundancia de vidrios con esta composición en la zona, especialmente en época romana. Los estudios hidro-geoquímicos del lago muestran una mineralogía concordante con la citada por Plinio para el “*nitrum Chalestricum*”.

El trabajo de Ian Freestone aborda el problema de la composición de los vidrios anglosajones de la mitad del siglo VI, en los que se produce una brusca transición de vidrios basados en la presencia de natrón a vidrios ricos en cenizas, que parece corresponder con un episodio climático frío en el 540 d.C., a escala global documentado por otros criterios como la dendrocronología u otros datos medioambientales.

El trabajo de Wolf *et al.*, trata sobre vidrios romanos de ventana y coloreados, de una iglesia paleocristiana (siglos V-VI) de Sion (Suiza), discutiéndose el posible reciclado de otros vidrios coloreados, como los procedentes de teselas, en la fabricación de estos vidrios planos.

Evans *et al.*, analizan isótopos de estroncio, plomo y oxígeno en vidrios islámicos de Oriente Medio, en el denominado proyecto Raqqa, en donde se pretende diferenciar entre varias posibles áreas fuente de las materias primas, dentro de esta región. Según los autores, es la primera vez que el empleo de estos estudios isotópicos permitiría diferenciar entre varios tipos de vidrios fabricados con cenizas de plantas.

Dungworth y Brain presentaron un trabajo sobre la “invención” del vidrio de plomo, en la segunda mitad del siglo XVII; un vidrio que se patentó como tan cristalino como el cristal de roca. Los autores analizan muestras de 1 mm³, procedentes de varios vasos de la época, diferenciando dos tipos de vidrio de plomo y relacionando estos datos con la documentación histórica sobre los mismos.

Otra comunicación sobre vasos de color rojo (de los siglos VI-IV a.n.e), procedentes de Calabria, en el Sur de Italia, fue presentada por Mirti *et al.*, donde se intenta determinar si es posible diferenciar producciones de esta zona con respecto a otra de Sicilia, usando la técnica de ICP-MS. Determinan que el grueso de los vasos analizados serían producidos en esta zona de Locro, si bien aparece un segundo grupo de materiales posiblemente importados.

Day *et al.*, abordan un trabajo sobre materiales de prestigio con los que se comerciaba en la Edad de Bronce tardía, en el este del Mediterráneo, estudiando materiales procedentes de una excavación en Creta. Se estudiaron por activación neutrónica y otras técnicas, diferentes recipientes de transporte de la época, diferenciando producciones egipcias de otras cananeas, lo que puede permitir relacionarlos con el transporte y las redes de distribución de aceite, resina de pistacho, etc.

Ben-Shlomo presentó una comunicación sobre las redes de transporte de la cerámica filistea de los siglos XII-XI a.n.e., usando para su caracterización ICP-MS, ICP-AES y microscopía óptica.

Nodarou *et al.*, estudian la composición de ánforas de vino procedentes de Creta, diferenciando analíticamente las producciones locales y las importadas. Destacan la aparición de ánforas de producción local pero que imitan tipologías de importación, lo que contradice algunas interpretaciones arqueológicas previas, basadas solo en estudios tipológicos.

Thierrin-Michael presentó un trabajo sobre ánforas para vino romanas producidas en Etruria y su importancia en el comercio a largas distancia entre los siglos II a.n.e. y I d.n.e., especialmente en la Galia y Britania.

Waksman y Francois presentaron un estudio sobre cerámicas bizantinas denominadas Zeuxippus, elaboradas entre los siglos XII y XIII y de gran difusión en el Mediterráneo y Mar Negro. Se están utilizando análisis químicos por WD-XRF de un amplio muestreo de estas cerámicas para crear una amplia base de datos en donde estén caracterizadas química y tipológicamente los diferentes tipos de las mismas.

Alan Vince presentó un trabajo sobre la caracterización de las pipas de arcilla blanca en el Oeste de Europa, especialmente abundantes a partir de la introducción en Europa del tabaco, en el siglo XVI. Se estudian las arcillas blancas usadas como materias primas y las posibilidades de diferenciar geoquímicamente las mismas, usando especialmente análisis mediante espectroscopia ICP.

Otro trabajo de Martín-Torres y Rehren aborda el misterio en torno a los crisoles triangulares usados en los laboratorios post-medievales (siglo XVI). Se realizó un estudio comparativo sobre el material cerámico, la superficie, el templado, diseño, etc. de varios de estos crisoles de diferentes procedencias, especialmente en las conocidas producciones de Europa Central.

