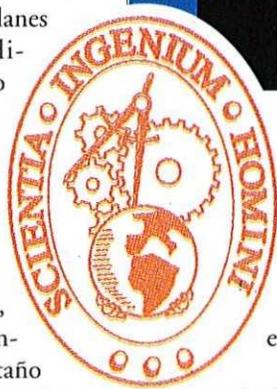
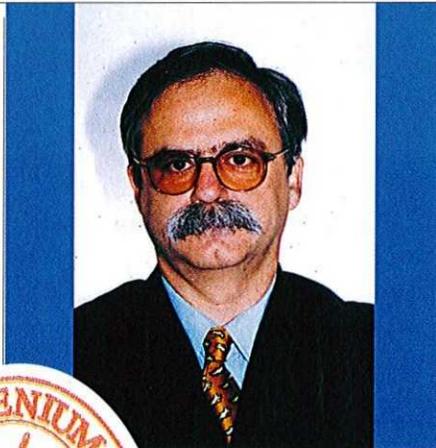


En nuestro número del pasado noviembre ya dimos cuenta del ingreso de nuestro compañero y amigo Manuel Silva Suárez en la Academia de Ingeniería El día 14 del mismo mes y bajo el título de "DE LA INGENIERÍA Y DE LOS SISTEMAS DE EVENTOS DISCRETOS", pronunció en la Escuela de Ingenieros de Minas en Madrid su discurso de Académico electo de la citada Academia. De tan interesante discurso, DYNA se complace en reproducir parte del mismo específicamente la exposición relativa a la etimología y evolución de la palabra INGENIERÍA

...INGENIERÍA...

Adoptando inicialmente para Ingeniería su acepción por derivación formal, "profesión y ejercicio del ingeniero" (DRAE), centraré la atención en el vocablo personalizado. Aun a fuerza de simplificar el esquema, la aparición del ingeniero y el obrero, por especialización del pretérito artesano, ha reservado al primero las tareas relativas a la invención, concepción, de planes de actividades o procedimientos (*mechané*), algo que se puede englobar en el proyecto o el diseño, sin olvidar las de supervisión y control de la ejecución del plan. Expresado en otros términos, el mencionado desdoble vincula, preponderantemente, al ingeniero a la esfera de las antaño denominadas Artes liberales, mien-



tras que el obrero queda insertado en la tradición de las Artes mecánicas. Pero esta segregación no se produjo del mismo modo en el continente europeo que en Inglaterra.

Ingeniero¹ deriva de ingenio (lat. *Ingenium*). Ello lleva

a genio (lat, *genius*), que proviene de *gignere* (*gigno, genui, genitum*), "engendrar, dar a luz; crear, producir, causar". Es decir, en primera acepción, ingeniero se vincula a una facultad del espíritu humano, la de "discurrir o inventar con prontitud y facilidad" (DRAE). Además, interesa dejar constancia del empleo del sufijo "ero", no sólo frecuente en el ámbito de la milicia sino también al formar nombres de profesiones ligadas a oficios o artes mecánicas, muchas hoy desaparecidas. La extracción de conclusiones a partir del empleo de sufijos es delicada no pudiéndose utilizar como norma clasificatoria, pues dependen de muchos factores (modas e imitaciones, por prestigio o analogía). En cualquier caso, los sufijos poseen información que marca tendencias: las palabras con el sufijo etimológico "ico" (o su variante "ático")

¹ Según J. Corominas, ingeniero aparece en castellano hacia 1450, probablemente imitado del italiano *ingegnere* (seg. mitad del siglo XIII). Posiblemente, ello se deba a los múltiples vínculos de la Corona de Aragón con Italia. Según M. Cortezzellazzo y P. Zolli, "Dizionario etimológico della lingua italiana" (Zanichelli, Bologna, vol. I-1979/vol. V-1988), el término italiano deriva de otro latino tardío, *ingenierus*, que significa el que diseña y construye *ingegni*, máquinas de guerra. En "Le mot: *ingénieur*" (Culture Technique, nº 12: 19-29), H. Verin analiza el vocablo desde la perspectiva de la lengua francesa. Señala (p. 20) que "desde el siglo XII, aparece frecuentemente en los textos que nos han llegado, el *ingeniator*, técnico especializado en las máquinas de guerra, en particular de asedio: *ingeniarius, ingeniosus* en el siglo XIII". Añade que "el *ingegnere* italiano será tomado del francés, primero bajo una forma común, después erudita". Ello es plausible, en tanto que el sufijo francés "ier" ("ieur" en el caso concreto que nos ocupa, para distinguirlo del verbo *ingénier*) pasa como préstamo al italiano, particularmente en la terminología militar, bajo la forma "iere", que se puede simplificar en "ere". A modo de contrapunto, cabe recordar que, en latín, ingeniero militar era *munitor-oris*, lo que hacía referencia al trabajo de fortificación, refuerzo; deriva de *munire*, construir, fortificar (que, a su vez, lo hace de *moenia*, muralla). Por el contrario, ingeniero civil era *machinator-oris*, donde "máquina" hace referencia a invención ingeniosa.

o las voces producidas por el sufijo “logo” son frecuentes en las profesiones de corte científico. Sin embargo, el sufijo “ero” se puede interpretar (con las debidas cautelas) como un vestigio de la tradición artesanal que se subsume en la moderna profesión de ingeniero. En línea con lo dicho (tanto para la raíz como para el sufijo) se expresa G. A. Böckler, autodenominado arquitecto e ingeniero, que escribe en 1661, en su Tratado de las artes mecánicas de la industria del agua y los molinos:

“Entre los inventos más extraordinarios y útiles regalados por Dios todopoderoso al género humano, el noble arte de la Mecánica no es el más pequeño. Para este arte son necesarios una aguda reflexión, el arte, el esfuerzo y la habilidad de los ingenieros, así llamados por su ingenioso entendimiento”.

