

H. c. Esp.

II-152

~~Dupl.~~

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA

NEOLOGISMOS, ARCAÍSMOS  
Y SINÓNIMOS

EN

PLÁTICA DE INGENIEROS

Disertación leída por

E. TERRADAS

y seguida del

DISCURSO

leído por

G. MARAÑÓN

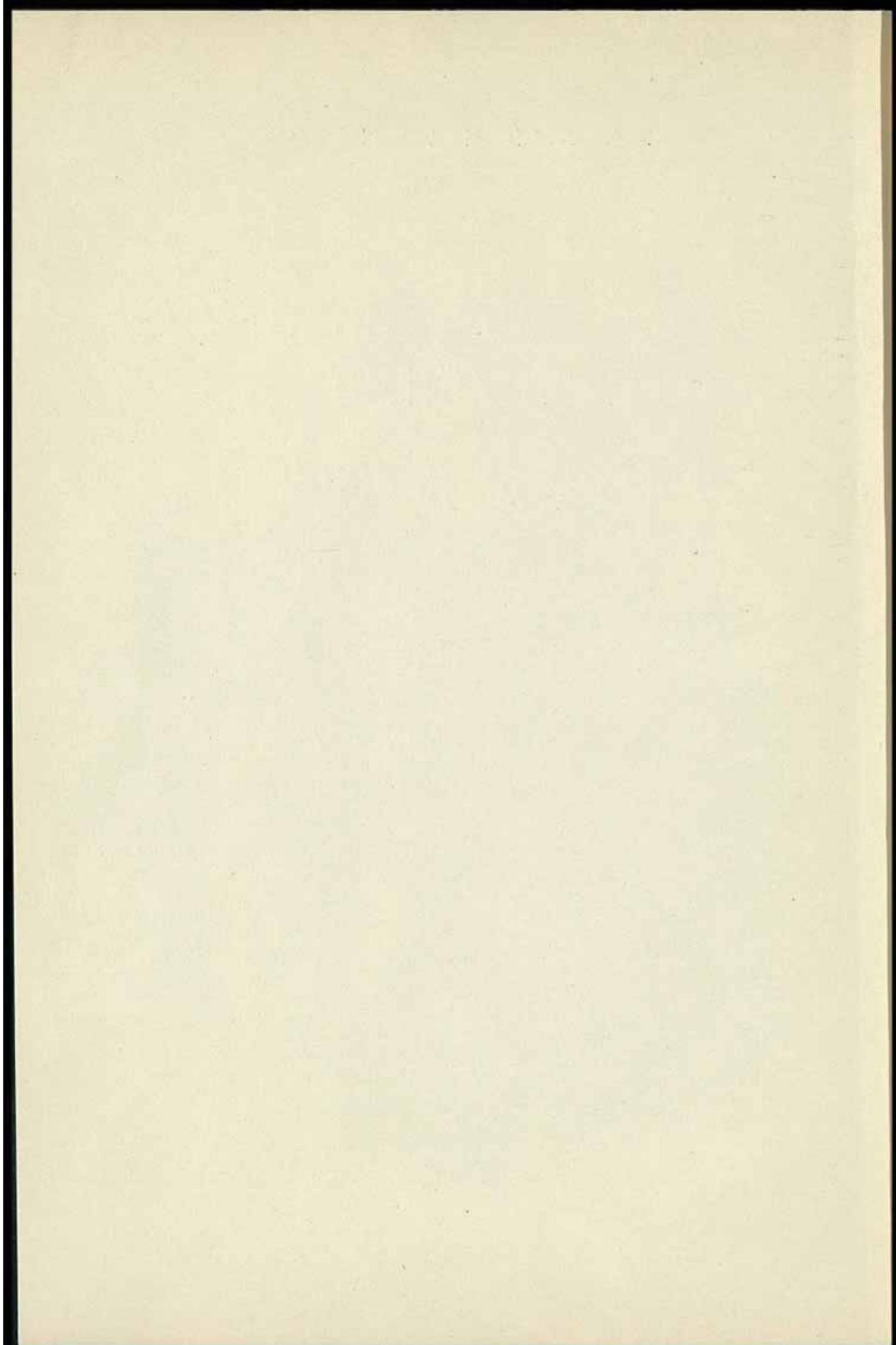
en sesión pública de 13 de octubre de 1946.

S. AGUIRRE

IMPRESOR

CALLE DEL GENERAL ÁLVAREZ DE CASTRO, 38

MADRID



R 1101 v

BRANCO DE MEXICO ESCOLAR

NEOLOGISMOS, ARCAISMOS  
Y SINONIMOS

NEOLOGISMOS, ARCAISMOS  
Y SINONIMOS

EN

PLÁTICA DE INGENIEROS

E. TERRAZAS



LIBRARY OF THE  
UNIVERSITY OF MEXICO  
MEXICO

NEOLOGISMOS, ARCAISMOS  
Y SINÓNIMOS  
DE  
PRÁCTICA DE INGENIEROS

R 41087

Ac. Esp.  
II - 152

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA

NEOLOGISMOS, ARCAÍSMOS  
Y SINÓNIMOS

EN

PLÁTICA DE INGENIEROS

POR

E. TERRADAS

S. AGUIRRE

IMPRESOR

CALLE DEL GENERAL ÁLVAREZ DE CASTRO, 38

MADRID



REAL ACADEMIA ESPAÑOLA

NEOLOGISMOS, ARCAISMOS  
Y SINÓNIMOS

PRÁCTICA DE INGENIEROS

E. TERRADAS



EL AGUIRRE  
MADRID  
CALLE DE ALBA, 11  
M. D. C. L. X.

SENTENCIAS TEMÁTICAS

In verbis etiam tenuis cautusque serendis  
dixeris egregie, notum si callida verbum  
reddiderit iunctura novum. Si forte necesse est  
indiciis monstrare recentibus abdita rerum

.....  
..... dabiturque licentia sumpta pudenter.

*Ad. Pis., 46-51.*

..... licuit, semperque licebit  
signatum presente nota producere nomen.

*Id., 58-59.*

.....  
et juvenum ritu florent modo nata vigentque.

*Id., 62.*

Multa ex graeco formata nova sunt, ut ens et essentia quae cur tantopere aspernemur, nihil adeo nisi quod iniqui Judices adversos nos summus, ideoque paupertate sermonis laboramus.

*Inst. Orat., lib. 8, c. 3.*

Cum omnes vitae meae rationes quam probatissimas esse velim ceteris hominibus...

*Nebrissensis, Dict.*

REVISIONES LINGUISTICAE

In hac parte sunt omnes revisiones  
linguae, notum est quibusdam  
reviseribus notum est quibusdam  
reviseribus notum est quibusdam  
reviseribus notum est quibusdam

1871-72

Revisio linguae  
linguae notum est quibusdam

1873-74

Revisio linguae  
linguae notum est quibusdam

1875-76

Revisio linguae notum est quibusdam  
linguae notum est quibusdam  
linguae notum est quibusdam

1877-78

Revisio linguae notum est quibusdam  
linguae notum est quibusdam

1879-80

## PRIMERA PARTE

### INTRODUCCIÓN

Era yo estudiante en la Universidad de esta Villa y Corte cuando, por vez primera, asistí a una sesión pública de la Academia Española. El lema de tres verbos, leído en los muros, grabóse indeleble en la memoria, y con él las imágenes luminosa y acústica del acto solemne en que Echegaray, ingeniero, dió la bienvenida a Ferrari, poeta. El famoso dramaturgo, recitando versos de dieciséis sílabas lenta y acompasadamente, deleitaba al auditorio, y con fruición podría repetir más de una estrofa, a pesar de los ocho lustros que nos separan de aquella fecha.

La Real Academia de la Lengua fija, limpia y da esplendor al idioma, y para tal trabajo invita a los más eminentes literatos, a conocedores de la gramática, la etimología y la semántica; artistas, retóricos y oradores, seres privilegiados que atesoran conocimientos y aptitudes para llevar a buen fin tan nobles menesteres. Grande es su responsabilidad; la excelente talla de esa joya de múltiples facetas, el brillo y el iris de sus reflejos dependen de la habilidad y maestría del operario; el idioma es gema de valor inestimable, orgullo legítimo de propios cuanto admiración de extraños, patrimonio de raza eminente, que expresó en él, al fluir de las edades históricas, la gesta heroica de su ideal. Responsabilidad tamaña, compartida con poetas, novelistas y escritores de todo linaje, allende

el mar Atlántico. Custodios son unos y otros del acertado desarrollo del lenguaje que, como se ha dicho desde tiempos remotos (\*), es actividad humana y se transforma según la evolución del Conocimiento.

El rápido progreso de la Ciencia y de la Técnica introduce conceptos nuevos y unidades de medida cuya expresión requiere nombres adecuados: «nomina consona rebus», «novis rebus, nova nomina» (\*\*). Algunos, entre tales vocablos, proceden de investigaciones recientes, otros son debidos a progresos fundamentales en el arte de la guerra, en la industria, en el laboreo de minas, en el transporte, etc. Interesa seguir de cerca el proceso de consolidación, restablecer voces en desuso entre gente ciudadana pero acaso conservadas en labranzas o tradiciones constructiva, forestal, minera, y de artesanía; unificar criterios y pareceres, en suma, para convenir en el significado de voces nuevas y en los márgenes de vaguedad de las afines que requieren precisa interpretación.

Esta tarea corresponde al segundo de los verbos imperativos en la terna de deberes que señala el lema de la Real Sociedad, y en tal empeño confío en lograr un lucrar modesto que no desmerezca de la tradición que crearon académicos ilustres al iniciar el rumbo y la trayectoria que habré de seguir.

Tales son mi propósito y mi esperanza: trabajar dignamente, poseído de humilde reverencia y de alentadora ilusión.

(\*) Ya Demócrito, cabeza de la escuela anomalista, en oposición a la escuela analogista de Heráclito, afirma que el lenguaje es un convenio social. Analogista y anomalista se refieren a puntos de vista en cuanto al origen del lenguaje.

(\*\*) «Faltan nombres para muchas cosas, no cosas para nombres». Feijóo tenía a la lengua castellana por pobre; lo mismo pensaba Lucrecio del latín. Léase el prólogo de Terreros en el Diccionario castellano de Ciencias y Artes, Madrid, 1786, especialmente la pág. ij. cap. 3. Voces tenidas como correspondencia adecuada de un concepto pasan, con el tiempo, a interpretar otro distinto; por ejemplo *átomo* que, con la introducción de los electrones y descubrimiento de los isotopos, no significa ya «lo indivisible».

A LA MEMORIA DEL INSIGNE  
R O D R I G U E Z M A R I N

Fuí elegido para ocupar la vacante de un esclarecido poeta.

Poesía, λόγοι, ἀρμονία, ριθμός, (\*), es equivalente a elocución artística. Lo bello tiene un núcleo eterno y accidentes mudables. Hay poetas de la hora que pasa, llena de inquietudes y zozobras, hubo poetas románticos que se leían a lágrima viva y «clásicos» tenidos como símbolos de perfección.

Poesía de fondo denso en emoción, esmerada y correcta; poesía moral, mística y solemne; alegre o seria; magnífica en un himno religioso o retozona en canciones populares y coplas, Rodríguez Marín fué capaz de alcanzar maestría en arte diverso, guardando, de buen grado, fidelidad a las normas clásicas.

Sus maneras preferidas estuvieron en boga en el siglo xvii. Al lector pueden parecerle madrigales y sonetos pulquérrimos que derivaran, al par de los de Garcilaso, Arguijo, Lope de Vega, Cervantes y Argensola, de pura fuente renacentista.

En sus primeras obras, que titula luego «Remotas lozanías», rinde tributo a la emoción romántica del décimono (\*). Alaba a Rosalía de Castro, en su mismo estilo y lenguaje (\*\*). Entona luego al modo clásico la can-

(\*) Aristóteles, *Poet.*, cap. VI (3).

(\*\*) Sueños, nubes, ¿adónde os llevará el destino?—Desdichados juguetes del bárbaro huracán.—Oíd..., mas no, ya brama de nuevo el torbellino.—Adiós nubes y sueños, ¡Dios sabe adónde van!

(\*\*\*) Airiños d'a miña terra. — Aires, airiños d'Osuna — voxade pol alta serra —  
..... — Levayo d'Andalucía — como ofrenda d'o meu peyto —  
a fosa de Rosalia — .....

ción que permite expresar delicadamente su temperamento (\*), como antaño Rioja o Mira de Amezcuea, en contraste con la manera rotunda y decidida de otros poemas adornados con matices vigorosos de inusitada valentía (\*\*).

Maestro en el soneto, el dedicado a Susillo es un alarde descriptivo, y «Cansancio», modelo lírico que puede figurar en las más refinadas antologías (\*\*\*). En otro, satiriza gallardamente a un juez prevaricador (\*\*\*\*).

«El Bachiller de Osuna» firmaba los sonetos festivos; «Virtud por fuerza» es uno de los mejores. En el titulado «Don Ruin» aporta multitud de dificultades lingüísticas para vencerlas donosamente. Menéndez Pelayo prefería los sonetos «serios»; los terminados por frase de singular gracejo encierran mayor originalidad y lozanía. Tales, v. gr., «Robado y criminal», «Lo que no sufrió Jesús», «Moral», «La Zalea» (\*\*\*\*\*), «Matusalén en su tocador», etc.

Entre los últimos que escribiera son jocosos los dedicados a Alvarez Quintero y a un petardista.

Sin el más leve desaliento ofrece en la mayoría de sus trabajos rendido homenaje a Cervantes. El de más alto vuelo es probablemente el que reúne sus comentarios acerca de «El Quijote». Imprimióse en ocho volúmenes que se

(\*) Mariposilla leve, flor alada — con las tintas del cielo matizada — al sol debes tu vida bulliciosa — él con el grato influjo de su lumbre — te convirtió de larva en mariposa — .....

(\*\*) La dice a un clérigo criticón: También yo andar quiero a dime y direte — sé pizcas de hebreo, de griego y latín — y en tomas y dacas veremos al fin — quién canta la gloria, quién tira el bonete.

(\*\*\*) Termina así: Hice el bien e hice mal. La vida es ésta — pues otra denme y a vivir me allano, — que esta vida no vale lo que cuesta.

(\*\*\*\*) Juez sin oídos para más razones — que aquellas que hace buenas el dinero — conciencia de alquiler, sabio fullero, — que tergiversas textos a montones.

(\*\*\*\*\*) Al celebrar su boda Gil y Juana, — ésta llevó en ajuar a su marido — un colchón guijarreño y fementido — y una zalea de abundosa lana. — A su Gil destinóla muy ufana; — meses después, la atravesó en el nido — y al fin, insomne el triste y dolorido, — le halló, echado en bodoques, la mañana. — Escarmentad en el ajeno daño, — dad dos higas a Venus citerea — y huid, mancebos, del traidor engaño. — Que si en la red os pillan himenea — será efímero el bien: antes del año — mudado habrá de sitio la zalea.

agotaron apenas vieron la luz y contienen notables colecciones de documentos cervantinos a la vez que explicaciones de voces, frases y alusiones que, al realzar el mérito de la gran novela, acrecientan el interés de su lectura por la mejor comprensión de la misma (\*).

No sólo comentó la obra maestra, sino las demás del propio autor; las acotaciones a «Rinconete y Cortadillo», por ejemplo, merecen señalarse por su descripción de la

(\*) Nació D. Francisco Rodríguez Marín en Osuna en 27 de enero de 1855. Estudió allí el Bachillerato y se hizo abogado en Sevilla. Imprimió sus primeras poesías en 1875 y 1878. Editó en esta capital cinco tomos conteniendo cantos populares españoles. En su mocedad fué músico flautista en estudiantinas sevillanas y referíase a ello al decir: «Procuraba no desafinar, que es lo que he hecho toda la vida.» Ejerció la profesión de periodista.

Trabajó como abogado en Sevilla hasta que por una dolencia en la garganta quedó afónico y desde entonces dedicóse por completo a la literatura, llegando a publicar 155 volúmenes.

Fué editor de refranes, continuando la tradición de Correas, Sbarbi y otros. Sus primeras recopilaciones datan de 1870; en 1883 publicó refranes andaluces de meteorología; posteriormente, en 1896, refranes del almanaque; en 1895 trató el tema en su discurso de entrada en la Academia de Buenas Letras de Sevilla, y en 1926, 1930, 1934 y 1941 publicó sucesivamente gran número de refranes nuevos. Tenía por lo genuinamente español amor purísimo y acendrado y creía que España era por antonomasia la tierra de los refranes. «A mí arraigada española me atuve» es una de sus frases.

Nadie puede optar al paralelo con D. Francisco Rodríguez Marín en el estudio y conocimiento de la literatura española en el tránsito del siglo XVI al XVII. Tan enamorado estaba de sus temas y métodos que no le ofreció dificultad alguna seguirlos en la literatura original que dió a la publicidad. Su erudición, basada en el amor al estudio y en una memoria feliz, fué realmente prodigiosa.

El discurso de entrada en la Academia Española (1905) versó sobre Mateo Alemán y fué contestado por Menéndez Pelayo.

Fué Director de la Real Academia de la Lengua, de la Biblioteca Nacional y miembro de varias sociedades literarias nacionales y extranjeras.

Falleció en 9 de junio de 1943, de parálisis del bulbo raquídeo, cuatro días antes del homenaje que habíase proyectado para honrar el mérito de su vida.

Véase su discurso póstumo en ocasión de ese homenaje en un folleto de 1943 con introducción de Martínez Kleiser y relación de diversos títulos y honores de que gozaba.

La revista *Investigación y Progreso* en las pags. 313 a 320 de 1943 publicó un relato de su labor literaria y diversas anécdotas.

Amezúa dió a conocer en 1944 (Madrid) la bibliografía completa con anotaciones en su Sección I y clasificación por materias en la Sección II. Contiene 212 anotaciones.

vida sevillana cuando en Sevilla fondeaban los buques procedentes de América, abarrotados de plata.

Además de analizar la obra de Cervantes, estudió con pormenor y cariño las de Pedro Espinosa, Barahona de Soto y Mateo Alemán.

El soneto escrito en ocasión del tercer centenario del Quijote, contiene una frase que podemos repetir, refiriéndonos esta vez a Rodríguez Marín en persona: «*Pregúntame usarced a qué venía? — Maestro, a lo de siempre, es cosa llana — a aprender de quien tengo por mi guía...*» Con nosotros, las generaciones que nos sucedan, acudirán a la obra de Rodríguez Marín para el mejor conocimiento de nuestra lengua y su expresión más acertada; para admirar con nuevo y mayor motivo a los grandes escritores del siglo de oro; para aprender cómo, pese a la corriente y remolino de nuevas tendencias poéticas, no desviara jamás el rumbo de su brújula.

Importábale poco a la goleta de velas áuricas desplegadas a la luz de los cielos azules y empujada por vientos «suaves como caricia materna» el rápido andar y escandaloso aturdir de otros navíos envueltos en penachos de humo y arando en las aguas estelas inquietas y espumantes; la nave del velamen clásico, conocedora de vientos y mareas, siguió imperturbable su derrota sin temer un día quedarse al garete o flotar a la deriva. Llevaba en sí el receptáculo de la fuerza motriz del aire y no pidió prestada a la corteza terrestre el impulso a que debiera su movimiento.

¡Que su memoria perdure entre nosotros, generadora de intenso deseo de perfección!

## SEGUNDA PARTE

### MOTIVOS Y TESIS

En el lenguaje empleado en la Ciencia y en la Técnica, el trabajo de unificación, es decir, la necesidad de dar un nombre a toda cosa, de designar cada acción por un verbo, es urgente e inaplazable. Por los avances extraordinarios en ambas ramas del Saber, por su influencia inmediata en el trabajo de cada día, es preciso señalar qué voces pueden considerarse consagradas por el uso y cuáles necesitan tal sanción. Téngase por cierto que su sentido es excesivamente vago en mayoría de casos; el lenguaje, por su naturaleza, excluye la significación única de un vocablo (\*) y, recíprocamente, ofrece múltiples expresiones para una misma cosa o concepto, sin distinción de matices.

El lenguaje técnico exige mayor precisión que el ordinario. Importa conocer la cosa o acción en sí, y como el idioma la expresa, sea atendiendo a sus propiedades esenciales o afines, o valiéndose de metáforas y demás tropos. Interesan las reglas, si las hubiera, a que haya obedecido el lenguaje al sedimentar neologismos, para obedecer a ellas en la propuesta de otros tenidos por necesarios. Si el idioma ofrece varias voces técnicas que, en primer análisis, pudieran considerarse sinónimas, será oportuno discernir por la etimología, por el uso, por la fonética o por convenio,

(\*) V. STENZEL: *Phylosophie der Sprache*. Munich, 1934. *Kein einziges eindeutiges Wort*. Traducido al español. V. la *Revista de Occidente*. Madrid, 1935.

los matices que pueden diferenciarlas, aplicándolas a representaciones distintas y uniformando sus valores múltiples (\*).

Propósito semejante exige el conocimiento cabal de la cosa en sí o de la acción que se trate de nombrar, conocimiento equivalente a su definición. Como muchos neologismos que es necesario aceptar o modificar proceden de otros idiomas, precisa dominar éstos suficientemente para no incurrir en traducciones defectuosas o excesivamente onomatopeicas (\*\*). Finalmente, conviene conocer las reglas de formación de tales voces en sus idiomas de origen, para saber cómo se adapta el tropo a un determinado matiz, esencial o afín, de la definición.

Por tales antecedentes, se infiere el orden y cuantía del trabajo a realizar en cada caso concreto. No debe descorazonar la dificultad de la tarea, es trabajo constante de muchos, técnicos unos, especializados los demás en el estudio del lenguaje castellano y otras lenguas clásicas y modernas; trabajo que llevará tiempo para quedar «al corriente», y exigirá más todavía para alcanzar la sanción de la costumbre: «jus et norma loquendi» (\*\*\*)).

(\*) El problema que aquí se enuncia se llamará «Despliegue de sinónimos». La palabra *roblón*, por ejemplo, es usada en talleres mecánicos destinados a puentes y maquinaria, mientras que en astilleros, para designar lo mismo, se emplea casi exclusivamente *remache*. (Observación debida al Ingeniero naval, Fernández Avila).

(\*\*) Traducción onomatopeica será llamada la correspondencia entre dos vocablos en diferentes lenguas uno de los cuales deriva del otro sea por imitación de su fonética, sea por lectura de la voz escrita. La definición está de acuerdo con la etimología (del griego ὄνομα - ποιέω).

(\*\*\*) Las traducciones de un mismo concepto conducen a voces diferentes según la procedencia. Así se dice «despegar» en España traducido del francés; otros dicen despegar o decolar según predomine influencia francesa o italiana; no sería extraño que en alguna nación en que la influencia inglesa haya sido preponderante, lo llamaran «take off» con la fonética del lugar de origen, porque ello ocurre con «entrar en pérdida», circunlocución traducida del francés para expresar una acción definida y que, llamada por los ingleses «stall», ha tomado carta de naturaleza, con la fonética propia del idioma originario, en ciertos países de América de habla castellana. Cuanto evita la circunlocución es recibido con agrado, es más corto y cómodo decir «estol» que decir «entrar en pérdida», que, por otra parte, no es frase muy correcta.

En el habla española es urgente el acuerdo a uno y otro lado del Atlántico. En nuestra patria hay matices especiales del lenguaje de taller, de la industria y de la construcción que varían según región y comarca; en América el ingeniero usa esporádicamente algunas palabras castellanas poco conocidas en España.

El neologismo técnico es introducido inicialmente por el estudioso o practicón según la versión del diccionario a mano o por onomatopeya. Oye la voz forastera y trata de copiar su pronunciación, o la lee escrita y la copia tal cual.

El vocablo despierta curiosidad, los más enterados lo utilizan, como de palabras cabalísticas y conjuros se sirvieron antaño los que creían en la Magia o de ella se valían. Tiene el neologismo, suene bien o mal, sea adecuado o no, un valor de «distinción», de «pedantería», que satisface al docto y desconcierta al vulgo, sugiriendo respeto (\*). Halagando flaquezas tan humanas, el vocablo acaba por adquirir carta de naturaleza. Mas no se evita que otros estudiosos, en otra parte del Globo, procedan de distinta manera y se origine pluralidad de vocablos para expresar la misma idea, con agravio a la unidad y precisión del idioma.

