

LAS ARCILLAS EN SOCIEDAD: RECONSTRUYENDO EL PASADO Y MODELANDO EL FUTURO. LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE ARCILLAS (SEA)

Jaime Cuevas Rodríguez

Universidad Autónoma de Madrid

Pilar Aranda

Instituto de Ciencia de los Materiales de Madrid (CSIC)

Javier Aróstegui García

Universidad del País Vasco

Alberto López-Galindo

Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra Granada

Fernando Nieto García

Universidad de Granada

Manuel Pozo Rodríguez.

Universidad Autónoma de Madrid

Eduardo Ruiz-Hitzky

Instituto de Ciencia de los Materiales de Madrid (CSIC)

Mercedes Suarez Barrios

Universidad de Salamanca

RESUMEN

En el presente artículo se hace referencia a la historia de la *Sociedad Española de Arcillas (SEA)*, una de las Sociedades científicas más veteranas de España, a la ciencia en torno a la que se proyecta, y a las perspectivas y objetivos que acompañan a la misma. El comienzo de esta sociedad científica se sitúa en 1959 con la fundación del grupo español de Minerales de la Arcilla (GEMA), que dio lugar a la SEA en 1971, la cual va camino de cumplir 64 años.

1. INTRODUCCIÓN

Los minerales de la arcilla probablemente fueron el primer soporte para las moléculas que empezaron a ensamblarse para originar la vida. Han servido para hacer envases, herramientas, incluso para procurar el eterno descanso de nuestros iguales. Han sido soporte de la escritura o la construcción de nuestra cultura a lo largo del tiempo. Los minerales de la arcilla contienen información sobre los climas pasados, sobre la temperatura, sobre la existencia de agua en otros planetas. Las arcillas son el residuo que delata la alteración superficial de rocas formando el suelo, que sostiene la vida y nuestros necesarios cultivos.

Según el glosario recopilado por el profesor Manuel Pozo en la SEA, minerales de la arcilla “se refiere a minerales del grupo de los filosilicatos, y a minerales que generalmente, salvo excepciones, generan plasticidad a la arcilla”; siendo arcilla “un material natural compuesto principalmente de minerales de grano fino, que es generalmente plástico en condiciones adecuadas de contenido de agua, y se endurece una vez seco o cocido”. Esto es, la arcilla es el material y los minerales, filosilicatos. Sirvan estas líneas para introducir diferentes apartados en los que, con la participación de distintos miembros de la SEA, queremos resaltar lo que nos ha enseñado el estudio de las arcillas.

2. GEOLOGÍA DE ARCILLAS

Las arcillas, comúnmente se forman en condiciones de baja temperatura, en términos geológicos. Ello incluye los ambientes sedimentarios, diagenéticos, hidrotermales y la meteorización superficial de cualquier tipo de roca formada en condiciones diferentes a las ambientales, como son las plutónicas, volcánicas o metamórficas. Los minerales de la arcilla son los componentes principales de las arcillas, un variado grupo de minerales de tamaño $<2 \mu\text{m}$ entre los que los filosilicatos son los componentes mayoritarios. No obstante, tienden a incluirse de manera incorrecta, entre los minerales de la arcilla en sentido lato, también a filosilicatos formados a más alta temperatura.

Como componentes de los suelos, o la zona crítica (denominación recientemente introducida y cada vez más utilizada), ofrecen una valiosa información sobre las condiciones físico-químicas de la meteorización bajo la que éstos se han desarrollado, y sus variaciones temporales y estacionales. Dado que la meteorización es un proceso profundamente controlado por el clima, los minerales de la arcilla, presentes en los suelos y paleosuelos, proporcionan una valiosa información climática del presente y del pasado. Por su importancia para la agricultura y el desarrollo y mantenimiento del paisaje, tal información es extraordinariamente valiosa. Bien procedentes de los suelos, o depositados directamente *in situ*, los minerales de la arcilla son componentes mayoritarios de los sedimentos y de las rocas sedimentarias formadas por diagénesis de éstos. Nuevamente, su estudio nos informa de su procedencia y de las condiciones del transporte y depósito, sucedido a veces hace millones de años. Recientemente, la identificación de determinados minerales de la arcilla en Marte ha permitido identificar la pasada existencia de un lago dentro de un cráter y las características de sus aguas.

