



Biblioteca.

prueba de ello son las dos extensiones que ya han comenzado a funcionar en este Curso Académico. Una en Coria y otra en Navalmoral de la Mata.

Nuestro Centro pretende ser un foco cultural para la zona norte de la provincia de Cáceres. Así, ha organizado con gran interés actividades a lo largo de estos años. Destacamos que este Centro fue elegido el verano de 1998 como Sede de los Cursos de Verano de nuestra Universidad, lo cual nos llena de orgullo.

Consuelo Boticario Boticario
Directora del Centro

EL RINCÓN DE LAS AFICIONES

Conocer las gemas

Es fácil detectar como los escritores antiguos normalmente no hacían distinción entre gemas, minerales comunes y rocas. El diamante y la piedra de molino aparecen juntas en sus listas de "lapides" o piedras. Cuando se ha hecho alguna distinción entre gemas y piedras comunes, los minerales claros, transparentes, bonitos de color y pequeños de tamaño son clasificados como gemas, mientras que aquellos que son mates y opacos, aparecen en grandes masas y son de apariencia relativamente poco atractiva, son considerados piedras comunes.

Nada se conocía en tiempos antiguos sobre la composición química o la cristalografía de los minerales aunque ahora sean estos los factores más importantes para la distinción de las especies. Una gran parte de lo que ahora nosotros conocemos como variedades de los mismos minerales fueron entonces considerados como especies diferentes por diferir en color o transparencia, mientras que muy frecuentemente minerales enteramente diferentes fueron clasificados como pertenecientes a la misma especie por tener parecidos con algún otro.

El origen de las piedras, tanto si estas fueran gemas que les proporcionaban una infalible fuente de placer, milagro y reverencia, como si fueran piedras comunes, muchas de las cuales como la piedra de molino, la piedra de afilar y varios tipos de arcillas jugaban un papel muy importante en la vida diaria, se presentaba como un enorme problema para todos aquellos antiguos escritores que lo encontraban de difícil solución. Girolano Savanarola prefiere el noveno capítulo de su *Compendium totius philosophiae* (1542), en el que trata sobre este aspecto, con las siguientes palabras "Est difficile aliquid certi tradere de virtute et loco generationis mineralium".

Los geólogos, que incluso ahora, después de algunos cientos de años de estudio adicional, encontramos que todavía queda mucho por aprender, podemos, en efecto, simpatizar con nuestros predecesores, más especialmente cuando recordamos que ambicionamos la solución de esos mismos problemas.

Las gemas, que son en su inmensa mayoría cristales, es decir, material ordenado internamente que, bajo circunstancias favorables de crecimiento, ha desarrollado superficies externas planas y uniformes "caras", de acuerdo a su orden inter-

no; han poseído siempre un aura de misterio. Las primeras joyas con cristales, hechas con amatista, cuarzo, granate, jade, jaspe, lapislázuli y esmeralda, fueron talismanes de tremendo poder usadas para ahuyentar malos espíritus, ayudar a sanar, proteger, guiar y atraer el poder. Todavía hoy perdura sobre las gemas esa estrecha relación entre lo físico y lo metafísico.

Las gemas han sido encontradas en muchas partes del mundo. Los lechos de gravas de Sri Lanka y Myanmar (Birmania) han suministrado diamantes, rubíes, espinelas y zafiros durante milenios y hace ya más de dos mil años los diamantes fueron una importante fuente de ingresos para la India.

Hasta que los españoles conquistamos América, la fuente más rica y casi única de esmeraldas fue Egipto, teniendo el yacimiento de Habachtal (Austria) una importancia relativa. Cuando los conquistadores tuvieron cerca los fabulosos depósitos de esmeraldas de Colombia, el nuevo mundo se reveló rápidamente como un tesoro en sí mismo tan vasto que las esmeraldas colombianas son explotadas y tratadas hasta nuestros días. Por su parte Brasil ha proporcionado magníficos lotes de topacio, turmalina, ágata y crisoberilo.

Sudáfrica ha sido la principal fuente de diamantes durante más de un siglo, aunque también existen otros yacimientos en Australia, Namibia, Rusia, etc.