El que descubre nueva acción ignorada o cosa desconocida, es quien tiene derecho a nombrarla o a que se designe de acuerdo con elementos esenciales que intervienen en ella o como homenaje a su memoria (\*\*).

Dado el predominio que otras naciones ejercen en el campo de la Ciencia y de la Técnica, no es extraño que los países de habla española se encuentren, en cuanto al

(\*) Dice Menéndez Pelayo en el discurso de contestación a Barbieri: «... y no veríamos, como a cada paso los vemos, afeados torpemente nuestros libros de ciencia o de arte con un espeso matorral de locuciones bárbaras, de galicismos estridentes y de insufribles pedanterías.»

(\*\*) Así se llaman rayos Roentgen a ciertas oscilaciones del campo electromagnético. Los exportadores alemanes de aparatos de uso médico en que se utilizan tales radiaciones mantuvieron expresamente el nombre de Roentgen frente a posibles variantes (rayos X, radiaciones de onda corta, etc.)

lenguaje técnico y científico, en situación pasiva. No ocurrió antaño con la poesía dramática: tipos, títulos y hasta multitud de palabras del teatro francés de Corneille o de Molière son trasuntos españoles; lo mismo acontece en ciertas obras del teatro de Shakespeare. La influencia española en la Pintura es comparable a la literaria. Cuando los navegantes españoles descubrieron nuevos continentes y los mineros españoles nuevos métodos de amalgamación por su conocimiento del azogue de Almadén, lo que permitió el beneficio del oro y de la plata de Méjico y del Perú, pudieron imponer voces nuevas que adquirieron en todo el orbe civilizado carta de naturaleza.

La posición dominante en el sistema de lenguas habladas corresponde al que inventa o descubre o añade algo propio al acervo general de ideas y de hechos conocidos. Mientras nuestra raza no se coloque a vanguardia, transformando las riquezas del suelo, trabajando obsesivamente en laboratorios, fábricas, talleres, astilleros; inventando nuevos elementos de transporte; enunciando nuevas leyes físicas o descubriendo fenómenos nuevos, iremos necesariamente a la zaga y nuestra tarea en punto a tecnología consistirá sensiblemente en adaptar del mejor modo las palabras forasteras (\*). En la esperanza de pasar un día a mejor plano, conviene tratar, entre tanto, de redu-

(\*) Dice Fernández de Navarrete en su discurso de 1792: «Las naciones que han tenido el imperio del mar han sido las árbitras en su nomenclatura. De las repúblicas del Mediterráneo antes del xv, de la navegación de los portugueses a lo largo de las costas de África y de los españoles por el Océano, se formaron muchas voces propias y significativas de analogía con otras del castellano, que el uso ha ido desechando, substituyendo otras menos legítimas y generalmente ásperas, arbitrarias y caprichosas.

Los traductores son, según su ingenio y condición, los que más contribuyen a acrecer o empobrecer, a pulir o desfigurar un idioma...»

Desde principios del siglo pasado empezó la nación a debilitarse... a desfigurar su lenguaje... hinchazón, falta de claridad y exactitud, voces estrepitosas, imágenes extravagantes, metáforas violentas...

La venida de Felipe V trajo influencia francesa... las traducciones del francés corrompieron el lenguaje nativo, que quedó adulterado miserablemente sin dignidad y pureza con el bárbaro galicismo.»

cir al mínimo la perturbación, dar a cada palabra técnica, sea o no sea neologismo, sentido lo más preciso posible, procurando su adopción en todos los pueblos de habla española. Importa alejar toda intransigencia y exclusivismo y no inventar o traducir a capricho, sino obedeciendo a autoridades a las que debe exigirse criterio, talento y conocimientos para razonar y justificar sus propuestas.

### ANTECEDENTES

Las más antiguas fuentes de información son probablemente las diversas ordenanzas u «ordenaciones» promulgadas por la Autoridad y los comentarios que se escribieron, aclarándolas, hasta bien entrado el siglo XVIII. Muchas entre tales ordenaciones se refieren a la Técnica de la Minería en América, otras a la Navegación y Construcción de buques. Corresponde a lo que modernamente se denomina «Normas» o «Prescripciones facultativas».

Merecen autoridad en el lenguaje técnico del siglo XVII en cuanto a Obras y Construcciones el *Compendio de la carpintería de lo blanco y tratado de alarifes*, de López de Arenas, Alcaide alarife de Marchena, libro publicado en Sevilla en 1633, el *Tratado de bóvedas*, de Torija (1661) y el *Arte y Uso de Arquitectura*, de Fray Lorenzo de San Nicolás, recoleto, arquitecto y maestro de obras (1663). En el comienzo del XVIII se escribieron obras y diccionarios exentos de influencia francesa, dominante al final del siglo y en todo el XIX. La hidráulica de Ardemans, con el nombre de *Fluencias de la Tierra y curso subterráneo de las aguas*, es de 1724. El *Diccionario manual de pintura, escultura y arquitectura*, de Martínez, publicóse en Madrid

en 1778. El *Diccionario de nobles artes*, de Rejón de Silva, fué impreso en Segovia en 1788. El tratado de Arphe, «quilatador» de plata, oro y piedras preciosas, titulado *Varia Commensuración para la escultura y arquitectura*, mereció varias impresiones desde 1585, la séptima, con adiciones de Enguera, es de 1795. El *Diccionario de arquitectura civil*, de Bails, es de 1802, obra póstuma, contiene 1.900 términos facultativos. El de Matallana es de 1848. La edición de Mariátegui de la *Carpintería de lo blanco*, de López de Arenas, es de 1867. Mariátegui publicó un Glosario de antiguos vocablos de arquitectura en 1876.

Arphe escribió sobre ensayos de metales en 1572. García Cavallero dió a luz en 1713 su *Theorica y práctica de la arte de ensayar oro*; el *Arte de los metales*, de Alonso Barba, es de 1770 y se refiere al laboreo en Potosí.

No debiéramos desconocer vocablos que allende el mar Atlántico se mantienen en uso, y fueron introducidos por nuestros hidrógrafos, vocablos que señalan accidentes de las costas o los ríos y designan cabos (\*), promontorios, golfos, islas; desde la de Bodega y Cuadra hasta el Estrecho de Magallanes en el mar Pacífico, donde, además del mar que descubrió Núñez de Balboa en 1513, innumerables islas deben su nombre español a los Mendaña, Quirós, Torres y Fernández que, en búsqueda de la «Terra australis incognita» arribaron a ellas desde el Este; lo mismo ocurre en el Atlántico: la Costa Americana desde el cabo de las Once Mil Vírgenes hasta el Río de la Plata, la isla de la Trinidad y gran número de las del mar Caribe y el territorio de la Florida hasta latitudes mucho más al norte, fueron cartografiados por expediciones españolas (\*\*).

(\*) V. gr. Cabo Bataraz en la Costa Argentina. Gallina bataraza llaman allí a la listada de franjas negras y blancas. La perdiz copetona es bataraza, sus plumas forman cuadros blancos y oscuros. Probablemente el nombre del cabo se refiere a los colores y disposición de las rocas y tierras que lo constituyen.

(\*\*) La Marina de la República Argentina ha contribuido a difundir las glorias de la Marina Española, dando a conocer documentos del Archivo de Indias relativos

Para hacer patente el margen de vaguedad del lenguaje técnico considérense, por vía de ejemplo, las definiciones de los vocablos que siguen referentes a Hidrografía: abra, boquerón, seno, ensenada, broa, ancón, angra, ansa, bahía, golfo, bocana, bocaina, bocal, calanga, rada, caldera, cala, caleta, arricete y restinga; banjo, bajial, bajío, arrecife, escollo, abrojo, cayo, sirte, columbrete, etc. En latitudes de América austral se oye decir rodal, angla, arrecil, bocal, barranca, bocaina; así como cangrejal, tembladeral, horcajo, estero, pozanco, zubia, etc. (\*).

La Real Sociedad Geográfica de España edita un Diccionario de voces de Geografía física y Estratigrafía, del que es autor De Novo y F.-Chicarro. Los primeros cuadernos son de 1942. El autor lo titula «Bosquejo de diccionario», está clasificado según criterio ideológico: A, Topografía; A<sub>1</sub>, Terrenos montañosos; A<sub>2</sub>, Terrenos llanos... B, Hidrografía; B<sub>1</sub>, Agua sólida... C, Cristalografía, y así sucesivamente, Paleografía, Paleontología, etc. Se leerá con mucho interés el prólogo, págs. 1 a 27.

Fuentes de información ofrece el Arte de la Guerra, especialmente en el lenguaje empleado en Fortificación y Artillería. La primera, relacionada con la construcción: los primitivos caminos se construyeron para servir intereses militares; la segunda, por el trabajo de bronce y aceros, obtención y manejo de explosivos; «ingeniero», como voz española, empleada en el siglo XVI, no deriva de máquina («engine»), como ocurre con «engineer» (\*\*).

a expediciones hidrográficas exploradoras de las costas argentinas del Atlántico. V. especialmente, entre muchos otros, «Actividades marítimas en la Patagonia durante los siglos XVII y XVIII», por el Ct. de Navío H. R. Ratto, publicado en Buenos Aires por el Ministerio de Marina, Dirección General de Navegación y Comunicaciones. Se trata del viaje de los Nodal hasta la expedición de J. Gutierre de la Concha, describiendo la colonización patagónica y con pormenor la expedición de Malaspina en las corbetas «Descubierta» y «Atrevida» (1789-1790).

(\*) Puede servir de antecedente el «Diccionario de voces geográficas» publicado por la Academia de la Historia y diversos vocabularios en revistas de Hidrografía.

(\*\*) Multitud de neologismos y locuciones han originado el ejercicio y adiestra-

En sus diversas ramas: Navegación, Arquitectura, Ingeniería y Balística, por su antigüedad y permanencia, el lenguaje marineró es de un interés extraordinario.

Recientemente ha publicado «Cultura Hispánica» la «Instrucción Náutica para navegar» de García de Palacio, impresa por primera vez en Méjico en 1587. Trae al final un vocabulario de los nombres que usa la gente de mar, en totalidad 484.

Desde 1587, a pesar de varias tentativas dignas de encomio, no se cuenta con un diccionario marítimo español hasta 1831. Por Real Orden de 16 de mayo de 1827 se ordena al Director del Depósito Hidrográfico la publicación de un diccionario de Marina. El primer ensayo o borrador lo redactó O-Scanlan, Capitán de Fragata del puerto de Salou, intervino después el Capitán de Fragata, Castillo y otros varios (\*).

miento militar como bazooa, flak, retropropulsión, ashcan, acroleina, lumatol, amatol, ammonal, gas A, gas B. B. C. (bromo, bencil, cianida); gas Bibi, bivuae, blackout, blitzkrieg, bretonita (yodo-acetona), brisance, gas B (bromo acetona), buzzer, camuflar, cantilever, caterpillar, bulldozer, chedita, gas Cici (Dicloro metileter), cordita, rifle, fading, storch, flash, H. C. (mezcla de  $C_2 Cl_6$  con  $ZnO$  y  $Zn$  en polvo, para cortinas de humo); H. S. (gas mostaza), khaki, lidita, opacita, permonita, flegmatizante, picrita, raid, revólver, tank, thermita, T. O. P. (total obscuring power) torpedo, viking, vitrita, xilil, iperita, bulge, jeep, radar, robot, shrapnell, crusher, blocao, etc., sin contar los nombres propios como Lebel, Krupp, Howitzer, Mauser, etc., ni las modalidades de argot, slang y otras jergas. Los nombres de explosivos nuevos, de nuevas aleaciones, de nuevas técnicas son, en el Arte de la guerra, léxico que incrementa todos los días.

(\*) El Diccionario marítimo de 1831, publicado en la imprenta real, es un modelo en su género. Debiera reimprimirse y añadirle un complemento. Tiene 562 páginas, un suplemento hasta la 584, seguido de un vocabulario marítimo francés-español de 62 páginas; de otro inglés-español hasta la 127, y termina con un vocabulario italiano-español, seguido de varias rectificaciones y adiciones.

El prólogo de este Diccionario es de Navarrete. Contiene la historia de los diccionarios hasta la fecha, de los publicados y de los extraviados o traspapelados, y da también relación de los diccionarios extranjeros con versión al español, especialmente del de Rödning (Hamburgo) con versiones en holandés, danés, sueco, inglés, francés, italiano, español y portugués.

Posteriormente a la edición del Diccionario marítimo real de 1831 se conoció en Francia, en 1848, el «Glossaire Nautique poliglote», de A. Jal, «Historiographe de la Marine». Incluye voces del francés antiguo, griegas, latinas, italianas, españolas, portuguesas; islandesas, groenlandesas, anglosajonas, inglesas, alemanas, holandesas,

En cambio, es patente la pobreza del lenguaje castizo en las técnicas nuevas; el circunloquio, la traducción onomatopeica, son los recursos con que se sale del paso. Son la Construcción metálica, la Electricidad, la Aviación, el Arte nuevo de la guerra y probablemente las Ciencias especulativas todas.

En la enumeración de antecedentes merece especial mención Terreros, catedrático en el Seminario de Nobles, de Madrid. Su vida (1707-1782) fué consagrada, con la obsesión característica del investigador, a la redacción del «Diccionario castellano con las voces de Ciencias y Artes y sus correspondientes en francés, latín e italiano». Es obra importante, a pesar de alguna inadvertencia. Consta de cuatro tomos en folio (\*).

El primer Diccionario general de Arquitectura e Ingeniería que comprende «todas las voces y locuciones castellanas, tanto antiguas como modernas, usadas en las diversas artes de la construcción, con sus etimologías, citas de autoridades, historia, datos prácticos y equivalencias en

danesas, suecas, turcas, rusas, dálmatas, etc.; de los dialectos genovés, provenzal, napolitano y de las lenguas vasca y bretona, árabe y maltesa, es decir, vocablos usados por los marinos que surcan los siete mares. Contiene interesante bibliografía, especialmente francesa del xvii, y especiales referencias al ya citado «Allgemeines Wörterbuch der Marine», de Röding 1794-1798, 3 volúmenes en 4.<sup>o</sup> y 1 volumen de láminas, y del Diccionario de Navarrete, de 1831, y los ingleses de Neuman (1800) y Romme.

En 1908 se publicó un vocabulario de voces marineras por Pasch, llamado «From Keel to Truck». En 1924 se hizo en París, por la editorial Chalamel, una edición con las versiones alemana, francesa, española e italiana. La traducción española lleva por título «De quilla a perrilla» y es debida al Almirante Montojo. Es libro muy interesante, que ha servido como elemento constante de referencia a nuestra generación. Tiene multitud de fotolitografías muy claras y en su totalidad es lo más completo que se ha escrito y publicado.

(\*) Hallábase impreso el tomo I cuando ocurrió la expulsión de los Jesuitas. Terreros emigró a Italia y siguió trabajando. Antes de emigrar había redactado las «papeletas» del Diccionario que quedó olvidado e inédito hasta cuatro años después de su muerte; sólo entonces, y de orden de Floridablanca, fué editado completo con gran lujo. Cuenta Terreros en el prólogo, digno de ser leído y comentado, que «para informarse de la variedad de telares y de sus piezas y maniobras, fué a la ciudad de San Fernando, al Real Hospicio de Toledo, Novés, Guadalajara y Talavera...»

francés, inglés e italiano», es del ingeniero de Caminos Clairac y Sáenz. Comprende cinco tomos, publicados desde 1877 a 1891, letras A a P. Esta obra merece que alguna corporación académica, escuela técnica o asociación de ingenieros se tomara el trabajo de ponerla al día publicando suplementos.

Escribió el prólogo del Diccionario de Clairac el eminente ingeniero y arquitecto Saavedra, que tanto como al progreso de la Técnica contribuyó al de nuestros conocimientos en Arqueología e Historia. El prólogo, escrito hace setenta años, es tan actual hoy como en 1877 (\*).

En 1930 comenzó la publicación del Diccionario tecnológico hispano-americano por la Unión de Bibliografía y Tecnología Científica, que tuvo por presidente a Torres Quevedo (\*\*). Sólo se conoce de la letra A hasta *Antropométrico*; la interrupción fué motivada por fallecimiento del principal redactor.

La necesidad de estudiar los neologismos técnicos fué puesta de manifiesto por Navarrete (\*\*\*) ; posteriormente

(\*) Dice en él Saavedra: «El predominio de la influencia francesa ha borrado la huella de la tradición en el uso de palabras propias de los oficios mecánicos, y cuando han venido a escribir de ellos han incurrido en galicismos.» Y pone por ejemplo, «Guillaume» traducido por «guillamen» (es un cepillo que usan los carpinteros), «tige» traducido por «tija» (vástago de una llave), «éclise» por «clis» (tablilla), «rampon» por «crampon» (escarpia); condena el uso de «chasis» por «bastidor»; «clairevoie» traducido por «claraboya», cuando «claraboya» es la traducción de «lucarne», y aconseja decir «doque»; como de «stoc» se traduce «estoque», de «foc», «foque». «Decorado» y «machacado» deben ser «decoración» y «machaqueo»; las ranuras de borde en las compuertas deben llamarse «recatas» (Juanelo); el remanso del agua se debe llamar «antibo», etc.

El Diccionario de Clairac, aunque sin terminar, ha pasado íntegro a los diccionarios enciclopédicos publicados después.

(\*\*) Véase su discurso de entrada en la Real Academia Española. De la Comisión responsable que se fundó, y constituida por especialistas, queda sólo el Ingeniero González Quijano al que se deben diversos análisis lingüísticos. La Academia de Ciencias ha constituido un Patronato para la continuación del referido diccionario y la tarea ha sido confiada a la dirección del ya mencionado Ingeniero De Novo y F.-Chicarro, de ilustre abolengo. Su padre, marino, historiador y poeta, fué miembro de esta Real Academia.

(\*\*\*) Véase «Sobre formación y progreso del idioma castellano», discurso leído

otros académicos de la Española insistieron sobre el tema (\*). Del lenguaje empleado en la Física trató Cabrera en su discurso de entrada en esta Academia (\*\*).

Multitud de ingenieros han escrito fichas de definición; las Escuelas de Ingenieros y de Arquitectura, incluyendo las modernas de Telecomunicación y Aeronáutica, contribuyen, entre otras entidades y particulares, al trabajo de consolidación de neologismos o a la difusión de voces poco conocidas.

El ilustre secretario perpetuo de esta Real Academia, cuya fama en literatura y crítica es tan merecida, ha tratado con singular lucidez temas relativos a vocablos técnicos

en la Academia Española en marzo de 1792, publicado en el tomo III de las «Memorias de la Academia», págs. 230 a 241. Escribió también un volumen sobre «Historia de la Náutica y Ciencias matemáticas», obra póstuma publicada por la Academia de la Historia en 1846. Otra, póstuma también, es la «Historia de la Náutica española», en dos tomos, publicada en 1851.

Navarrete (1765-1884) dispuso de archivos y bibliotecas al servicio de un afán patriótico que le llevó a atribuir valor y mérito a la obra de exploradores y marinos españoles, reivindicando para su memoria renombre científico o técnico universal. Sus estudios fueron elemento de partida de otros varios realizados después persiguiendo el mismo fin.

La obra principal de Navarrete es la que lleva por título «Colección de los viajes y descubrimientos que hicieron por mar los españoles desde fines del siglo xv» (1825 a 1837), cinco tomos. En esta obra relata el descubrimiento de América con documentos de gran valor y veracidad, y asimismo las expediciones de Magallanes, Elcano, Loaysa y Saavedra; ha sido manantial de información verídica de todos los historiadores y escritores que han escrito después sobre las expediciones marítimas y fué objeto de admiración del gran hispanista y genio universal Alejandro Humboldt.

Véanse sobre Fernández Navarrete los elementos de juicio y biografía aportados por el Almirante Estrada, *Las Ciencias*, 1945, págs. 699-716. Véase también un volumen publicado por el Instituto de España en conmemoración del primer centenario, con trabajos de Sánchez Cantón, Guillén y Cotarelo. Madrid, 1945.

(\*) Saralegui: «Escarceos filológicos», Madrid, 1922 a 1928, cuatro volúmenes.

(\*\*) Con motivo de su muerte reciente es obligado rendir el debido homenaje a su memoria. Su hijo Nicolás parece encaminado en la misma trayectoria que con tanto éxito recorrió su padre. Otras personalidades hay que recordar por sus contribuciones a la corrección del lenguaje técnico: Almirante, Agar, Echegaray, Adaro, Calderón, Coello, Fernández Duro, Comerma, Breñosa, Zafra, Fages, Artíñano. En la generación actual Novo y F.-Chicarro, González-Quijano, Torroja (Ed.); Velasco de Pando; Gopegui; Becerril, etc. A ellos hay que añadir eminentes ingenieros de América los Lira, Butty, Castiñeiras (†), Zúñiga, etc.

y es ventura poder contar con su entendimiento y esclarecido dictamen (\*).

En los últimos años se ha emprendido la publicación de diversos diccionarios técnicos, algunos de ellos provistos de figuras que aclaran el significado de los vocablos. Merecen especial memoria los de Pittman 1929, en cinco tomos y cinco lenguas, y las varias ediciones en Munich, de los Technische Wörterbücher de Schlohman y del V. D. I. Verlag. (Editorial de la Unión de Ingenieros Alemanes) (\*\*).

No he de terminar sin referirme a una personalidad española dedicada con vocación ejemplar al estudio de la Ciencia matemática, y de tal dominio en el lenguaje hablado y en el escrito, que difícilmente cabría superarlo, en claridad y precisión, por lo menos. Por primera vez,

(\*) Véase «Cosas del lenguaje», Madrid, 1943, págs. 164, 169, 240, 247, 255.

La tarea de compendiar neologismos técnicos ha sido siempre enojosa. La Academia francesa los declaró ajenos al léxico de la Literatura. En el idioma español la dificultad es más ardua, por su escaso poder de asimilación, no superior al de los demás neolatinos.

El criterio de la Real Academia, en cuanto a neologismos y barbarismos, fué expuesto por Casares en el periódico *La Prensa*, de Buenos Aires, y reproducido en el libro que con el título «Nuevo concepto del Diccionario de la Lengua» se publicó en 1941, en Madrid, págs. 173 a 186, especialmente págs. 178, 179, 183 y 184. Según el criterio de la pág. 179, se acepta el tecnicismo cuando es familiar a diversos grupos de personas cultas, de actividades muy diferentes. Ello habrá de ocurrir principalmente a través de la lectura de periódicos, audiciones de «radio», obras de vulgarización, etc. Si bien es necesario obedecer a un «criterio», difícilmente podría dejar de mudarse según las exigencias de la hora que transcurre, oponiendo siempre un dique sólido a la crecida, de tal manera, que por el vertedero escurran aguas cristalinas, dejando lodos y lamas en el fondo del embalse.

(\*\*) El tomo 15 de Schlohman trata de hilados y tejidos (Spinnerei und Gespinste). Diccionarios de léxico especializado son objeto de publicación por revistas técnicas. Por vía de ejemplo, se menciona el diccionario inglés-español de la técnica del sondeo en pozos y catas para la búsqueda de petróleo; el diccionario inglés de Metalografía de Rolfe, 1945, Londres; el glosario meteorológico del Ministerio del Aire inglés (1944, id.), el de Metales y Aleaciones de Merlub, Londres, 1944; el de términos de Aviación de Nelson, Londres, 1945, y otros tantos en las lenguas más conocidas. En 1910 publicó Huelin un diccionario técnico en 4 idiomas (Madrid) y es muy manejado el «Chambers» Technical Dictionary (1945, Edinburgo). En América (New-York) ha visto la luz recientemente el «Comprehensive technical Dictionary» de Sell que incluye voces castellanas usadas en las repúblicas de habla española.

tratándose de Filosofía natural, aparecen en nuestra lengua páginas de elocución magistral en las que no cabe retoque; muestras para Antología de prosa correcta, modelo de biendecir y enseñanza de los más enterados. Su exposición de la Ciencia pura o aplicada es igualmente notable en el comentario anecdótico y en el análisis y teoría del Conocimiento.

Permítaseme enviar desde aquí en este momento mi más ferviente saludo a ese que es a la vez gran artista del lenguaje y matemático de universal renombre y salve mi acento la amplitud del Atlántico para arribar a playas de la República Argentina, en cuyas Universidades Rey Pastor ha logrado enaltecer el prestigio de la Patria (\*).