Sciau y Khin presentaron un trabajo de aplicación de la técnica TEM-EELS a las cerámicas antiguas, especialmente al estudio de las superficies decoradas de estas, como la Terra sigillata o las cerámicas esmaltadas medievales, comentando las posibilidades del empleo de esta técnica o su uso complementario con otras analíticas.

Carter *et al.*, presentaron un estudio de procedencia de cerámicas basado en análisis de isótopos de estroncio presentes en cerámicas prehistóricas del área del Gran Cañón, en Arizona.

Molera *et al.*, presentaron un interesante trabajo sobre el desarrollo del lustre metálico durante el proceso de cocción. En esta fina capa de menos de una micra, formada por nanocristales de cobre y plata, se genera uno de los efectos superficiales más llamativos en las cerámicas. Se analizan varias muestras antiguas de talleres medievales de Paterna (siglos XIII-XV) mediante diferentes técnicas. Se determinan los posibles mecanismos que dan lugar a este efecto, durante el proceso de cocción.

Una comunicación sobre cerámicas de lustre dorado y rojo de Irán e Italia, fue presentado por Brunetti *et al.* Estas cerámicas de entre los siglos X y XIII, presentan en todos los casos estudiados, la presencia de plata y cobre, siendo dominantes las nanopartículas de

plata en el lustre dorado y las de cobre en las de lustre rojizo. En ambas procedencias, las características son generalmente muy similares.

El trabajo que presentaron Pérez-Arantegui y Llarrea, analiza la cerámica decorada de Muel (Zaragoza), con producciones del siglo XVI al XVIII y los mecanismos de producción de estos efectos en la superficie. Las composiciones usuales en estos lustres son arcilla, óxidos de hierro, compuestos de cobre y plata y cinabrio.

Robert Mason presenta un trabajo de análisis de teselas de mosaicos de los siglos XI-XIII en la catedral de Ravello en Italia, con diferentes orígenes en los fragmentos originales usados en su manufactura. Ben Amara *et al.*, presentaron una investigación sobre cerámicas Iznik, procedentes de Túnez, decoradas con esmaltes de colores rojo, verde y azul y con cronologías en torno al siglo XVII. Se utilizaron diferentes técnicas analíticas determinándose los elementos cromóforos en las mismas.

Un estudio sobre los talleres de Florencia en donde se fabricaron esculturas de terracota vidriada (mayólica), presentado por Fabbri *et al.*, aborda el análisis químico con ICP-AES y XRF de las pastas, determinando que a lo largo de la historia de estas producciones fue cambiando el área fuente de las materias primas, para los diferentes talleres. Igual ocurre con los esmaltados, con grandes diferencias químicas entre ellos.

Otro trabajo de Miliani *et al.*, también aborda una caracterización estructural de la fase vítrea en esmaltados de mayólica, mediante espectroscopia vibracional Raman, al objeto de poder establecer relaciones entre la fase vidriada y la tecnología de producción a través de parámetros de las bandas vibracionales. Gualtieri *et al.*, presentaron experimentos para reconocer la tecnología y las condiciones de cocción de cerámicas arqueológicas esmaltadas, las interfases entre cerámica y capa esmaltada, naturaleza de la pasta cerámica, migración de elementos, etc.

Finalmente, el trabajo de Pradell *et al.* aborda la tecnología de producción de los lustres islámicos más antiguos, posiblemente en Irak y luego en Egipto, Siria, norte de África y España. Se analizan muestras desde los siglos IX al XIII, con diversas procedencias en Medio Oriente, mediante análisis con microsonda, detectando similitudes entre las producciones iraníes e hispanas.

Dentro de los trabajos presentados en paneles, podremos citar un estudio de Amato *et al.*, sobre cerámicas pintadas del siglo XV en la Toscana, usándose estos estudios para poder diferenciar las producciones de sitios diferentes de Italia. Un estudio sobre cerámicas neolíticas en la Isla de Man, presentado por Andrews *et al.*, analizan las posibles áreas fuente de arcilla en la isla y las condiciones de fabricación de las mismas, mediante experiencias en laboratorio.

Aragona *et al.*, presentaron un trabajo sobre caracterización de cerámicas esmaltadas del final del Medioevo en el castillo de Amendolea, Italia, determinándose por micro-FTIR, la

técnica de láser LBIS y SEM-EDS, las composiciones de los principales pigmentos utilizados y de las materias primas de las pastas y aspectos tecnológicos de su producción.