Conforme los sedimentos se entierran en la corteza terrestre, los minerales de la arcilla en general sufren transformaciones, de manera que cambian de composición y estructura. Su estudio puede dar una valiosa información sobre las condiciones en que se produjo esta transformación y su evolución con la profundidad. Son los denominados geotermómetros y geobarómetros, utilizables no sólo para transformaciones producidas por enterramiento, sino también por eventos térmicos (hidrotermalismo, vulcanismo) o tectónicos (fallas).

En definitiva, debido a su elevada reactividad a las condiciones del medio donde se encuentran, los minerales de la arcilla pueden utilizarse como valiosas herramientas para conocer su origen y evolución. Su naturaleza puede responder a la herencia de medios anteriores, la transformación de minerales previos o bien a la autigénesis en el propio medio. La información que de ellos obtengamos debe estar sujeta a una resolución previa de tales cuestiones. Será por tanto necesario conjugar en su estudio las evidencias mineralógicas, con otras, procedentes de la micropaleontología, la sedimentología y la geoquímica, entre otras. Una sola fuente...nunca es suficiente en Geología.

Además, en determinadas condiciones particulares, los minerales de la arcilla participan en la génesis de yacimientos valiosos desde el punto de vista químico o tecnológico, bien por su interés intrínseco, como talcos o bentonitas, o bien como agentes indispensables en el desarrollo geológico de depósitos metálicos o acumulaciones de hidrocarburos. Una reacción mineral concreta, que acontece al alcanzar las arcillas una determinada temperatura, es responsable de su deshidratación y los fluidos así producidos juegan su papel en el origen del petróleo y el gas, acumulados en profundidad.

3. LAS ARCILLAS COMO MATERIAS PRIMAS: MINERALES INDUSTRIALES

Las arcillas y sus minerales de la arcilla constituyentes son excelentes minerales industriales, dentro de las materias primas, con una amplia variedad de aplicaciones. Se pueden definir los minerales industriales como aquellos minerales y rocas que por sus propiedades físicas o químicas pueden ser utilizados en procesos industriales.

Dentro de las arcillas es posible diferenciar los caolines y arcillas caoliníferas, las arcillas comunes, y las arcillas especiales: bentonita, sepiolita y palygorskita. El caolín presenta un elevado contenido en caolinita y/o sus polimorfos, un alto grado de blancura y pequeño tamaño de partícula. Una propiedad muy interesante de la caolinita es su excelente comportamiento reológico, incluso en suspensiones con elevado contenido de sólidos, lo que le permite recubrir superficies homogéneamente. Las aplicaciones del caolín son numerosas: pigmento para mejorar el aspecto y funcionalidad del papel y pintura; carga funcional para caucho y plástico; materia prima para cerámica; componente para productos refractarios, ladrillos y fibra de vidrio. Otras aplicaciones menores son la industria química y farmacéutica, ingeniería civil y aplicaciones agrícolas.

Las arcillas caoliníferas incluyen las denominadas denominadas “ball-clays” y “fireclays”. El término “ball-clay” se aplica a una arcilla caolinífera sedimentaria, muy plástica, utilizada en cerámica que además de caolinita contiene otros minerales. Se denomina “fireclay” a una arcilla refractaria que contiene minerales del caolín con un alto contenido en sílice y alúmina, lo que permite su utilización como refractario al no deformarse a alta temperatura.

Las arcillas comunes son aquellas de carácter polimineral, constituidas por varios minerales de la arcilla que incluyen diversas proporciones de illita-mica, caolinita, esmectita y clorita. Son las arcillas más abundantes, en las que aprovechando sus características plásticas y comportamiento térmico se emplean fundamentalmente en la industria ladrillera.