(\*) Rey Pastor, profesor de Matemática pura en las Facultades de Ciencias de Buenos Aires y Madrid y de Epistemología en la Facultad de Filosofía de Buenos Aires, introdujo el método científico en el examen de la contribución al progreso y saber universal de la Ciencia y la Técnica españolas. Inició su obra de crítica en el discurso pronunciado en la Universidad de Oviedo en 1913, y en multitud de trabajos admirablemente razonados ha conseguido mostrar el justo medio en que es preciso colocarse al examinar cuestión tan debatida. Véase su última contribución en el admirable volumen «La Ciencia y la Técnica en el descubrimiento de América», Buenos Aires, 1942.

Los trabajos de Rey Pastor son un modelo de Lógica, que maneja y domina como domina el Análisis; una prueba inequívoca es el folleto homenaje a Birkhoff publicado recientemente en la revista *Ciencia y Técnica* de Buenos Aires, vol. 104, n.º 512, monografía de la Unión Matemática Argentina, serie 2.ª, vol. 1, n.º 4, 1945. En él da a conocer su demostración original y directa del «último» teorema que Poincaré dejó sin probar y del que se conocía sólo una demostración «ad absurdum» de Birkhoff. La demostración de Rey Pastor es susceptible de generalizaciones. Sigue las líneas generales del análisis debido al propio Rey Pastor para la existencia y cálculo de puntos invariantes de las transformaciones continuas uniformes aunque no sean bi-unívocas. Para aumentar el interés de su estudio razona y critica las afirmaciones y las dificultades de Poincaré y señala aplicaciones numerosas a la Geometría y a la Dinámica.

## DE VOCABLOS EMPLEADOS EN LA TECNICA MODERNA Y DE SU PROCEDENCIA

### I. PRELIMINAR

Antes de entrar en el análisis de diversas voces usadas en maquinaria, aeronáutica, artillería y obras, séame permitida una declaración que reputo necesaria para justificar el modo y desarrollo de mi discurso.

Cuando una Corporación de la importancia y prestigio de la Real Academia Española me honra con su llamamiento, acreciéntase la cifra de mis deberes. Atiendo, reconocido, a la confianza que me otorga y al problema que plantea, en cuya aclaración pondré todo el esfuerzo de que sea capaz. Considero ineludible mi aceptación como cumplimiento de un deber, que, en el caso presente, es consecuencia de ser ingeniero y español. Juzgo mi aceptación indeclinable si barrunto que con mi esfuerzo podré aportar un atisbo de claridad o contribuir con acierto a la solución que se busca.

No me holgaran honores sin deberes y a éstos he de atender antes que vanidad alguna pueda apoderarse de mi flaqueza.

Para la cuestión tamaña que plantea la invasión de neologismos técnicos, no bastan mi esfuerzo y conocimientos, he de recabar consejo y advertencia de los compañeros que, como yo, han trabajado en talleres, en salas de proyectos, en obras; a los que han sentido escalofríos de responsabilidad ante lo que amenaza ruina, o gozado la tranquilidad del ánimo al contemplar la obra o instala-

ción de maquinaria en marcha asegurada y estable. La más grata satisfacción no corresponde al momento de los parabienes, sino al de resolver la dificultad y vencerla y con ello augurar el término feliz y el perfecto funcionamiento.

De todos los compañeros que han vivido estos instantes, de los que manejan cartabones y compás, de los que confían a la punta del lápiz la expresión de sus ideas, de los que calculan, funden, forjan o navegan, de ellos espero la cooperación que ha de dar valor al trabajo de todos y sin la cual no es posible labor alguna de provecho.

Debemos ayudarnos de los conocedores del idioma, pero la decisión indispensable en la hora que transcurre sólo a técnicos incumbe, porque se trata de «nuestro» lenguaje. Y debiéramos esforzarnos, sin mezquinar horas, sacrificando intereses de acaso menor importancia, para lograr el mismo y único léxico, así los nacidos en el Occidente de Europa, como los que trabajan en el Continente de América en ocasión de plasmar un mundo nuevo con los recursos que les ofrece la Naturaleza ubérrima; los de un territorio cuya superficie ha rendido materia prima durante veinticinco siglos y los de las tierras vírgenes, de potencial insospechado. Podemos y debemos considerar que, de la gloria futura de nuestros países nos corresponderá parte tamaña, la de mayor enjundia; la civilización actual es casi por completo tarea de ingenieros; por tanto, el entendimiento acorde entre los de una misma lengua puede ser elemento de colaboración y estímulo para la conquista de nuevos progresos que nos permitan prender definitivamente la antorcha de un futuro y honroso destino.

Colaboración mutua, para que, del trabajo común y convenio establecido salgan depuradas las voces que habrá que someter a definitivo examen en los alambiques del buen gusto y de fidelidad a la tradición; descartando asperezas, arbitrariedades, metáforas violentas o fonéticas

molestas, como la escoria es separada del lingote al ser calcinado el mineral. El fuego que permita la separación sea nuestro entusiasmo y la dignidad que involucra el éxito.

Séame permitido transcribir algunos párrafos del prólogo que escribiera Lebrija en sus diccionarios del siglo xv, y servirme del ilustre gramático para señalar mi estado de ánimo, a la vez que dos ejemplos de mi tesis.

«Como quiera que la cuenta de mi vida querría yo que fuese de todos los otros hombres aprobada, quiero agora confesar esta mi liviandad que ninguna cosa tuve mas delante de mis ojos que traer al común provecho todas mis velas y trabajos. E teniendo yo ingenio e también doctrina para alumbrar una de aquellas artes que son para ganar dineros y mas aparejadas para alcanzar honras, no me contenté ir por aquel común y muy hollado camino, mas por una vereda venir a la fuente de donde hartase á mí primero; que me aparté y retraxe antes al ocio y descanso que a las velas y trabajos. Mas fué necesario de nos atrever y por el provecho de muchos, someternos al juicio de los que saben y no saben. E si en algún lugar tropezamos y no satisfice la opinión que muchos de mi tienen, ha de considerar el lector amigo la dificultad de la cosa y no lo que yo hice más lo que los otros no pudieron hacer.»

«Pero nosotros posimos diversos nombres llamándoles cidras, naranjas, taronjas, limas, limones. Esso mesmo los cogombros que eran de una figura y nombre de la simiente, hecho un nuevo linaje, comenzáronse a llamar melones, pepones, pepinos, badeas, sandías.» «... alto volantes y bajo volantes, son açores y falcones, luego gavilanes, gerifaltes, neblies, sacres, alfaneques, baharies, tagarotes, distinguiéndoles por la naturaleza del plumaje o la orden de hacer, diversidad de costumbres, etc.» (\*)

(\*) En la última parte formula Lebrija el problema que se ha llamado «despliegue de sinónimos» en dos ejemplos muy bien elegidos.

Nada de cuanto sigue debe tomarse como solución, sino como enunciado solamen-

## 2. MAQUINARIA Y HERRAMENTAL.

1) *Pivote, gozne o gonce, quicial, bisagra y charnela.*— Pivote es vocablo empleado continuamente entre ingenieros. No está en el «Diccionario selecto de la Lengua». Probablemente se ha introducido como galicismo. Según su procedencia y según el uso, significa el apoyo de un móvil que permite a éste el libre giro alrededor de un eje vertical (borneo). Tal ocurre con el estilo que sostiene la brújula.

Aceptada la definición anterior y siendo análogo todo pivote al punzón o estilo de la brújula, hay que dar nombre al órgano receptáculo, el cual, en el caso de la brújula, es «chapitel» donde va colocado la lenteja de ágata.

Mas, si bien se considera, estilo y chapitel ofrecen características extrañas a la noción simple de pivote; la «punta» del estilete no es necesaria. Puede en su lugar emplearse una espiga de acero en cuyo fuste vertical ajustara un tejo, que, precisamente por su base, apoyara sobre la cabeza del fuste, dejando juego libre al borneo. Esencial es que el esfuerzo transmitido por el tejo al perno espiga tenga la dirección de los ejes. Si entre perno y tejo se interpone un cojinete de bolas, el eje del anillo de guarda coincide con el de transmisión de esfuerzos; es, por tanto, un cojinete de empuje axial.

El aro o parte cilíndrica del casquillo ajustando sobre el fuste del perno, puede contribuir a la resistencia a fuerzas de través, pero no interviene en la función estricta del pivote, a menos que, por su base, descansa sobre la corona que ofrece el perno cabeza abajo (\*).

te; como parte de un total considerable de casos dignos de análisis. La relación tiende a ofrecer un examen genérico del problema por el comentario de sendos casos particulares. De ningún modo cabe otorgar al texto mayor alcance.

(\*) El perno *pinzote* del avantrén en Artillería o el sujeto al codaste en que en-

El trompo o peonza gira alrededor de un eje instantáneo que pasa por el punto de contacto de la punta con la tabla o solera en que baila. El eje instantáneo tiene tres componentes principales, según el eje de la peonza, según la vertical y según un eje perpendicular a los otros dos, y, por lo tanto, horizontal. El movimiento de rotación alrededor del eje vertical es un «pivotamiento», la peonza pivota sobre la punta y si la rotación alrededor del eje horizontal es nula, lo hace según precesión regular, como la de los equinoccios en el movimiento de la Tierra (prescindiendo de la parte periódica).

En un cabrestante, al giro del tambor alrededor de la caña de acero clavada al pie de la madre y llamada a veces peón, a veces mecha, se podría llamar pivotamiento.

Los pivotes de suspensión de las góndolas o bastidores en los carros (bogias) son rótulas esféricas con macho metálico y hembra de material diverso, entre los cuales, para luar, se echa grafito seco. Para evitar todo giro extraño al pivote hay una clavija o pasador vertical que atraviesa los dos órganos de asiento. Pivotes son ciertas articulaciones del puente delantero de los automóviles; pivote hay en las agujas de cambio de vía. En bailes y acrobacias pivotar es harto frecuente. La voz francesa parece sugerir una etimología basada en la noción de púa (\*).

Terreros traduce pivot por nabo, quicio, eje, polo, columna, tornillo, sustentáculo y pistillo (\*\*), atribuye el uso de «pivote» a los relojeros, importado del francés, y lo define como espigón sobre el que se mueven las rue-

caja y juega la hembra inferior del timón de gobierno de una embarcación es un gancho que actúa como pivote en cuanto a la reacción paralela al eje de giro.

Por extensión puede el pivote admitir el eje de reacción no vertical, con tal que fuere paralelo al eje del fuste. Así los collares del árbol de una hélice marina actúan a modo de pivote al apresar en las ranuras de la rangua.

(\*) Pivot fué probablemente pivot, derivado del latín pugio. En los dialectos franceses del XII es común pue, puon, pua, poua, pivo (provenzal), puio, pugo, pieu, como en español púa y puya.

(\*\*) Véase tomo IV, pág. 265 del Diccionario.

das. En el Diccionario de Bails quicio es un perno y llama a la hembra tejuelo, lo mismo que Rejón de Silva. La introducción de neologismos debe restringir en lo posible la dispersión del concepto.

Pivote se usa en táctica militar y pivotante es palabra empleada en Asturias, aunque con significado diferente, relacionado con la Botánica y análogo al que también en francés tiene la palabra pivote: raíz que cuelga o se hunde verticalmente en el terreno.

Durante cierto tiempo y debido a la influencia en la enseñanza de cierto profesor de determinada escuela de ingenieros, muy devoto de las ideas de Reuleaux (\*), los dos órganos macho y hembra del pivote fueron llamados quicio y quicionera, respectivamente.

Se designan por gonce ó gozne quicial, bisagra y charnela diversos elementos de la articulación que permite el giro alrededor de un eje. Este en puertas de esclusa y de dique, ventanas, puertas de construcciones urbanas, etc., suele ser vertical.

Gozne deriva del griego gomphos que significa clavo (\*\*), es el espigón fijo que recibe el peso de la parte móvil, empotrado al alféizar o al bastidor en sus jambas. En el quicio de la puerta se fija el herraje llamado moche-ta constituido por un aro o cercillo que ajusta sobre el gozne y lo abraza, aro que, a escuadra, lleva la faja o pata atornillada al quicio. El eje de giro suele ser exterior al grueso del quicio. Cuando es interior y los tejos van sujetos al dintel y umbral del marco bastidor, quedando libres las jambas y las espigas quedan en el órgano móvil, constituyen en éste el quicial.

Bisagra y charnela son sinónimos. Bisagra procede según unos del griego akra (punta), según otros del árabe

(\*) Ingeniero alemán, autor de un tratado de Mecanismos y un texto de órganos de máquina muy en boga a mediados del siglo pasado.

(\*\*) Algunos creen que deriva del latín *contus* (pica, asta, lanza).

bab (puerta) y sagra (seguridad), charnela del francés charnière, procedente a su vez del bajo latín cardinaria, de cardinus que designa precisamente el quicio. Son articulaciones formadas por dos chapas de acero o latón llamadas palas provistas de anillos salientes que encajan unos con otros como los dedos de ambas manos y que pueden ser atravesados por un pasador o clavija dejando libre el giro alrededor del eje común. Las reacciones pueden ser paralelas al pasador o a través.

Como quiera que en la construcción ordinaria se emplean tipos de articulación que responden a la del gozne y mocheta o a la del quicial y tejo sin que la articulación tenga nombre apropiado, y para la articulación con clavija o pasador se dispone de los dos vocablos bisagra y charnela, acaso podrían desplegarse ambos sinónimos, dejando la interpretación de charnela para la articulación con clavija y llamando bisagra a la que no tiene pasador y es del tipo gozne-mocheta o del tipo quicial. Acaso sería mejor llamar quicial a la articulación en que interviene y dejar bisagra para toda articulación del tipo gozne que enlaza jambas y quicios con espiga fija a las jambas y aro fijo al quicio u órgano móvil. De este modo se lograría con el despliegue de sinónimos mayor precisión y la posibilidad de atribuir un nombre concreto a lo que no lo tiene y es preciso nombrar de uno u otro modo.

2) *Gorrón, pinzote, peón y guijo.* — *Chumacera o Rangua.* Son vocablos sinónimos los primeros en cuanto cualquiera de ellos puede significar el macho del par de acoplamiento que define el pivote, pero agregan ciertos matices. Gorrón, por ejemplo, se emplea lo mismo para nombrar la espiga con que termina un árbol vertical, que para designar muñecas, muñones o manguetas con que un árbol horizontal se apoya en órganos fijos mediante cojinetes; pinzote, voz castiza, designa perno, gancho o escarpia, no conviene a reacción paralela, pero sí a eje de giro verti-

cal. Guijo, voz empleada en la construcción de ruedas hidráulicas y minería (\*), es muy poco corriente y no sería aconsejable para significar pivote. No parece fácil derivar el verbo correspondiente a ninguno de los anteriores substantivos. Peón se usa en lenguaje náutico.

La *chumacera* de una barca soporta un horcón u horquilla generalmente de bronce cuya parte inferior es un pinzote que se fija sobre la regala; a la horquilla se afirma el remo para bogar; la horquilla y perno son equivalentes a un pivote para la reacción del peso; si hay tolete y estrobo ambos resisten la reacción transversal que determina el movimiento. *Chumacera* es también toda almohadilla. En lenguaje de construcción naval es el apoyo afirmado por la cara proel del contracodaste interior con varias ranuras en que encastran anillos salientes fijos al árbol de la hélice, anillos y ranuras soportan el empuje de la hélice propulsora. Chumacera es equivalente a *rangua* y el árbol con sus anillos actúa como gorrón, si bien en este caso, al revés del caso del gozne, es el gorrón lo que gira.

3) *Muñón, muñonera, muñeca, muñequilla, mangueta, cojinete.*—Muñón y muñonera vienen usándose desde muy antiguo; muñones son los salientes del cañón que lo sostienen sobre la cureña, y muñonera el rebajo semicircular que tiene cada una de las gualderas de la cureña para alojar al muñón. Probablemente derive el primer vocablo de muñeca (\*\*), a la que recuerda por su forma cilíndrica y alojamiento a ambos costados del fuste como los brazos en el cuerpo humano.

Cuando se requiere un movimiento preciso de rotación, v. gr., en los árboles de inducidos, turbinas, en los cigüeñales, etc., hay que interponer entre muñón y muño-

(\*) Véase «Coordinación de Minas», de Fr. J. de Gamboa, 1761, pág. 399.

(\*\*) Francés «moignon». Se llama también muñón el músculo deltoides y la región del hombro limitada por él.

nera (\*) un cojinete o almohadilla que puede tener forma y propiedades diversas (de frotamiento y metal blanco, de bolas, «michell», etc.)

Quizá fuera oportuno reservar los nombres de muñón y muñonera con cojinete interpuesto o sin él para cuando el esfuerzo a que ha de resistir aquel órgano del árbol es normal a la dirección longitudinal del mismo. Y a la vez elegir los de gorrón y rangua para macho y hembra (con cojinete interpuesto o sin él) para cuando el esfuerzo principal a que están sujetos es paralelo al eje longitudinal del árbol. Es decir, muñón y muñonera de una parte y gorrón y rangua de otra, serían los pares de elementos del órgano maquina que resisten el empuje, transversal o axial, respectivamente.

Si se adoptara este punto de vista lograríamos expresarnos de una manera uniforme y unívoca y adquirirían precisión las traducciones de Zapfen, Spurzapfen, Drehzapfen, Spurlager, Gleitlager, Kröte; essieu, palier, douille, crapaud, crapaudine, gond; pin, journal bearings, swivel, spindle, gudgeon; arpione, ganghero, etc.

Según el Diccionario de Covarrubias la palabra gorrón para el gozne indicaría que es el órgano quieto, que no se mueve, como el sujeto comodín indolente y perezoso, al que la lengua española califica con el adjetivo gorrón (\*\*), es decir, el que tiene por hábito regalarse a costa ajena.

En las descripciones de cureñas empleaban los artilleros en los siglos XIV y XV los vocablos contracojinetes, sobremuñoneras, para indicar la parte complementaria o de cierre. Las preposiciones sobre, contra, y otras análo-

(\*) La muñonera en la cureña es la parte de apoyo del muñón. La que lo sujeta a la muñonera y es quitada y puesta se llamó sobremuñonera. Es preferible llamar muñonera al conjunto de las dos piezas unidas entre sí por tornillos provistos generalmente de arandelas.

(\*\*) Gorrón en español es además: a) gusano de seda que deja el capullo a medio hacer; b) guijarro pesado y redondo; c) el que trata «gorronas».

gas empleadas como prefijos, pueden en muchos casos contribuir efectivamente a aclarar la descripción de órganos de máquina.

4) *Perno, mecha.*—Perno es todo vástago de acero, aluminio, cobre y aleaciones diversas de sección redonda o cuadrada que sirve para afianzar varias piezas entre sí. Se le atribuyen diversos calificativos según la forma o uso: arponado, rabiseco, capuchino, rebatido, roscado, remachado, tosco, calibrado, embutido, terrajado, corredizo o de reviro, de montaje, de ajuste, de cabeza de varias formas, de cabeza perdida, de bloqueo, de espolón, de tirafondo, de cola de raposa, de embridado, etc.

En América se emplea también bulón, pero la palabra francesa de que procede: «boulon», es en castellano tornillo, es decir, el perno roscado y con tuerca. En Méjico se usa también birlo.

El verbo correspondiente a perno (del latín «perna») es empernar. Se usan también, para ideas no absolutamente sinónimas, atornillar, encabillar y hasta embulonar, abulonar y bulonar. Encabillar es vocablo que procede de las antiguas ensambladuras de tablas; cabilla es la espiga de madera que, clavada, las afianza entre sí. A veces queda saliente como para amarrar un cabo. Encabillar es el verbo correspondiente a cabilla. Se usan cabillas metálicas de cobre y latón para afianzar cueros, cartones, etc.

Mecha es palabra empleada principalmente en los astilleros. Tiene muchos significados, entre otros, los de mandril, barrena, taladro. En los molinetes de levar anclas es la pieza resistente principal del árbol; en el gobierno del timón por rueda y torno es el muñón con que termina el árbol opuesto a la rueda, muñón que apoya en el caballete fijo. Es también el gorrón en que pivota el cabrestante. Se llama mecha (Spindle) al corazón de un palo de empalmes. Es también la parte delantera de la armazón que constituye el timón de gobierno, la que recibe los machos

o pinzotes para encajar en las hembras del codaste y apoya en el talón de éste, viniendo prolongada por la barra o caña vertical que sale a flote.

Mecha tiene la acepción corriente de núcleo en las velas o cirios, y es voz empleada en la técnica del engrase o lubricación.

En Obras, mecha es la cabeza del palo travesero del andamio. Y de mecha derivan mechinal, mechazo, mechara, mechón, mechuza. Probablemente su etimología es la voz griega «mykos», nombre que se daba a los picos de las candilejas.

Son muchas interpretaciones para un solo vocablo. En él, como ejemplo, pueden observarse cualidades peculiares del lenguaje técnico. Según la procedencia o lugar de trabajo, una misma cosa recibe diferentes nombres y multitud de cosas se expresan por un mismo nombre al considerar sus diversas acepciones y empleo en distintos lugares.

5) *Roblón y remache para unión y afianzamiento de chapas solapadas y superpuestas.*—Son pernos entrados por lo general en caliente en sendos taladros previamente calibrados, cuyos ejes y contornos coinciden. Van provistos de cabeza que apoya en la estampa matriz mientras un operario bate y recalca el pie con un martillo a mano, o neumático, o lo oprime en la prensa. Antes de la operación de recalcar es necesario asegurar el contacto de las chapas alrededor del perno, lo que se hace con la estampa y la sufridera.

Remachar, como machacar, machón, machacón y machucho, proceden del latín «marculus», martillo (\*). Roblón viene de robrar, en latín «roborare», dar fuerza y firmeza, robustecer. Los dos vocablos sinónimos son en francés e inglés uno mismo «rivet»; en alemán «Niet», y

(\*) «Diez: Ethymologisches Wörterbuch der Romanischen Sprachen», Bona, 1853.

en italiano «chiodo». Roblón no entra en el léxico de los constructores navales. Es probablemente de introducción más moderna que remache. El roblón puede tener su cabeza y su robladura (la forjada en obra) achafanadas, abocardadas, chatas, rasas, puntiagudas, estampadas, ovaladas, engoladas, esféricas, troncocónicas.

La unión de las chapas se llama costura, roblonado o remachado, puede ser hermético, de simple o múltiple hilera, solapado, a tresbolillo, con tapa o cubrejunta, con las chapas a tope, etc.

Quizá los métodos de trabajo permitan algún día discernir los dos sinónimos atendiendo a su etimología. La de remache parece inseparable de percusión o martilleo. En Aviación los remaches o roblones son frecuentemente de aleación de aluminio, cobre y magnesio. Se emplean a veces roblones huecos con explosivo en un pequeño cartucho que se coloca en lo interior. Al calentarlo eléctricamente por simple contacto, la expansión determina el cierre por abatimiento del borde del casquillo. En este caso parece más indicada la voz roblón que su sinónimo. Lo mismo ocurre cuando se emplea la prensa neumática u otros procedimientos, como el del collarín; el trabajo es más perfecto que con el martillo, el cual, no obstante, es más fácilmente adaptable, es decir, que puede atacar remaches menos asequibles.

El recalcado se hace a stampa, con el útil llamado doile (dolly, Döpfer).

Hay máquinas automáticas que realizan todas las operaciones: marcar, taladrar, introducción del roblón, ajuste sobre sufridera de bordes planos o cónicos contra la matriz que sujeta la cabeza, recalcado con doyle y martillo, avance ulterior, etc. Se denominan «remachadoras» tales herramientas. En los proyectos se emplean notaciones especiales para indicar la clase de remaches y su colocación, con nombres adecuados a su figura.

6) *Galga, calibrador, calibre, batalla.*—La voz galga es corriente, aunque no indispensable; mas apenas habrá ingeniero que no la emplee. La semántica es diversa según la medida a que se aplica: calibre, patrón, plantilla, gálibo, escantillón, estima, norma, trocha, comprobador, gramil, palmer, pie de rey, compás, calibrador, verificador, afóro, arqueo, calado, indicador, transportador, contralor, cartabón, graduador, contraste, aro, «standard», etc. El uso generalizado de la voz galga incluye el instrumento y la medida. Así se dice: la entrevía es de ancho internacional (1,435 metros) o de trocha internacional o de 58'' 1/2 de galga entre bordes internos. Y al calibrador se le llama también galga. En automovilismo, para comprobar el alineamiento de los ejes, se emplea la «galga» llamada enderezamiento o «reglaje»; galgas hay para examen de la inclinación y diámetro de los muñones, para centrar bielas, para ajustar embragues. En ferrocarriles al patrón de peralte se le llama también galga, y galgas hay para medir el grueso de la pestaña, etc.