Concentrándonos en la raíz, Sebastián de Covarrubias, en su el *“Tesoro de la Lengua Castellana o Española”* (1611), dice:

“Vulgarmente llamamos ingenio una fuerza natural de entendimiento, investigadora de lo que, por razón y discurso, se puede alcanzar en todo género de ciencias, disciplinas, artes liberales y mecánicas, sutilezas, invenciones y engaños, y así llamamos ingeniero al que fabrica máquinas para defenderse del enemigo y ofenderle”.

En análoga línea se expresa el *Diccionario de Autoridades* (RAE, 1732), que, en su primera acepción, define ingenio como *“Facultad o potencia en el hombre, con que sutilmente discurre o inventa trazas, modos, máquinas y artificios, o razones y argumentos, o percibe y aprehende fácilmente las ciencias”.*

En el mismo diccionario, ingeniero también queda recogido como *“el que discurre trazas y modos para ejecutar, o conseguir alguna cosa”*, pero en su segunda significación particulariza diciendo que *“se llama también el que discurre, dispone y traza máquinas y artificios en la arquitectura militar, para defensa u ofensa de las fortalezas”.*

El DRAE de 1817 (Vª ed.) tilda de antigua la penúltima, proponiendo como primera acepción vigente: *“En la milicia el que sirve en la disposición, traza y manejo de las máquinas de guerra y en las obras de fortificación. Machinarum bellicarum militaris opifex, director”.* Es decir, muy en la línea de lo recogido por E. Terreros, en su *Diccionario Castellano* con las voces de Ciencias y Artes (1786-1793), para quien ingeniero es “el que fortifica las plazas, dispone las líneas de ataques, hace las minas, &c. [...] De aquí llaman también ingeniero al que inventa algún ingenio o máquina. Fr. *Inventeur*, Lat. *Machinarum inventor*. It. *Ingegnero*. Aún en 1884, el DRAE (XIIª ed.) define el término Ingeniería con la siguiente acepción única: *“Arte que enseña a hacer y usar las máquinas y trazas de guerra”.*

Las acepciones que adoptan Covarrubias o Terreros, así como las últimas recogidas de los diccionarios de la Real Academia Española, motivan un breve comentario sobre los orígenes y evolución de los ingenieros, pues enfatizan claramente una adscripción inicial de origen castrense.

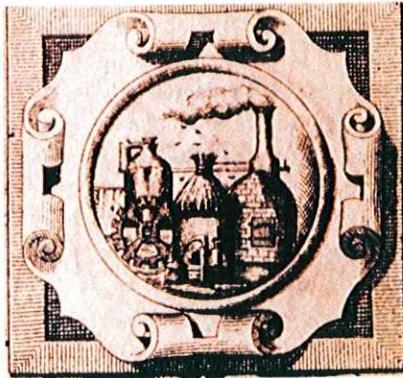
En la Antigüedad Clásica, su actividad preponderante fue la construcción de grandes infraestructuras (puentes, calzadas, traídas de aguas, defensas militares...), la minería o la construcción naval; ello implicaba importantes concentraciones de recursos por lo que, con frecuencia, estuvieron al amparo y servicio directo del Poder establecido, básicamente en las esferas de lo militar. Referencia universal de este periodo es la figura del gran Arquímedes (287-212 a. C.). Sus múltiples y eficientes ingenieros bélicos consiguieron retrasar la inevitable toma de Siracusa por Roma. A modo de anécdota expresiva del impacto de la técnica, se puede recoger el *“Adiós coraje”* que exclamó Arquidamo (hijo de Agesilao, en el 338 a. C.) ante un dardo de catapultas. Con seguridad, éste será sentimiento compartido, e incluso expres-

sión repetida, por la nobleza caballeresca tardomedieval ante los disparos de la artillería, unos dieciocho siglos más tarde. Aunque circunscritas a la esfera de lo castrense, donde al temor por la propia integridad física se superpone la amenaza de posibles desplazamientos sociales, el alcance de las anécdotas anteriores se puede extrapolar al ámbito general de la cultura: las técnicas aparecen y se desarrollan en determinadas esferas culturales, pero son a su vez fantásticos catalizadores, impulsores de los procesos de transformación de esas mismas culturas. A diferencia de la Medicina o el Derecho, en la Antigüedad Clásica no aparece que la Ingeniería tuviese una estructura y un estatuto profesional diferenciados.

En el medioevo, en el siglo XII, se denomina *ingeniator* al técnico especializado en máquinas de guerra, particularmente de asedio. Entre tanto, *engeño* (1251) es término empleado en el castellano medieval para designar los artefactos bélicos, sean ofensivos o defensivos (catapulta, torres de asalto, tortugas, arietes, ballestas, etc.), de donde *ingeniero* significa ingeniero militar. En el Renacimiento, desde una nueva confianza del hombre en la razón, prima una visión humanista de la técnica. Es época en la que se distinguen con claridad ingenieros no militares. Según López Piñero, aparecen diversos perfiles: ingenieros-científicos (con base teórica), ingenieros-artistas e ingenieros-mecánicos. García Tapia emplea una diferenciación similar: ingenieros-teóricos, arquitectos-ingenieros, ingenieros prácticos (en su nivel superior, peritos o expertos en una rama) e ingenieros ocasionales e inventores. Según B. Gille, *“en el siglo XV [...] comienza a dibujarse nuestro ingeniero del Renacimiento, artista y artesano, militar, organizador de fiestas, con toda su complejidad y todo su genio que le darán la ilusión de una eficacia sin límites”.* La experimentación en el taller mecánico es un rasgo diferencial de la nueva Ingeniería. Leonardo da

Vinci es paradigmático como ingeniero-mecánico de taller a pesar de que aún se le valora, esencialmente, en su faceta de excepcional pintor. En España, las necesidades técnicas hacen que aparezcan ingenieros en el entorno del Rey. Se trataba de criados ordinarios del monarca: es decir, funcionarios al servicio de la Corona. No todos, aunque sí una mayoría, eran militares. Miguel de Cervantes, en *Don Quijote* (parte I, Cap. XXXIX), da una pista adicional; un cautivo relata la recuperación de Túnez por los turcos diciendo, entre otras cosas: "Cautivaron asimesmo al general del Fuerte, que se llamaba Gabrio Cervellón, caballero milanés, grande ingeniero y valentísimo soldado". En efecto, frecuentemente, además de militares, los ingenieros eran extranjeros, aunque súbditos de la Corona; italianos y flamencos en particular.