Entre las arcillas especiales destacan las bentonitas. Son arcillas constituidas por minerales del grupo de las esmectitas, absorbentes e hinchables, que industrialmente se comercializan como bentonitas naturales o activadas. Dentro de las naturales se diferencian bentonitas cálcicas y sódicas en función del catión interlamilar predominante en el filosilicato esmectita. Las bentonitas cálcicas, también denominadas tipo Cheto, se caracterizan por su alta carga y baja hinchabilidad. Las bentonitas sódicas, también conocidas como tipo Wyoming, presentan alta hinchabilidad y baja carga. En los últimos años, el diseño a medida de las denominadas bentonitas pilareadas ha conseguido enfatizar determinadas propiedades de los materiales ricos en esmectitas que les permite intervenir como tamiz molecular y soportes de catálisis. Las aplicaciones de las bentonitas, tanto en su estado natural como tratadas, son muy numerosas. Incluyen moldes de fundición, lodos de sondeo, pelletización de menas de hierro, gránulos absorbentes, arcillas decolorantes, aplicaciones medioambientales, productos farmacéuticos y cosméticos, entre muchos otros.

Arcillas especiales con estructuras y hábitos fibrosos muy singulares son sepiolita y palygorskita, virtualmente materiales monominerales. Como materiales absorbentes cumplen los requisitos de elevada capacidad sorcitiva, resistencia mecánica y estabilidad química y térmica cuando absorben derrames de hidrocarburos (no inflamable). Si además le añadimos su elevada área superficial, son magníficos soportes de catalizadores. A lo largo del tiempo la forma de utilización de estos materiales ha cambiado dando lugar a diversas generaciones de aplicación de sus productos. La primera generación incluye un mineral triturado, secado y tamizado, dando lugar a gránulos de diverso tamaño. Estos gránulos se utilizan como productos absorbentes y cargas para diversas aplicaciones que incluyen lechos para animales domésticos, absorbentes de grasa, agua, aceite y otros compuestos químicos; cargas para productos químicos agrícolas, catalizadores, aglutinantes y aditivos para alimentación animal, control de humedad y olor, y filtración.

La segunda generación de aplicaciones utiliza la arcilla micronizada. Las principales aplicaciones son como aditivo reológico y cargas que modelan propiedades reológicas que van desde las pinturas a los materiales de construcción. La tercera y cuarta generación de aplicaciones incluye la interacción de sepiolita y palygorskita con compuestos orgánicos, que dan lugar a arcillas organofílicas interesantes por su comportamiento reológico. En la quinta generación de aplicaciones las arcillas se someten a tratamiento químico o térmico, dando lugar a arcillas activadas en las que se modifica el área superficial, porosidad, acidez superficial y cationes y capacidad de intercambio catiónico. La

sexta generación de aplicaciones utiliza sepiolita y palygorskita en la preparación y aplicación de materiales nanoestructurados (p. ej., nanocompuestos).

No podemos olvidar que otros filosilicatos comunes considerados minerales industriales y que pueden ser constituyentes de las arcillas son la pirofilita y el talco. Entre muchas otras, las aplicaciones del talco suelen ir ligadas a la industria del papel, cosméticos y farmacéuticos, pinturas y barnices. La pirofilita presenta como propiedad física destacable su resistencia térmica. Comparado con otros minerales de la arcilla, la pirofilita permite fabricar productos refractarios más duraderos. Este mineral se utiliza como materia prima refractaria para diversos productos que incluyen cerámica, porcelana y azulejos. También se utiliza como arcilla en cemento, fibra de vidrio, compuestos agroquímicos, materiales de construcción (morteros), pinturas, limpiadores, goma, arcilla medicinal (cataplasma), electrodos, rellenos de resina, y en producción de papel como relleno y recubrimiento.

De los minerales industriales indicados es reseñable la sepiolita, con yacimientos de gran pureza y extensión en la Cuenca de Madrid (Madrid y Toledo), que convierten a España en el primer productor mundial, suministrando un mineral de elevada calidad.