Juegos de galgas de precisión o calibres se aplican a taladros, brocas, tornillos con sus roscas y tuercas, dientes de engranajes, husillos; galgas son los llamados peines para comprobar el paso de fileteados, diámetros de surtidores y mecheros, distancias entre puntas, diámetros internos y externos, superficies cilíndricas; las dimensiones de mortajas y escoplos se contrastan con instrumentos especiales que responden a la voz genérica.

En mediciones precisas se emplean galgas de «no pasar» y galgas de «pasar» para ajuste de diámetros con tolerancias máximas. Constrúyense galgas para casquillos, para bujías, para alambres, para medidas de presión, reglas graduadas para medida de capacidad volumétrica, galgas para gruesos de lámina, de desgaste, etc.; la palabra galga tiene aplicación múltiple y variada.

Lo que ocurre con este neologismo es característico

del lenguaje de la técnica. Junto a la necesidad de análisis para discernimiento de supuestos sinónimos se ofrece la de concentrar en una sola palabra el concepto genérico de la medida en toda su amplitud y de su instrumento, sin perjuicio de añadir los elementos específicos de cada caso. Un operario o ingeniero ocupado en una determinada operación de contraste pide la «galga» para medir y da luego como resultado del examen un número, la «galga», es decir, la medida. La adopción del neologismo responde a la necesidad de reducción y contracción del lenguaje, lo que conduce a la designación genérica unívoca de la operación de medida (calibrar), su instrumento calibrador y su resultado: calibre. Como la acción no puede en español ser galgar, en su lugar ha de emplearse contrastar, medir, calibrar, aforar. Calibre viene del árabe «cálib», que significa molde, de donde «gálibo» de cuaderna, de carga, etc.

Galga es palabra española de múltiple significado; la emplean, por ejemplo, los carreteros para designar el rollizo con que frenan el carro por fricción sobre la manga del cubo o las piñenas de la rueda, rollizo cuyos extremos se atan a los largueros o teleros de la caja o a las pértigas que prolongan aquéllos. Galga es voz derivada del céltico «cal», «gal» o «galg»; es la piedra que cae rodando por una pendiente, de donde desgalgadero (vascuence galgarría); en minería es cada una de las tornapuntas que se afirman en los largueros o brocal del pozo y en los cuales mediante mortajas se sostienen los husos de los tornos de mano (de «galg», palabra usada en idioma flamenco que significa viga); es el anclote, calabrote u obenque en que se «engalga» un ancla; es la estaca que se clava ante el ancla para que no se desentierren las uñas o para que no garree el buque; es la muela de piedra del molino de aceite que rueda de canto y muele la aceituna. Es sarna, es féretro o andas, es cinta de zapato (cáliga), es cerda joven recién parida, es la hembra del galgo, etc.

Mas aparte de tales acepciones, es voz usada en lenguaje castellano para indicar medida. Así se lee en escritos del 1605 sobre fortificación: sillares de a vara de largo, dos pies de lecho y pie y medio de galga (es decir, altura), es «regla (\*) que sirve de tipo para la construcción de varios cuerpos a cuya medida se ajustan, etc.». Por lo tanto, el empleo de este vocablo está justificado y no es neologismo; sin embargo, a pesar de existir como palabra genuinamente castiza empleada en cantería y en lenguaje marinero (también para significar medida), la palabra galga se ha introducido procedente del inglés «gauge» o «gage» y del francés «jauge», «jauger», «jaugeage», que mejor se traduce por aforo, tratándose de ácidos y líquidos.

Gage, forma moderna y americana de «gauge» tiene en inglés diversos significados, uno de ellos es gaje como en castellano. «Gauge» probablemente proceda del francés «jauge», «gauger» se encuentra usado en el siglo XIII y significa medir, y posteriormente, «jauge» es el resultado de la medida o el instrumento para obtenerla. Probablemente relacionados con «jale» (vasija) y «jalón» (jalón), de donde jalonar en castellano para medida de longitudes mediante estacas clavadas en el suelo. «Gauge of way, to take the gauge». En inglés «gauge» es también calado de buque. Como regla de medir toneles se encuentra empleado en 1530. Significa también gramil. El verbo es «to gauge» y se dice: «to gauge a ship»; «gaugeable», «gauger», «gaugery», «gauging», son derivados.

La construcción de galgas es una parte importante de la industria y su empleo garantiza la obtención de órganos precisos, intercambiables. Son generalmente de aleación muy dura e invariable en cambios de temperatura, tratada térmicamente y forjada con gran exactitud. Suelen ser de numeración fija o de medida variable con tolerancias

(\*) Véase Diccionario de Clairac, págs. 289, y el Diccionario de Arquitectura, de Matallana, mencionado también en el Clairac.

conocidas. Reciben nombres especiales. La bondad de una galga se mide por su invariabilidad después de un determinado número de medidas. Por ejemplo, un macho para medida de diámetros internos de 0,6845 pulgadas no debe sufrir alteración de una diezmilésima después de 20.000 medidas de casquillos.

Según Clairac, pág. 475 de su Diccionario, la distancia entre dos ruedas montadas en un mismo eje se denomina batalla en plática de carreros.

7) *Brochar, escariar, mandrilar*.—El neologismo traduce el inglés «broaching». La herramienta llamada brocha es una mecha provista de dientes atravesados, de contorno definido y distribuidos a lo largo de la longitud de la mecha. La herramienta abre horados por avance axial y les da la forma del contorno de los dientes.

Todo diente arranca virutas por el filo de su contorno y el perímetro de los dientes sucesivos se agranda hasta el calibre. Los horados han de permitir el paso de la herramienta que, en su trabajo, está sometida a tracción.

Brochar es, pues, equivalente a horadar, difiere de punzar, cuyo órgano activo es la punta; difiere del barrenar o perforar con broca porque ésta gira a la vez que avanza y abre taladros circulares, y difiere del fresar en que la fresa recorre el contorno o del acepillar en la limadora o escopleadora con la cuchilla de borde cortante. La brocha obra por pasada axial. Se la ha llamado fresa corrediza, fresa espiga, fresa de mecha, broca de vaivén, mecha de expansión, escuadrador, sacabocados mecánico, y, según la forma del taladro que abre, mandrilador de ranuras, entalladora, etc.

En el herramental moderno es muy empleada, ahorra mucho trabajo en horados de contorno no circular. Los dientes en el dorso afectan rebajo del filo a la mecha y es su forma la de un tronco de pirámide con la base menor en la espiga de la mecha, solapándose ligeramente la

base cortante de un diente con la de engarce del próximo con la espiga. En general dientes y espiga son de una pieza, mas pueden ser aquéllos postizos. Las brochas forman juego de herramientas para pasadas sucesivas, como las brocas y escariadores. La parte que sirve de amarre del portaherramientas se denomina caña, se sujeta con mordazas o chaveta, sigue el cuello o guía cuya sección corresponde a la forma del horado y el cuerpo arrancavirutas hasta terminar con la parte que corresponde al calibre y que actúa como escariador.

La distancia entre dientes se llama paso; es relativamente corto en materiales maleables y largo en los agrios. En el perfil del diente se distingue el ángulo de ataque o de arranque y el dorsal de entrada en la cámara de virutas; la parte cilíndrica de contacto del diente se llama faja guía y se denomina pendiente la diferencia entre el primer filo y el último. El grueso de viruta suele estar comprendido entre 0,01 y 0,2 mm. Cuando la sección excede cierto límite se entallan los dientes para reducir el ancho de las virutas a 10 ó 15 mm., pero solamente en los primeros dientes. Las diferencias entre el taladro inicial y el calibre, es decir, lo que ha de arrancar la herramienta, se denominan «creces». Para el pulido se usan brochas especiales.

El brochado puede ser interior o exterior. En este último caso, o se traslada la pieza con la brocha fija, o viceversa. No hay necesidad de avance de la herramienta, pues los diversos filos de los dientes hacen el mismo efecto, el movimiento relativo es una traslación sencilla. Muchas veces el filo de la herramienta no es normal a la traslación, el ángulo de desvío se llama inclinación del filo.

Las herramientas del brochado exterior, sus órganos de fijación y guía, los ajustes y enclavamientos, la misma construcción, esmerilado y tratamiento térmico, el análisis del rendimiento y justificación del costo, etc., son cuestio-

nes del mayor interés en la moderna organización de talleres, especialmente los destinados al trabajo en serie, es decir, en grandes cantidades. El movimiento relativo del carro portaherramienta y del tablero donde se sujeta la pieza que se trabaja, se obtiene en máquinas especiales, a veces de dimensiones tamañas, accionadas por presión hidráulica con instalaciones especiales de aire comprimido y órganos movidos por maquinaria eléctrica especial. Ventajas tiene el brochado en la pequeña velocidad de arranque, en la multiplicidad de los dientes que actúan, en la sencillez del movimiento, en la economía de tiempo, pues una sola carrera basta para obtener la sección que se desea, etc. (\*).

El verbo escariar y la herramienta llamada escariador tienen empleo diverso del que se atribuye a brochar y brocha. Escariar, en el sentido más antiguo, es agrandar un

(\*) Admitiendo «brochar» como adecuado para designar el trabajo de la brocha y definida ésta como en el texto por referencia a la palabra inglesa «broach», de acuerdo con el uso en diversos talleres y con la literatura corriente en España (véase, por ejemplo, el «Formulario del técnico mecánico», publicado por Labor en 1942, págs. 431 a 442, y los excelentes «Trabajos de taller», tomo XIV, «Brochado y aserrado de metales», interesantísima publicación dirigida por el ingeniero, Serrat, fallecido en enero de hogaño antiguo director de la Maquinista Terrestre y Marítima, genuina e indiscutible autoridad en la materia), se expone en lo que sigue la semántica y etimología del neologismo, según el «Oxford», edición de 1933, pág. 1115, vol. I, y el «Thesaurus linguae latinae», Leipzig, tomo II. «Broach» procede del bajo latín «brocca», que da lugar al francés norteño antiguo «broke», «broche» en el siglo XIII. El bajo latín «brocca» procede del tatin «brochitas». Plinio dice: «senectus in equis et ceteris veterinis intelligetur dentium brochitate»; por definición, «brochus, a, um, qui labrum superius tumidum habet», etc. Otras citas hay de Varro sobre caballos, de Plauto, etc. Se trata, por consiguiente, de la cualidad de poseer dientes salientes. La etimología no es quizá muy convincente, pero no se conoce otra.

Por tanto, «broche» y «broca» tienen etimología común. La semántica inglesa es múltiple, y refiérese a colmillos, estacas puntiagudas, herramientas de cantería, como cincel y puntero; punta de candelabro, aguja o pináculo de las construcciones góticas, pinchar, introducir, punzar. Se da, por tanto, el caso de repetir con el nombre inglés la etimología de «broca», que como herramienta de giro para taladrar no se introduce hasta el siglo XVIII (1774); las brocas salomónicas aparecen en 1822 y las actuales en 1863.

Brochal es palabra española técnica; según el diccionario estricto, es el madero atravesado entre otros dos de un suelo y ensamblado con ellos.

taladro mediante un clavo de sección variable; si la sección es cuadrada, por ejemplo, tiene aristas agudas; en sentido más moderno es agrandar un orificio con una herramienta fresa de muescas o entallas de filo paralelo al eje o helicoidal que gira alrededor de su eje y en el giro muerde y abre virutas, siendo su movimiento principal el giro y secundario el de avance axial. Como son herramientas delicadas se usan especialmente para pulir superficies cilíndricas interiores, cuyo diámetro es el calibre del escariador.

En Artillería se usaba el mandril en los cañones de bronce para endurecer la superficie interna, a cuyo fin se introducían en el ánima mediante la prensa hidráulica calibres llamados mandriles. En cirugía se emplean calibres para usos semejantes, llamados también mandriles.

A la operación correspondiente se le llama mandrilar. Mandrilar es hoy en la práctica de talleres cosa distinta. Es la operación de aumentar el diámetro interno de cilindros hasta un determinado calibre por el trabajo de una o dos cuchillas fijas a un órgano portaherramienta, el cual, a su vez, avanza relativamente al cilindro gracias a un husillo diferencial u órgano análogo que lo obliga a girar y avanzar. Con cuchilla única y herramienta en el extremo de un brazo convenientemente guiado en el ánima, se abren análogamente las ranuras helicoidales en los cañones de artillería y fusiles. Mandrilar traduce el francés «alèser», lo que es consecuencia de que llamen algunos alisar a la operación, nombre que no corresponde al trabajo real de las herramientas, pues el alisado o esmerilado corresponde a otra operación con la muela, que alisa y «rectifica».

Hay, pues, necesidad de dar un valor a cada sinónimo, y ello resulta: *a)* de la magnitud de la abertura, *b)* del modo de abrirla y agrandarla, *c)* de su acabado.

En cuanto al tamaño, toda boca o abertura de relativamente escaso diámetro abierta con punzón o barrena es un

taladro; cuando no pueda abrirse con barrena en una operación es ya boca o abertura de forma circular, cuadrada, etc., y cuando es lo interior de un cilindro no es boca ni abertura, sino superficie cóncava, intradós, cara interior, etc. Por el modo de abrir y agrandar, el escariado a la antigua y la fresa escariadora son dos métodos diversos y distinto de ellos es el brochado. El acabado supone escariado, pulido y rectificado o las tres cosas a la vez.

Mandril, del francés «mandrin» y del inglés «mandrel», es el plato que sujeta las piezas en los tornos, plato que obliga a girar a la pieza que se fija al mismo. La herramienta va sujeta al cabezal. Del «mandrin» francés se ha deducido la palabra mandrinar como substitutiva de mandrilar. Por lo que se ha dicho, mandrinar no puede tener carta de naturaleza en castellano, a pesar de lo mucho que se emplea.

Es muy usada en talleres la voz refrentar, que indica el rebajo de superficies planas, por lo común frontales, como las platinas de cilindros, los exteriores de cubos, trabajadas mediante cuchillas que giran alrededor de un eje perpendicular al plano de sus filos. Las cuchillas se sujetan a un mandril que termina el árbol husillo.

8) *Agujero, orificio, taladro, perforación, horado, foramen, barreno.*—Agujero procede de aguja, que a su vez deriva etimológicamente del latín *acus*, del griego *ἀκμή*. Designa lo que emplearon las mujeres romanas para sujetar los rizos: *Acus sunt quibus in feminis ornandorum crinium compego retinetur ne lexius fluant* (Thesaurus, pág. 470, tomo I. Leipzig). En general «acus» es instrumento puntiagudo para atravesar y coser (\*): *pungendi figendique instrumentum*.

(\*) Por serie variada de tropos se denomina aguja al obelisco, a la torre gótica que remata el crucero cuando es muy esbelta, a la brújula «aguja de marear»; se emplea por matarifes y pescadores con diverso significado, y en Ferrocarriles designa uno de los órganos del desvío. Es de notar que a estas diversas acepciones corresponden vocablos unívocos en otras lenguas neorrománicas; v. gr., en italiano «ago», «guglia», etc.

Parece adecuado en plática de ingenieros atribuir al hueco que abre la aguja dimensiones reducidas que permitan calificarlo de angosto. Un agujero de grandes dimensiones no conviene a la etimología del vocablo.

En Física y Cirugía, «orificio» de *os oris*, boca, y *facere* es vocablo usado comúnmente, pero más adecuado a la terminología propia de doctores; en tiempos no muy remotos, físico y médico eran profesiones poco diferentes, y, en Inglaterra, todavía llaman «physician» al segundo y «Physic» a la medicina (\*).

En el lenguaje técnico se usa muy frecuentemente taladro. Taladro, del latín «terebrum», del griego «teretron», que en bajo latín se hace «taratrum», a los que el Diccionario de Nebrija añade «terebellum» y «terebro», significa a la vez el hueco y la herramienta. Como herramienta el nombre es genérico y tiene como específicos: punzón, trépano, taledra, barrena, broca, fresa, etcétera, de lo que se hablará más adelante. Taladro es el agujero abierto en madera, en vidrio, en metal, sea en chapa o en cubo. El concepto no involucra atravesar el cuerpo que se taladra. Puede abrirse el taladro para alojar una cabilla, un perno prisionero para ajuste de cajeros y culatas, para matriz guía de un espárrago, etc.

La sección del taladro depende de la herramienta, y si, por lo general, es de sección circular, puede ser circular con doble ranura o cuadrado o con ranura múltiple, especialmente cuando se abre con la herramienta denominada brocha. En este caso no tiene fondo.

Ojo, ojal y ojete corresponden a trabajos de artesanía (\*\*): ojo de la cerradura, ojete para el paso de cuerdas o cordones, ojal en prendas de vestir, etc.

(\*) «Physicist» es el especializado en Física (Physics).

(\*\*) El uso de ojal en maquinaria suena, en ciertos casos, a arcaísmo. En las descripciones de cureñas de artillería del siglo XVI (1522) se dice «ojalar las ruedas de una curueña», y ojales eran los propios bujes de bronce de la maza (cubo). Véase

Un hueco profundo, de poco diámetro, abierto en la roca o en el terreno se llama perforación o sondeo (\*). Las herramientas de perforar empleadas en el sondeo reciben los nombres de trépano, cuchara y corona. El trépano es percudente y suele trabajar en paralelo con chorro de agua inyectada a presión, que favorece la desintegración de la roca y la salida de los residuos de la trepanación. Algunos trépanos permiten sacar testigos, otros están destinados al aumento del diámetro de sonda. Después de la caída gira el trépano de un ángulo de 6 a 10 grados para no golpear en el mismo lugar. El trépano se sobrecarga para aumentar su efecto. Toda herramienta perforadora que trabaje a percusión podría llamarse trépano.

La cuchara se emplea en la prospección de terrenos blandos, aluviones, arenas sueltas y arcillas plásticas. Después de dar algunas vueltas al útil se saca a la superficie, se limpia, se desprende de la tierra que adhiere y se vuelve a hundir, y así sucesivamente.

La corona permite sacar testigo continuo. El elemento duro es granalla de acero especial que lleva diversos nombres en el comercio, puede ser también diamante negro. Otros útiles son los ganchos, los cortafríos, las grampas para recuperar las herramientas en casos de rotura, etc.

La técnica del sondeo introduce tal cantidad de neologismos que sólo los especializados consiguen poseer las equivalencias, y como la operación es de importancia tamaña para la economía nacional, ingenieros, técnicos y operarios sufren la invasión de catálogos y textos, y aca-

en los Archivos de Simancas los referentes a «Guerra de mar y tierra». V., no obstante, pág. 50.

(\*) Un hueco somero en la tierra es hoyo u hoyca, si es profundo se llama pozo; carcavón, cárcavo, carcavuezo, cárcava, designan la hoyca tamaña, por ejemplo, la que aparece después de grandes avenidas producida por la turbulencia arremolinada en los torrentes. Se emplean también tales voces en pláticas de fortificación para designar zanjas y fosos; en minería, etc. El verbo es escarcavear. Hoyca es sinónimo de cuenca y de charca, sea para captar aguas pluviales, sea para recoger la brea en las pegueras.

ban por asimilar a la fuerza el lenguaje de los que les adiestran en el manejo del herramental. Así se oye decir en los campamentos, al pie de los derricks o junto a las bombas, «rig, reel, rotary, jars, spears, overshots, bailers, slips, christmas trees, diecollars, flowbeam, reamers, taper», etc., en poco satisfactoria algarabía, complicada por la diversa fonética.

La sonda se usa en Cirugía, Meteorología y Marina, aunque con significado y nombre distinto del anterior. La perforación mediante sonda es requerida en el examen geológico del subsuelo, en la construcción de túneles y cimentaciones, para alojar cartuchos explosivos, en la búsqueda de aguas artesianas y combustibles sólidos o líquidos, en el examen de fallas y potencias de filones y bolsadas, etc.

Perforar se dice en el lenguaje de taller y en trabajos de Artillería: perforación es equivalente a dar diámetro y forma adecuada, lisa o estriada, al interior de cañones, fusiles y morteros. Se logra con varias herramientas trabajando sucesivamente.

Cuando el hueco es relativamente grande y cala, se designa comúnmente por abertura (\*).

Antiguamente usábase la voz horado, que ha pasado a ser arcaísmo, aunque no lo sea el verbo horadar. La voz horado se halla en la traducción de la biblia de Ferrara, traducción del siglo XIII, contemporánea de Alfonso el Sabio. Se lee en ella: «Y tomó Jehoyadah el sacerdote, arca una y horadó horado en su puerta.»

Horado es sinónimo de calabozo, madriguera, calado al través de un promontorio o farallón que permite ver el paisaje a través, etc. En la «Celestina» se lee: «No hay cosa más perdida que el mur que no tiene sino un horado.»

(\*) Túnel, galería, bocas o boquillas del túnel, fauces (corredores entre el atrio y el peristilo en la casa romana, parte posterior de la boca, entrada de aire en las toberas, etc.).

En obras de Anatomía se habla de los «horados de los ojos en la olla de la cabeza».

En un diccionario en ocho idiomas publicado en París en 1568, horado es la versión española de terebrum, tarière, bohrer, peircer, boorsyer (flamenco), τρύπανον, tri-vella, y horadar es equivalente a forer, percer, borethrough, durchbohren, forare, deorboren (flamenco). El francés tiene la voz «trou», del latín «traucum», con un significado muy general, v. gr.: «le trou de la souris, trous de coup»; «trouée» es un derivado que no tiene traducción fácil; la voz genérica abertura (aperire) se adapta mal a tanta diversidad de caracteres que requieren mayor precisión. En diccionarios americanos se traduce «bore hub» por horador de cubo (pág. 150 del de Lewis Sell, New-York, 1944), y la palabra horadación es corriente en plática de ingenieros allende el Atlántico.

En Molinería, para designar el hueco de la piedra baja de la tahona por donde se afianza el palahierro, se emplea la voz foramen. Es la palabra latina que traduce agujero. Cárcavo es en algunas regiones de España el hueco en que juega el rodezno de los molinos.

En el Diccionario de Lebrija, agujero es en latín «cavus, i», y «foramen, inis»; «cavus» se refiere a cavidad «forabilis, e» significa perforable; «foris» es la puerta, el acceso.

Con lo que precede está muy lejos de quedar agotado el tema; hay multitud de órganos maquinales que hay que nombrar y se carece de vocablo; por ejemplo, en el mecanismo de Stevenson y similares para el cambio de marcha en las locomotoras, interviene la llamada «colisa» o «ranura colisante»; la voz francesa «coulisse» permite el verbo «coulisser», el adjetivo coulissé» y el sustantivo «coulissement» y hasta «coulisseau» para designar la cruceta que se mueve en el «ojal de corredera» limitado por dos curvas o superficies paralelas, es decir, que guardan entre sí distancia constante a lo largo de las mismas.

Arcaísmo español parece ser «buco», de donde derivaría buque para designar la cavidad de un barco. En italiano, «buco, pertugio» significa genéricamente el conjunto de sinónimos que se han tratado de reducir a vocablos unívocos en este capítulo.

*Barrenos* son los huecos abiertos en la roca o en el terreno con herramientas diversas, accionadas a mano o por aire comprimido, vapor o electricidad. En el fondo de los barrenos se coloca un cartucho con explosivo y otro con detonante, retacándolos luego con tierra para cerrar el barreno y concentrar la fuerza explosiva en el fondo del mismo.

Para terminar se recordará que Lebrija admite el sustantivo *perforo*; que en plática de artilleros al horado abierto en una muralla por tiro rasante se le denomina *portillo*: «hizo la bombardas en el muro un gran portillo»; que *ojo* se usa al tratar de molinos, puentes, lugares por donde los cauces se hacen subterráneos, etc., y que en la técnica de la construcción se habla de tragantes, tragaderos, imbornales, mechinales, cauchiles, alcachofas, chupones, bocas de tormenta, tragaluces, etc., cuyo significado no es necesario aclarar.

9) *Lezna, punzón, barrena, broca, fresa*.—*Lezna* viene del árabe «lexina». La lezna se emplea en artesanía, en especial para el cuero y suelas; es la aguja de coser material resistente y basto.