Otro trabajo de Arletti *et al.*, utilizan una nueva variante de técnica analítica casi no-destructiva, que emplea solo 300 mg de muestra, para estudiar vidrios romanos en la zona de la llanura de Módena, resultando vidrios del tipo sílico-sodo-cálcicos, típicos de las producciones romanas entre los siglos I y IV d.C. Otro trabajo sobre el análisis arqueométrico de las cuentas de vidrio usadas en los juegos romanos, procedentes de Pompeya fue también presentado por Arletti *et al.*, especialmente los vidrios con efecto opaco, que eran obtenidos en esta época por adicción de antimonio cálcico o de plomo, dióxido de cinc o pequeñas partículas metálicas, que suelen corresponder con diferentes coloraciones.

Armitage *et al.*, presentaron un trabajo de caracterización de ladrillos y tejas del siglo XVII en la iglesia de Santa María, Maryland, la primera construcción católica inglesa de Norteamérica. Dichos materiales son analizados junto con las posibles materias primas del entorno. Otro trabajo sobre ladrillos romanos y bizantinos del sitio romano de Caesarea, fue presentado por Ben-Shlomo y Davidovich, donde se ha constatado una procedencia lejana para dichos materiales constructivos, que quizás fueron transportados como lastre en los barcos.

De Aza *et al.*, presentaron un trabajo sobre las porcelanas Sureda de la factoría del Buen Retiro de Madrid, a principios del siglo XIX, con una composición y condiciones de cocción singulares y novedosas para su época, que puede ser llamada porcelana de Madrid.

Ben Amara y Schvoerer, presentaron un trabajo sobre cerámicas vidriadas con presencia de plomo, contrastando las condiciones experimentales de una o dos cocciones y estudiando las interfases entre cerámica y vidriado. En cerámicas calcáreas se propone una aplicación del esmaltado sobre una cerámica no cocida. Se contrasta la importancia de la catodoluminiscencia en el estudio de este tipo de interfases y la importancia del carácter calcáreo de la cerámica en los procesos de interacción entre esta y el esmaltado.

R. Bridgman presento un trabajo sobre producción y consumo de cerámica en la Sevilla almohade, planteando las actuales líneas de trabajo y las problemáticas planteadas sobre el carácter local o foráneo de estas producciones, en torno a la ciudad de Sevilla y el suroeste peninsular en dicha época histórica.

Un estudio sobre las ánforas romanas tipo Dressel, encontradas en las excavaciones del puerto romano de Pisa, fue presentado por Cantisani *et al.* El objeto de los análisis ha sido el determinar las materias primas utilizadas en su producción y sus áreas de procedencia, así como obtener valiosa información sobre las rutas marítimas de transporte de mercancías en esta época histórica.

Carter *et al.*, presentaron un trabajo de caracterización de la pintura negra de las cerámicas de tipo Anasazi, en el suroeste de Estados Unidos, próximas al Gran Cañón, en Arizona. Se uso, además de otras técnicas analíticas, la espectroscopía fotoelectrónica de rayos

X (XPS), sugiriendo los resultados que el C presente en las muestras no fue en realidad el principal agente colorante, sino más bien un agente reductor para Fe y Si durante la cocción de la cerámica.

Otra contribución sobre la caracterización petrográfica de ánforas fenicias y púnicas del oeste del Mediterráneo, ha sido presentada por Cau *et al.*, estudiando algunos ejemplos en dicha zona al objeto de crear un atlas de fábricas cerámicas de ánforas púnicas y fenicias, como ya se está llevando a cabo por otros grupos de trabajo en el sur de Europa.

Chabanne *et al.*, presentaron un trabajo sobre el lustre metálico en cerámicas esmaltadas y la evolución de la decoración, basados en el empleo de coloides de cobre y plata metálicos durante el proceso de esmaltado. Analizan muestras de Suse en Mesopotamia y de Paterna en Valencia. Relacionan la evolución cromática de las cerámicas con las características y distribución de las nanopartículas metálicas dentro del esmaltado.

Un trabajo de aplicación de la catodoluminiscencia en arqueometría, ha sido presentado por Chapoulie y Daniel, aplicando esta técnica a tres ejemplos diferentes de cerámicas, una calcolítica, otra del siglo XVI y una tercera islámica del siglo X-XII.

Chiva *et al.*, han estudiado las características de los azulejos cerámicos de época islámica producidos en Onda (Castellón). Muestran que la composición de los esmaltados está basada en óxidos de silicio, aluminio y plomo, usando casiterita como opacificante y cobre como colorante. Sugieren asimismo que el esmalte fue preparado primero como una frita de todos sus componentes y aplicado después sobre un cuerpo cerámico previamente cocido. Denotan finalmente el carácter de este enclave como un punto de antigua tradición ceramista, muy importante en la Edad Media.