Pero, ¿cuándo se comenzaron a conocer en profundidad las gemas?

Todo comenzó hacia mitad del siglo XVII; el filósofo suizo Nicolás Steno hizo avanzar la cristalografía al medir los diferentes ángulos a los que intersectan las caras de los cristales. Aunque fue incapaz de deducir la estructura atómica cristalina, que es la base de la cristalografía moderna, Steno dotó a la ciencia de un concepto clave para el conocimiento de la materia: las relaciones naturales que resultan de la interacción de fuerzas, bajo las mismas condiciones, originan resultados que son siempre los mismos. Con la teoría de Steno como base, la cristalografía contemporánea se desarrolló rápidamente.

En 1774, el científico alemán Abraham Werner clasificó los minerales por sus propiedades de color y dureza. Esta ola de investigaciones en toda Europa culminó en el desarrollo de la tabla periódica de los elementos, formulada por el químico ruso Dimitri Mendeleiev (1834-1907). Su tabla periódica describió las propiedades físicas de los elementos que todavía no habían sido aislados, y, puede decirse que completó la transición, en cristalografía, desde la superstición y el mito al hecho observado y la explicación matemática.

Los descubrimientos de la geología moderna completan nuestro conocimiento de la formación de los cristales. Ahora conocemos que los continentes de la Tierra se mueven constantemente –Teoría de la Deriva Continental y Tectónica de Placas– y eventualmente colisionan unos con otros de forma que algunas porciones son calentadas hasta el punto de fusión, enfriándose lentamente. En este proceso de enfriamiento, algunos elementos y moléculas se solidifican a distintas temperaturas originándose diferen-

tes cristales. Por ello, muchas gemas y yacimientos de gemas aparecen en paquetes de roca que han mantenido una temperatura uniforme suficientemente larga para que elementos con características específicas se separen de los otros.

GÉNESIS Y COMPOSICIÓN

Los cristales (en este caso minerales) que adquieren la calidad de gema son valorados por su color, brillo, transparencia y rareza. Aparecen exclusivamente en una pequeña fracción de la corteza terrestre, y se forman por distribución y solidi-

ficación ordenada de sus componentes químicos durante un espacio de millones de años.

Algunas gemas se forman a partir de magmas ascendidos desde profundidades mantélicas (2700 Km de espesor de manto se extienden desde los 32 Km bajo los continentes). El diamante (Foto de portada), de composición carbono puro, requiere para formarse temperaturas sobre 1200 °C y presiones típicas de profundidades de 240 Km debajo de la superficie de la Tierra.

Muchas gemas son llevadas a la superficie de la Tierra por ascensos de magma, o bien, durante periodos de génesis de cordilleras. El rubí, variedad roja del corindón, Al_2O_3 ,

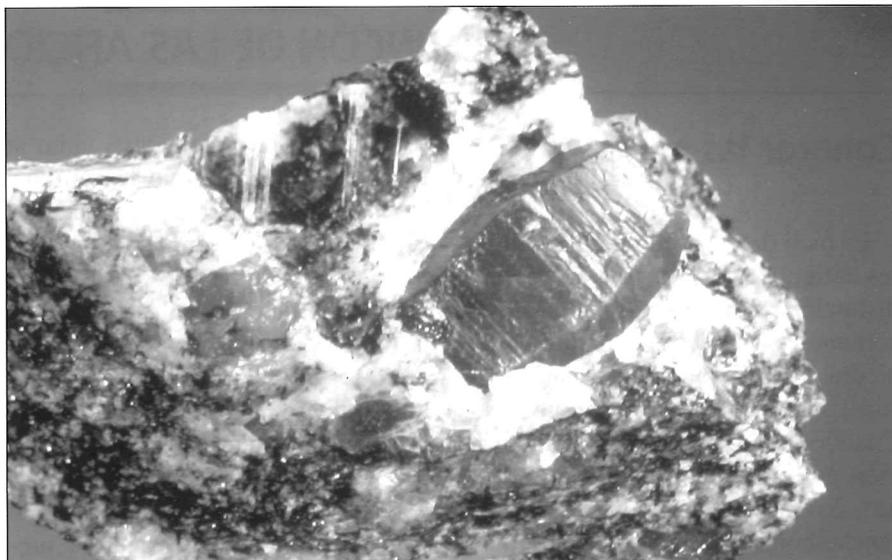


Foto 1: Cristales de rubí en roca metamórfica. Madagascar. Museo de la Gruta de las Maravillas, Aracena (Huelva). Fotógrafo: José Manuel Sanchís Calvete.