El *punzón* abre el taladro por presión axil, no hay involucrada rotación alguna, el material resiste a la cortadura como en un recorte ordinario con tijera y se deforma a menos de tomar precauciones especiales. El movimiento de la herramienta es una traslación axil.

*Barrena* es término muy empleado como herramienta para horadar madera y piedra. Actúa por su corte afilado, que puede ser recto o en hélice. Se le adapta un mango o se fija a la carraca del berbiquí u otra máquina de tala-

drar. No se sabe con certeza cuál es la etimología de barrena: unos creen que del árabe «birrina», otros que del bajo latín «verinus, veru». El equivalente francés es «vrille, tarière», y parece indicar por la etimología del primero (viticula) que el movimiento de rotación forma parte esencial de su concepto. Para guiar la barrena en su penetración suele haber un «gusanillo» o «caracolillo» o «gavilán». Según la forma de la uña terminal, se denomina de cola de marrano, de cuchara, de lengua de víbora, de pezón, y según el fuste, recta o helicoidal.

La etimología de *broca* se ha indicado en lo precedente. En tiempos anteriores a la introducción de la broca para taladrar metales o para barrenar cañones, la voz broca significaba en artesanía una rodaja con que los bordadores tienen agarrados los hilos o torzales a manera de un huso (Covarrubias); un clavo redondo y de cabeza cuadrada usado por los zapateros (Terrereros) y un hierro redondo de punta acerada que usan los cerrajeros (Clairac). También llamábase broca al eje que atraviesa la barra de la romana.

La broca espiral, que es la más usada, arranca virutas por el filo de las cuchillas inclinadas en que terminan las canales por donde corren aquéllas. Se emplean brocas en el taladrado de chapas y cubos de metal, y también para el mármol, resinas y material sintético de diversas clases, pero de relativa dureza. Deben afilarse con rueda esmeril cuando se embotan, con cuya operación se restablece su uso sin necesidad de forja nueva, pero ha de efectuarse el esmerilado en máquinas especiales que permitan la conservación de los ángulos de los filos, el mantenimiento de la conicidad de la base, etc. Toda ranura espiral tiene el canto boto o romo, lindando en esquina con una faja guía que centra la herramienta por su adaptación al borde interno del taladro. Los diversos ángulos en una broca (de punta, de afilado posterior, etc.) varían según

el material que se trabaja y la naturaleza del de la herramienta, así como el número de vueltas por segundo. Algunas tienen cañerías tubulares para introducción de lubricante o simplemente de agua para conservar relativamente fría la herramienta.

El valor de una broca se mide mejor que por el peso de virutas por unidad de tiempo, por la llamada potencia de filo, es decir, la capacidad de conservarlo. El ángulo de punta que forman los filos es por lo común, de  $116^\circ$ . En brocas para metales blandos y materiales sintéticos es distinto y varía de  $40^\circ$  a  $120^\circ$ . Las velocidades lineales en el giro oscilan alrededor de 20 m. por minuto para acero de maquinaria, para fundición son menores y para el latón mayores.

Para dejar embutidas las cabezas de tornillos y que no sobresalgan del plano de la chapa, se ensanchan los taladros en lo que ha de servir de alojamiento de la cabeza, dando forma cónica a la boca del taladro. Esta operación se realiza con el *avellanador*, herramienta de múltiples filos, dispuestos en una superficie cónica, cuyo eje es el eje del fuste o caña de la herramienta. El avellanador deja la superficie terminada, y sin alisado ni bruñido alguno, la cabeza del tornillo ajusta su lecho sin necesidad de nueva operación.

Por extensión se llaman avellanadoras las herramientas destinadas a labrar el lecho cónico no sólo de las cabezas de tornillos, sino del fuste; su filo activo, como en escariadores, es recto o helicoidal; exteriormente semejan brocas salomónicas sin punta, tallan taladros bastos de fundición o desbastados con broca. Dejan la superficie acabada y bruñida.

*Fresa* es neologismo procedente del alemán («fresen»), lo cual contrasta la influencia de la técnica alemana en lo que va de siglo. La propiedad señalada en el avellanador de dejar el lecho suficientemente bruñido

es característica del fresado, en cuya operación el movimiento de rotación alrededor del eje de la herramienta es esencial. Con esto queda dicho que el alma de la misma es un cuerpo de revolución en el que se labran las cuchillas, cuyo filo agudo rebaja la superficie que se labra hasta darle de una vez, sin otro retoque con nuevo herramental, la forma definitiva, con lo que se consigue que sea más económico el trabajo y pueda ser realizado en «serie».

En la fresa cada diente o cuchilla levanta una viruta de espesor variable desde cero hasta el grueso del rebajo; el ataque de cada cuchilla determina en ésta esfuerzos variables mientras dura, precisamente por la variación en el grueso de la viruta, y cuando la cuchilla queda al aire el esfuerzo es nulo. Hay periodicidad y discontinuidad en el trabajo de cada cuchilla, lo que no ocurre con la barrena o la broca, de viruta indefinida. Según la forma y situación de las cuchillas en el alma de la fresa, se distinguen fresas cilíndricas (trabajan por los filos espirales de su superficie cilíndrica envolvente), frontales (los filos en la base); fresas de disco, de rosca, de forma, ranuradoras, chaveteras, de plato; a derecha, a izquierda, a derecha e izquierda, según la dirección del corte, desbaste o acabado; fresas con rebajo son las que conservan la forma del diente al afilar con la muela la cara plana del filo; la curva de perfil suele ser una espiral de Arquímedes o una logarítmica.

Para el despliegue de los sinónimos barrena, broca, fresa, mandril, pueden introducirse como determinantes la forma y el modo de arranque de virutas metálicas por movimiento de rotación. También la forma; si la herramienta semeja cuchara o uña, provista de las guías necesarias de contacto con la cara interna del cuerpo que se horada, se podría llamar genéricamente barrena; si posee ranuras en espiral para guiar las virutas a lo largo, con filos cortantes en la base inferior y guías de contacto en la envolvente cilíndrica, broca; barrena y broca taladran.

Si la herramienta es un cuerpo de revolución con cuchillas incrustadas y trabajo periódico de cada una, pudiendo refrentar, labrar engranajes, ranuras y en general cualquiera superficie con apropiada forma de la herramienta y movimiento debidamente regulado del eje, sería fresa. Mandril se reservaría para lo referente a ensanchar superficies o ranurar las cónicas y cilíndricas interiores con herramienta de torno; mandril para designar el portaherramientas y mandrilar sería la operación continua de sacar virutas por el ataque del filo cortante de las cuchillas.

10) *Recorte, embutido, estampado, vaciado, escarpado.*— Recortar o cortar se puede hacer con tijera (de mesa, de cuchillas circulares) o con estampa; el material resiste por cohesión tangencial, es decir, contenida en la superficie de desgarre y por el rozamiento debido a la cohesión normal. Antes del corte tiene lugar un cierto corrimiento relativo de los elementos que caracterizan la textura interior y el corrimiento permanente indica que se alcanzó el estado plástico en la parte afectada. El punzonado es una operación análoga, en que hay cortadura a lo largo del contorno del punzón. Con el afilado de las cuchillas oblicuas de la tijera disminuye el rozamiento; también disminuye con el huelgo entre cuchillas. En el punzonado debe distinguirse el macho o punzón y la matriz por donde pasa el macho atravesando el palastro. Una vez abierto el horado, para repasarlo y quitar barbas se emplea otro punzón y otra matriz más ajustada a las dimensiones definitivas.

Recortar se dice también de la eliminación del material sobrante en piezas embutidas; si son sólo rebordes se llama rebarbar, y si se abren entallas, eliminando sólo parte del material, se denomina la acción entallar; tronzar es dividir en dos una barra a la manera de un rollizo en el tronzar ordinario; el corte puede ir acompañado de deformación (dobladura, pestaña), de embutición y de expulsión.

El recorte con estampa necesita prensa o martillo pilón. La matriz puede ser de una pieza o de múltiples piezas acopladas, que se fijan al tablero mediante tornillos, grapas, etc.; grapas de asiento por lo común sujetas a «norma». Parte esencial de las prensas es la guía directa e indirecta del macho. Completan el equipo separadores, sujetadores y expulsos, movidos por lo general por resortes. El material debe ser guiado y presentado con exactitud, empleando en ciertos casos métodos ópticos para centrar, y, como órganos accesorios, estantes y carretes para apilar, carros y plataformas de transporte, emparrillados móviles para el avance, mesas de preparación y roturado, mesas auxiliares de machos y estampas, elevadores, grúas, transportadores, etc.

Una pieza cortada es generalmente plana y para curvarla pasa a máquinas de curvar que le dan forma definitiva formando solapes, plegados, cantos y molduras, arrollando, bordeando y redondeando a veces en ingeniosísimas combinaciones, con lo cual se obtienen cajas, cilindros, etc., valiéndose de rodillos ranurados, matrices y machos adrede; estampas y contraestampas que escalonada o simultáneamente doblan, ondulan, entallan, embuten y aun sueldan; recibiendo, guiando, sujetando, operando y expulsando residuos.

Muchas innovaciones ha introducido el empleo de herramientas elásticas y la substitución del macho macizo por una placa de buna o caucho artificial en grandes prensas cuyo tablero de trabajo permite el corte y punzonado de varias piezas simultáneamente. En el corte y curvado es frecuente hacer varias operaciones sucesivamente y actuando varios machos en una dirección, v. gr., vertical y luego, en otras horizontalmente, con un solo movimiento propulsor, de modo que las piezas salen después de un trabajo escalonado en la misma prensa como antes salían de una serie sucesiva de prensas. Las operaciones de cortado

y curvado especialmente, se realizan a menudo en una sola máquina.

El embutido consiste en la adaptación de una chapa al hueco de una estampa mediante contraestampa semejante o mediante chapa elástica. Es trabajo de repujado. También se puede hacer con macho y matriz como en el corte, pero en el embutido hay huelgo entre ambos, por donde fluye el material. En el trabajo por presión entre estampa y contraestampa se comprenden los de aplanar y enderezar, estriar y ondular, que pueden lograrse también por pasadas entre rodillos.

El embutido introduce esfuerzos de flexión y tracción; el material, más allá del límite elástico, tiene plasticidad suficiente para correrse en el hueco que le moldea y da forma. Elemento esencial del embutido, además de la estampa y contraestampa o macho y matriz, es el sujetador que guía el flujo de material y evita abolladuras y pliegues. La forma definitiva se obtiene pasando por otras intermedias y sometiéndolas a recocido adecuado para restablecer las propiedades de tenacidad y maleabilidad del metal que el corrimiento interno haya podido alterar.

El sujetador suele adaptarse a la estampa o contraestampa por la acción de potentes resortes. De ordinario tiene forma de corona circular. El material a embutir ha de ser dulce, dúctil, y las estampas de acero duro de herramientas, al cromo (13 a 15 por 100), debidamente templado y revenido.

La forja de forma necesita estampa y contraestampa cuando no se emplee martillo pilón, cosa que se descarta aquí; no obstante, casi siempre hay efecto de percusión, aun con la prensa, en el acabado. La base del trabajo es el corrimiento del material reblandecido, obligando a llenar los huecos entre estampa y contraestampa. Necesítase, pues, un horno, prensas de cortar o máquinas de aserrar, prensas de iniciar, de terminar, de desbarbar, etc. La es-

tampa y contraestampa moldean el material en estado plástico, deben ser piezas muy resistentes guiadas convenientemente. Entre ambas hay que dejar el huelgo o faja de barbas, y, como en los moldes, agujeros por donde escape el aire. La forja preliminar, las sucesivas y la de acabado deben estudiarse teniendo en cuenta la naturaleza del material que se trabaja, su ductilidad y tenacidad; muchas veces las diversas estampas difieren mucho entre sí.

Cuando se trata de piezas alabeadas, el curvado puede darse con estampa adecuada o al yunque con el martillo pilón; el primer procedimiento es preferible.

El forjado por prensa de cilindros de motor, topes de vagón, casquillos con cabeza rebordeada o válvulas de motor se hace con macho y estampa tubular de dos o más cilindros de diversos diámetros coaxiales. La parte de mayor diámetro forja la cabeza o el ensanche por recalado del metal, es decir, por corrimiento de las partículas en sentido normal al de la percusión; al forjar el resto de la cabeza se corre según el eje mientras se «estira» el material del cilindro o vástago.

Las estampas de acero duro u otra aleación dura se trabajan con máquinas de fresar aplantilladas auxiliándose del trabajo a mano con gubias, rasquetas, punteros, y maquinillas portables. En general las máquinas de fresar estampas deben ser muy sólidas y muy precisas, a veces de grandes dimensiones. Las primeras operaciones pueden hacerse por forjado de las estampas en caliente, pero el acabado requiere gran precisión y frecuente refinado con las fresas.

Operaciones de forja con estampa o troquel son el repujado y la acuñación; en estas operaciones se somete al material a esfuerzos de compresión y recalado. Se trabaja en frío a grandes presiones durante muy corto tiempo o a percusión del martinete; también se acuña en caliente para tener mayor plasticidad en el momento de introducir la presión.

El recalcado es operación que logra gran economía de material y trabajo, se aprovecha la plasticidad que permite correr el material transversalmente a la percusión o a la dirección de las fibras, y multitud de piezas fabricadas así obtienen de forja dimensiones tales que si no son definitivas, necesitan sólo un desbaste de poca importancia: pernos, clavijas, soportes, etc. Si es acero el material, debe ser dulce. El recalcado aumenta la dureza.

Escarpar traduce del inglés «scarphing». Es el rebajo en forma de cuña que se hace en los cantos de chapas con una fresadora que arranca el material en virutas. Se emplea en trabajos de cuadernas y rodas y especialmente en las juntas de calderería.

Vaciado como versión de lapping, en alemán «läppen», es el bruñido de precisión obtenido por fricción entre superficies con interposición de esmeril y lubricante, por ejemplo, para el acero, corundo, piedra pómez, óxido de cromo, diamantina, arcilla con petróleo y aceite de colza. La palabra inglesa significa lamer o beber con la lengua como ciertos animales, acariciar, abrigar o bien solapar. En artesanía de plateros y joyeros se emplea desde 1877 para indicar pulimento por frote con otra substancia o con la misma, como se hace con los diamantes para tallarlos y pulirlos. En la versión española del «Formulario del técnico mecánico», Klingenberg, pág. 482, Madrid, 1942, «se traduce por vaciado por similitud con el afinado de las navajas de afeitar».

### 3. OBRAS E HIDRÁULICA

1) *Materiales: arcilla, suelos, hormigón.*—Para la definición de arcilla no basta indicar sus componentes. Es preciso tener una idea de la composición de la molécula, del tamaño de las partículas, del agua que las envuelve, etc. y

por ello venir en conocimiento del porqué de la exfoliación y demás propiedades. La kaolinita está formada por  $2\text{H}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ , y la bentonita por  $\text{H}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2$ . En la primera todo plano de los hidróxidos de aluminio corresponde a un plano único de los tetraedros Si-O-Si mediante enlaces por el O-O, mientras en la bentonita se halla entre dos de Si-O-Si, a los que sirve de enlace, lo que da por consecuencia que la proporción de sílice a alúmina es 2 en la kaolinita y 4 en la bentonita. La distancia de los planos fundamentales de Si-O-Si en la kaolinita seca a la temperatura ambiente es de  $7,1 \text{ \AA}$  ( $\text{\AA} = 10^{-10} \text{ m.}$ ) y de los planos dobles en la otra de unos  $6 \text{ \AA}$ , quedando  $8 \text{ \AA}$  entre los dos planos Si-O-Si homólogos. La suma  $14 \text{ \AA}$  representa la distancia entre las laminillas elementales de bentonita, doble de los  $7 \text{ \AA}$  en la kaolinita. La primera aumenta hasta 20 los  $14 \text{ \AA}$  al quedar sumergida en agua.

Entre las capas de las mallas antes mencionadas pululan iones internos intercambiables, es decir, que pueden soltar iones H y absorber cationes de K, Na, Ca, Mg... sin perjuicio de los iones superficiales de la partícula, contraiones adheridos y difusos (o móviles) que forman la parte de carga positiva de la capa doble de iones coloides intercambiables. La carga externa da la capacidad de «sorción» o número de miliequivalentes de catión en por cientos de arcilla seca. De este número T dependen las propiedades de encogimiento o recrecimiento, resistencia en seco, etc. Cuando  $T = 100$ , hay 1 miliequivalente catión por gramo y carga de  $10^3$  coulombios, es decir, por  $\text{\AA}$  cuadrado de superficie  $1/6 \times 10^{-19}$  coulombios. Con un potencial de capa doble de  $1/4$  de volt la capacidad es de 700 microfaradios.

Las partículas de arcilla tienen forma de láminas por la muy escasa cohesión entre las referidas capas (enlaces O-O), mientras hay muy fuerte cohesión en cada

capa (enlaces Si-O-Si). Se considera como valor probable de la dimensión lineal de la partícula unos 500 Å, pero la forma es muy variable y la relación de la superficie al volumen es elevada.

La plasticidad de la arcilla es manifiesta para todo «solvente» que contiene hidroxilos y átomos activos de hidrógeno, como el agua, el alcohol, por ejemplo; pero no ocurre lo mismo con el petróleo o con el benceno.

La distancia entre las partículas en suspensión en el agua se estima  $10^3$  a  $10^4$  Å, entre partículas muy viscosas.

Emulsiones de arcilla se comportan como soles de oro, de ioduro argéntico, etc., lo que parece demostrar que las fuerzas repulsivas que evitan la coagulación y provocan la «peptización» son de naturaleza eléctrica.

Las partículas de la capa difusa forman nubes que se penetran mutuamente, y su polarización mutua crea campos repulsivos. Por otra parte, entran en juego fuerzas de atracción de Van der Waals, electrodinámicas, debidas al movimiento e inducción electromagnética, y otras, todo lo que permite tener una idea de las singulares propiedades de coagulación y su variación por la presencia de electrolitos. El potencial varía con la distancia: de atractivo con valores muy pequeños de ésta pasa a un valor máximo negativo, de éste a un máximo positivo (fuerzas de repulsión); pasa luego cero, y en el campo de fuerzas atractivas tiene otro mínimo muy llano hasta hacerse constante y nulo. Además de los fenómenos anteriores se ofrecen otros de absorción, tixotropía (restablecimiento de cohesión por el reposo), peptización, fluencia, capilaridad, plasticidad, elasticidad, histéresis, viscosidad, endurecimiento, y variación con la temperatura, que tratan de explicarse por la constitución molecular y aun atómica, revelada por los modernos estudios de difracción de electrones y paso de rayos de corta longitud de onda al través de las estructuras cristalinas.

Los estudios y avances modernos en materiales obtenidos por vía de industria permiten abrigar la esperanza de reunir en ellos propiedades que en la Naturaleza no se ofrecen conjuntamente. Los *suelos* compuestos de tierras, son, en cambio, elementos naturales en que hay que cimentar, y de ellos se ha de obtener el mineral y las cosechas, así como los elementos de la construcción que no necesitan industria. De ahí la necesidad de su estudio mediante métodos de prospección y sondeo, estudio geológico, morfológico, mineralógico, y desde el punto de vista del agricultor y del botánico. En Ingeniería reviste este estudio especial importancia por depender de él la situación de diques de embalse, la de muros de contención de terrenos que, al derrumbarse, amenazan cortar vías de comunicación o desplazar los muelles de una dársena, etc. La nueva ciencia de los suelos, de fundación relativamente reciente, abarca materias muy diversas en Ingeniería civil y fortificación militar: prospección dinámica, explosiva, eléctrica, magnética, endurecimiento y mejora, impermeabilizado, contención; teoría del empuje activo y pasivo, sedimentación, resistencia, viscosidad, fluencia, erosión, poder de penetración de un proyectil, etc. Muchos laboratorios y sociedades científico-técnicas se dedican a tales estudios y especializan determinadas labores, contando con órganos propios de publicidad.

Precisamente en tales trabajos de análisis se corre el peligro de una invasión de nombres para cada método, ya que con un mismo nombre se designen cosas muy diversas o carentes de toda precisión, v. gr., «terreno arenoso, arcilloso, pantanoso». Datos que interesa conocer en terreno sin cohesión son la densidad aparente, la del material que forma el terreno, el tamaño de los constituyentes y su clasificación, lo que merma al sacudir (o recrece), la permeabilidad, la resistencia, etc. Pero todas estas calidades necesitan precisión, pues dependen del tamaño de las

muestras, de su sacudimiento, del modo de extraerlas, etc. Mucho más complicada es la clasificación del material coloidal, como se deduce de lo que se lleva escrito sobre la arcilla.

En general se dan como elementos de juicio la resistencia al esfuerzo cortante y a la compresión, el ángulo de rozamiento interno, el de talud natural y la consistencia, o sea el agua que contiene cuando comienza a adquirir consistencia sólida. Importa también determinar la constante de filtración, la altura capilar para conocer hasta dónde puede alcanzar el hielo superficial y el humus o sustancias orgánicas que contiene. La moderna construcción de caminos utiliza todos los valores de laboratorio para mejorar los terrenos de asiento de calzadas y firmes o decidir el mejor trazado.

Según la naturaleza de la cimentación, interesan unas pruebas más que otras. No son lo mismo una cimentación sobre pilotes flotantes o por grandes cajones (caissons) sumergibles, o por exclusión de aire en terreno anegadizo, o para bloques soporte de máquinas que dan lugar a transmisión de vibraciones o para asiento de terraplenes y diques de tierra sobre terreno clivoso y escurridizo.

La corrección de terrenos es toda una técnica y la maquinaria empleada muy diversa; cada día aparece en el mercado nueva clase de más potencia y capacidad. Pisones a mano y neumáticos, máquinas de vibrar firme y encofrados; «ranas» (por los saltos que dan), rodillos, rulos; excavadoras, palas tamañas; mecanismos de transporte y de carga, uso de explosivos, inyectoras de cemento, congeladores; dragas de arcaduces, dragas de aspiración, etc., han venido a facilitar los trabajos de ingeniería en tal extremo que lo que antes requería el esfuerzo de generaciones se realiza en breve tiempo. Prodigio extraordinario de la inteligencia del hombre el que permite mediante el ingenio maquinal señalar exactamente el plazo entre comienzo

y fin de obras como las del canal de Panamá, por vía de ejemplo (\*).

El agua y suelo son elementos fundamentales en la Ingeniería de la construcción de edificios, puentes, canales, puertos, embalses, riegos, ferrocarriles y pistas. Sea por peligro de atarquinamiento, sea por el de socavación y arrastre, sea que la obra altere el avenamiento natural, es lo cierto que la primera pregunta en todo proyecto es la del paso libre del agua o suficiente desagüe. El agua y el hielo alteran notablemente las cualidades del terreno y es preciso prever los posibles perjuicios. En Obras públicas se entabla primordialmente la lucha entre los recursos del ingeniero y la potencia destructiva del agua.

En las cimentaciones hay que considerar lo propio y lo del vecino, y obligan a recalces y trabajos a veces de mucha monta para prevenir asientos o movimientos debidos a la desigual distribución de presiones en el terreno. A menudo se evitan corrimientos mediante tablestacas hincadas, encajonando el terreno excesivamente movedizo.

El empleo del hormigón y las bombas a presión y los métodos de hinca por aire comprimido, han permitido pluralidad de trabajos de cimentación en condiciones que hubieran parecido inverosímiles hace algunos lustros. La cimentación a grandes profundidades es técnica moderna; los romanos carecían de la misma y sus puentes suelen carecer de cimentación adecuada. El avance técnico en tales labores es tal, que sólo razones económicas pueden desaconsejar una obra. Puertos en lo interior y

(\*) La técnica caminera en la construcción de aeropuertos exige un estudio muy detenido de los suelos y de su corrección y avenamiento. Véase, por ejemplo, «Soils, Concrete and bituminous material, Londres, 1946». La distribución de presiones y el modo de resistir el choque de aviones al posarse, es problema que aguarda solución. Durante la guerra se han hecho multitud de pruebas y observaciones sobre la resistencia al bombardeo que obligan a considerar nuevamente el arte de la fortificación y de las construcciones subterráneas para almacén de pertrechos. Como los aeropuertos, por su extensión, se construyen muchas veces en marismas y terrenos de escaso valor, los procedimientos de consolidación y mejora tienen gran importancia.

en playas con grandes profundidades de calado, permiten fondear buques de gran capacidad. Ello es posible gracias a las modernas dragas y a los trabajos de cimentación en terrenos de cualquier clase.

