

# La Turquesa Entre la Ciencia y el Arte: un Ejemplo de la Transversalidad de los Minerales

/ ELENA VINDEL (1\*), VICTORIA LÓPEZ-ACEVEDO (1), EMMA SÁNCHEZ-MONTAÑÉS (2), VIRGINIA SÁNCHEZ (1)

(1) Dpto. de Cristalografía y Mineralogía. Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense. 28040 Madrid

(2) Dpto. de Historia de América II (Antropología de América). Universidad Complutense. 28040 Madrid

## INTRODUCCIÓN

El estudio de los minerales traspasa los límites de la Mineralogía, la Cristalografía y la Geología, llegando a constituir verdaderas piezas transversales que interesan y conectan estas disciplinas con otras, aparentemente más dispares, como son la Gemología, la Historia, el Arte, la Antropología, la Arqueología e incluso la Mitología. Un ejemplo de ello es la Turquesa. Este mineral nos permite interrelacionar la Ciencia con la Historia y el Arte. Este trabajo, un vídeo inédito de 16', constituye una síntesis de un Proyecto de Innovación y Mejora de la Calidad Docente de la UCM (Vindel et al., 2010) en el que se ensaya una docencia basada en la transversalidad de los minerales.

## METODOLOGÍA

Para este proyecto se escogió la turquesa del el Suroeste de los Estados Unidos porque, aunque en otros contextos geológicos, geográficos e históricos, otros minerales desarrollan pautas iguales o similares, la turquesa en esta zona tiene un desarrollo espacial bien delimitado con un alcance profundo en el tiempo histórico. Estas condiciones son las idóneas para ensayar este método docente. Se han elaborado una serie de recursos complementarios para uso docente, videos, presentaciones y textos disponibles mediante solicitud.

Esta metodología se probado con éxito en asignaturas del Grado y antigua Licenciatura en Geología, como son Mineralogía, Recursos Minerales, Gemología y también del Grado en Historia, como son Arte Indígena Americano e Historia de América Prehispánica y del Máster en

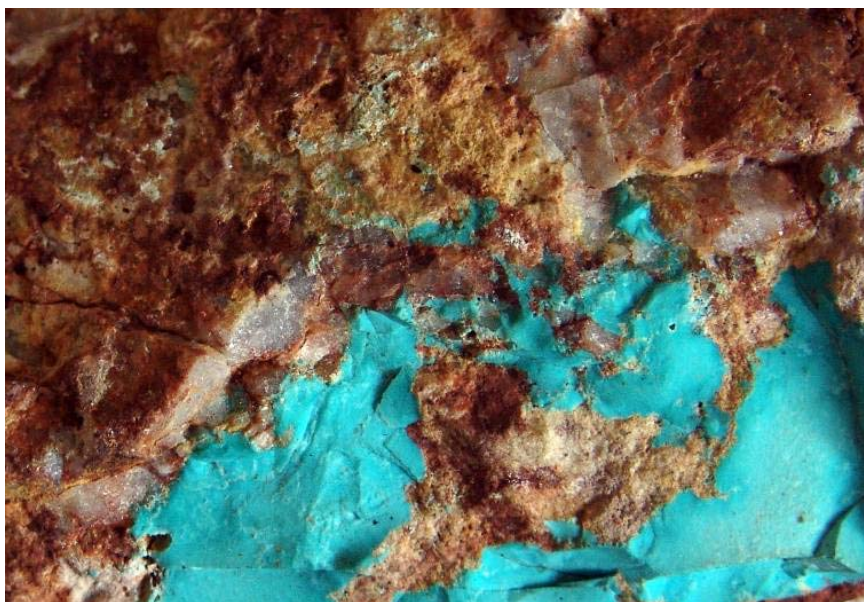


fig. 1 Muestra de Turquesa en zona de oxidación. Mina de Kingman (Arizona).

Antropología de América. Todas ellas de la Universidad Complutense de Madrid. Estos recursos docentes han permitido a los estudiantes una visión global e integradora de las Ciencias y las Artes.

Un resumen, recogido en un video de 2' de duración, mereció el Primer Premio a la Modalidad de Minivideos del III Concurso de Divulgación Científica de la UCM, 2010. Véase:

<http://complumedia.ucm.es/visor.php?video=pswrnOnPcnmZDcGQslOrpA>

## LA TURQUESA EN GEOLOGÍA

La turquesa es un fosfato hidratado de cobre y aluminio ( $\text{CuAl}_6(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_8 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ), triclinico, que se forma en las zonas de oxidación de los pórfidos de cobre. Su color es variable de azul a verde y verde amarillento en función de cierta proporción de hierro que suele sustituir al aluminio en su estructura. Cuando la

sustitución de  $\text{Al}^{3+}$  por  $\text{Fe}^{3+}$  es completa se denomina calcosiderita.