Foto 2: Masa lapislázuli. Ovalle (Chile). Museo D. Felipe de Borbón y Grecia (Madrid). Fotógrafo: José Manuel Sanchís Calvete.

(Foto 1) de Burma alcanza la superficie por esta última vía: formado en elevadas condiciones de presión y temperatura bajo la cordillera del Himalaya, fue lentamente ascendiendo a la superficie, donde por los efectos de la intemperie fueron arrancados y transportados por los ríos. Su mayor densidad y dureza, respecto a otras gravas acompañantes, tendieron a acumularlos selectivamente en depósitos aluviales que han sido explotados durante miles de años. Procesos similares son aplicables los rubíes y zafiros, variedad azul del corindón, Al_2O_3 , que cristalizaron en lavas basálticas de Tailandia.

A menor profundidad, magmas fundidos convierten simples sedimentos aluminosos de la corteza terrestre superior, en pizarras con granate, silicato aluminico férrico y/o magnésico y/o de manganeso y/o cálcico y/o de cromo; o bien, si en su ascenso, este magma intercepta calizas puede formar lapislázuli (Foto 2), mezcla de minerales donde la lazurita, feldespatoide, silicato de sodio y calcio, es el de mayor proporción.

Algunas gemas, como las esmeraldas (Foto 3), variedad verde del berilio, o la variedad azul, aguamarina, (Foto 4) silicato de berilio y aluminio, contienen altas proporciones de elementos raros, berilio, boro, litio, debido a la concentración de éstos en fundidos residuales durante elevadas extensiones de tiempo, y posterior cristalización.

Ya muy cerca de la superficie de la Tierra, los magmas ascendentes llegan a interactuar con el agua superficial, disolviéndose muchos elementos en ésta. Así, yacimientos de azurita (Foto 5) y malaquita (Foto 6), ambos carbonatos de cobre, se forman por precipitación desde aguas que llegaron habiendo circulado por sus yacimientos originales.

Cuarzo y calcedonia, SiO_2 macrocristalina y microcristalina respectivamente, se concentran en fisuras desde líquidos ricos en sílice, y así, muchas amatistas (Foto 7), variedad violeta del cuarzo, se encuentran en cavidades esféricas que aparecen cuando los gases en la

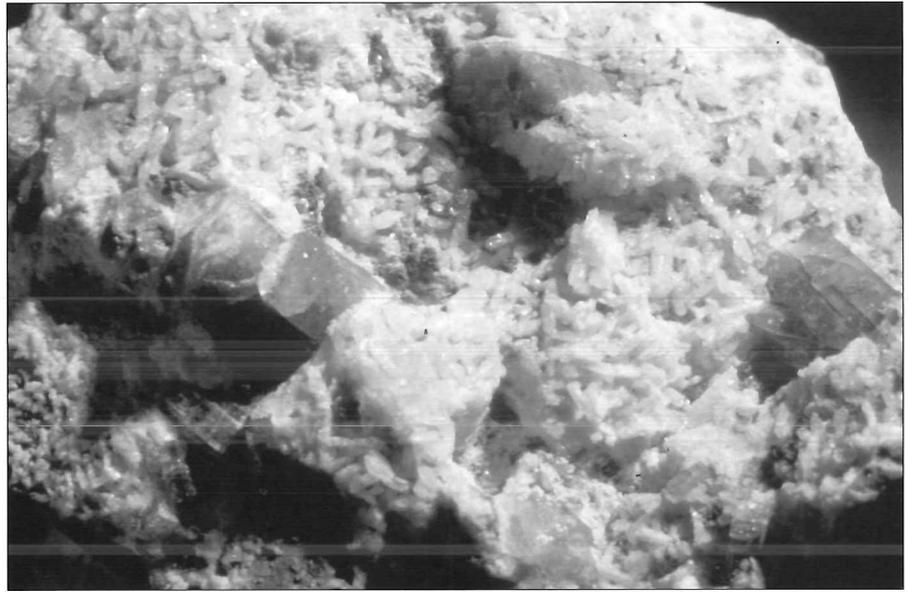


Foto 3: Cristales de **esmeralda** en roca pegmatítica. Colección de José Juan Soler. Fotógrafo: José Manuel Sanchís Calvete.