Como es natural, la técnica de los «suelos» ha exigido multitud de vocablos nuevos: buoyancia, voz introducida en España por Zafra, es el asiento en cm. por la carga por cm.<sup>2</sup> La inversa se expresa en Kg/cm<sup>2</sup>; la dispersión límite de elasticidad (Ausrollgrenze), el coeficiente de permeabilidad, los límites de fluencia, de coagulación, de congelación; la carga límite; ensayo del cono, límite de consistencia; odómetro, coeficiente de plasticidad y de fricción, encogimiento, recrecimiento, número de criba, grado de uniformidad, de saturación y tantísimos otros vocablos que obedecen a criterios no siempre definitivos, son neologismos o locuciones nuevas.

El *hormigón* es un compuesto de cemento, arena, grava y agua, en proporciones diversas y generalmente bien definidas si se dan su objeto y la naturaleza de los materiales que lo componen. Las «propiedades» de este material son función de muchos elementos previos fortuitos, aun suponiendo una calidad y composición determinada.

Al formarse la pasta y dejarla al aire o bajo el agua, el cemento y el agua reaccionan. El cemento *fragua* (Abbin-det) con desarrollo de calor y poco a poco endurece. Al fraguar se *contrae* (schrumpft), es decir, disminuye de volumen, y terminado el fraguado *encoge* al secarse (schwindet). La *merma* puede llegar a alcanzar 1 : 2000 en la dimensión lineal. Una vez en obra, al recibir la sobrecarga o el peso propio de la estructura, cede sin disminución de volumen, es decir, *fluye* en estado plástico. Si después de fraguado permanece en el agua, *recrece*, es decir, se *hincha* (quellt). Durante todas las deformaciones anteriores, para las cuales hay diversas teorías, varían sus «constantes». En especial las llamadas constantes elásticas, los módulos

de Young y Poisson,  $E$  y  $\mu$ . Del último es mejor no pretender un examen demasiado atento. En cuanto a la constante más constante,  $E$ , varía con el tiempo transcurrido desde el descimbrar (generalmente aumenta), con la carga, con la composición del hormigón, con el intervalo desde iniciarse el fraguado al descimbrado, con la humedad ambiente, con la temperatura, con el vibrado o apisonado, etc., según leyes prolijamente estudiadas. Y, si se introduce la fluencia, el efecto en  $E$ , según ha demostrado Dischinger, es una disminución del mismo que puede compensar el aumento por edad, resultando su valor menor del aceptado corrientemente.

El valor «aceptado corrientemente» oscila entre límites bastante extensos que dependen de lo que se calcula. No es igual para el cálculo de esfuerzos secundarios «iniciales» en que se examina el comportamiento elástico de la estructura (v. gr., 220.000 Kg/cm.<sup>2</sup>) que para calcular las dimensiones del material (v. gr., 150.000 Kg/cm.<sup>2</sup>)

Y ni siquiera la dependencia entre tal constante y cualquiera de los elementos anteriores es una curva, sino un área afectada de coerción e histéresis; la voz coerción empleada aquí en sentido análogo a la remanencia en el magnetismo (\*).

Otros vocablos se necesitan para expresar conceptos nuevos, como, por ejemplo, la transformación en calor y consiguiente difusión de la energía potencial que acompaña a una deformación elástica, propiedad en virtud de la cual disminuye espontáneamente el estado de tensión interna con el tiempo, a la que Maxwell diera en 1868 el

(\*) Mezclado el cemento a otras sustancias (asbesto, polvo de aluminio, etc.), permite obtener productos de propiedades recomendables para ciertos usos. En los trabajos de reconstrucción de obras destruidas por los bombardeos se vienen empleando en Francia cementos de «expansión» que no sólo sirven de relleno de brechas y grietas, sino que permiten la reconstitución de tensiones en la obra original, actuando al modo de prensas como las de husillos empleadas en la construcción y descimbramiento de bóvedas. V. Lossier: «Le Génie Civil», 15 octubre y 1 noviembre, 1945.

nombre de «relaxation» usado ya para expresar tránsitos de cargas eléctricas en diversos cuerpos, rapidísimo en conductores con sus cargas estáticas en las superficies envolventes y muy lento en aisladores.

Otra palabra que necesita traducción es «Verdübelung»; expresa la cohesión que resiste el esfuerzo cortante en vigas de hormigón armado a todo lo largo de la sección neutra. El nombre procede de la rigidez lograda en jácenas de madera, compuestas de dos o varias piezas, cuando se enclavan entre sí por zoquetes (dubbeln) entrados en muescas abiertas en los dos pares que se trata de ensamblar (\*).

2) *Lámina, laja, placa, lancha, losa; casco, cáscara.*—En las construcciones ordinarias las armaduras resistentes suelen ser formas unitarias elementales convenientemente reunidas en un conjunto de mutuo refuerzo. Así, por ejemplo, las cerchas de madera que sostienen una cubierta se componen por lo regular de elementos lineales: pares, tirante, puente, entrecinta, jabalcón, pendolón, mangueta; los cuchillos de acero de un puente de celosía, de cordones, tirantes y tornapuntas; su tablero de viguetas y largueros, y un edificio de hormigón armado suele estar constituido por pisos, de pórticos múltiples, cuyo dintel es por lo general rectilíneo.

El elemento lineal, barra, viga o arco, se refiere en la estructura general al «eje» de centros de gravedad de las «secciones transversales», y en primera aproximación se sustituye la armadura real por el conjunto geométrico de «ejes» de las barras, vigas o arcos. En la flexión ordinaria de vigas rectas y en la torsión de árboles ejes, consideradas ambas como esfuerzos primarios elementales, interviene la «sección» mediante hipótesis «ad hoc», suficientemente exactas en casos concretos. La conservación de sec-

(\*) Se aplica también al «embridado» de las juntas en placas de hormigón para caminos, pistas y canchias, así como a los enlaces longitudinales de los carriles de una vía férrea.

ciones planas normales, aplicable a superficies de reducidas dimensiones, supuesta la deformación pequeña, es muy aproximada; la torsión exige además que la sección sea circular.

Tales hipótesis «ad hoc», aplicadas fuera de los límites de validez, pueden conducir a resultados erróneos; y aunque por la rapidez de su planteo sean fecundas y en muchos casos suficientes, la exactitud de los cálculos en proyectos de cierta importancia puede exigir más detenido examen y emplear, en la teoría de la Elasticidad, términos no lineales en las deformaciones, obedeciendo los esfuerzos interiores a leyes distintas de la de Hooke y siendo obligado referir el planteo a la figura deformada, como ocurre en el cálculo de palas de hélice y en general en problemas de pandeo y abolladura, siempre dentro del límite de recuperación de la forma inicial al cesar la causa de la deformación.

Elemento lineal es la catenaria homogénea o heterogénea, dilatada o no dilatada, y su recíproco el polígono funicular no dilatada con que antiguamente se calculaban, con ayuda de principios de razón suficiente y de perfección natural, gruesos de arcos de dovelas, bóvedas de cañón seguido aun en aparejo oblicuo, cúpulas y arbotantes. El rozamiento intervenía para asegurar el equilibrio, y no era preciso averiguar deformación alguna. Puramente estático el cálculo, la regla del paralelogramo y la evitación de flexiones con ayuda del rozamiento o la cohesión, bastaban para asegurar la solidez de la obra. El grueso era consecuencia del peso propio, de la sobrecarga y de la resistencia atribuida al material.

Pero el caso de arcos de grueso comparable al radio, la introducción de formas singulares de grueso variable, la necesidad de reducir los volúmenes para con ello reducir el peso y, por lo tanto, el costo; la mayor proporción de la sobrecarga, los nuevos materiales, la necesidad de resis-

tir esfuerzos de dirección variada, como los del frenado y del viento en puentes de ferrocarril y multitud de otras circunstancias, obligó a introducir esfuerzos secundarios y cálculo de flexiones, torsiones y aun momentos de enlace. Se pasó así a la etapa del cálculo que fué característico de nuestra juventud, en la que los nombres de Maxwell, Müller Breslau, Engesser, etc., eran repetidos todos los días en todas las pizarras de las Escuelas y en los cuadernos de las salas de proyectos. En todo caso, no se abordaban sino combinaciones de formas lineales, celosías, pórticos, vigas continuas, arcos, puentes colgantes, etc. y en la maquinaria, ejes, bielas, volantes, etc.

Fué en el análisis detenido de las ruedas de turbina sometidas a gran número de vueltas por minuto donde el elemento resistente exigió el estudio de nuevas formas. Especialmente en el caso de turbinas de vapor. Y surgieron los problemas de la «Scheibe», que los traductores llamaron *disco*, los que efectivamente tratan del grueso variable de un disco de turbina de vapor sometido a la acción de la fuerza centrífuga. Problema análogo se presentó luego en los compresores.

Scheibe pudo traducirse de otro modo, pero la introducción del elemento maquinal en forma de disco, como una moneda o tejo de grandes dimensiones, hizo viable la voz, que fué adaptada luego al cálculo de paredes verticales en tabique sometidas a su peso, a pantallas metálicas sometidas a esfuerzos en su plano, y especialmente a esfuerzos cortantes en su contorno; a casos en que la deformación se podía considerar en el propio «plano medio» de simetría o en que, al menos, los esfuerzos exteriores que obligan a la deformación se hallan dispuestos «a priori» en dicho plano de simetría o promedio. Tabique, etimológicamente es taxbio, pared delgada. Puede convenir en ocasiones llamarla mamparo, pantalla, panderete, etc. Se trata de problemas generales que cada vez tienen más im-

portancia por el empleo de estructuras huecas, en especial para pies derechos en los cuales la deformación conserva el plano de fuerzas exteriores mientras no se alcance la abolladura. Problemas que pueden tratarse por métodos especiales de cálculo (Funciones de Airy y análogas) y que pueden ser objeto de estudio en Fotoelasticidad, lo que en gran mayoría de casos permite averiguar experimentalmente los esfuerzos internos sin conocimiento del material, es decir, en cierto modo, según el antiguo método de la curva funicular.

La extraordinaria aplicación que a tales problemas ha dado la construcción de paredes planas, contribuyendo a soportar la carga de la estructura como elementos superficiales de resistencia, no sólo en obras, sino en construcción de buques y aviones, y la forma típica del primer problema han llevado a usar el substantivo disco, como designando lo esencial del caso. No es necesario conservar tal apelativo. Son problemas de elasticidad plana, sean de deformación o de esfuerzos internos (\*) y en cada caso concreto, el elemento que se estudia tiene forma que el proyectista admite o le es dada, y determina el grueso como resultado del cálculo.

La *placa* como elemento resistente se introdujo después del estudio de su deformación y vibraciones. Fué un problema de física matemática, célebre por la controversia sobre las condiciones límites; fué luego objeto de estudios experimentales por gente de laboratorio. Llamábase placa a un cuerpo con plano de simetría o plano promedio, de poco grueso medido normalmente al referido plano y cuya deformación es principalmente debida a esfuerzos normales al mismo, fueran su peso (placa horizontal),

(\*) No deben confundirse problemas de deformación plana con los de tensor plano de esfuerzos aunque prácticamente se substituyan los unos a los otros. Un rodillo de puente, un cilindro que lamina chapas, una bóveda en cañón seguido (revestimiento en carga constante) son casos distintos del de un mamparo con esfuerzo cortante, dirigido según las líneas del contorno.

fuera la sobrecarga, v. gr., en las placas de cimentación soportando pilares y columnas, depósitos de fondo plano conteniendo líquidos pesados, soleras continuas sobre viguetas o pies derechos, emparrillados sobre pilotes y cubiertas planas de hormigón armado sobre cerchas o tímpanos poligonales, como en cobertizos, incluyendo los en diente de sierra.

*Placa* sigue siendo toda estructura en estas condiciones, y para su cálculo ideó Kirchhoff la ley equivalente a la conservación de secciones planas en estructuras lineales. La nueva ley atribuye conservación de forma rectilínea a la normal a la superficie media; es decir, las partículas materiales que están dispuestas según una normal al plano medio antes de la deformación, siguen ocupando después de la misma una línea recta normal a la superficie media. Tal hipótesis requiere gruesos reducidos (\*).

Sólo cuando se publicó el tratado de Elasticidad de Love y se dieron a conocer problemas en que no se verifica la ley de Kirchhoff, a pesar de tratarse de placas, se convino en llamar *losas* a las placas de espesor relativamente grande comparado con la deformación. Pero tales problemas son desconocidos en Ingeniería a pesar de que las losas de pistas con cargas considerables requieren acaso la consideración del error que introduce la hipótesis de Kirchhoff; pero, aun en este caso, como quiera que existe un substractum resistente, que es la calzada de grava, se prefiere dar más importancia a la flexibilidad que a la rigidez y se transforma el problema en uno de cimentación sobre balasto. Ello lleva a la consideración de la placa como firme, es decir, como capa resistente apoyada en el suelo elástico, placa dilatable y resistente a la flexión, problema difícil, al que, para simplificar el planteo, se le reduce a

(\*) V. L'Hermite: «L'Expérience et les Théories nouvelles en Résistance des Matériaux». Paris, 1945; págs. 28 y 29.

términos de resolución abordable, prescindiendo de la flexión en primer análisis. Una placa sin trabajo a la flexión es comparable a una *lámina* cargada de través y en ella pueden introducirse como elementos resistentes los esfuerzos en su plano medio, es decir, las dos tensiones principales y el esfuerzo cortante.

Se vino usando el tipo *lámina* en el cálculo de superficies cilíndricas de calderas, depósitos para líquidos, depósitos para gases y aun para cubiertas de poco espesor, cáscaras apoyadas en tímpanos de muros o arcos tímpanicos que permitan el calado a través de aquéllos. Pero en este caso las condiciones límites (borde recto de dintel en bóvedas en cañón) obligaron bien pronto a llevar en cuenta la flexión. Lo mismo aconteció al considerar el enlace de bóvedas de distinta forma (cuerpo y base de calderas) y al considerar acciones exteriores de menor simetría, como la acción del viento.

Con todo, la hipótesis de Kirchhoff y la elección de elementos de cálculo adecuados (Ecuaciones de Meissner, Finsterwalder, Geckeler, etc.) han permitido el análisis de gran número de bóvedas cáscaras y aun de formas geométricas en V como en dientes de sierra, en V como la forma «gaviota» de E. Torroja, etc. La forma angular como elemento de estructura con arista limahoya, tiende a introducirse en los elementos de cálculo, y no sólo como yuxtaposición de dos elementos superficiales planos o cilíndricos. En las cubiertas de múltiples cobertizos destinados a alojar aviones, se emplean a veces superficies curvas de poco espesor, cáscaras que pueden compararse a cascos invertidos, o, si bien se examina, a las formas que adoptan las superficies velarias que forman los toldos cubriendo determinadas plantas y colgados por sus grátiles y estringas, los cuales en realidad son las nervaduras que extienden el área portante más allá de sus perfiles por la resistencia de la cáscara velamen. De igual modo



en soleras sobre viguetas, el ensanche de la T sencilla debido a la solera (mittragende Breite) contribuye a la capacidad de sustentación de solados con nervaduras (\*).

(\*) Otros vocablos han sido propuestos para nombrar estructuras fundamentales: lápida no conviene por referirse a piedra con una inscripción para memoria de un hecho memorable, sin embargo, su origen es el griego *λααζ, λαυζ*, que significa piedra, de donde el latín «lapis-idis», «lapicidinae», cantera; «lapicide», cantero. A estas acepciones se refieren los que tratan de explicar lo que es en el bajo e infimo latín «lavia»: «lapidis species vulgo lave»; en 1265 se dice conjuntamente «lapidae et laviae», y de ahí «laveria»: «lapicidinae unde lapides, laviae dicti eruuntur» (1336). Y lo mismo «lausa», de donde deriva «laxa o laja»: «Lapidis species qua domibus cooperendis et sternendis solaris utuntur», 1341; «Lapides et etiam lausas», 1356. Véase Du. Cange, «Glossarium mediae et infimae latinitatis», París. Tomo IV, 1895.

Laja se emplea para designar la peña a flor de agua en la barra o boca de ciertos puertos, como en Cartagena, peña más o menos exfoliable como la pizarra; en Colombia y otros lugares de América es la trailla con que se atan los perros, en general, cuerda fina y en este sentido fué usado por Góngora (lacaiuelo de laxa). En lenguaje de hidrógrafo, el arte de navegar de Zamorano de 1588 lo considera vocablo equivalente a barra, banco, bajo. Las Casas, en sus descripciones de paisajes, usa comúnmente el díptico «lajas y peñas», y Fernández de Oviedo lo emplea como lámina: «lajas de pez o brea».

Losa, según Covarrubias, es piedra extendida y labrada en cuadro, de poco grueso, que cubre pavimentos de templos y atrios. Algunos lo hacen derivar del portugués «lousa», y Cejador le atribuye, desde luego, origen éuscaro: «lauza», muy llano. Bails dice que losa es piedra grande de sillería para solar claustros y parajes donde se requiere solidez, limpieza y fresco (sic!). Echegaray habla de la redonda losa del sepulcro...

Lámina se emplea generalmente para designar planchas delgadas de metal, estampas de un libro, recubrimientos de plomo para impermeabilización. Echegaray habla de la cresta de la lámina líquida (de los vertederos). La idea de que contenga algún trabajo al cincel o buril es más propia de grabadores. Tiene también diversas acepciones en Botánica.

Placa es voz técnica usada de muy antiguo en Minería, especialmente en Siderurgia y en trabajos de fundición. Según el P. Fita, deriva de *πλαξ, πλαχος*, tabule crusta planicies. Usóse para designar monedas. Modernamente para anuncios, en fotografía, en ferrocarriles, etc.

Plancha es en Marina el entablado de vigas y maderas en las operaciones a flote; es el forro de fondo y casco. Estar a la plancha es recorrer a flote. Planchada en artillería es análogo a plataforma; plancheta es una mesa usada en topografía.

Lancha es lo mismo que losa. Piedra lancha equivale a piedra ancha, cuadrilonga (Gabriel Al. de Herrera). Lanchar es la cantera de donde se sacan lanchas. Lanchón, lanchazo, son palabras derivadas. Lancha, como embarcación, tiene significado sobradamente conocido para insistir en él.

La voz membrana, utilizada por algunos, carece de ciertos elementos básicos de interpretación. Se da como equivalente de lámina. Esta puede ser tan delgada como se quiera y justifica en cierto modo que los esfuerzos principales se hallen en el plano medio, los dos normales y el tangencial, prescindiendo de los otros, en ausencia



3) *Del léxico en labores de entibación (\*) de túneles.*— Cualquiera que sea el método que se emplee en la perforación, se comienza por la construcción de una «galería» o cañón de avance. Su entibación consiste en la repetición de elementos simples formando cadena. Cada elemento es un pórtico, aparejo o portada, sea de tres rollizos, constituídos por dos peones y un dintel llamado cabezal o capa, sea un marco o cárcel de dos estemples (que así se denominan a veces los rollizos peones) cuyo dintel y umbral son llamados testero y durmiente. El pórtico tiene acope por regla general, especialmente en labor de conquista. Los ensambles en los extremos se hacen «a boca de lobo», «a media caña», etc., manejando el hacha primero y la azuela después y labrando el rebajo llamado «escole». Azdar en español es el manejo de la azuela. La cadena de pórticos se hace rígida por la introducción entre dos sucesivos de cabios, travesaños o codales llamados también «transillones», galicismo debido a la influencia de obreros franceses e italianos en las primeras obras de ferrocarriles. La galería de avance se ensancha a uno y otro lado formando «abanico». Para ello se «pasan» por debajo de los sombreros dos rollizos hileras que quedan horizontales, de 3 a 7 m. de largo, denominados malamente longarinas (francés, «longrines», que a veces se llaman «madres» para distinguirles de las paralelas que se

de nervios, cuando la forma es estable, es decir, sin abolladura. En la membrana natural, el esfuerzo de compresión que es capaz de resistir, será muy pequeño y por su natural la membrana es dilatada, lo que complica mucho su examen como elemento resistente. Según la naturaleza del material, puede obligar a formular el equilibrio respecto a la posición deformada, v. gr., en el caucho y ciertos materiales sintéticos.

Tampoco parece adecuada la voz reticulado, en especial si se aplica a estructuras lineales en el espacio, v. gr., en un edificio dispuesto según pisos.

(\*) Se dice también ademación. Ademar es, entre mineros, apuntalar labores de galería, del árabe «adema» sostén. Empleáanse diversos vocablos para designar diversos modos de apoyar la adema o ensamblarla. Galápago y bantrote son maderos labrados a dos caras que cabecean un peón o adema cuyo pie penetra en la entalla: o cox del yacente.

pasarán luego), y una vez presentadas, se apuntalan por pies derechos contra zoquetes en el suelo de la galería o sobre traviesas o «durmientes» para repartir la presión excesiva. Partiendo de las madres, se excavan las paredes de la galería a uno y otro lado, si es preciso se encaman las bóvedas, es decir se colocan cabios y tablas en el techo (\*) para contener las tierras, y a medida que se va abriendo lateralmente la galería se disponen paralelamente a las madres otras hileras llamadas segundas, terceras, etc. Cada nueva hilera se sostiene con adecuadas tornapuntas estemples o puntales hasta llegar al borde del perfil en abanico que coincide con el salmer del revestimiento si lo hay. En el sistema belga ésta es toda la entibación. Una vez efectuada, comienza inmediatamente el revestimiento de la «calota» superior, es decir, de la bóveda, que arranca en los salmeres y cierra en la clave. Los hastiales se construyen luego por recalce.

Los sistemas de excavación inglés y austriaco construyen el «anillo completo» de una vez, y la entibación es más complicada. Es preciso recalzar el «abanico», lo que se logra por un cachizo en jácena labrada y en dos mitades con ensambles por rayo de Júpiter y zunchos, jácena colocada entre dos entibaciones de abanico en el fondo de una trinchera abierta entre ellas, a la que se «pasan» los pies derechos que sostienen las hileras, estemples, madres y demás. La jácena, a su vez, debe recalzarse, lo que se logra con dos «velas», pies derechos que se introducen valiéndose de la galería inferior o de transporte. Las velas se colocan con sumo cuidado y procurando quitar la menor cantidad de tierra posible hasta que quede asegurada la posición de la vela, afianzada con doble cuña en la cabeza y apoyada por su pie en «marranillos» o galápagos que extienden el área de presión. El pórtico de velas y jácena sostiene la entibación en abanico, permite

(\*) Llamado a veces «cielo».

la excavación total del frente y la construcción de la bóveda y hastiales de una sola vez, desde la solera a los salmeres y hasta la clave. Las ensambladuras entre rollizos, o entre rollizos, codales, jácenas y velas, se refuerzan con «gatos», piezas de hierro en forma de U de puntas vivas que se clavan en la madera.

Con agua o poca cohesión en las tierras, conviene emplear «escudos» y procesos de construcción semejantes a los de cimentación en terrenos anegados, o en pilas y estribos de puentes. La entibación necesita el empleo de laminados de acero, de compresores del aire, etc., y difiere de la entibación de cimentaciones en que la obra en éstas progresa en general verticalmente, y en los túneles, en especial al franquear el paso bajo el cauce de los ríos, brazos de mar o terrenos anegadizos y sin cohesión, procede horizontalmente. La diferencia obliga a vencer mayores dificultades, a trabajar bajo «viseras» o esclusas de avance frontal donde se disponen las dragas. Ello ha favorecido otros métodos, como el de «descender», por excavación del terreno en cámara de aire comprimido, un «cuerpo» del túnel previamente armado, provisto de esclusa y chimenea, tal como en la cimentación de una pila por campana enterrada, que se rellena después.

Otros métodos de excavación trabajan a plena atmósfera, conteniendo las aguas o empujes por muros de retención, construídos abriendo pozos y trincheras profundas o al abrigo de ataguías de tablestacas.

Cuando el terreno lo permite se construye primero la bóveda sobre cimbra de tierra y se ataca la construcción del hastial en zanja, prolongándolo por el revestimiento de bóveda desde solera a salmer para realizar la destroza (\*)

(\*) La excavación del abanico, y en general el desescombro de tierras, se denomina «destroza», del alemán «Strossen».