4. LAS ARCILLAS Y EL AVANCE DE LOS MÉTODOS DE CARACTERIZACIÓN

Una característica común de los minerales de la arcilla es su pequeño tamaño de partícula y, en general, su todavía más pequeño tamaño cristalino. Los minerales de la arcilla pueden superar ese límite ocasionalmente, incluso las 2µm como límite de la definición de los sedimentos arcillosos, si bien generalmente son menores incluso en la mayor de sus dimensiones. Independientemente de si alcanzan este tamaño, la característica más importante de estos minerales es que sus cristales son nanométricos en la dirección del apilamiento de las láminas o en la sección de las fibras, dependiendo de si hablamos de arcillas laminares (caolinita, esmectita, illita, vermiculita y clorita) o fibrosas (sepiolita y palygorskita). Este pequeño tamaño es consecuencia de su complejidad cristaloquímica y su estructura que dificultan el crecimiento cristalino por envejecimiento (Ostwald-Ripening), y confiere propiedades excepcionales a las arcillas, pero supone un reto para su caracterización y estudio.

Las técnicas más habituales utilizadas en Mineralogía no son suficientemente resolutivas cuando hablamos de minerales arcillosos. La observación de los cristales o agregados de cristales precisa del uso de radiaciones de mucha menor longitud de onda que la luz visible, por lo que es imprescindible el uso de microscopios electrónicos de alta resolución con el inconveniente de que los cristales de los minerales arcillosos son dañados (se deshidratan y amorfizan) fácilmente bajo el haz de electrones, muy rápidamente, no pudiendo realizarse el estudio morfológico, estructural y composicional de una misma partícula que la técnica permite en otros compuestos más estables. Estaríamos por tanto más cerca de las dificultades que son inherentes al estudio microscópico de polímeros orgánicos, biopolímeros y otros nanomateriales. El estudio en detalle de un material arcilloso debe abordarse mediante la utilización de varias técnicas complementarias, siendo las más habituales la difracción de Rayos-X, la microscopía electrónica, tanto de barrido como de transmisión, y diferentes espectroscopías. De especial importancia ha sido la posibilidad de obtener en el microscopio electrónico de transmisión micronálisis cuantitativos y mapas químicos de resolución casi reticular. El uso conjunto de estas técnicas nos permitirá una buena aproximación al promedio y diferencias de las partículas que constituyen la arcilla.

El estudio de estos materiales con defectos, debido al corto alcance de su crecimiento cristalino y a la similitud estructural de las superficies basales (perpendiculares al desarrollo de las láminas), conduce a la heterogeneidad composicional dentro de un mismo cristal, desarrollando estructuras interestratificadas y superestructuras. También el orden-desorden y la isomería cis-trans en la ocupación de huecos estructurales, las sustituciones isomórficas o la limitación dimensional de bloques estructurales de crecimiento, que constituyen polisomas, son lugares comunes en este mosaico

cristalino de dimensiones nanométricas. Estos hechos dieron lugar desde la segunda mitad del siglo XX a un importante esfuerzo por abrir nuevos desarrollos teóricos y metodológicos para interpretar la difracción ocasionada por estas estructuras, combinados con el uso de espectroscopía infrarroja y resonancia magnética nuclear de sólidos. Se desarrollaron nuevas técnicas de preparación para microscopía de transmisión en alta resolución, confirmando las hipótesis previamente modelizadas y anticipadas por las escuelas francesa (Méring en 1949) y americana (McEwan y Ruiz Amil en 1959 y Reynolds desde los primeros 60), con contribuciones no menores de investigadores españoles en difracción y espectroscopías. Es un hecho, que el estudio de las arcillas ha abierto camino hacia el estudio y la definición de lo que hoy conocemos como nanomateriales con todo su recorrido en los métodos de estudio y caracterización.

5. DESDE LOS MATERIALES EN LA ANTIGÜEDAD HASTA LOS MATERIALES AVANZADOS

Desde épocas prehistóricas las arcillas se han empleado en construcción, decoración y elaboración de figuras artísticas, así como en la fabricación de otros diversos utensilios tan antiguos como útiles. El “barro cocido” ha sido y sigue siendo después de siglos de uso generalizado por las diversas civilizaciones, la base material de objetos como ladrillos, tejas, baldosas, etc., aplicados en construcción, así como de numerosas vasijas y enseres utilizables para alimentación humana. Desde el adobe hasta las cerámicas, incluyendo la fina porcelana, las arcillas han sido una materia prima asociada al desarrollo de la Humanidad. Por ejemplo, sus legendarias aplicaciones en cosmética y medicina, como es el caso de las arcillas del Rhassoul (Marruecos), empleadas desde hace siglos como champú natural, o el de las esmectitas bactericidas conocidas como *Green Clays* y *Blue Clays*, tradicionalmente empleadas en Costa de Marfil para cicatrizar heridas de manera extraordinariamente eficaz, siguen siendo hoy todavía vigentes.