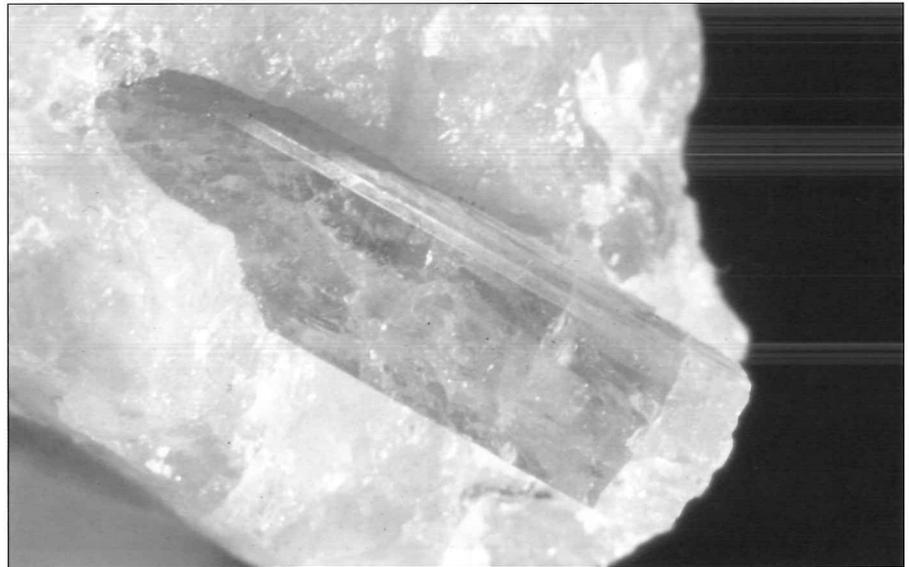


Foto 4: Cristal de **aguamarina** en roca pegmatítica. Rio Grande do Norte (Brasil). Colección de Joan Viñals. Fotógrafo: José Manuel Sanchís Calvete.



Foto 5: Cristales de **azurita** y **malaquita**. Onís (Asturias). Museo D. Felipe de Borbón y Grecia (Madrid). Fotógrafo: José Manuel Sanchís Calvete.

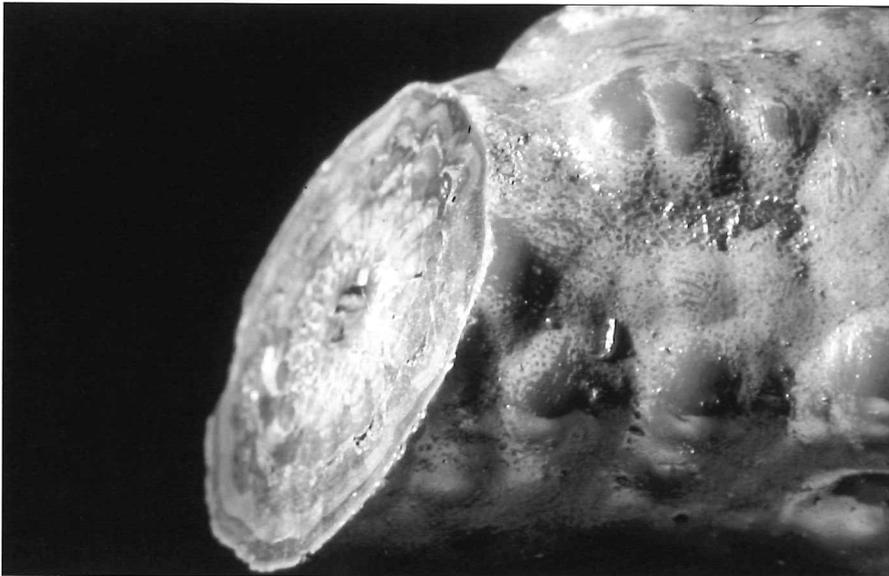


Foto 6: Concrección estalactítica de **malaquita**. Kipushi (Zaire). Museo El Carmen (Castellón). Fotógrafo: José Manuel Sanchís Calvete.