En el siglo de las Luces se funda, en 1711, el Cuerpo de Ingenieros de los Ejércitos, Plazas, Puertos y Fronteras de S.M. A lo largo del siglo XVIII, será, sin duda alguna, la más importante corporación técnica de la Corona española. A los ingenieros militares competían no sólo las funciones castrenses propias (fortificaciones y comunicaciones, en particular) sino las civiles de la época, de reconocimiento e intervención territorial, en particular a través de obras públicas estructurales. Así, de la retícula rectangular de la red viaria favorecida por la geografía e impuesta por los intereses de la Roma Imperial, se pasa a una estructura radial, diseñada por Fernando Ward en 1754 y puesta en marcha por Carlos III, reflejo de la concepción centralista de la nueva casa reinante. Los ingenieros militares proyectaron y dirigieron la construcción de caminos, puentes, canales, puertos, Reales Fábricas (por ejemplo, la de Tabacos de Sevilla, sede actual de la Universidad) e incluso hospitales, escuelas y palacios. Tuvieron también relevantes funciones en el trazado urbanístico de ciudades y su labor cartográfica fue de primera



De la obra de Manuel Silva Suárez titulada "Uniformes y emblemas de la Ingeniería Civil Española"

magnitud. En 1774 se organizó el cuerpo en tres ramos: (1) Plazas y Fortificaciones del Reino, (2) Caminos, Puentes, Edificios de Arquitectura Civil, Canales de Riego y Navegación, y (3) Academias Militares de Matemáticas (Barcelona, Orán y Ceuta). El segundo ramo, con cometidos claramente civiles y treinta miembros, pasó a operar bajo el mando de Francisco Sabatini (1722-1797) y se ocupó de obras de infraestructura y edificación sostenidas por la Corona.

Este vertiginoso e imperfecto resumen resalta las vinculaciones con lo miliar de la profesión de ingeniero en sus orígenes. Pero, además, paralelamente, hay que recordar la existencia de actividades artesanales, gremiales, como precursoras de la moderna Ingeniería. La aparición de la expresión "ingeniero civil" terminará evidenciando la existencia de profesionales en ámbitos no militares. En la España decimonónica, los ingenieros civiles serán de Minas; Caminos, Canales y Puertos; Montes; Industriales; y Agrónomos. Todos estarán integrados en Cuerpos de la Administración con la notable excepción de los Industriales. No obstante, la emblemática profesional de los ingenieros civiles tendrá distintivos de dignidad caros a la milicia: uniformes (en su mayoría, de clara influencia castrense) con espada, bastón de mando, fajín y bicornio con plumero llorón.

Frente a ello, los trajes académicos universitarios o de los profesionales de artes liberales, como la abogacía, serán togas, en su origen trajes talarés, lo que denota la procedencia o preponderancia eclesial en los estudios universitarios. Dicho en otros términos, a través de estos símbolos se evidencian las dos raíces fundamentales de la Universidad española actual: la Iglesia y la milicia.

Con raíz clásica común, el vocablo *ingeniero* se matizará de forma muy diferente en el continente europeo (*ingénieur* en francés, *ingegnere* en italiano) y en las islas británicas (*engineer*). En el primer caso, vinculados en gran parte, pero no exclusivamente, a cuerpos de la Administración del Estado (formados en Escuelas como la *École Polytechnique*, la de *Ponts et Chaussées* o la *Centrale d'Arts et Manufactures* en Francia, o las *Escuelas Especiales* españolas decimonónicas), los ingenieros constituirán una destacada élite intelectual y profesional. Mientras tanto, en la industrializada Inglaterra, ingeniero se comprenderá esencialmente como un vocablo derivado de *engine*, máquina, motor; es decir, ingenio en su cuarta acepción, según el DRAE: "máquina o artificio mecánico", que se remonta a *engegno*. La mencionada acepción también se apunta en el *Tesoro de Covarrubias*, quien afirma que "cualquiera cosa que se fabrica con entendimiento y facilita el executar lo que con fuerzas es dificultoso y costoso, se llama ingenio". La misma acepción es ya cuarta en el propio Diccionario de Autoridades (1732), donde ingenio se define como "las mismas machinas è instrumentos artificiosos inventados por los Ingenieros"; o sea, las máquinas y otros artefactos como "condensación" material y funcional del ingenio en tanto que capacidad intelectual. Se trata de una extensión semántica general en la evolución de las lenguas, por la que a partir de conceptos abstractos, se añaden acepciones más concretas. En nuestro caso, ingenio

pasa del espíritu al producto. En línea con esta cuarta acepción, el mismo *Diccionario de Autoridades* indica que machinista es “*el que fabrica o discurre máquinas, que más comúnmente se llama hoy ingeniero*”.

Conviene detenerse un poco en las raíces históricas de la aludida dualidad de concepciones iniciales en la moderna profesión de ingeniero: A mediados del siglo XVIII, se manifiestan en Europa dos hechos de raíz y desarrollo muy diferentes, de gran trascendencia para el mundo que se está alumbrando: la *Encyclopédie* y la *Revolución Industrial*. Dirigida por Diderot y D'Alambert, la *Encyclopédie* se edita en Francia a partir de 1751. Se inspira en una ideología burguesa, valorando las ciencias y las técnicas (las artes), especialmente en cuanto se impliquen en la producción. Participan en su escritura los filósofos (Voltaire y Rousseau, entre otros muchos), difundiendo un pensamiento abierto a la duda metódica, siempre crítico ante la tradición. Será un catalizador importante para la Revolución Francesa (1789), en la que las ciencias llegarán a ser valoradas hasta el punto de que, en cierto sentido, se elevarán a un sucedáneo de la religión. Entre tanto, se crea la *École des Ponts et Chaussées* (1747), la primera Escuela de Ingeniería no militar europea. Su objetivo es el de formar ingenieros funcionarios que entrarán a servir al Estado en Cuerpos especializados, pero en ámbitos civiles. En ella se formarán los miembros del *Corp de Ponts et Chaussées*.