En la actualidad, la investigación sobre los minerales de la arcilla y sus aplicaciones tecnológicas se basa tanto en las Ciencias Básicas como en las Ciencias Aplicadas, como por ejemplo la Ciencia de los Materiales e incluso la Nanotecnología. Fruto de estas investigaciones surge en la actualidad un importante grupo de materiales denominados nanoestructurados basados en arcillas que se dirigen, entre otras aplicaciones, hacia la remediación ambiental, la liberación controlada de fármacos y otras especies bioactivas, la producción y almacenamiento de energía o los materiales avanzados provistos de excelente resistencia mecánica. Así, el ensamblado a la escala nanométrica de minerales de la arcilla con polímeros, genera los llamados materiales *nanocompuestos* polímero-arcilla de gran relevancia práctica en los numerosos campos de aplicación de los materiales poliméricos. Igualmente, el ensamblado de arcillas con nanopartículas de carbono, como los grafenos y los nanotubos de carbono o con ciertos metales y óxidos metálicos, entre otros componentes, abre las puertas al desarrollo de nuevos adsorbentes y catalizadores altamente eficientes, dotados de propiedades fotoactivas, eléctricas o magnéticas de amplia incidencia en diversas aplicaciones.

Una característica adicional de los materiales nanoestructurados basados en arcillas es su carácter multifuncional, facilitando su aplicación en procesos que van desde la eliminación de contaminantes a la producción y almacenamiento de energía limpia, así como para su uso como fase activa de dispositivos sensores o como membranas y películas protectoras para su empleo en el envasado seguro en sectores tan esenciales, como el farmacéutico y el de la alimentación. Otros ejemplos, actualmente en estudio, se refieren a la aplicación de arcillas y sus derivados como vectores de transfección no viral de ácidos nucleicos o incluso para la inmovilización de partículas virales para mejorar la acción inmunoprotectora de las vacunas víricas.

En definitiva, las arcillas aparecen como materiales de amplísimo uso no solo del pasado, sino del presente y del futuro, al presentarse como una materia prima barata, abundante y transformable mediante procesos sostenibles.

6. ARCILLAS Y CONTROL MEDIOAMBIENTAL

Si se concibe un ambiente superficial en nuestro planeta, libre de los procesos de degradación que impone el desarrollo de nuestra civilización, las arcillas y los minerales de la arcilla son parte de una capa superficial, el suelo, que constituye un sistema de protección y regulación. Este sistema está diferenciado en horizontes que permiten, en su nivel más superficial, la instalación de plantas y microorganismos como principales sumideros del carbono y por tanto con un papel relevante en la regulación del clima. La interacción de los minerales de la arcilla y la materia orgánica conforma agregados que estabilizan la porosidad del suelo y son reservas de humedad, macronutrientes y oligoelementos imprescindibles para la continuidad de la vida.

Las arcillas se acumulan en horizontes minerales subsuperficiales regulando el transporte de solutos hacia las reservas de agua. A su vez, condicionan, con el concurso de óxidos y oxi-hidróxidos, carbonatos, sales y restos de silicatos, la composición de la disolución del suelo y sus propiedades fisicoquímicas como el pH, el potencial redox y conductividad eléctrica. Los procesos de reactividad agua-roca en este sistema complejo implican la disolución y precipitación de fases minerales, el intercambio catiónico y la adsorción o coprecipitación de especies disueltas en las distintas superficies accesibles en los filosilicatos. En estas interfases reactivas se produce también la degradación y transformación de contaminantes orgánicos e inorgánicos, muchas veces asociada a las reacciones redox.