Algunos trabajos se centraron en la petrología experimental del proceso de cocción de cerámicas, como el de Conti *et al.*, sobre las producciones cerámicas de Debuta en Italia central. Estos autores confirman unas condiciones ideales de producción para estas cerámicas, usando arcillas ílticas con altos contenidos en calcio y temperaturas de cocción en torno a 850° C. Deducen asimismo unas condiciones de alto nivel tecnológico en los procesos de fabricación que tuvieron lugar durante el Renacimiento en esta zona productora.

Otro trabajo sobre caracterización tecnológica ha sido el de Coroado *et al.*, en cerámicas de la edad del Bronce en la zona de Abrantes (Portugal), pudiendo separar la existencia de dos grupos de cerámicas domésticas que concuerdan con sus tipos morfológicos, así como el empleo de materias primas locales en ambos casos.

Los procesos de degradación de azulejos esmaltados del siglo XVII en edificios de Tomar y Coimbra (Portugal), son abordados en un trabajo de Freitas y Figueiredo, identificando las composiciones de la pasta cerámica y de los diferentes colores de vidriados.

Las cerámicas romanas de la Villa de Quinta das Longas, en Elvas (Portugal), han sido estudiadas por Dias *et al.*, en especial las ánforas, en un intento de establecer posibles

procedencias para dichas cerámicas, centrándose en los centros de producción de la Lusitania y la Bética. La composición química se obtuvo por medio de análisis de activación neutrónica (NAA).

Doherty *et al.*, presentaron un trabajo sobre determinación de posibles fuentes de arcillas para la fabricación de las cerámicas de los siglos VIII-XII, de Al-Raqqa, en Siria, caracterizadas por su esmaltado color turquesa. Se determina un amplio abanico de arcillas usadas en su fabricación, generalmente de procedencia local si bien algunos casos parecen proceder de importaciones. Se manifiestan asimismo diferentes especializaciones en la fabricación cerámica de la zona.

G. Eramo presentó un estudio sobre crisoles para fusión de vidrio de Südel (Suiza), entre 1724 y 1760. Confirma que los crisoles de fusión de vidrio del siglo XVIII en los bosques del norte de Europa podían soportar muy altas temperaturas. Su composición estaba basada en una mezcla refractaria de sílice-alúmina y que garantizaba una buena resistencia a la corrosión durante el proceso de fusión.

Un estudio sobre tres fragmentos de cerámica romana de un yacimiento de Chiclana (Cádiz), presentado por Feliú *et al.*, utiliza diferentes técnicas de análisis de dichas muestras. Figueiredo *et al.*, estudian azulejos portugueses de los siglos XVI-XIX, sus alteraciones superficiales y la caracterización de los esmaltados se realizó con el empleo de diferentes técnicas de análisis complementadas con técnicas basadas en radiación Sincrotron. Se deduce una composición de fórmula Sb_4O_7 como responsable del color amarillo en los azulejos esmaltados, si bien el plomo permanece en la matriz de dichos esmaltados.

Fortina *et al.*, presentaron un trabajo sobre la caracterización de antiguas cerámicas tipo Majolica en la zona de Siena (Italia), estudiando muestras de cerámicas y de arcillas. Se detectó una amplia zona de interacción entre el cuerpo cerámico y el esmaltado, con aparición de nuevas fases minerales, por lo que sugieren un único estadio de proceso de cocción en estas cerámicas.

Un trabajo de Fredrickx *et al.*, trató sobre el empleo de tinturas de plata en la coloración de vidrios amarillos, especialmente muestras de vidrio de color naranja intenso, procedentes de vidrieras de 1685 de la Catedral de Sevilla. El intenso color del vidrio se centraba sólo en las últimas 200 micras exteriores de la plancha de vidrio, con presencia de nanopartículas de plata y otras partículas de cobre. La combinación de ambas debe ser la responsable de dicho color y su origen puede estar en el empleo de sales de plata que contenían impurezas de cobre o la preparación de los tintados de plata en recipientes de cobre.

De la Fuente *et al.*, presentaron la caracterización petrológica de las cerámicas de tipo Aguada Portezuelo, del noroeste de Argentina, con cronologías del 650 al 900 d.C., con la presencia en las pastas de cuarzos redondeados, biotita y moscovita. Se estudian varios sitios del

Valle de Catamarca, considerando el tipo de matriz, porosidad, redondeamiento, microfracturas, etc., en las cerámicas.