Paralelamente, en Inglaterra (Birmingham y Manchester, entre otras ciudades), a partir de la década de 1770, en un ambiente de intensa actividad industrial, artesanos-inventores-empresarios hacen gala de una enorme creatividad técnica. No existe una enseñanza reglada del arte del ingeniero, sino que el aprendizaje se re-

aliza en el taller, bajo la tutela de maestros; es decir, el esquema de transmisión del conocimiento es, esencialmente, de tipo gremial. En este ambiente, algunos industriales textiles, constructores de máquinas, inventores, se reúnen regularmente en un club para intercambiar puntos de vista. Bajo el liderazgo de John Smeaton, se terminan autodenominando “*civil engineers*”, nombre con el que pretenden diferenciarse de los ingenieros militares, los *Royal engineers*”.

En resumen, en el siglo XVIII se evidencian las dos tradiciones básicas de la Ingeniería no militar en Europa. Una, continental, de raíz administrativa que nace en Francia, *Ingénieurs d'État*, con sus Escuelas propias, en las que se enseña la ciencia y el arte de la rama de la Ingeniería que co-

ntineros continentales surgen desde y para la cúpula de la administración, los británicos emergen desde abajo, gremialmente, desde el taller.

La expresada dualidad de concepciones, facultad intelectual *versus* máquina, se traduce históricamente en Instituciones educativas muy diferenciadas, que responden a misiones sociales bastante distintas: en nada se parecen conceptual y metodológicamente los estudios en las “*Grandes Écoles*” francesas con los correspondientes de los “*Polytechnic Institutes*” británicos. De este modo, se determina una tradición dual de la Ingeniería en Europa que, aún hoy en día, explica la diferente imagen social de los ingenieros en el Continente y en Gran Bretaña.

Para concluir el *excursus* desde la

lexicografía, pasaremos del profesional a la profesión. Ingeniería, vocablo introducido en el DRAE por derivación formal de ingeniero, se incorpora en 1803 (IVª ed.): “*El arte que enseña a hacer y usar de las máquinas y trazas de guerra*”. En la XIIIª ed. (1899) se admitirá implícitamente la participación civil, “*Ciencia y arte del ingeniero*”, mientras que la primera definición nocional no aparecerá en el DRAE hasta 1925 (XVª ed.): “*Arte de aplicar los conocimientos científicos a la*

invención, perfeccionamiento o utilización de la técnica industrial en todas sus determinaciones”. Como se avanzó, la edición de 1925 es la que introduce el sustantivo *técnica*, se verá que en detrimento de *tecnología*. En la actualidad, según el DRAE, Ingeniería es: “*Conjunto de conocimientos y técnicas que permiten aplicar el saber científico a la utilización de la materia y de las fuentes de energía*”. Algo fiscalista, parece marginar el empleo de la información; por consiguiente, de sectores como la automática, la electrónica, la informática o las telecomunicaciones. ■



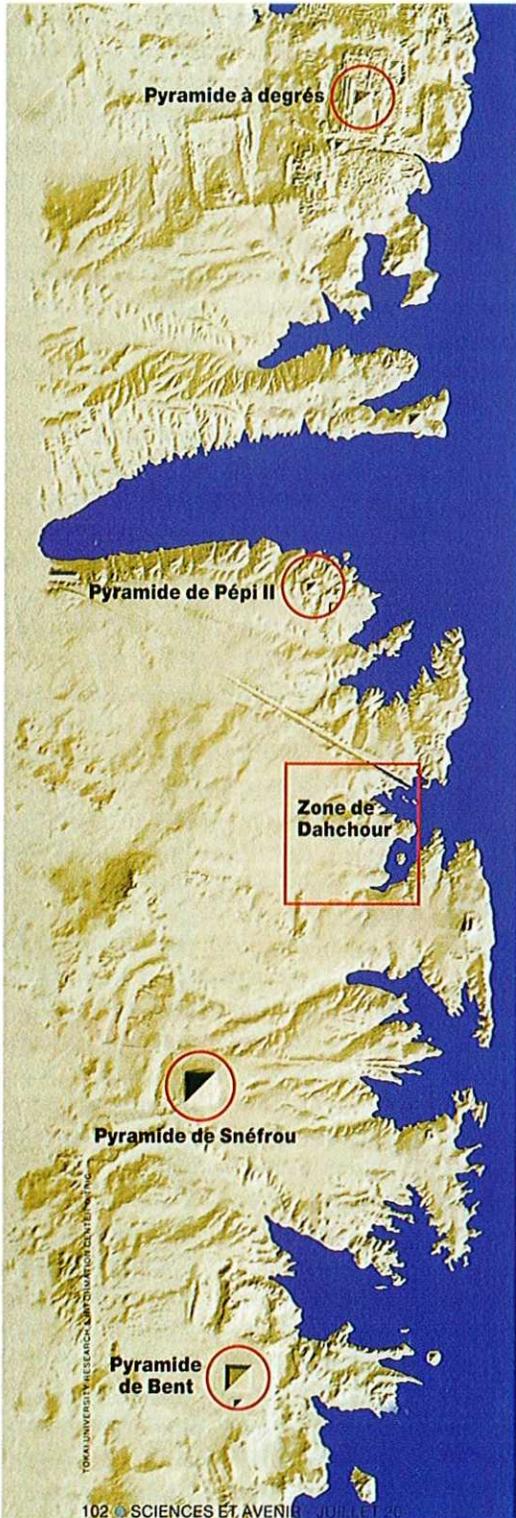
De la obra de Manuel Silva Suárez titulada “*Uniformes y emblemas de la Ingeniería Civil Española*”

responde al cuerpo administrativo. De formación academicista, el término ingeniería hay que entenderlo en este caso como derivado de ingenio, *ingenium*, en su acepción de capacidad intelectual. La segunda tradición, de iniciativa privada, aparece como una forma evolucionada de la gremial, e ingenio adquiere su sentido en tanto que sinónimo de máquina (*engin*); es decir, “ingenio físicamente *plasmado*” en un artefacto. Los inge-