En América del Norte no se usan rollizos. Los estemples, además, toda clase de peones, codales e hileras son labrados por sus cuatro caras y los ensambles no

bajo la protección de la bóveda ya construída, como en el método belga.

Las máquinas para abrir los «barrenos» en cuyo fondo se disponen cartuchos explosivos, se denominan perforadoras; la fuerza motriz es generalmente el aire comprimido a 6 u 8 atmósferas, y la herramienta percutente es llamada «trépano». El tipo de martillo más empleado es el que puede sostener un obrero. La parte móvil suele ser el émbolo del martillo que golpea sobre el trépano y le obliga a un cierto giro después de cada golpe. Los diversos barrenos abiertos en la roca o tierra dura se llaman de «pecho», «periféricos», de «dintel», «rastreros», etc., según su colocación en el frente de ataque, y suelen converger a un punto situado varios metros más allá del frente.

4) *Duque de alba, noray, bolardo, proiz.*—Mucho se ha escrito sobre el origen de la palabra duque de alba empleada en Hidráulica portuaria; aunque indudable su origen flamenco o del bajo alemán, se han hecho intervenir en la etimología influencias de carácter político e histórico. Los franceses dicen también «duc d'albe». Se denomina así a un conjunto de pilotes hincados en el fondo glutinoso, de lodo o lama, en puertos, estanques y lagunas, a los que se amarran calabrotes para enmendar o halar una embarcación. Con el progreso de la construcción se ha venido a substituir el pilote de madera por pilotes de hormigón armado o aceros perfilados de diversa forma y condiciones, constituyendo un conjunto resistente y suficientemente elástico para resistir los socollazos que el atraque y rebalajes determinan, así como las estrepadas de los cables o calabrotes en la maniobra de halar. Para dar mayor resistencia a la flexión, los palitroques exteriores for-

se escuadran con la azuela, sino a máquina. El trabajo es, en general, mucho más perfecto.

V. sobre la moderna construcción de túneles: E. Gruner: «Schweizerische Bauzeitung», págs. 260-264 y 274-276; 1946.

man un cierto ángulo con la vertical y el conjunto es un todo elástico y resistente por los zunchos que sujetan el haz a diversas alturas. La cabeza debe exceder el nivel de las más altas pleamares.

La etimología duque de alba es evidentemente onomatopeica, pues son los dichos amarres mucho más antiguos que la presencia del famoso guerrero y político español en Flandes y Holanda a mediados del siglo XVI. Estudiada la cuestión por especialistas en asuntos históricos (\*) descartada toda anécdota improbable, se reconoce que la palabra procede del bajo alemán «Dyck» (que se pronuncia «daik»), en alto alemán «Deich», estanque, laguna; con el verbo «dücken», zambullir, hincar y «Dalle», que en bajo alemán es igual que «Dalbe» y significa pilote, precisamente como el alemán «Pfahl», en escandinavo «Doll», árbol.

De ahí que su significado sea pilote hincado en aguas estancadas, es decir, en puerto o tenedero de aguas relativamente tranquilas. En alemán se designaron durante mucho tiempo por «Dückdalben» y este es el origen de la onomatopeya.

En lo sucesivo, «noray» significará haz de pilotes, sean de madera u otro material. La cabeza de los «noraies», a medida que la capacidad de los buques fué aumentando, se construyó más resistente y provista de bolar dos para halar las estachas. En este siglo la mayor parte de los «noraies» han sido construídos con pilotes de acero de diverso perfil y tablestacas con reborde o enhebramiento, sea que por su forma reunidas tres o cuatro constituyeran un pilote hueco que una vez hincado se rellena de mortero, sea que formen ataguía y estacada simple o doble, con relleno de arena u hormigón para alcanzar mayor masa. Ataguías así construídas pueden disponerse mar afuera para alojar mareógrafos como ha pro-

(\*) V. Saralegui. «Escarceos filológicos.» Madrid, 1945. Págs. 1 a 32.

yectado el que esto escribe. Para refuerzo de la ataguía se dispone un bastidor o marco interior a diferentes alturas si la ataguía es relativamente esbelta y la amplitud de marea considerable. Un «noray» situado en lugar azotado por corrientes de marea debe además resistir las embatadas del oleaje y del viento, las corrientes directas, revesas y de marea, las crecidas y rompientes y el choque de las embarcaciones. Su situación es importante en la proximidad de muelles, embarcaderos, muertos de anclaje, etc., pues en ningún caso debe entorpecer la maniobra ni los movimientos de bornear a que obliga la marea, o el viento si se trata de hidroplanos, de no fondear a barbas de gato o en dos. En inglés se denomina «dolphin» al duque de alba y también al muerto fondeado en dos que sirve de boya de amarre. En América, «dolphin» es voz corriente en plática de ingenieros.

El amarre a muelles para la maniobra de atraque se realiza comúnmente largando estachas a los bolardos (del inglés «bollard»), que se colocan junto a las aristas esquinas de los muelles en las dársenas. En alemán se denominan «pollern» y su número, cálculo, disposición, forma y cimentación, constituye uno de los más interesantes capítulos de la ingeniería portuaria. Fueron antaño de piedra y madera y aun se emplearon cañones antiguos enterrados, empotrados y anclados a distancia, en tierra firme. El cuerpo exterior, lo que sobresale del andén del muelle en forma de campana, suele ser de acero fundido y hueco, de revolución, a veces con una prolongación del casco en la parte superior. Es corriente rellenarlo de hormigón, que envuelve también todo el armado y anclado internos.

Llamóse antiguamente «prois» o «proiz»; así designa Juan Escalante en su «Itinerario de Navegación» a la piedra u otro amarre en tierra firme: «dar proiz», asegurar la embarcación en el «proiz». También Sarmiento de Gamboa emplea esta palabra en su viaje al Estrecho de Maga-

llanes. El arcaísmo es probablemente de procedencia portuguesa.

Para guiar la cadena del ancla se emplean a bordo «bitas», de donde pasa a los «estopones» para desembocar en los «escobenes». Las tres palabras proceden, respectivamente, de «bitt», inglés; del alemán «stopper» y del francés «écubier».

5) *Marea y movimiento de las aguas marinas.*—El fenómeno llamado marea de las aguas en contraposición a marea de la atmósfera y de la corteza, obedece a las mismas causas que éstos, a saber: el movimiento de la Tierra alrededor de los centros de gravedad Sol Tierra y Luna Tierra. La marea es el resultado de tal movimiento relativamente a la Tierra, es decir, para un observador que forme parte invariable de ésta. Las fuerzas aparentes del movimiento relativo son las del movimiento absoluto, la centrífuga y la llamada de Coriolis o de aceleración complementaria, que depende de la velocidad relativa de las partículas del agua. Esta última aceleración origina una fuerza que no tiene gran valor comparada con la centrífuga en el movimiento alrededor del centro de gravedad, refiriéndonos, por ejemplo, al movimiento Sol Tierra. En el centro de la Tierra la fuerza centrífuga tiene la misma intensidad y sentido contrario que la atracción solar, a la que equilibra. En los extremos del diámetro terrestre que pasa por el Sol, tiene la fuerza centrífuga valores iguales que en el centro de la Tierra, porque el movimiento alrededor del citado centro de gravedad es una traslación. En cambio, en tales puntos, la atracción solar es distinta por serlo la distancia al Sol. De ello resulta al componer la atracción solar (fuerza exterior) con la fuerza centrífuga, una componente dirigida hacia lo exterior de la Tierra en cada uno de los citados extremos, lo que da lugar a los henchimientos o protuberancias de la marea estática. Con la resultante o potencial resultante se puede plantear, según las ecua-

ciones de la Hidrodinámica y teniendo en cuenta la atracción terrestre, el movimiento de las partículas flúidas; se tiene así la base de la teoría llamada dinámica. En una Tierra recubierta por un fondo uniforme de agua, podría estudiarse teóricamente la marea con sólo resolver el problema de tales fórmulas con las condiciones de los límites. Desgraciadamente los continentes y los fondos variables complican tan extraordinariamente el fenómeno global, que sólo es dable estudiarlo localmente llevando cuenta del movimiento diurno de la Tierra y de las anfractuosidades y fondos del litoral que constituye el estuario. Se observa entonces que la influencia de la Luna es mayor que la del Sol y que la marea tiene un carácter marcadamente local, aunque existe relación entre las singularidades de la marea en distintas regiones no muy alejadas y en un mismo litoral.

La marea da lugar a corrientes y cambios de nivel que reciben diferentes nombres y tienen lugar a diversas horas. El ajuste de la realidad con una fórmula dependerá de ésta, en rigor el movimiento es de carácter cuasiperiódico y la representación por serie de términos de períodos incommensurables puede exigir un número grande de sumandos (la longitud de la Luna es un movimiento complicado que exige para abordarlo conocimientos de Mecánica nada comunes). Generalmente se usan dos términos trigonométricos con dos constantes de amplitud, dos de fase y períodos equivalentes al día solar y lunar o a sus mitades (por el doble henchimiento de que se hace mención más arriba). Se obtiene así la teoría de Laplace y a las constantes o sus combinaciones se les dan diferentes nombres calculándolas empíricamente. Si se usan fórmulas de más términos se deducen de un análisis por mareogramas, lo que da lugar a series trigonométricas parciales con distintos períodos, de los que, halladas amplitudes y fases, se tiene luego por síntesis en una época cualquiera la altu-

ra de la marea en el lugar donde esté ubicado el mareógrafo.

La marea se llama entrante, creciente, flujo, de repunte, montante y de flote cuando aumenta el nivel de las aguas, y jusente (yuso significa abajo; suso, arriba), menguante, reflujo, malina, vaciante y contramarea cuando disminuye. Las dos partes no duran lo mismo. Cuando el nivel es máximo se dice que se ha alcanzado la pleamar, es decir, el nivel de pleamar, y cuando es mínimo, la bajamar. El nivel estoa en ambos momentos, es decir, es estacionario. En ellos la corriente es nula y alcanza el máximo en un momento situado entre la pleamar y la bajamar, aunque no equidistante, en especial si hay río en el estuario, ría profunda o composición de aguas marinas con aguas dulces o de aguas marinas de distintas procedencias, con horario de pleamar y bajamar diferentes. La amplitud varía con la Luna, es máxima en sizigias, es decir, cuando la Luna y el Sol añaden sus atracciones, lo que ocurre en Luna nueva y Luna llena, es mínima en las cuadraturas. Si además los astros están a mínima distancia de la tierra se tiene la marea máxima: es la de sizigia y perigeo. Influye también la latitud, y, dada la poca inclinación de la órbita de la luna sobre la eclíptica, el equinoccio puede ofrecer un nuevo máximo (\*).

Aguaje hay en los movimientos encontrados de repunte y vaciante, que dan lugar a escarceos, batientes y rompientes.

Mareas vivas son las de sizigia, mareas muertas las de cuadratura, llamadas también aguas chifles. Estoa, traducción del francés «étale», se emplea mucho en América, en España se dice estuación. Corresponde al cambio de sentido de la corriente (estoa de corriente) o a los instantes de pleamar y bajamar (estoa de nivel).

(\*) V. E. TERRADAS, Jefe de Departamento del Observatorio Astronómico: «Mareas en las costas argentinas». La Plata, 1938. Idem, «Corrientes Marinas», 1941.

El Establecimiento de puerto, la hora de la pleamar en relación con el paso de la Luna por el meridiano, la edad de la marea, el Establecimiento medio, la amplitud, el paso de la Luna y el Sol ficticios, nombres son que se atribuyen a los constantes de la teoría antigua de Laplace con períodos semidiurnos o a combinaciones de las mismas y cuyo conocimiento permite el cálculo del braceado en un lugar y un momento determinados.

El Almirantazgo tiene sus modos fijados por el Instituto de Liverpool; asimismo los Estados Unidos por el Geodetic Survey, Alemania por su Observatorio Hidrográfico de Kiel, etc.

La marea es más complicada si hay que tener en cuenta crecidas en los ríos que desembocan al mar. En la embocadura puede formarse como consecuencia del regolfo al retirarse la bajamar y el repunte (es decir, el comienzo) de la plea próxima, un flujo en forma de muralla de agua, ola de perfil abrupto en la cara de avance que recibe diversos nombres: mascaret o macareo, bora, pororoca, según los ríos (Sena, Río Amarillo, Amazonas).

La resaca, no de reflujos de marea, sino en el oleaje ordinario, llamóse tirana y escancana en ciertas regiones de España, la superposición de la onda directa y reflejada que en ciertos acantilados da lugar a las ondas estacionarias con vientos y modos fijos se llama en francés «clapotis», lo que en español no tiene traducción directa, pues chapoteo es otra cosa y chapotage no ha tenido entrada en nuestro léxico. En el embate de las olas contra morros, espigones, malecones y espolones es necesario tener en cuenta el reparto de presiones debido a ese movimiento de las aguas si el paramento liso y vertical o de poco talud carece de bermas y escollera o enrocado de protección.

«Dünnung» o «Swell», marejada sin viento aparente por proceder de lugares lejanos o por haber amainado

aquél, equivalente a mar de fondo, mar gruesa, mar sorda, mar de recalada, mar ancha, mar larga, etc.

Convendría señalar en diccionario oceanográfico adecuado cuanto se refiere a la forma de las olas, color de las aguas marinas, revesas, corrientes no debidas a la marea, etc. El lenguaje náutico posee palabras que no debieran convertirse definitivamente en arcaísmos, v. gr., cabrillear, chapullete, arriolado, recalado de la marea, estarcina, embatada, chapuzón, marullo y maretá, cáncamo de mar, etc.

Con la voz estero, como traducción de «estuaire», equivalente al italiano «stero», ocurre observar que la traducción no es enteramente correcta. «Estuaire» es la costa inundable por la acción de la marea, pero el español estero es aplicable a todo lo susceptible de inundarse, estuario o marisma, almajar, charca, etc., en especial terrenos situados muy lejos del mar, como ocurre en Argentina en la Gobernación de Santiago del «Estero».

Faltan vocablos españoles para la traducción de diversas clases de «seiche», y ola, oleada, oleaje, no son adecuados al concepto. Rebalaje o remolino parece apropiado para las aguas, torbellino para el viento. Raz de marea, aun debido a un ciclón o volcán submarino es maremoto o maretazo («raz» en bretón es corriente), «déferlement», reventazón. No tienen nombre la estela de remolinos alternados en los propulsores, ni las olas que acompañan al buque en su transporte con la misma velocidad y cuya generación necesita energía manifiesta en las resistencias opuestas al buque, resistencia que hay que evaluar teóricamente para poder restarla de la observada y tener las de perfil y frotamiento.

Quizá convenga añadir que las olas trocoidales de Gerstner son olas con remolino de sentido inverso al que originaría el viento por frotamiento y no debe atribuírseles, por tanto, realidad física alguna. En cambio tienen realidad la ola estacionaria, las olas de Airy, cuya velocidad

es función de la longitud de onda, las de Lagrange para aguas someras, cuya velocidad depende de la raíz cuadrada del braceaje o sonda y la ola solitaria aperiódica y periódica de fondo a distancia finita o infinita, las cuales constituyen los tipos más estudiados y son movimientos de las aguas irrotacionales y con transporte o sin él. Marea en inglés es «tide», de donde líneas cotidales (de pleamar simultánea, dada en horas de Greenwich, por ejemplo.) Las olas de marea se superponen directas, reflejadas, difractadas y pueden dar lugar a puntos singulares, v. gr., los anfidrómicos en que la altura nivel es invariable por interferencia de ondas estacionarias de distinta fase.

6) *Abra*.—En francés havre. El accidente geográfico da nombre a la ciudad en la desembocadura del Sena. En Bilbao la desembocadura del Nervión en la bahía de boca limitada por dos promontorios da lugar a la forma geográfica denominada abra. Es muy probable que la etimología haya que buscarla en vocablos nórdicos «havn», «hafen», «harbour» (puerto). Es decir, bahía que a la vez es puerto por ser: *a*) su boca angosta; *b*) formada por dos promontorios o cabos y continuada a modo de malecones de defensa por dos sierras o cadenas de cerros a cada lado de la boca; lo que excluye bajíos, bancos y playas abiertas; *c*) con tenederos que permitan a los buques fondear al abrigo de vientos y corrientes; *d*) sin arrastres de fondo que formen barra en la boca. Abra (franca) es así un concepto definido que no coincide con el etimológico, puesto que en el Sena y en Bilbao sigue el puerto más allá del abra y muelles de carga y descarga, dársenas, grúas, tinglados y doques hay a lo largo de ambos ríos. Como siempre ocurre, la etimología es un matiz esencial, no la definición. Esencial en el concepto de abra es la angostura de la boca «abierta» entre cantiles o escarpes de los cabos que la determinan. También parece esencial que bahía no sea golfo ni ensenada, es decir, que

no tenga proporciones tamañas, ni sea abierta en exceso (\*).

El Diccionario selecto recoge los matices antes señalados al definir abra en dos acepciones independientes: a) bahía no muy extensa y b) abertura ancha y despejada entre dos montañas. La acepción b no es hidrográfica precisamente, y se aplica a lo que en español es puerto, o quizá mejor, collado, para emplear un vocablo más en armonía con los equivalentes de otros idiomas neolatinos. Por extensión, el Diccionario selecto admite otras acepciones fuera del léxico hidrográfico relacionadas con la acción y efecto de abrir: abertura, grieta, espacio limitado o comprendido entre dos objetos.

7) *Arrastres, socavones, médanos, barras, etc.*—Llámase Reología el estudio de las propiedades que se refieren a fluencia, de *ῥέω*, manar; concretamente se aplica a la fluencia en materiales plásticos y líquidos viscosos o turbios y se mide en unidades «rhe» que es la inversa de «poise».

En el lenguaje técnico empleado en la designación de los elementos que intervienen en acarreos o socavones, intervienen diversos vocablos con límites de interpretación poco precisos. Tales son, entre muchos otros, limo, lama, fango, barro, légamo, cieno, loes, polvo, polvillo, arcilla, greda, arenilla, cañamoncillo, arena, gránulo, grano, china, ripio, garbancillo, menudo, gravilla, grava, granza, guija, guijarro, pedregullo, pedrusco, canto, cascajo, piedra (machacada, partida), mampuesto, bloque, pedregón. Y sus

(\*) Con lo cual asignamos a golfo y bahía diferencias que precisan su definición, pero que no están suficientemente aclaradas por el uso, así Bahía Grande en las costas patagónicas del Territorio de Santa Cruz es más bien una vasta ensenada, el Golfo de Madryn o Golfo Nuevo podría llamarse Abra como el de San José en el istmo de la península de Valdés. En cambio, el Golfo de San Matías es realmente golfo, tal como ordinariamente se entiende la palabra. Los traductores no han guardado siempre fidelidad a las lenguas originarias; estrecho y seno, por ejemplo, son dos conceptos bien diferentes en lenguas nórdicas, estrecho es «sund», «sound» y por onomatopeya se ha vertido alguna vez seno (v. gr., Admiralty Sound de la Tierra del Fuego).

colectivos y agrupaciones, guijo, ciénaga, pedregal, médano, barcán, barra, alfaque, etc.

En Minería se usan también palabras semejantes (granza, granzón, etc.) y especialmente en la clasificación de carbones por su tamaño, con introducción de voces onomatopéicas: cobles, schlams, etc. Para fijar las definiciones es preciso recurrir a cualidades complementarias: números de criba o cedazo, naturaleza química cristalográfica o edad geológica del material, foliación, asiento, formación, dureza, cuarteamiento al aire o al agua, peso, superficie, consistencia, velocidad de caída en el agua, pulimento, el origen, velocidad de la corriente que determina su acarreo uniforme o su transporte horizontal en las capas profundas a saltos sobre el lecho, etc.

El arrastre y socavación provocados por el viento y el agua tienen tal importancia que es explicable que la atención del técnico haya sido atraída sobre tales fenómenos y el examen de las propiedades características de la erosión y acarreo de las tierras se haya tenido cada vez por más indispensable para lo que se refiere a cimentación, perforación de túneles, canalizaciones, grandes esclusas, canales, defensas fluviales y obras portuarias.

Me ha sido dado contemplar las consecuencias de un alud considerable originado en la cordillera andina, no muy lejos del cerro Tupungato, en el ventisquero llamado del Plomo. Durante años se fué acumulando agua y nieve en el circo por el cierre del mismo, debido a un alud de témpanos procedente de un valle lateral, el cual llegó a formar un dique de más de 90 metros de altura, represando la nieve del circo y cerrando completamente su desagüe normal. Los niveles del dique y del embalse formado aguas arriba fueron creciendo hasta que la presión del agua determinó un socavón al pie del muro de hielo, socavón que se hizo mina bajo el dique, y que, una vez iniciada la gola de avenamiento, fué agrandándose hasta te-

ner las dimensiones de una boca de túnel por donde encaminóse la vorágine, precipitándose al arrecil del socavón.

Las consecuencias fueron catastróficas. Gran parte del ferrocarril de Mendoza a Santiago de Chile en el valle del río Mendoza quedó destruído. Gravísimos derrubios en la concavidad de los meandros. Terrazas de aluvión en hocinos y desfiladeros desaparecieron por denudación, y el cauce, en ciertos puntos, bajó hasta 40 metros por debajo del alveo primitivo. En los horcajos con otros ríos, las aguas de éstos invirtieron su dirección y el aguaje de la ola solitaria de avenida arrasó cuanto se le opuso.

Otras cuestiones relacionadas con los arrastres son las que se refieren a corrección de playas, especialmente en la proximidad de puertos, capítulo de la ingeniería portuaria en cuyo estudio se han distinguido notables ingenieros suramericanos, especialmente el nombrado y eminente Jorge Lira. Muy importantes los derrumbamientos de barrancas por el oleaje.

Mucho más espacio y tiempo del que dispongo requeriría el análisis de cada uno de los elementos de arrastre. En general no es fácil señalar fronteras en los conceptos y aun desde el punto de vista puramente científico no hay acuerdo suficiente entre los entendidos. El «loes» que conoce quien ha trabajado en la Pampa argentina, tiene de 0,1 a 0,02 mm. de dimensión lineal media, está compuesto por substancias minerales y orgánicas, lo que origina gran permeabilidad, que puede reducirse por compactación con maquinaria adrede; tiene un talud natural acantilado, lleva mucha cal y resiste la penetración de los pilotes. No es recomendable para asientos de calzada por ser de mucho grueso su manto heladizo; sus propiedades han sido objeto de copiosa literatura desde el punto de vista geológico y técnico, y no es adecuado reproducirlas en este lugar.

En general los arrastres son debidos al agua o al viento; los primeros ofrecen contornos desgastados y un cierto pulimento. En cambio, los productos de cantera triturados ofrecen ángulos vivos por lo general. Los nombres de los primeros son en general femeninos, salvo los aumentativos y los colectivos; guijo en América es el lugar donde hay guijas.

El examen del movimiento de turbios y avenidas es de un interés técnico notable y nada sencillo; las leyes más complicadas de la Hidrodinámica son necesarias para explicar los fenómenos más simples, porque se trata de fenómenos de sustentación y resistencia en corrientes turbulentas.

En general se admite que hasta los 70 cm./seg. no hay arrastre, pero éste se inicia entre 70 y 78 cm./seg., siendo acarreadas piedrecillas como cañamoncillos, si bien el acarreo no adquiere carácter convectivo. Entre 78 y 93 se mueven guijas del tamaño de habas y son arrastradas las del tamaño de guisantes; al pasar de 100 cm./seg. se socava el fondo, las guijas son llevadas por la corriente, levantadas, sostenidas y depositadas sucesivamente, lo que es consecuencia de la mayor velocidad de la corriente en la cara que mira al fondo y de la resistencia de perfil. A los 120, muévense guijos como nueces; a los 130, el rozamiento y los choques dan lugar a cierto ruido que con la velocidad aumenta. A los 180 cm./seg. son arrastrados bloques de dos toneladas y a 2 metros ya el ruido es estrépito, la madre y márgenes del río sufren alteración a cada instante.