Foto 7: Cristales de **amatista**. Iguazú (Uruguay). Museo Mollfuleda (Arenys de Mar, Barcelona). Fotógrafo: José Manuel Sanchís Calvete.

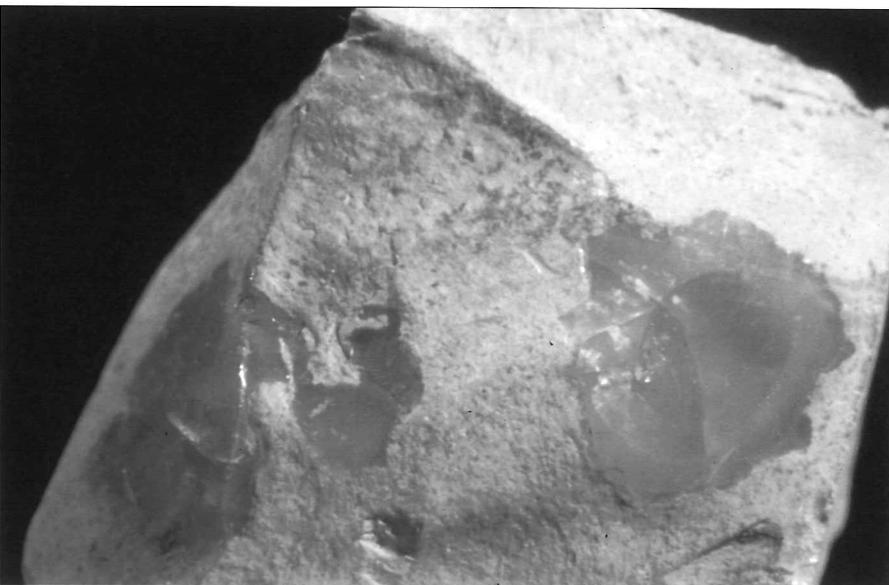


Foto 8: Aparición de **ópalo** en roca volcánica. Queretaro (Méjico). Museo GeoMinero (Madrid). Fotógrafo: José Manuel Sanchís Calvete.

lava se filtran dejando una cámara rica en minerales.

Otras gemas se forman durante grandes lapsos de tiempo; el ópalo (Foto 8) es una extraordinariamente compleja mezcla de finas porciones de sílice que se enfrió tan lentamente que no se separaron en componentes químicos; y, por ello, semeja porciones coloreadas embebidas en un líquido.

RECONOCIMIENTO

Desde muy antiguo se ha intentado imitar gemas. En 1758, el vienés Joseph Strasser desarrolló un tipo de vidrio que podía tallarse y externamente era semejante al diamante; a pesar de que se prohibió su fabricación y distribución, este diamante, llamado strass, se introdujo a través de París en el comercio europeo de las gemas. Normalmente, para la bisutería se emplea vidrio barato y para la imitación de las gemas vidrio de plomo de elevado índice de refracción.

Por lo general, las imitaciones de las gemas, son muy fácilmente identificables ya que sólo tienen en común el color; otras características físicas definitorias como la dureza, el brillo, el índice de refracción, etc., no han podido alcanzarse. Asimismo, las imitaciones de gemas realizadas mediante la combinación de capas, bien capas de gemas naturales con capas de vidrio, o bien capas con un cemento intermedio colorante, pueden detectarse al ser introducidas en un líquido de elevado índice de refracción. Sin embargo, composiciones precisas o el hecho de que el engarce oculte los contactos, puede dificultar enormemente su detección.

No obstante, el sueño de producir gemas iguales a las verdaderas comenzó a hacerse realidad a finales del siglo pasado cuando el químico francés A.V. Verneuil consiguió rubíes sintéticos comercialmente valiosos. Hoy en día la síntesis y el tratamiento de gemas ha evolucionado tan vertiginosamente que puede decirse que el mercado

está tan plagado de gemas sintéticas que se requieren técnicas precisas e incluso la simultaneación de varias de éstas para certificar el origen natural o artificial de una gema.