Bernadette Arnaud

SATÉLITES

al servicio de los arqueólogos



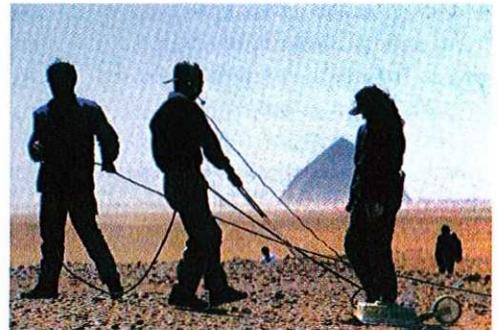
Vista desde el espacio, la ribera oeste del Nilo ofrece un paisaje insólito. La imagen obtenida por satélite ha permitido descubrir 38 nuevos parajes en la zona de Dachour; sólo falta emprender las investigaciones sobre el terreno con ayuda de magnetómetros.

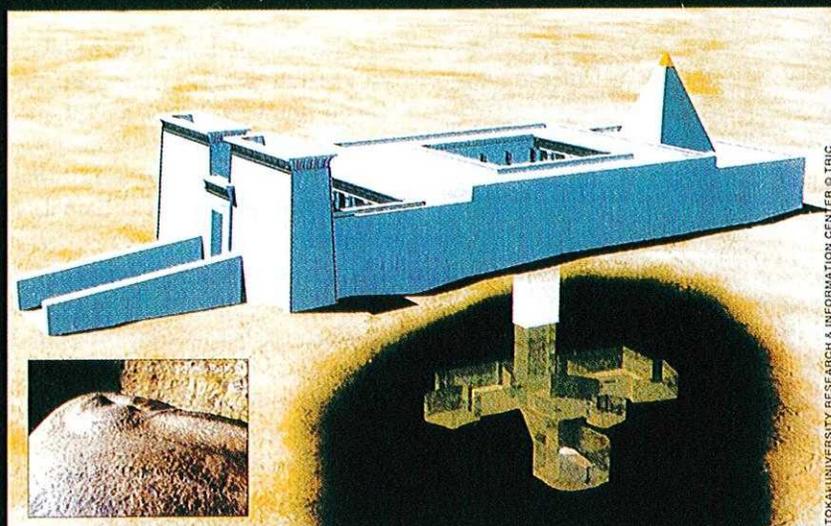
¿Para comprender mejor nuestro pasado, será necesario elevarse en el cielo? Así es, según los resultados obtenidos por ingenieros del Centro de Investigación de la Universidad de Tokai, en Tokio. Centro superior de la tecnología nipona, este laboratorio se consagra al tratamiento y análisis de las imágenes de los satélites con fines climáticos o geológicos. Hasta hoy, cuando su directivo Pr. Tashifuni Sakata decide lanzar un nuevo reto: ¿por qué no buscar emplazamientos arqueológicos directamente a partir de la imaginaria espacial? Para llevar la experiencia en laboratorio se asocia a los egiptólogos de la Universidad Waseda, también en Tokio. Y los resultados no tardan en llegar con el descubrimiento de varios complejos arquitectónicos en la orilla izquierda del Nilo, en la región de las pirámides entre Abu Rawash y Meidoum.

Puede parecer sorprendente recurrir a las tecnologías del espacio para descubrir los monumentos tan voluminosos que posee el antiguo Egipto, pero es obligado señalar que muchas de estas construcciones han sido saqueadas, destruidas, desmanteladas y a menudo reducidas a vulgares montones de arena. *“Después de dos siglos de explotación, sabemos que todavía existen pirámides por descubrir”,* señala Sakata. *“Especialmente las de los monarcas del Antiguo Imperio como Menkaouhor, Neferkare o Ydi.”*

Recopilando las informaciones procedentes de los satélites de observación europeos Spot y ERSI, del americano Landsat y sobre todo del japonés Jersi y del ruso KVR-1000,

Vista desde el espacio, la orilla oeste del Nilo (datos de satélite) pone al descubierto 38 nuevos emplazamientos en la zona de Dahchour. El acceso a ellos ha sido posible gracias al empleo de la magnetometría (Dcha).





TOKAI UNIVERSITY RESEARCH & INFORMATION CENTER © TRIC

La tumba-capilla cuya entrada se encuentra en pleno desierto fue descubierta gracias a los datos aportados por satélites. El sarcófago (dcha) se hallaba a 13 metros de profundidad.



se han detectado un total de 38 lugares y construcciones enterradas. “La imagen óptica de alta resolución obtenida por el KVR-1000 descubría sobre todo la presencia de cavidades circulares típicas de pirámides desplomadas o incompletas”, precisa Yakuji Yoshimura, de la Universidad de Waseda.

Sobre el terreno, a 35 km al sur de El Cairo y a dos kilómetros al noreste de la pirámide de Snefrou, las imágenes del satélite se materializan en un complejo arquitectural en ladrillos de arcilla esparcido por una vasta zona bautizada con el nombre de Dahchour Norte. Entre todos los vestigios, el equipo japonés se interesa por los restos de una capilla funeraria que data del Nuevo Impero, periodo comprendido entre la XVIII y

la XX dinastía (1550 a 1070 años antes de Cristo). Se trata de una edificación de importantes dimensiones (47 metros por 17), que recuerda al del ilustre sucesor de **Toutankhamon**, el general **Horemhbeb**. La tumba fue construida en el centro de un promontorio y hay fragmentos de caliza diseminados por la superficie. A pesar que la parte superior haya desaparecido totalmente, la planta tiene un patio y una capilla con salas laterales. Se ha hallado igualmente una pequeña pirámide de 60 cm de altura, que coronaba la cúspide de la capilla funeraria (ver su reconstrucción debajo). Los investigadores japoneses encontraron un conducto de entrada, se aseguraron de que no había riesgo y descendieron con la mayor precaución. Los pozos de acceso tenían 13 metros de profundidad. En el fondo, en una oscuridad total, el equipo accedió a siete salas