Aparece en masas compactas, venillas, costras (Fig. 1) e incrustaciones más o menos porosas, en función de la cantidad de agua que forme parte de su composición. Los cristales son extraordinariamente raros. El proceso de formación de la turquesa está todavía en discusión. La hipótesis más aceptada es la que propone que tras la instalación sobre el pórfido de un nivel de aguas subterráneas, sulfuros y rocas son lixiviados por aguas meteóricas, poniendo en disolución Cu, Fe, Al y P. Estas disoluciones circulan a favor de fisuras y pueden depositar turquesas en pequeñas fracturas o huecos, en las rocas sedimentarias que rodean al pórfido o en el mismo contacto (Phillips et al., 2004). La escasez de fósforo en las rocas, unida probablemente a unas condiciones de precipitación poco

comunes, hacen de la turquesa un mineral muy escaso, siendo lo más frecuente que se formen otros minerales secundarios de cobre, como la malaquita, la azurita o la crisocola.

### LAS CULTURAS EXTINGUIDAS

El carácter multidisciplinar de la turquesa es especialmente evidente en el Suroeste de los Estados Unidos, donde para los nativos ha tenido un significado espiritual, decorativo y económico desde el año 300 D.C. o quizás antes. Se encuentra como mineral secundario en numerosos pórfidos de Cu en Arizona, Nuevo México, Nevada y Colorado, que se emplazaron durante la Orogenia Larámica (70-50 Ma).



fig. 2 Ruinas Anasazi. Palacios Colgados de Mesa Verde (Colorado).

Los nativos del Suroeste Norteamericano han explotado este mineral desde el siglo IV. Culturas extinguidas como los Mogollon, Hohokam y Anasazi (Fig. 2) utilizaban turquesas tanto para uso ornamental, espiritual y medicinal, como para el comercio con otros pueblos principalmente de Mesoamérica (Fig. 3). En las ruinas Anasazi de Cañón Chaco se han encontrado más de 65.000 objetos con fragmentos de turquesa (Hull et al., 2008).

### LA TURQUESA EN EL ARTE DEL SUROESTE NORTEAMERICANO

Los actuales indios Pueblo del Suroeste norteamericano descendientes de la antigua tradición Anasazi y los Navajo descendientes de un pueblo de lengua apache, elaboran una joyería artística que se puede considerar un arte (Tisdale, 2006). Combinan turquesa y plata con coral, nácar, conchas y en ocasiones azabache. La plata no se introduce en la joyería de los nativos americanos hasta 1868. Los Navajo resaltan grandes piezas de turquesa adornadas y ensalzadas con trenzas, hojas y estampados en plata. La joya será tanto más singular cuanto más rara sea la turquesa y más original el diseño del artista.

### TURQUESAS TRATADAS E IMITACIONES

Solo un 3% de las turquesas son lo suficientemente duras y de color inalterable como para considerarlas de calidad gema (Fig. 4). La gran mayoría son las llamadas turquesas de bajo grado a las que los nativos someten a procesos de tinción, reconstitución, estabilización o aceitado para hacerlas útiles desde el punto de vista comercial.



fig. 4 Turquesas de distintas calidades. Minas de Cerrillos, Nuevo México.

Por otra parte la turquesa es un mineral

que se imita fácilmente e incluso es frecuente tener que recurrir a la difracción de Rayos X para distinguir auténticas turquesas de otros minerales teñidos, como calcita o magnesita (Fig. 5).

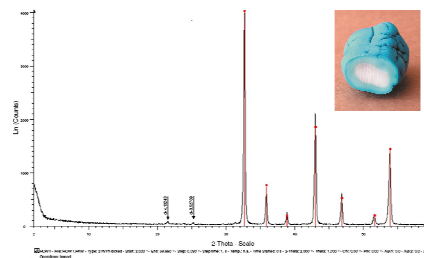


fig. 5 DRX realizado sobre magnesita teñida.

También en los mercados del Suroeste se ofrecen joyas con minerales azules y verdes que son auténticos minerales pero no turquesas. Este es el caso de la crisocola, variscita, calcosiderita e incluso malaquita y azurita.

### CONCLUSIONES

La historia de la turquesa y su camino a través de la Geología, la Mineralogía, la Gemología, la Historia y el Arte puede inspirar una nueva forma transversal de enseñanza y divulgación científica. La interdisciplinariedad de los minerales puede incluso ir más lejos de lo indicado hasta el momento, puesto que también tiene relaciones con la Química, la Síntesis Mineral y el Crecimiento de Cristales.

### AGRADECIMIENTOS

Agradecemos especialmente el trabajo de Miguel Ángel Miñón, realizador de los distintos videos.

### REFERENCIAS

Hull, S., Fayek, M., Mathien, F.G., Shelley, P., Durand, K.R. (2008): A new approach to determining the geological provenance of turquoise artifacts using hydrogen and copper stable isotopes. *J. Archaeological Science*. **35**, 1355-1369.

Phillips, C.J., Fayek, M., Mathien, F.J., Milford, H. (2004): The genesis of turquoise in the Southwestern United States. *Geol. Soc. Am. Abstract* 36-6.

Tisdale, S.J. (2006): *Fine indian jewelry of the Southwest. The Millicent Rogers Museum Collection*. Museum of New Mexico Press. 215 p.

Vindel, E., López-Acevedo, V., Sánchez Montañés, E., Sánchez, V. (2010) *Diseño y desarrollo de material docente en Mineralogía y su aplicación en una enseñanza interdisciplinar*. Vicerrectorado de Desarrollo y Calidad de la Docencia. UCM. ISBN 978-84-96703-32-2



fig. 3 Mosaico de Turquesas. Serpiente Bicéfala Azteca-Mixteca. Museo Británico.