Se enuncian a continuación brevemente las propiedades específicas para el reconocimiento de las gemas más tradicionales (eludiendo el empleo de técnicas especiales), sus

imitaciones y sus síntesis, ordenadas éstas por criterio de dureza.

Diamante

Cuatro características determinan el valor y la calidad de un diamante: talla, color, pureza y peso en quilates (0,2 g). Una buena talla determina una reflexión óptima, independientemente del tipo de talla

seleccionado (talla brillante, marquesa, pera, esmeralda, oval, corazón), aún siendo la brillante la talla por excelencia.

El mejor color de un diamante es el incoloro (la escala de colores es muy débil, desde incoloro a amarillo), la ausencia de color permite una perfecta dispersión de la luz. Las huellas del proceso de cristalización del diamante, inclusiones

Tabla 1: Características generales del diamante y de algunos de sus imitadores

	DIAMANTE	ALUMINATO DE ITRIO (Y.A.G.)	ÓXIDO DE CIRCONIO CÚBICO (CIRCONITA)	TITANATO DE ESTRONCIO (FABULITA)	GADOLINIO DE GALIO (G.G.G.)
Composición	C	Al ₃ O ₁₂ I ₃	ZrO ₂	TiO ₃ Sr	Gd ₃ Ga ₅ O ₁₂
Cristalografía óptica	Isótropo	Isótropo	Isótropo	Isótropo	Isótropo
Índice de refracción	2.417	1.833	2.15 a 2.20	2.41	2.03
Birrefringencia	No presenta	No presenta	No presenta	No presenta	No presenta
Dispersión	0.044	0.028	0.060	0.200	0.038
Peso específico	3.52	4.60	5.65 a 5.95 (según contenga itrio o calcio)	5.10	6.00 a 6.60
Dureza	10	8-8.5	8-8.5	5-5.5	6.5-7
Espectroscopia	Cape y parda: 4155 y 5040 Å	No presenta	No presenta	No presenta	No presenta
Fluorescencia U.V.	Azulada. Más intensa a UV larga	Inerte	Con itrio: UV larga: inerte UV corta: amarillento Con calcio: UV larga: amarillo fuerte UV corta: amarillo	Inerte	UV larga: naranja muy fuerte. Se vuelve parduzco si la exposición es larga
Rayos X	Transparente. Fluorescencia en casi todos	Opaco	Opaco	Opaco	Opaco
Inclusiones	Sólidas, incoloras, rojizas, verdes o negruzcas. Fisuras, craquedos. Trángonos en caras naturales	No suele presentar. Posibles inclusiones gaseosas muy pequeñas	No suele presentar	No suele presentar. Posibles inclusiones gaseosas	No suele presentar. Posibles inclusiones gaseosas
Observaciones	Características definitorias: densidad, dureza e inclusiones. Fluorescencia en diamantes montados. RX en última instancia.	El efecto es bastante pobre, falta brillo y dispersión y, además es muy transparente.	Son importantes las caracterizaciones de peso específico y fluorescencia UV.	Aspecto totalmente diferente. Posibles desperfectos en el culet debidos a su baja dureza.	Su aspecto montado es muy bueno. Es importante la caracterización de la fluorescencia.

Fuente: Instituto Gemológico Español (IGE)

(huellas vistas como máximo a lupa de 10 x), no afectan nada a su belleza y a su durabilidad, pero permiten clasificar grados de pureza.

El diamante tiene numerosos imitadores, tanto naturales como sintéticos. En la tabla 1 se señalan las características más significativas, tanto del diamante como de sus imitadores más habituales.

Hasta la fecha, los diamantes sintéticos de tamaño y calidad suficientes para ser tallados, han sido fabricados en cantidades muy pequeñas debido a imposibilidades tecnológicas. La mayoría de los diamantes sintéticos se encuentran en la gama de color amarillo amarronado – amarillo, pero también se han fabricado algunos de color azul y contados ejemplares casi incoloros, aunque de momento sólo de forma experimental.