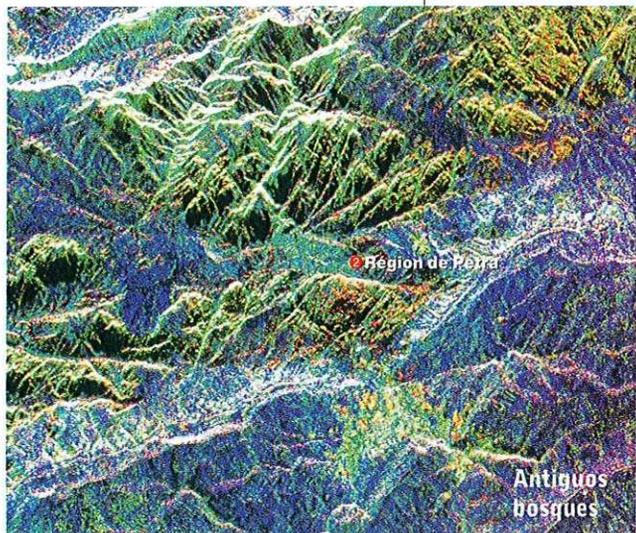
subterráneas, en una de las cuales se hallaba un enorme sarcófago de granito.

Desde 1996, fecha en que se comenzaron los trabajos, se han desen-



Apenas visible, la tumba surge de las arenas

PHOTOS: EGYPTIAN CULTURE CENTER WASEDA UNIVERSITY

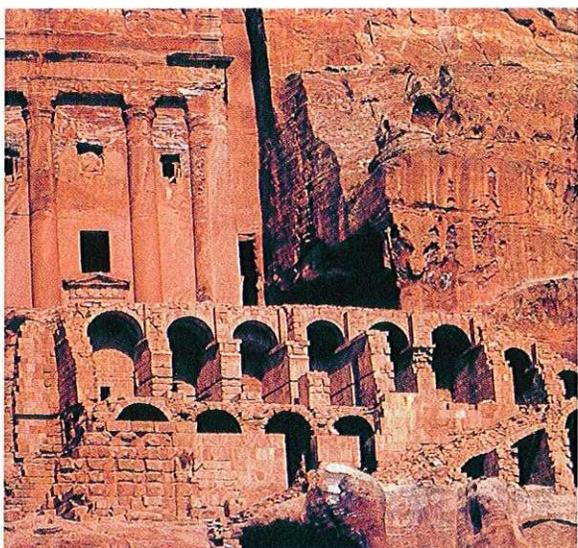


La región de Petra situada entre antiguos bosques

terrado más de 4.000 objetos. Los nombres de **Akhenaton**, **Tutankhamon** o incluso **Ramsés** figuran en algunos de ellos. Se trata probablemente de la tumba de algún alto dignatario ligado a la familia reinante. En el sarcófago se ha podido descifrar el nombre de **Mes**, un escriba real.

VESTIGIOS PREHISTÓRICOS

Pero los monumentos enterrados no son los últimos vestigios localizados por las imágenes de satélites, ya que (siempre en tierra de Egipto) otro equipo, el de **Farouk el Baz**, del