Las arcillas regulan el transporte de las fases fluidas, generalmente acuosas, en el entorno superficial del planeta. Un material arcilloso es un medio poroso con tamaños en el rango de los mesoporos (2-50 nm) y microporos (< 2 nm). La tensión superficial del agua, en las paredes hidrofílicas de estos poros, generan fuerzas de succión cuando están parcialmente deshidratados. Cuando se hidratan las superficies, dominadas por su hábito laminar, en un medio confinado (arcillas compactadas), desarrollan propiedades de hinchamiento que disminuyen aún más el tamaño de los poros. Esto es muy significativo en el grupo de las esmectitas, ya que la hidratación de los cationes, intercambiables en su región interlaminar, amplifica el aumento de volumen de los agregados de arcilla, lo que hace de estos materiales barreras virtualmente impermeables frente a las aguas superficiales y subterráneas. Estos materiales, instalados con un espesor adecuado se emplean en el sellado de galerías y vasos de vertido de residuos, y así pueden aislarlos, “cicatrizando” las heterogeneidades de la superficie.

La capacidad de intercambiar cationes o la reactividad de las superficies, generadas en los bordes rotos de las asociaciones de láminas estructurales, confieren a estos minerales la propiedad de poder retener cationes como son algunos radionúclidos como el cesio y el estroncio, abundantes en los residuos del combustible nuclear gastado; y en general, muchos cationes de metales pesados (Pb, Zn, Cd, Co, Hg, etc.) generados en lixiviados de las explotaciones mineras de metales y carbón. De esta forma, la función de las arcillas en protección ambiental combina su carácter resistivo (impiden el transporte) con el reactivo (retienen y favorecen su transformación), dilatando el tiempo y regulando dosis en las que estas especies pueden llegar a la biosfera.

Volviendo a la diferenciación natural de horizontes en un suelo, esta distribución en capas ha servido de inspiración para desarrollar conceptos y dispositivos que se utilizan para construir barreras geoquímicas frente a la contaminación. Podríamos decir que los minerales de la arcilla son un producto de “inteligencia natural” que nos habilita para idear barreras de ingeniería que combinan capas permeables e impermeables para retener y recoger los lixiviados drenados de residuos peligrosos, y por tanto aislar y tratar los efluentes contaminados. La combinación artificial de arcillas y materia orgánica, sulfatos y carbonatos (esto viene a suceder en un suelo natural) constituyen una barrera reactiva natural para la inmovilización de metales pesados que pueden precipitar como carbonatos y

sulfuros de las especies reducidas, empleándose en la remediación de fugas de balsas mineras, por ejemplo.

7. ARCILLAS Y LA SALUD

Gracias a su ubicuidad, y a las peculiares propiedades derivadas de su tamaño coloidal y estructura cristalina, las arcillas han sido utilizadas con fines terapéuticos desde la Prehistoria. La elevada superficie específica, óptimas propiedades reológicas y/o excelentes capacidades sorbentes de algunos minerales de la arcilla (particularmente talco, caolinita, determinadas esmectitas y las arcillas fibrosas) los hacen muy útiles en Tecnología Farmacéutica y Dermofarmacia, formando parte de formulaciones sólidas (comprimidos, cápsulas, granulados y polvos), líquidas (suspensiones y emulsiones) y semisólidas (pomadas, pastas,...), bien sea en aplicaciones tópicas o para administración oral. En dichas formulaciones, los minerales de la arcilla se utilizan como excipientes idóneos y/o como principios activos, esto es, como sustancias con actividad biológica adecuada en preparados antidiarreicos, antiácidos, anti-inflamatorios, antisépticos o protectores gastrointestinales, y pueden emplearse directamente o después de haber sido sometidos a diferentes tratamientos destinados a exaltar alguna propiedad.

Además de ser eficaces en la función farmacológica o cosmética para la que están destinados (como materiales abrasivos, absorbentes, aglutinantes, lubricantes, disgregantes, diluyentes, viscosizantes, estabilizantes, etc.), se debe comprobar que los minerales de la arcilla empleados cumplan una serie de requisitos de tipo químico (estabilidad, pureza, inercia química), físico (textura, contenido en agua, dimensiones de las partículas) y toxicológico (atoxicidad, seguridad y pureza microbiológica), por lo que existen una serie de especificaciones técnicas distintivas para cada arcilla y uso pretendido recogidas en distintas farmacopeas o monografías.