Un estudio sobre radioluminiscencia (RL) y fotoluminiscencia (PL) en cerámicas de tres tipos y con procedencias de Egipto, España e Italia, ha sido presentado por Galli *et al.*, diferenciando estas propiedades en función del tipo de lustre y del tipo de cerámica.

García Jiménez *et al.*, presentaron dos estudios comparativo entre lámparas de aceite romanas de Herrera de Pisuerga y Córdoba, con la caracterización química y física, unidas a los análisis multivariantes. Se deduce la existencia de un centro de producción en Herrera de Pisuerga (Palencia), para estos materiales romanos.

Gliozzo *et al.*, estudian un conjunto de 52 muestras de cerámicas del sitio de producción de San Giusto en Italia, mediante diferentes técnicas, reconstruyendo el ciclo productivo de las mismas, en donde se emplearon materias primas de origen fluvial y carácter local así como bajas temperaturas de cocción.

Un trabajo sobre cerámicas rojas pompeyanas, usando NAA y SR, ha sido presentado por Gunneweg *et al.* Estos platos que se consideran buenos indicadores cronológicos, del siglo I d.C., aparecen en muy diferentes puntos del Imperio romano, como Inglaterra, Alemania, Turquía, España, Israel. Los resultados mostraron que su procedencia debe ser reconsiderada ya que muchos resultados arqueológicos publicados en los últimos cincuenta años pueden ser refutados en base a estos nuevos datos.

Hancock y Gram presentaron un análisis elemental de cuentas de vidrio procedentes del sitio maya de Tipu (Belize), donde muchos de los enterramientos del siglo XVI, en torno a la misión española, presentaban cuentas de vidrio de origen europeo. Son analizados los diferentes tipos de colores de cuentas aparecidos, realizándose una clasificación de manufacturas y cronologías en ellas.

Un estudio analítico sobre ánforas para vino tipo Coan, ha sido realizado por Hein *et al.*, en muestras procedentes de Halasarna (Grecia). Estas ánforas helenísticas tienen unas cronologías entre los siglos V y I a.C. Se analizaron tanto las muestras de ánforas como arcillas locales al objeto de determinar si se trataba de un centro de producción de dichos materiales. Se confirmó una producción local de las mismas durante varios siglos.

Henshaw y Rehren presentaron análisis de las fábricas en cerámicas vidriadas y no vidriadas de Akhsiket (Uzbekistán), así como de los recubrimientos, colorantes y vidriados, determinándose diversas composiciones con presencia en los mismos de vidrios silicatados con plomo, con recubrimientos con óxido de hierro o manganeso y vidriados azul-verdosos coloreados con cobre.

Un trabajo sobre las perlas de vidrio de balleneros vascos, su transporte y su datación, ha sido presentado por Herzog *et al.*, sobre muestras procedentes del noreste de Norteamérica,

cerca de Québec, con un estudio por activación neutrónica (NAA), comentando las implicaciones históricas y su interpretación para este sitio de Canadá.

B. Hopkinson presentó un trabajo sobre cerámicas Uruk, procedentes de Mesopotamia, con cronologías en torno al IV milenio a.C. Concretamente al tipo BRB, que normalmente aparece relacionada con yacimientos de sal en varios puntos de Europa y China, es una cerámica industrial muy porosa, que puede drenar, secar y moldear la sal, al ser expuesta a la llama en hogueras o similares.

Kanz y Steffan presentaron un protocolo optimizado para análisis de procedencia de cerámicas basado en la técnica de ICP-OES. Utilizaron 4 patrones como estándares internos y verificaron el método con muestras cerámicas bien determinadas como las de Efeso en Turquía.

Kavoussanaki *et al.*, presentaron una investigación sobre fayenzas del Egeo para determinar sus materias primas y su tecnología de producción. En estas aparece una matriz continua de vidrio con granos de cuarzo embudidos en ella, siendo el principal colorante el cobalto deduciendo distintas procedencias (Egipto y el Egeo) para estos objetos analizados.

Un estudio sobre cerámicas tipo Iznik fue presentado por Kirmizi *et al.*, con cronologías entre el siglo XIV y XVI y caracterizadas por unos dibujos azul cobalto, a veces con trazos negros, verdes y púrpuras. Como minerales típicos en la cerámica aparecen cuarzos angulares y feldespatos, dentro de la matriz arcillosa.