Según las últimas investigaciones, los diamantes sintéticos dispo-

nibles en la actualidad tienen una serie de propiedades características que permiten su identificación utilizando técnicas gemológicas fácilmente asequibles. Los diamantes sintéticos coloreados sin tratar, así como los tratados (que tienden a tener colores saturados), presentan las siguientes propiedades gemológicas de diagnóstico:

- Zonalidad de color
- Fluorescencia UV anómala desigual de color amarillo a verde amarillento
- Ciertos patrones de “graining”
- Presencia de inclusiones metálicas

Rubí y zafiro

Existen numerosas imitaciones de rubíes en el mercado, especialmente imitaciones de vidrio y dobletes, con la parte superior de

granate y la inferior de vidrio, o superior de zafiro incoloro natural e inferior de rubí sintético. Puede haber posibilidad de confusión con granate, espinela, topacio, turmalina, etc., pero una sencilla evaluación de sus propiedades más características (peso específico: 3,97-4,05, índice de refracción: 1,766-1,774, fluorescencia UV fuerte rojo carmín) determinarán su naturaleza. El color más apreciado es el “rojo sangre de pichón”: rojo puro con una pequeña tonalidad azulada.

La denominación zafiro sólo se dio inicialmente a los corindones azules (azul cobalto), en la actualidad se extiende el término zafiro a todos los corindones no rojos con calidad gema. Se han detectado numerosas imitaciones compuestas por diferentes dobletes y tiene posibilidades de confusión con numero-

Tabla 2: Características generales de las inclusiones de los corindones sintéticos

CORINDÓN VERNEUIL	CORINDÓN CHATHAM	CORINDÓN KASHAN	CORINDÓN RAMAMURA	CORINDÓN INAMORI
Inclusiones gaseosas	Residuos de fundente en forma de huellas dactilares, velos y nubes	Restos de fundente con multitud de formas	Restos de fundente de aspecto amarillo (con luz oblicua)	Pocas inclusiones
Curvas de crecimiento	Masas deformes de fundente	Líneas de crecimiento rectas, a veces en ángulos y curvadas	Líneas de crecimiento rectas, a veces en ángulos y curvadas	Tenues velos blanquecinos con luz oblicua
Zonalidades de color	Placas y agujas de platino	Rubíes sintéticos euhédricos dentro del rubí	Zonalidades de color muy concentradas	
Restos de alúmina	Líneas rectas de crecimiento		Rubíes sintéticos euhédricos dentro del rubí	
Grupos de colorante sin disolver				

Fuente: Instituto Gemológico Español (IGE)

sas gemas: benitoíta, cordierita, espinela, topacio, turmalina, e incluso vidrio azul, siendo necesario en muchas ocasiones recurrir a la verificación de sus propiedades físicas características (similares a las del rubí por ser una variedad del mismo mineral).

La composición y estructura cristalina de los corindones naturales y sintéticos es idéntica y solamente difieren entre ellos las inclusiones y la presencia de ciertos elementos en proporciones infinitesimales.

Hasta épocas recientes, existían unos criterios muy claros para determinar la naturaleza de las gemas mediante el estudio de las inclusiones: líneas curvas de crecimiento y burbujas, sintético; líneas rectas o en ángulo y/o cristales o inclusiones líquidas, natural. Sin embargo, los nuevos métodos de síntesis desarrollados en los últimos años han originado ejemplares con inclusiones muy similares a las de los naturales; obligando a minuciosos estudios de las mismas según cada proceso de síntesis.

La tabla 2 simplifica las características básicas de las inclusiones presentes en los corindones sintéticos, clasificados por su método de obtención.