Otro uso extendido en el ámbito de la salud consiste en la aplicación, con fines terapéuticos, de materiales arcillosos sobre el cuerpo (geoterapia, fangoterapia y peloterapia). Es particularmente útil en el tratamiento de determinadas patologías reumático–artrósicas y traumatismos deportivos, así como en aplicaciones dermatológicas y cosméticas. Dichos materiales se “maduran” con aguas minero-medicinales con objeto de optimizar, entre otras, su plasticidad, capacidad de absorción, índice de enfriamiento y granulometría como consecuencia de la profunda interacción que se produce entre las distintas fases (sólida, líquida y orgánica) implicadas en el proceso.

8. 63 AÑOS DE HISTORIA DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE ARCILLAS

(Texto adaptado y actualizado de anteriores recopilaciones de Emilio Galán† (Universidad de Sevilla) y José María Serratos† (Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid))

Se podría decir que la Sociedad Española de Arcillas nace de un entorno multidisciplinar, primero de la mano de la investigación de las Ciencias del Suelo, a caballo de la Geología, la Química y la Mecánica de Suelos; y después, de la vocación de internacionalización que un grupo de investigadores en arcillas, entre los que destacaríamos, por miembros fundadores o principales valedores que han sido en esta Sociedad, a los profesores Juan Luis Martín Vivaldi, José María Serratos y Emilio Galán. En ellos podemos encontrar la organización en España de los primeros congresos de arcillas europeos en los 70 y 80; la presidencia de la Asociación Internacional para el Estudio de las Arcillas (AIPEA, que lleva estas siglas por su ascendencia española, francesa e italiana), la asociación europea (ECGA; European Clay Groups Association), o la creación de los Institutos de Ciencia de Materiales en el CSIC en España. Estos hechos, de por sí, son relevantes, reflejando la vocación, motivación y el paralelo de esta Sociedad con el enorme progreso a escala mundial de la

ciencia española en las tres últimas décadas del siglo XX y lo que llevamos de siglo XXI, sobreponiéndose a la escasez de recursos que aún hoy siguen destinando nuestros gobiernos a este fin.

En el año 2009 la SEA celebró su 50 aniversario y pudo constatar como con los años las líneas de investigación se habían ido multiplicado, y que prácticamente se investiga en todos los temas relacionados con las arcillas. Durante esta época, la SEA ha mantenido entre 110 y 140 socios activos. La participación española en los congresos realizados a nivel mundial es comparable a países como Francia, Estados Unidos, Japón, Reino Unido, Italia o Alemania, como grandes potencias en la investigación de arcillas. Se han cubierto un número importante de temas, incluyendo desde los clásicos de cerámicas, arqueometría, mineralogía de suelos, diagénesis, marcadores paleogeográficos y paleoclimáticos, yacimientos de arcillas especiales, cristalografía y geoquímica de diversos minerales de la arcillas, nuevos materiales basados en arcillas, los bio-nanocompuestos, la simulación de estructuras, el papel de las arcillas en la contaminación ambiental tanto de metales como de compuestos orgánicos, las arcillas y la salud, o en el almacenamiento de residuos radiactivos y CO₂.

El poder de convocatoria de los miembros de la Sociedad Española de Arcillas comienza con la organización de numerosas reuniones internacionales, ya desde sus inicios, dado que la Reunión Hispano-Belga celebrada en Madrid en 1970 puede ser considerada como la precursora de las conferencias Euroclay, entre las que se incluye la organizada en Sevilla en 1987. Otras reuniones importantes incluyen la organización en 2010 (Madrid y Sevilla), del encuentro trilateral entre las sociedades americana, japonesa y española; y por supuesto la organización del congreso internacional de la AIPEA que ha tenido lugar dos veces en España, en 1972 en Madrid y en 2017 en Granada.