Un trabajo sobre un fragmento esmaltado sobre metal de una brida de caballo procedente de Bulgaria fue presentada por Kirov *et al.*, posiblemente de entre los siglos I y III d.n.e. El intenso color rojo oscuro presente en dicho esmalte es el resultado de la presencia de cristales columnares dendríticos de cuprita roja dentro de una masa vítrea incolora.

Un trabajo sobre seis teselas de mosaicos, con diferentes colores, procedentes del baptisterio de Canosa di Puglia (Italia), una construcción del siglo VI d.n.e., fue presentado por Laviano *et al.* Todos los vidrios son del tipo sodocálcico, con cobre y antimonio como elementos colorantes. Se identificaron impurezas de circón y wollastonita, así como procesos de alteración en la superficie de las teselas.

Maniatis *et al.*, presentaron nuevas evidencias sobre la tecnología de manufactura de las pinturas rojas y negras en los vasos áticos. Se empleó TEM para observar la finura del material, la técnica de aplicación, la intensidad del proceso de reducción y el tipo de las partículas de óxidos de hierro responsables del color negro.

Otro trabajo de Di Martino *et al.*, sobre la tecnología de producción de teselas antiguas de vidrio de Daphni (Atenas), empleando espectroscopia micro-Raman, dio como resultado el poder observar la presencia en ellos de microcristales de silicio que pudieran ser usadas como elemento característico de estas teselas y esta procedencia.

Un muy interesante trabajo de M. Martín-Torres sobre el estudio de un laboratorio de alquimia del siglo XVI, usando métodos arqueométricos actuales, que nos revela como la

alquimia y la química estuvieron íntimamente unidas en el Renacimiento. Así pues, la búsqueda de la piedra filosofal, mas que un arte oscuro, sería solo parte del desarrollo científico de la química en la época, habiendo llegado hasta nosotros debido mas bien a un error historiográfico. La arqueología científica emerge por tanto, como una herramienta de utilidad que nos aproxima a la historia de la química y la alquimia.

Molera *et al.*, presentaron un trabajo sobre que parámetros pueden ser utilizados para describir el aspecto visual del lustre en cerámicas. Los tres parámetros propuestos clásicamente son color, brillo metálico y presencia de iridiscencias. Mediante TEM y difracción de electrones se han obtenido imágenes de los nanocristales, con información sobre su tamaño, forma y densidad; igualmente se ha determinado el estado de oxidación del cobre junto a los agregados de plata también existentes y como influye este en el color presente.

El trabajo de Murcia-Mascarós *et al.*, trato sobre la aplicación de espectroscopia micro-Raman con focal y mapeo, como técnica no invasiva de análisis de vidrios de vidrieras, como los de la Catedral de Ávila.

Un trabajo multinacional firmado por Pantos *et al.*, aplica diferentes técnicas basadas en el uso de sincrotron, como OD-XAS, PEY-XAS y microdifracción de Rayos X al estudio de cerámicas de brillo negro azulada, de las colonias griegas de Taranto y Rhoda.

Otro trabajo firmado por Papadopoulou *et al.*, utiliza análisis mediante micro fluorescencia de rayos X portátil, en cerámicas antiguas con variaciones de color en sus secciones. Se analizan las posibles ventajas de esta técnica en los análisis de procedencias de cerámicas del siglo VII a.C. en Grecia.

Pastor Rey *et al.*, estudian desde un punto de vista interdisciplinar, uno de los espejos del Palacio Real de La Granja, en Segovia, datado en el siglo XVIII.

Pintér y Muharrem presentaron un estudio petrográfico, químico e isotópico de cerámicas del final de la edad del bronce en Troya (1100-1000 a.C), que puso de manifiesto la gran influencia que sobre el registro isotópico de las cerámicas tenían algunos componentes minerales usados como desgrasantes, cuando se ha intentado determinar su área fuente.

Un estudio comparativo de cerámicas africanas Polla *et al.* de los siglos VI-VII d.n.e. en el yacimiento de Dougga al norte de Túnez, demuestra que los tres tipos cerámicos presentes son similares, usando la presencia de óxidos de titanio para diferenciarlas de otras procedencias del sur del país, ayudando a esclarecer las rutas regionales de la producción cerámica en la antigüedad tardía.

Prudencio *et al.*, presentaron un estudio sobre las cerámicas prehistóricas del Valle del Côa en Portugal, con cronologías entre Neolítico y edad del bronce. La composición química se determinó mediante activación neutrónica, apareciendo definidos dos grupos de cerámicas, una para el Neolítico y otra para Calcolítico-Bronce, lo que indicaría el empleo de diferentes materias primas si bien estarían en un mismo contexto geográfico.