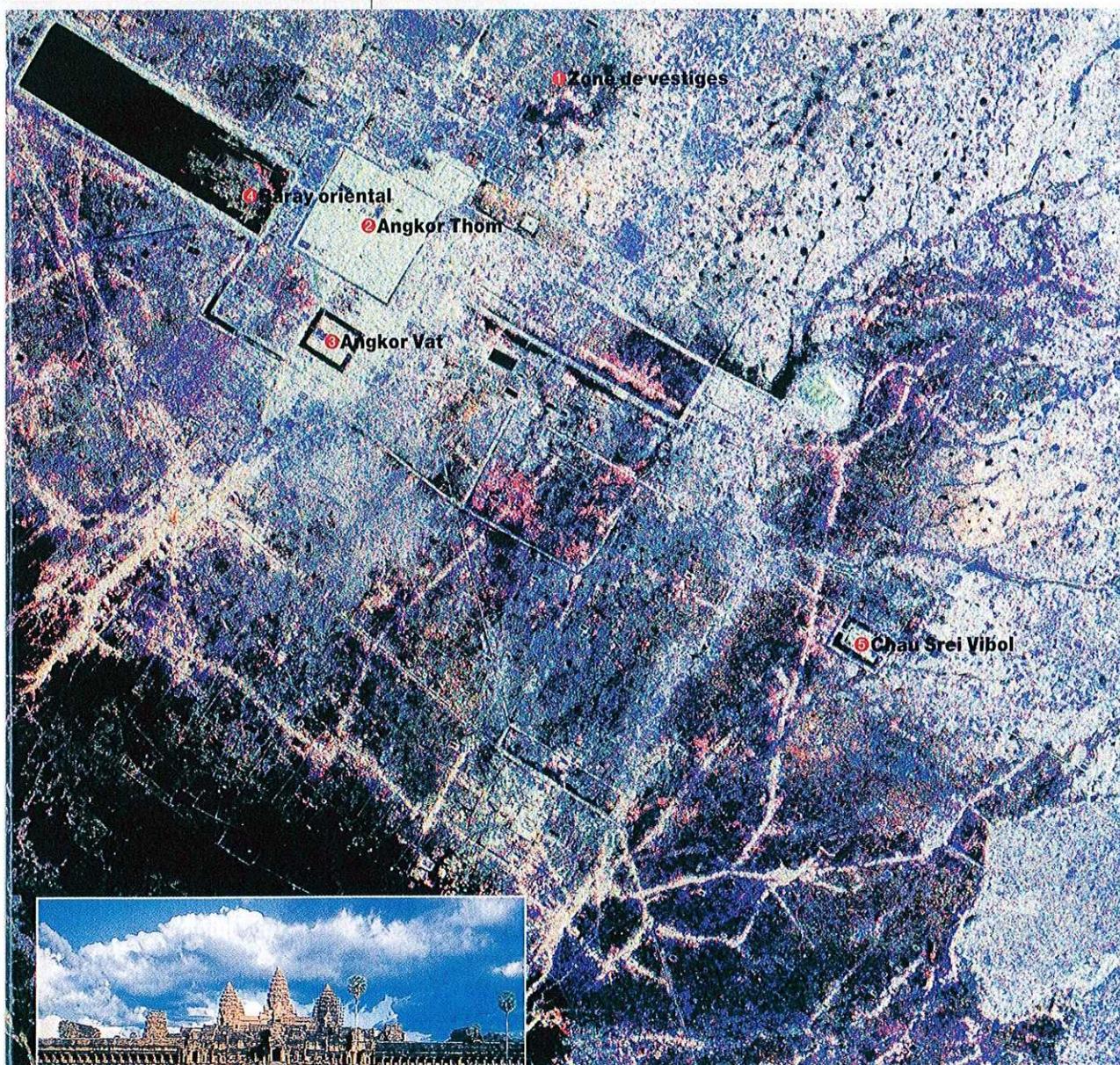


FRANÇOIS GUENET

Centro de teledetección de la Universidad de Boston, ha identificado parajes prehistóricos a lo largo de tres grandes ríos, hoy secos. En sus riberas han vivido hombres hace 200.000 años. "El acercamiento que permite la imagen de satélite, viene también a completar las fuentes de escrituras antiguas", sostiene Jean Paul Gilg, del Laboratorio de teleanálisis y Sociedad de la Escuela de Altos Estudios de Ciencias Sociales.

Creyendo en la teledetección espacial y en los escritos de Estrabón, por ejemplo, se ha podido comprender cómo los romanos hicieron el catastro y determinaban los territorios de la cuenca mediterránea.

Hoy las imágenes de satélite suministran tal profusión de datos que ninguna otra fuente puede rivalizar con ella. Estas técnicas, asociadas a sistemas de detección electromagnética a si-



Angkor Thom

mulaciones informáticas, modifican el trabajo de los arqueólogos por lo que en el futuro será posible, en ciertos casos, estudiar monumentos enterrados sin necesidad de llegar a ellos.

Petra

La teledetección por satélite es también un formidable medio para estudiar la evolución dinámica de los paisajes. Permite comprender mejor las relaciones que existen entre los ecosistemas y la emergencia de las Sociedades antiguas.

Gracias a esta imagen radar que restituye los alrededores de Petra, en Jordania, los arqueólogos han podido estudiar los factores geográficos que han podido influir en la forestación de la capital nabatea (siglo V antes de Cristo). Durante miles de años, esta región en la frontera actual entre Israel y Jordania, fue zona de intensos cambios comerciales y culturales entre Arabia y el Mediterráneo, Europa y Asia. Fue también un importante paso de migraciones. La parte en sombra en lo alto a la izquierda, Wadi Araba, es la extensión geográfica del célebre Rift Valley, que tiene su origen en África del Este. Durante 10.000 años, Al Batra (nombre árabe de Petra) ha visto desarrollarse las evoluciones de la historia del hombre. Sin duda alguna, los paisajes también han evolucionado y las montañas calcáreas (zona purpúrea abajo a la derecha) pudieran haber estado cubiertas de bosques, hoy pelados. La zona central (verde y naranja), región de rocas de gres, comprende la célebre ciudad citada con sus paredes de gres rosa, Petra.

Angkor, la ciudad hidráulica

La capacidad de los radares para penetrar las nubes y la vegetación ha sido, en el marco de la ciudad de Angkor, en Camboya, una ayuda preciosa para los arqueólogos. El complejo monumental de la "Villa-templo" se extiende sobre 300 km². Por tanto, en esta región de monzones, la mayor parte de la ciudad se halla en-