9. PRESENTE Y FUTURO DEL ESTUDIO DE LAS ARCILLAS: *WHEN I'M SIXTY FOUR*

A un año de cumplir 64, edad famosa por aquella canción que escribió Paul McCartney viéndose con poco más de 20 años como un señor mayor, podríamos decir que somos o estamos un poco mayores. Hemos perdido, pero no olvidado, a nuestros primeros precedentes y contemplamos con asombro la riqueza y potencial de toda la investigación y las conexiones nacionales e internacionales que hemos heredado. Las y los socios que dirigimos la SEA en 2022 tenemos la misma edad o más que los que fundaron la sociedad en su tiempo. No pocos vamos camino de los 64 y no tenemos noción, ni interés (para que engañarnos) de lo que estaba sucediendo y de lo importante que sería en nuestras vidas.

El estudio de las arcillas es claramente multidisciplinar, transversal y aplicado entre las ciencias; y entre las ciencias y las humanidades, por qué no. Por esto, no solemos encajar en nombres de disciplinas básicas del conocimiento. Los que investigan y estudian las arcillas saben que deben relacionar física, química y geología y matemáticas complejas si nos dedicamos a aspectos de cristalografía de estructuras altamente defectuosas o a modelos computacionales, para entender las interacciones entre las superficies y especies por adsorber. También sabemos que debemos buscar muchos argumentos en la biología, la ingeniería, incluso en la economía y la historia. Las arcillas son “baratas”, fáciles de extraer y procesar. Esto ya lo fueron aprovechando nuestros antepasados.

Como colectivo científico, muchos investigadores de la SEA conocen y saben interpretar los resultados obtenidos con instrumentos en la frontera de la observación de estructuras de tamaño mínimo. Sabemos en qué fracción mineral están algunos elementos de los asociados a materias primas críticas o de los nocivos para el medio ambiente, tenemos la experiencia de desarrollar mecanismos para modificar estos materiales o materiales inspirados en las arcillas; y, entre muchas más cosas, nos enfocamos a estudiar diferencias sutiles en la espectroscopía de los sólidos y mínimas variaciones en el fraccionamiento de isótopos. Como se ha dicho de diferentes maneras, quizá la costumbre del uso de muchas fuentes para la interpretación de la Geología ha calado en otras disciplinas que estudian las arcillas, sus modificaciones y sus aplicaciones.

Es complicado, pero nuestro reto a futuro es cuidar el carácter poliédrico de la investigación en arcillas para continuar haciendo investigaciones relevantes para el desarrollo de nuestra civilización. Por poner ejemplos, tenemos algo que decir en la optimización de la explotación de recursos destinados a la producción de energía y materiales, lo que implica que somos parte de los investigadores con impacto en la mitigación del cambio global y en la contribución a un mundo más sostenible. Sin mencionar explícitamente a algún que otro músico que ha dejado huella en la última parte del siglo XX, seguir apostando por lo transversal de nuestra disciplina es ser *siempre jóvenes*; hecho que nos demuestran a menudo muchos de nuestros socios activos. *Show must go on.*

AGRADECIMIENTOS

A todos los socios que son muchos y han inspirado estas líneas. Los presentes, los ausentes y los que han de venir. Particularmente a los miembros de las juntas directivas entrante y saliente, que en cierta medida ha conocido la gestación de estas líneas: Adolfo Miras (Universidad de Sevilla); María Bentabol (Universidad de Málaga); Cristina Villanova (Universidad de Barcelona); Emilia García Romero (Universidad Complutense de Madrid); Marta Pelayo (CIEMAT, Madrid), Juan Morales (Universidad de Salamanca), Saverio Fiore (Universidad de Bari, IMAA-CNR, Bari, Italia); Javier García Rivas (Universidad Complutense de Madrid), Blanca Bauluz (Universidad de Zaragoza), Tomás Undabeytia (IRNASE, Sevilla). A Francisco Javier Huertas (IATC, Granada) y a Santiago Leguey, que le han dado alguna vuelta a los textos y a la historia. A Africa Yebra (Universidad de Jaén) y Ana Isabel Ruiz (Universidad Autónoma de Madrid) porque son y van a ser piezas clave en el funcionamiento de esta Sociedad.