Otro trabajo relativo al empleo de espectrómetros portátiles de Fluorescencia de rayos X, ha sido el presentado por Romano *et al.*, con desviaciones sobre las muestras estándar de menos del 10 % y entre el 6 y el 25 % para diferentes elementos minoritarios en muestras pulverizadas y prensadas.

El trabajo de Roqué *et al.*, ha tratado sobre la caracterización del lustre superficial en cerámicas del siglo XIII-XV de Paterna mediante microscopía de fuerza atómica (AFM) y TEM, haciendo hincapié en la importancia del tamaño y forma de las nanopartículas de cobre del lustre, el estado de alteración de los esmaltados de sílice con plomo.

Szakmány *et al.* hacen un estudio comparativo entre dos tipos de cerámicas del comienzo del Neolítico en Hungría, las de Körös y las de Starcevo. En ambos tipos se repiten muchas características como la estructura en sándwich, los colores, granos minerales y tipo de arcilla, lo que indica una gran y larga tradición cultural en sus procesos de fabricación entre grupos estructurados y con sociedades tecnológicamente estables. En la misma línea, Szilágyi *et al.* estudian cerámicas del siglo X del noreste de Hungría. Determinan la presencia en las mismas de una gran variedad de rocas y minerales, ajustando su área fuente a la cuenca del río Bodva.

Szónoky y Gulyás hacen un estudio textural mediante láminas delgadas de ladrillos de iglesias y monasterios medievales en las llanuras húngaras, una zona con escasez de afloramientos rocosos. Los ladrillos aparecen compactados y sus arcillas, que presenta gasterópodos típicos de los depósitos de loess, parecen proceder de los alrededores de Szeged. La arcilla está muy purificada y en todos los casos el origen de estos ladrillos parece ser local.

Un estudio sobre cerámicas de Asia Menor ha sido presentado por Tulun *et al.*, abarcando azulejos decorativos de los siglos XII-XVI y XX y estudiando sus características, mineralógicas, petrográficas y químicas.

El trabajo de Waksman propone el procedimiento de intercalibración aplicado a los estudios de procedencia de cerámicas, normalmente basados en análisis elementales de laboratorio, pero que pueden no ser idénticos si se cambia de laboratorio o de protocolo de análisis. Se exponen diferentes ejemplos de estas aplicaciones, sobre cerámicas bizantinas y medievales.

Wang *et al.*, presentaron un trabajo sobre las primeras cerámicas usadas en la construcción en China, las Hong Tao Kuai, cocidas a temperaturas por encima de 950° C y procedentes del sitio arqueológico de Lingjiatan, con una cronología de 5500 BP, que pueden ser consideradas como unos ladrillos rudimentarios.

Un trabajo sobre el desarrollo de la tecnología de producción de la cerámica esmaltada bizantina de Corinto, en los siglos XI y XII, ha sido presentado por White *et al.* Se observó una variedad de arcillas y de tratamientos a lo largo de este periodo, con presencia de esmaltados con plomo y contenidos variables de este, aplicados sobre cerámicas cocidas.

5. Biomateriales.

En esta sesión, con menor número de comunicaciones que las anteriores, se presentaron trabajos como el de Berna *et al.*, sobre alteraciones por solubilización y recristalización de los minerales presentes en los huesos, las condiciones de pH en las que se producen estos procesos y sus implicaciones en arqueometría.

Un estudio anatómico-patológico de restos humanos del dolmen de Cañada Real, en Sevilla fue presentado por Cabrero García *et al.*, que descubren unas condiciones de enterramiento comunitario y las duras condiciones de vida para los individuos enterrados en este lugar, en la primera mitad del cuarto milenio.

Otro trabajo interesante ha sido el de Colombini *et al.*, donde se realizan análisis por FT-IR y GC-MS de la materia orgánica contenida en una pequeña ánfora cerámica de Antinoe (Egipto), que se supone contenía *garum*, ya que aparecen ácidos monocarboxílicos y dicarboxílicos, colesterol y sus productos de oxidación, además de lípidos. También se ha detectado la presencia de resina de pino y resina balsámica.

Delgado *et al.*, presentaron evidencias del uso de resinas como consolidantes en el denominado Periodo Formativo, en los Andes centrales, al estudiar una bolsa de cuero, de la cultura Paracas (850-200 a.C.). Se identifica por primera vez en esta zona el uso de fibras vegetales, con resina usada como pegamento.