Esmeralda

La esmeralda es la gema más noble del grupo del berilo, donde también se encuentra el aguamarina, heliodoro, goshanita, etc. Sólo presentan transparencia las variedades más finas; frecuentemente está

Tabla 3: Características generales de las esmeraldas sintéticas

<i>ESMERALDAS CHATHAM</i>	<i>ESMERALDAS GILSON</i>	<i>ESMERALDAS LENNIX</i>	<i>ESMERALDAS SEIKO</i>	<i>ESMERALDAS RUSAS</i>	<i>ESMERALDAS INAMORI</i>
Poco transparentes Índice de refracción y birrefringencia bajos Fluorescencia UV roja muy acusada Inclusiones de velos retorcidos y bifásicas (blancas en luz reflejada)	Muy transparentes Índice de refracción y birrefringencia bajos (sólo en algunas) Fluorescencia UV roja muy acusada Inclusiones de velos y huellas sencillos (no tan tupidos como las Chatham)	Aspecto turbio (como las naturales malas) Índice de refracción y birrefringencia bajos Isótropas perpendicularmente a la tabla (se tallan perpendicularmente al eje óptico) Inclusiones múltiples y características (velos, líneas de crecimiento, zonalidad de color, cristales de fenaquita y bifásicas)	Muy transparentes (en ocasiones partículas de fundente orientadas) Índice de refracción y birrefringencia bajos Fluorescencia UV larga y corta verdosa característica Inclusiones de cristales de fenaquita	Transparentes con color verde a verde azulado Índice de refracción y birrefringencia bajos Todas presentan inclusiones de velos, platino y bifásicas. Incluso se aprecian a simple vista	Muy transparentes Inclusiones de velos, huellas y bifásicas (blancas en luz reflejada)

Fuente: Instituto Gemológico Español (IGE)

Tabla 4: Características generales de las esmeraldas sintéticas hidrotermales

<i>ESMERALDAS REGENCY</i>	<i>ESMERALDAS BIRON</i>	<i>ESMERALDAS RUSAS</i>	<i>ESMERALDAS LECHLEITNER</i>
Buen color Inclusiones de espículas, tubos, bifásicas, cristales de fenaquita y fracturas con óxidos	Muy puras Índice de refracción y birrefringencia bajos Inertes a luz UV Inclusiones de tubos, velos y huellas (no aparecen blancos en luz reflejada), fracturas con óxidos y líneas de crecimiento	Gama de colores superiores a las naturales Inertes a la luz UV Inclusiones múltiples y características (a veces semilla vista en tabla o culet, zonas de crecimiento paralelas o en forma de plumas, nubes de partículas)	<ul style="list-style-type: none"> Recubrimiento hidrotermal de un berilo incoloro Zonas descoloridas Craqueaduras Abundantes espículas <ul style="list-style-type: none"> Crecimiento hidrotermal sobre una lámina de berilo incoloro Berilo visual Inclusiones bifásicas Fisuras paralelas

Fuente: Instituto Gemológico Español (IGE)

enturbada por inclusiones “jardín” que no han de considerarse ineludiblemente como taras, más bien, a veces, como síntoma de autenticidad. Como ejemplo reseñar que es más apreciado un verde oscuro y con inclusiones, que un verde pálido y puro en la lupa.

Las imitaciones de esmeralda son muy abundantes en el mercado, aparecen tripletes de berilo, de cuarzo, de espinela sintética, cuarzos tratados por tinción, etc. Aunque últimamente se han sintetizado varios tipos de berilos, solamente se comercializa la esmeralda por sus altos precios de mercado y menor costo de producción.

La identificación de las esmeraldas es muy sencilla (Pe 2,67-2,78, índice de refracción 1,576-1,582 y fluorescencia generalmente ninguna) pero la diferenciación entre su origen natural y sintético es más complicada por las propiedades tan parecidas que tienen unas y otras. A veces, la existencia de una birrefringencia muy baja indica claramente su procedencia sintética. El peso específico puede separar esmeraldas sintéticas flux, solvente fundido, de naturales (en una solución de bromoformo, de pe 2,65, las flux flotan y las naturales se van al fondo) pero no discrimina entre las sintéticas hidrotermales, solución acuosa, y

las naturales ya que tienen pesos específicos muy parecidos.

El mejor procedimiento para diferenciar las esmeraldas sintéticas de las naturales es el examen de sus inclusiones con la ayuda de un microscopio estereoscópico. Las características básicas para detectar las esmeraldas flux, clasificadas por proceso de síntesis se exponen en la tabla 3.

Las características básicas para detectar las esmeraldas hidrotermales, clasificadas por proceso de síntesis se exponen en la tabla 4.

Dolores García del Amo
Depto. de Ciencias Analíticas