Ubar

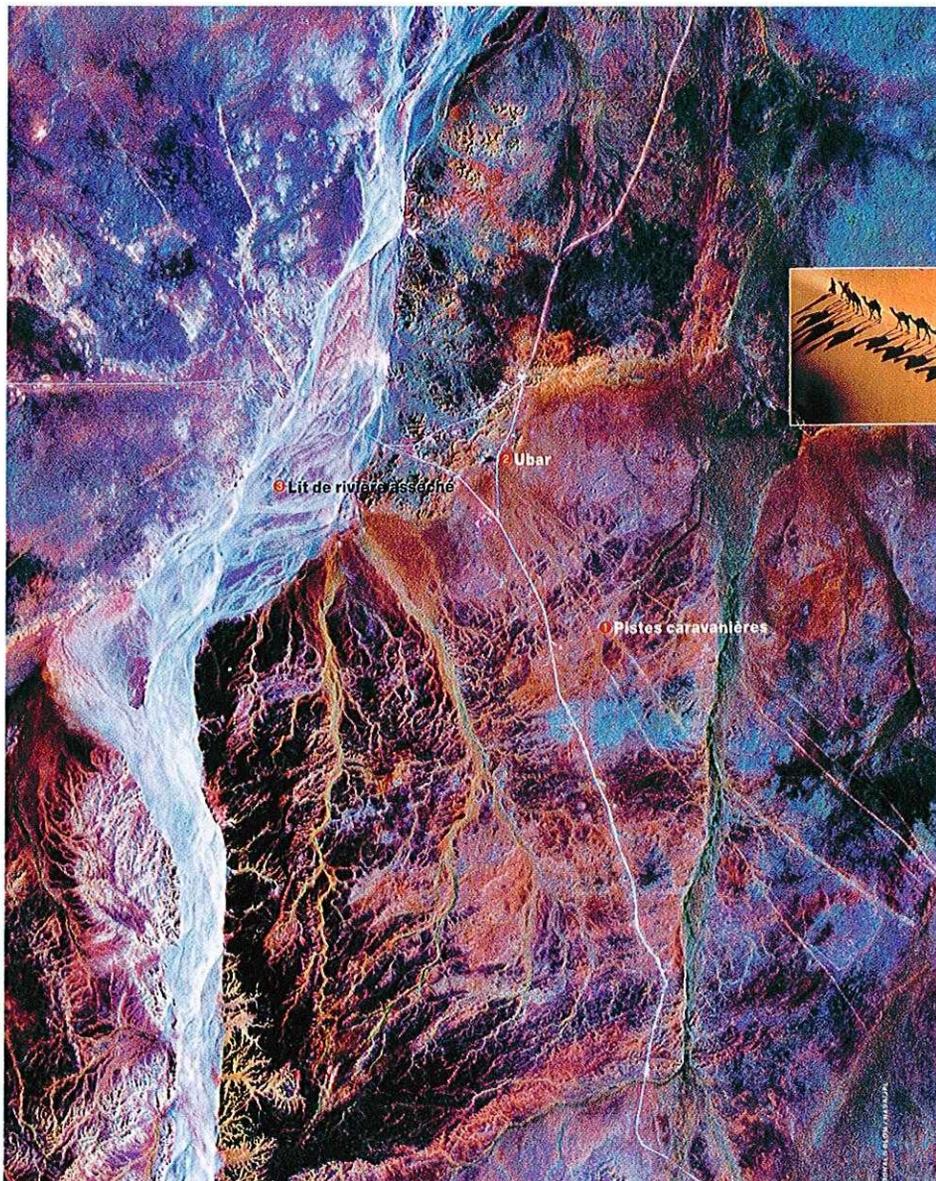
mascarada por una espesa pantalla forestal que hace que su estudio sea más difícil. El análisis de las imágenes de los satélites suministradas por la NASA ha permitido comprender mejor el desarrollo y la floración de la ciudad de los reyes khmers en el curso de los ocho siglos de ocupación. Han podido reconstruir el vasto sistema de canalización e irrigación que alimentaba la "ciudad hidráulica" de los khmers y cuyos restos se habían perdido. Igualmente se han localizado varias estructuras sin duda de los templos todavía desconocidos (1) especialmente en la zona situada ligeramente encima de Angkor Thom (2).

La ciudad del Rey leproso cuenta con más de 60 santuarios, de los cua-

les el más prestigioso, Angkor Vat, joya del arte khmer, se halla justo en el centro de la imagen (3). Está rodeado por un gran estanque (4), el Baray oriental. En la parte situada debajo a la derecha de la imagen figura un rectángulo circundado por un estanque más oscuro: el templo Chau Srei Vibol (5). En su apogeo, en Angkor vivían más de un millón de personas. Este Centro espiritual fundado en el siglo VII, fue abandonado en el XV, olvidado y después descubierto por Henry Mouhot en 1860.

Ubar, capital del incienso

El Corán la llama "la Villa de las columnas" y los cuentos de las "Mil y una noches" evocaban sus fabulosas riquezas. Lawrence de Arabia quería también hallar la mítica Ubar, capital



milenaria de la ruta del incienso. La antigua ciudad estaba engullida por las arenas y nadie sabía dónde localizarla. Hasta que en la guerra del Golfo, **Ronald Blom**, investigador de la NASA, estaba intrigado por la presencia de extraños trazos en las restituciones de las imágenes SAR (*Synthetic Aperture Radar*) tomadas por la nave espacial *Endeavour*. Vistas desde el cielo, delicadas alineaciones (1), estrías rosadas recorrían el sultanato de Omán y parecían converger en un punto. Es así como las pistas milenarias, invisibles desde el suelo, permitieron al final identificar a Ubar (2) (Página anterior).

Durante 2.700 años (del 2400 antes de Cristo hasta el 300 d.C) largas caravanas atravesaban los desiertos de Arabia transportando el precioso incienso, resina con propiedades aromáticas y medicinales que había sido fuertemente apreciada por los romanos, que hacían un gasto considerable, especialmente durante las ceremonias de cremación. Cuando el emperador **Constantino** prohibió las incineraciones, el lucrativo negocio empezó a declinar.

Hoy día, las misiones arqueológicas se suceden sobre la ciudad. Pero Ubar, erguida cerca de un importante punto de agua cuya longitud se apre-

cia en la cinta blanca de la imagen está visible en el fondo de una fosa abierta (3). El agua ha corroído el subsuelo calcáreo sobre el que reposa. La leyenda cree que sus habitantes (que llegaron a ser enormemente ricos) habían perecido bajo las arenas. Quedan por descubrir otros vestigios y, según el autor **Plinio**, ocho fortalezas bordean la ruta del incienso.

La Gran Muralla

Según los astronautas, sería el único monumento visible desde el cielo. Obra del emperador **Qin Shi Huangdi** (221 años antes de Cristo) que, en su tiempo exigió la unificación de todos los tramos existentes, la Gran Muralla de China se extiende sobre cerca de 3.000 km. Gracias a los datos de radar registrados por el *Endeavour*, han sido descubiertas las partes desconocidas y ocultas de esta construcción palimpsesta.

En la imagen (que representa un fragmento de la muralla visible al oeste de Pekín) una delgada banda naranja de 150 km (1), aparecieron los vestigios enterrados de un muro más antiguo, al este en líneas discontinuas (2).

La muralla actual fue arreglada durante la dinastía **Ming** (siglo XV), mientras que los restos enterrados datan de los **Sui** hace 1.500 años. Su detección por los investigadores chinos ha permitido seguir un antiguo trazado. En ciertas zonas, grandes porciones habían desaparecido bajo las arenas.

Ciertos canales de radar son sensibles a la estructura particular de la vegetación. El mosaico de rectángulos en lo alto a la izquierda eran campos de cultivo (3). Paralelamente al muro del siglo XV, discurre una carretera bordeada por árboles (4). ■

(De *Sciences et Avenir*)