Diefenderfer *et al.*, realizan la reconstrucción de paleodietas en el sitio arqueológico de Rancho del río, en Honduras, con estudios palinológicos que demuestran la ausencia de producción de alimentos básicos como el maíz, pero si su elaboración en el sitio.

Una comunicación sobre etnobotánica y arqueobotánica en el sitio de Datca, en Turquía, fue presentada por B. Ergenekon, mostrando la ausencia de cambios en la vegetación de la zona en los últimos 2600 años, con dietas similares en los antiguos y los actuales habitantes.

Un trabajo de Gaschen y Krähenbühl, examina la difusión de flúor en los dientes por dopado artificial, en función del tiempo, realizando un análisis estadístico de estos procesos. Se evidencia que los procesos de difusión y de ahí la datación de los huesos, puede variar en función de las características del sitio arqueológico, del terreno, etc., por lo que serán necesarias nuevas y más cuidadosas investigaciones para obtener un método de datación por flúor realmente fiable.

Otro trabajo sobre huesos humanos en el sitio de Jiahu en China, ha sido el presentado por Hu *et al.*, analizando por ICP-AES, un total de 28 muestras y determinando variaciones en las paleodietas en función de los contenidos en Sr y Ba, así como la presencia de población inmigrante en la zona, con diferentes relaciones entre estos elementos.

El trabajo de Lafrenz *et al.*, investiga sobre las posibles áreas fuente de los marfiles de elefante e hipopótamos encontrados en un pecio de la edad del bronce encontrado en Uluburun,

en la costa sur de Turquía. Se verifican los métodos de análisis isotópicos para este fin y los posibles mecanismos y rutas de movimientos de bienes de prestigio en esta época en el Mediterráneo Este.

Lai y Tykot, analizan tejidos humanos mediante análisis isotópicos, determinando cambios en la dieta de las poblaciones prehistóricas de Cerdeña, entre el Neolítico y la edad de Bronce. Se pone de manifiesto la importancia en esta isla del pastoreo, la agricultura y la pesca y del cambio que se produce, unido a las prácticas metalúrgicas, de nuevas técnicas y herramientas de agricultura y procesado de alimentos.

López Montes *et al.*, presentaron un trabajo sobre identificación de pigmentos orgánicos y tintes, mediante la técnica de HPLC-DAD y la electroforesis capilar, presentes en materiales como textiles, madera o rocas, en donde se está intentando adaptar y optimizar estas técnicas para dicho fin. Mark *et al.*, presentaron nuevos métodos químicos para la determinación del sexo y la edad en restos humanos.

Pecci *et al.*, presentaron un trabajo sobre análisis de compuestos orgánicos presentes en recipientes de un convento carmelita en Siena (Italia), durante la edad Media. Se obtuvieron interesantes resultados sobre las áreas de preparación de alimentos utilizadas por los habitantes del convento.

Otros residuos orgánicos en vasos de almacenaje de Tesalónica, pertenecientes a la Edad del Bronce, han sido estudiados por Roumpou *et al.*, mediante cromatografía de gases (GC) y la misma combinada con espectrometría de masas (GC/MS). Se identificó cera de abejas recubriendo el interior de los recipientes y están en estudio otras sustancias identificadas. Steele *et al.*, presentaron un estudio mediante las mismas técnicas analíticas, sobre residuos orgánicos en cerámicas de lustre rojo, típicas en el este mediterráneo a finales de la Edad de Bronce. Identificaron la presencia de bitumen, así como compuestos similares a la actual cera de abejas.

Dos casos han sido estudiados en el trabajo de Stern *et al.*, el transporte de resina de pistacho en el bronce final y el de resina de pino en ánforas de época romana; en ambos casos mediante análisis isotópicos.

Igualmente se realizaron análisis isotópicos en el trabajo de Tykot *et al.* Sobre restos momificados del noroeste de Argentina al objeto de obtener información sobre las paleodietas en el mundo Inca del 4000 al 500 B.P.

Las actividades del congreso se desarrollaron en un estupendo ambiente, dentro del Palacio de Congresos de la ciudad de Zaragoza, visitándose como actividades complementarias, el Teatro Romano y su estupendo museo, el Museo Arqueológico de la ciudad y al Palacio de la Aljafería, sede del Gobierno de Aragón, estando convocado el próximo simposio, con carácter extraordinario, para mayo de 2005 en China.

El programa del Simposio puede ser consultado en la página: <http://161.116.85.21/mainpage/index.htm> y puede solicitarse información adicional sobre el libro de abstracts al correo electrónico: info@archaeometry2004.info