La turbulencia de la corriente flúida se hace aparente por los remansos en cadosos y antibos y por los atarquinaamientos y ha sido objeto de medida. Distínguese torbellinos en planos verticales y horizontales. La fuerza de arrastre, evaluada como esfuerzo cortante, se mide en función de la viscosidad cinemática, del gradiente de velocidad

según la vertical, de la inclinación, la profundidad y coeficientes de aspereza según fórmulas análogas a las primitivas de Chazy. El esfuerzo no es igual al comenzar el movimiento que después de ser iniciado. Todo esto ha sido estudiado con gran pormenor (leyes de Krey, Dubois, Du Buat, Schoklisch, Hermanek, Schaffernak, Dull, Nemeny, Einstein, etc.) tanto desde el punto de vista geológico y de morfología de la superficie terrestre, como desde el punto de vista técnico; en los tratados de Geología técnica, construcción de diques, cimentaciones hidráulicas, corrección de márgenes, navegación interior y construcción de puertos, amén de los tratados de corrientes marinas y depósitos, hay materia suficiente para amplio estudio. Muy interesante es lo que tiende a explicar la formación y forma de meandros y los fondos ondulados de arena, el depósito de menudos en antibos y remansos y en los fondos de canales, la naturaleza y tamaño de las materias en suspensión (ley de Leppik, medidas de Ehrenberger).

Tiene también interés el examen del problema desde el punto de vista de la Física del Globo (erosión más pronunciada en la margen derecha en el hemisferio norte y viceversa en el sur, de donde la formación más regular de meandros debido a la rotación terrestre llamada ley de Baer), lo que ha llevado a ingenios como Exner a estudiarlo matemáticamente (\*) en régimen estacionario, ondulatorio y variable. Con la erosión están relacionados los socavones, no sólo de eje vertical, sino de eje horizontal, socavones que se forman al iniciarse el torbellino por cambio de sección o de velocidad o por desvío de las partículas de agua o simplemente por la influencia del arrastre por el viento o por corrientes (\*\*).

(\*) «Gerland's Beiträge», I, pág. 373-446.

(\*\*) TERRADAS: «Del arrastre por corrimiento de estratos flúidos», Academia de Ciencias de Madrid, 1943.

Los socavones obligan a obras de consideración, a veces desafían la solidez de encachados y zampeados en zumbias torrenciales con cambio de pendiente, dirección o sección o al pie de vertederos, aliviaderos, azudes, trampolines y cascadas, obligando a variar la ubicación de las obras, en todo caso no debe decidirse el proyecto sin un sondeo minucioso y el reconocimiento del terreno, acompañado, si es preciso, de la construcción de modelos y estudio por especialistas de los grandes laboratorios hidráulicos (\*).

El estudio teórico de estas cuestiones es difícil por tener que operar con ecuaciones linearizadas o aproximadas (Olsen, etc.) y tratarse, en el fondo, de fenómenos de turbulencia; no obstante, se sale del paso con coeficientes empíricos.

El viento interviene mucho en fenómenos de erosión y acarreo especialmente en las costas, lo que da lugar a movimientos de las aguas marinas llamadas seiches, a variaciones no periódicas en el nivel medio del mar, al oleaje, cierre de albuferas, etc. En la formación de médanos no sólo origina el arrastre de la arena, determina, además, la diferencia de taludes a barlovento y sotavento, la forma en media luna de los barcanes o medaños, la ley de su corrimiento, los antibos en los bancos o placeres de donde sale la arena de los médanos, fenómenos todos ellos estudiados con detenimiento cualitativa y cuantitativamente.

Las «dunas», vocablo que figura en el diccionario estricto, a pesar de su origen forastero en competencia con médano (del latín «meta» forma piramidal), se mueven tanto más fácilmente cuanto más jóvenes y de menor tamaño; la línea de cresta, formada por material variable, a cada momento retrocede a sotavento con velocidad que está en razón inversa de la altura de la duna y de la densidad de

(\*) Véase el tratado de Gómez Navarro y Aracil: «Saltos de Agua y Presas de Embalse», Madrid, 1944 y 1945, en especial el Apéndice II al tomo I.

la arena y en razón directa de la velocidad del viento que empuja; esto explica la forma de los barcanes en media luna, con el filo de cresta a tanto menor altura cuanto más cerca de los cuernos. Barcanes de arena se forman también en los temporales submarinos, muchas veces en la rampa a barlovento de la corriente ofrecen ondulaciones secundarias que se observan también en los médanos y son debidas a la inestabilidad de la superficie cónica cuando el viento adquiere cierta intensidad.

En los fenómenos de tipo ondulatorio, cuando no se trata de la velocidad convectiva de una partícula, sino de la velocidad del movimiento (oleaje, progresión de dunas, etc.), se suele llamar celeridad al espacio recorrido por un elemento geométrico (v. gr., la cresta), en un momento o durante un período determinado. En este sentido la velocidad de la luz sería celeridad propiamente.

Las «trayectorias» de las partículas y las «líneas» de corriente son curvas alabeadas que, a pesar de los recursos imaginados en los laboratorios (colores, polvo de aluminio), no siempre es fácil imitar por no cumplirse las leyes llamadas de semejanza, las cuales suponen muchas premisas difíciles de obedecer; con todo, para formarse ideas cualitativas, conviene acudir a experimentos sin tomar sus resultados al pie de la letra. Lo mismo acontece con la acción del viento sobre cobertizos; resulta difícil imitar en pequeño la acción del suelo. No obstante, un modelo del cauce puede dar idea de socavones del lecho en pilas, estribos y de la ribera y litoral, con tal de emplear material de arrastre que permita la aplicación de la analogía. Lo mismo ocurre al examinar los efectos de grandes témpanos arrastrados por la corriente, de la sedimentación, decantación y atarquinamiento, de la resistencia y fijación debidas a los vegetales, de la altura de olas solitarias de crecida, especialmente en estuarios en el momen-

to del máximo flujo de creciente o en el recalco de la plea (\*).

El estudio de la erosión de playas y corrientes litorales ha sido objeto de multitud de trabajos en los Estados Unidos. En ellos se introducen vocablos o locuciones como: «plunge point», «offshore», «fetch», «backshore», «berm», «clift», «groyne», «drift», «residual currents», «Watt», «Helle», etc., que necesitan adecuada versión. Algunos no son difíciles de traducir, «clift» es talud o cantil; «groyne», espigón; «berm» es veril, y en lenguaje usado en fortificaciones, berma; pero «fetch» no es precisamente «largo», traducción de «large», «au large de».

El mar tiene gran capacidad de acarreo. En las barrancas, el oleaje tritura las tierras más resistentes por socavación y al convertirlas en arenas o arcillas finas forma polvillos de 0,02 mm. a 0,1 mm., arenas de 0,1 a 1 mm., gravas de 1 a 4, que deposita en barras, bancos y bajos, a veces a considerable distancia de los lugares de erosión, por mantenerse en suspensión a causa de la turbidez y turbulencia de los temporales (\*\*).

La salinidad permite conocer las corrientes submarinas, la determinación local con los aparatos al uso, brújula magnética o giroscópica, depende excesivamente de la turbulencia. El agua del mar precipita rápidamente las emulsiones del agua dulce. La salinidad puede determinarse muy exactamente, y es quizá la medida más precisa y relevante de la Oceanografía. Una pequeña alteración en la misma significa condiciones muy diversas de vida de los infusorios de cal y diatomeas de sílice, que al morir sueltan la cáscara de cal o sílice y aquélla queda en suspen-

(\*) Muchos son los ingenieros argentinos chilenos, y uruguayos que se han ocupado en estas cuestiones con resultados del mayor interés publicados en las revistas profesionales de Ingeniería. Vaya con estas líneas el debido tributo a la memoria de los idos y a la labor de los actuales.

(\*\*) Se llama cachón a la ola que rompe espumante.

sión en el agua. Cáscaras de 1/50 mm. de grueso, descien- den 1 m. por día; al bajar a grandes profundidades se disuelven en el agua.

Cuestiones no aclaradas aún ofrece el origen de la salinidad marina y la acción mecánica del oleaje en las costas, muros, escolleras, a pesar del gran número de tra- bajos que desde tiempo acá tienden a su esclarecimiento.

La socavación en el mar alcanza fondos de 200 metros.

#### 4.—ELECTRICIDAD Y FÍSICA CONTEMPORÁNEA.

1) *Cuerpos simples.* — Se conocen más de noventa, ordenados según el número  $Z$  de electrones (carga nega- tiva elemental en los estratos exteriores del átomo) o de positrones (carga positiva elemental en el núcleo).

El primer cuerpo simple es el hidrógeno (mejor el neu- trón) y los últimos son cuerpos radioactivos artificiales. Terminan los "períodos" el helio, el neon, el argon, el krip- ton, el xenon y el radon, llamados gases nobles o de atmós- feras saturadas y valencia nula (\*). En el segundo período está, entre otros de nombre conocido, el berilio, llamado a veces glucinio. En el cuarto período se han clasificado el escandio, el titanio, el vanadio, el gadolinio, el germanio; el quinto contiene itrio, zirconio, niobio (o columbio), rute- nio, rhodio, indio, telurio. En el sexto figuran las tierras ra- ras o lantánidas: praseodimio, neodimio, el 61 desconocido (a pesar de los trabajos de ciertos físicos que le llamaron illi- nio y florencio); samario, europio, gadolinio, terbio, dispro- sio, holmio, erbio, tulio, itterbio, casiopeo (o lutecio), hafnio (llamado también celtio), tántalo, wolfram (o tungsteno),

(\*) Se citan solamente los cuerpos simples menos conocidos, toda vez que el objeto principal del discurso es el análisis de neologismos. Lo que jus- tifica y exige la relación que sigue, incluyendo las características fundamen- tales que entran en la definición actual de los cuerpos simples.

renio, osmio, iridio, talio, polonio y el 85 desconocido. En el séptimo período están el virginio, radio, actinio, thorio o ionio, protactinio, radioactinio, radiothorio, uranio (92) y los bombardeados por neutrones lentos  ${}_0n^1$  o partículas positivas de gran velocidad:  ${}_2\alpha^4$ ;  ${}_1d^2$ ;  ${}_2p^1$ .

La partícula representada por  ${}_2\alpha^4$  significa el núcleo del helio,  ${}_1d^2$  el deuteron (\*) (deutón, núcleo del deuterio) o hidrógeno pesado,  ${}_1p^1$  el núcleo del hidrógeno o protón (\*\*). En el bombardeo con desprendimiento de electrones (rayos  $\beta$ ) o absorción de protones, aumenta el número de orden  $Z$ ; se obtienen así los llamados transuranios: neptunio y plutonio, 95 y 96, cuya descomposición da lugar a otros elementos de menor masa material con transformación de materia nuclear en energía radiante (\*\*\*)).

Como ya se ha dicho, el número de orden es el número

(\*) Deu procede del griego deyto deytarios (segundo) como se dice deutóxido en la Química clásica.

(\*\*) En estas expresiones el índice inferior es la carga eléctrica en positrones (Kernladungszahl) y el exponente el número de neutrones (Massenzahl). Se llama protón a un neutrón más un positrón formando un todo. Los neutrones en número  $N$  y los protones en número  $Z$  constituyen el núcleo.

(\*\*\*) Es muy interesante conocer la etimología u origen de los diversos nombres atribuidos a los elementos simples. Argon procede del griego argos, que significa inactivo; actinio de aktis (rayo); boro del persa bûrah; bario (gr. barys) pesado; columbium, del Estado Columbia, en Estados Unidos; cerio, de Ceres; cloro (gr. chloros) verde; cromio (gr. chroma) color; cesio del latín coesium (azul agrisado), cobre de Cyprus (Chipre); erbio, de Ytterby, una población de Suecia; galium, de Galia; gadolinium es el nombre de un químico finés; glucinio (gr. glykis) dulce; helio (sol); hafnio es el nombre de Copenhague; holmio el de Estocolmo (Stock-holm); iodo (gr. iodes) violeta; illinium se refiere al Estado de Illinois; iridio, de iris (arco iris); kriptón (gr. kriptó) escondido; litio (gr. lithos) piedra; lutecio, del nombre antiguo de París; magnesio, de un distrito de Tesalia; neon (gr. neos) nuevo; oxígeno, de oxys (ácido) y gen; hidrógeno de hydros (agua); osmio (gr. osme) olor; platino, del español platina (plata); rubidio (latín rubidus) rojo; renio, de Rhin; rodio (gr. rhodon) rosa; escandio, de Escandinavia; selenio (gr. selene) la luna; silicio, de silex; samario, del químico ruso Samarsky; estroncio, de una población escocesa (Strontian); telurio, del latín tellus (tierra); torio, del dios germano thor; titanio, de titanes (hijos de la tierra), tulio, de Tule; vanadio, de la diosa vanadis (frefya); xenio (gr. xenos) extraño; iterbio, lo mismo que terbio e itrio, re-

de protones del núcleo y se designa por  $Z$ , inicial de Zahl. A cada cuerpo simple corresponde un cierto número de isotopos, definido cada uno por el número total de neutrones o número másico:  $A = Z + N$ . Por ejemplo, para el neutrón,  $Z = 0$ ,  $N = 1$ ,  $A = 1$ ; para el hidrógeno,  $Z = 1$ ,  $N = 0$ ,  $A = 1$ ; para el deuterón,  $Z = 1$ ,  $N = 1$ ,  $A = 2$ ; para los isotopos del plomo,  $Z = 82$ ,  $N = 122, 124, 125, 126$  (determinados los isotopos en el espectroscopio másico). A la enunciación de los isotopos hay que añadir su porcentaje relativo (pr), por ejemplo, en el platino,  $Z = 78$ ,  $N = 114$ , pr 0,8; 116 pr 30,2, 117 pr 35,3, 118 pr 26,6, 120 pr 7,2.

Característico es el número de electrones en los estratos K, L, M, N, O, P, Q, correspondientes a diversos valores del parámetro cuántico  $n$  y dentro de cada uno el número de electrones en s; s, p; s, p, d; s, p, d, f, de número cuántico acimutal  $l$ .

Cada isotopo tiene un peso atómico, que puede darse o referido al valor 16 para  ${}_8\text{O}^{16}$ , o a su isotopo más abundante (peso atómico en las escalas química y física).

Para todo elemento existe un defecto másico  $D$  o diferencia entre la masa teórica y real medida en  $0,1 \mu$ , siendo  $\mu = 0,937$  megaelectrón-voltios ese defecto mide la energía de composición del núcleo. El factor de agrupación (packing factor) se define en valor absoluto por  $f = \text{masa real} - A$ , dividida la diferencia por  $A$ .

Elementos característicos son, además, el momento mag-

cuerdan una cantera sueca de Ytterby, la misma a que se refiere erbio; zirconio viene del persa zargun, que significa dorado, etc.

Eka, en griego, es equivalente a más allá, y suele preceder al nombre del cuerpo inmediato de la serie a que pertenece el nuevo elemento. Son las propiedades que manifiesta el nuevo elemento las que determinan su serie. Por ejemplo, el 93 ekarrenio tiene su lugar en la clasificación del sistema periódico, por ser sus propiedades semejantes a las del elemento 75. Es como una prolongación de la serie, que termina en el renio. Por cierto que 93 ekarrenio es el nombre que se dió al Uranio bombardeado por neutrones, al que corresponde  $Z = 93$ . Anuncióse haber alcanzado el 97 ekaoro.

nético orbital de cada electrón, designado por  $m$  y el "spin" o electropolaridad, con los valores correspondientes para el núcleo.

Conviene añadir la propiedad radioactiva en rayos beta (electrones) o alfa (núcleos de helio), o gamma (fotones), y los tiempos de su reducción a la mitad (Halbwertszeiten); carácter estable o inestable del núcleo, clase de radioactividad (familias de uranio, radio, actinio, torio), posible isomeria de los componentes de cada isotopo "Kerneinfall" y demás transformaciones del núcleo.

A estas cualidades se suman las deducidas del análisis espectral: "Termlettern" del átomo, de la molécula, etc.

2) *Constantes fundamentales y unidades.* — En las leyes de la Física intervienen un reducido número de constantes universales y un crecido número de constantes de la materia. Universales, esto es, independientes de la materia específicamente, no como propiedad genérica. Así, por ejemplo, la celeridad  $c$  de la ondulación lumínica en el vacío es una constante universal:  $3 \times 10^{10}$  centímetros por segundo. Es un valor en cuya definición ha de entrar un concepto teórico y asintótico, como es "el vacío", materia de determinadas propiedades, en la cual se propaga sin dispersión la luz y toda otra radiación vibratoria electromagnética cualquiera que sea su longitud de onda.

El concepto de energía vibratoria transmitida por ondulaciones no es independiente del de masa o materia, ya que entre materia y energía radiada de frecuencia  $\nu$  existe la relación  $mc^2 = h\nu$ , siendo  $m$  la masa y  $h$  la constante "cuántica" universal en erg segundo:  $h = 6,61 \times 10^{-27}$  (\*).

(\*) Otras constantes universales son la constante de los gases perfectos  $R = 8,314 \times 10^7$  ergios por grado por mol; el volumen de un mol de gas perfecto a cero grados centígrados:  $V_0 = 22,41$  litros; el número de Avogadro  $N_0 = 6,03 \times 10^{23}$  moléculas/mol; la constante de Boltzman  $= 1,379 \times 10^{-16}$

La masa dinámica  $m$ , evaluada como la estática  $m_0$  en gramo-masa, es específica, depende de la velocidad  $V$  y de  $m_0$ , o sea de la naturaleza del cuerpo. La dependencia en cuanto a la velocidad  $V$ , deducida por la Relatividad restringida, es ésta:  $m\sqrt{1 - \beta^2} = m_0$ ,  $\beta = V/c$ . La creación de la masa  $m_0$  supone la energía  $m_0c^2$ , en energía radiante  $h\nu = m_0c^2$ ; el paso de  $m_0$  a  $m$ , o viceversa, si es pequeño, da  $1/2 m_0V^2 = h\nu$ .

La masa  $m_0$  de un electrón es  $9,1 \times 10^{-28}$  gr. El impulso  $m_0c$  es  $h/\lambda$ , lo que define el número de onda  $1/\lambda$  del movimiento vibratorio equivalente al impulso  $m_0c$ . La generalización de la Mecánica ondulatoria atribuye igual expresión a un impulso cualquiera  $p$ .

El valor de  $m_0$  depende de la naturaleza del cuerpo, y es función de los elementos constituyentes (neutrón, electrón, positrón y fotón o energía radiante) y del modo de agruparse en átomos y moléculas. En la agrupación puede haber más o menos masa que en la suma de los componentes, por aparecer o desaparecer alguna en la combinación o descomposición, absorbiendo o dando lugar a energía radiada equivalente. La equivalencia entre masa y energía permite enunciar como fundamental la *conservación de la energía o conservación de la masa material* en todos los procesos físico-químicos, siendo ambas leyes idénticas.

Otra ley de conservación es la de la carga eléctrica, que se mide en culombios (\*).

ergios/grado, etc. Multitud de constantes de la Espectroscopia, como el número de Rydberg para el orden  $Z$ , por ejemplo, son funciones de las anteriores y de otras, es decir, no son irreductibles.

(\*) Nuevos nombres de unidades aparecen constantemente, v. gr. «centipièzo», equivalente de  $1/10081 = 1,2 \text{ Kg/m}^2$ ; Ångstrom  $= 10^{-10} \text{ m}$ ; X  $= 10^{-8} \text{ Å}$ ; termia, igual a mil calorías grandes, frigoria, y militermia; steno (sn) equivalente a un millón de dinas o a  $1/9,8$  toneladas de peso; baria o dina/cm<sup>2</sup>  $= 10^{-4}$  piezos; bar  $= 10^6$  barias o hectopiezo; kilb ó 1000 libras; slug, medida de masa equivalente a la masa de 32,2 libras de peso; kuk, la masa equivalente a la de 1 kg. de peso; «pondio», el peso de la unidad de masa, o sea gr. o kilos, esto es, gramo-pondio, kilopondio; phot, lux, lumen, stilb, oxford, belio, neperio, poise, rhe, roentgen, phon, torr, etc.

La expresión cm. no siempre indica centímetros. En los países en que el siste-

En el sistema mecánico centímetro, gramo-masa, segundo, llamado abreviadamente "c. g. s.", la unidad de fuerza es la dina: la de trabajo, el ergio; la de calor, la caloría. Una caloría gramo vale  $4,184 \times 10^7$  ergios. El metro es cierta medida convencional expresable en longitudes de onda de una cierta raya en la emisión de determinada sustancia (1553164,13 longitudes de onda de una raya del espectro del cadmio obtenida en determinadas condiciones); segundo es un intervalo igual a  $1 : 86400$  del día solar medio; el gramo masa se refiere a la masa de un cierto cilindro patrón de platino iridiado, incompresible, a una temperatura dada ( $273^{\circ},2$  Kelvin) (\*). En función de la correspondiente unidad se evalúa la masa del oxígeno, al que en la escala química se atribuye el peso atómico 16: es la constante  $m_1 = 1,66 \times 10^{-24}$  gramos masa.

Como es sabido, las unidades eléctricas prácticas coulombio, ohmio, etc., se definieron inicialmente como múltiples o submúltiples de las correspondientes unidades cgs electromagnéticas, llamadas también absolutas. Así, 1 coulombio =  $10^{-1}$  u. em. cgs, 1 ohmio =  $10^9$  u. em. cgs, etc. El sistema internacional de 1853 se refiere a "patrones", y su objeto fué establecer y definir patrones de construcción fácil y valores unitarios lo más parecidos posible a los del sistema práctico definidos como acaba de decirse. En 1908 las unidades "patrones" fueron el ohmio internacional, definido por una columna de mercurio a  $273,2^{\circ}$  Kelvin de masa igual a 14.4521 gramos, de sección constante y longitud 106,3 cm., y el amperio internacional medido por el voltímetro de nitrato de plata y correspondiente a un depósito de este metal de 1,118 mg por segundo.

ma métrico no es oficial, es una unidad de área, a saber el área de un círculo cuyo diámetro es una milésima de pulgada: «(circular mil)».

(\*) Si un litro se define por el volumen de un kg. masa de agua pura a la temperatura de máxima densidad y presión de una atmósfera patrón (standard), o sea 1013 dinas por  $\text{cm.}^2$ , el mililitro equivale a  $1,000027 \text{ cm.}^3$ .

La carga del electrón  $e$ , medida en culombios, es  $-1.602 \times 10^{-19}$ . El producto culombio  $\times$  voltio es el julio y un julio equivale a  $10^7$  ergios. Luego un electrón voltio  $e \text{ V} = -1.602 \times 10^{-19} \times 10^7 \text{ ergios} = 1.602 \times 10^{-12} \text{ ergios}$ .

Medida la carga  $e$  en unidades del sistema electromagnético cgs es  $1,602 \times 10^{-20}$  u. em. cgs. La unidad práctica voltio es igual a  $10^8$  u. em. cgs. En consecuencia, corroborando el valor anterior, un electrón voltio equivale a  $1.602 \times 10^{-20} \times 10^8 = 1.602 \times 10^{-12} \text{ ergios}$ .

La energía de creación de  $m_1$  es  $9,37 \times 10^2 \text{ M } e \text{ V}$ , la de un electrón  $0,51 \text{ M } e \text{ V} = 0,8185 \times 10^{-6} \text{ ergios}$  (\*).

En 1931 la Comisión Electrotécnica Internacional adoptó el sistema de unidades prácticas propuesto por Giorgi en 1902, el cual tiene como unidades fundamentales, además del segundo, el metro y el kilogramo-masa. En este sistema de unidad de fuerza se llama newton, y es la fuerza que, actuando sobre un kg-masa, le comunica la aceleración de un metro por segundo<sup>2</sup>. La unidad de trabajo es precisamente el julio= $10^7$  ergs. Para medir las magnitudes eléctricas y magnéticas es preciso adoptar arbitrariamente una cierta unidad, que Giorgi propuso fuera el ohmio internacional (\*\*). con lo cual las demás unidades eléctricas o su sistema concuerdan con las restantes unidades eléctricas internacionales, culombio, amperio, voltio, etc. Sin embargo, la Unión Internacional de Física Pura y Aplicada, y la Comisión Internacional de Pesos y Medidas recomendaron que se sustituyan las medidas llamadas internacionales por las que se definieron originariamente como múltiplos y submúltiplos de las cgs electromagnéticas, de las cuales difieren muy poco, como ya se ha dicho. Para distinguir el culombio, así definido, del internacional, se ha propuesto llamar a aquél cu-

(\*) Lo que antes se ha llamado  $\mu$  es la milésima de  $m_1$ . M significa mega.

(\*\*) Definido por la columna de mercurio.

lombio absoluto, y análogamente, amperio absoluto, ohmio absoluto, etc. (\*).

El amperio absoluto puede definirse también de la siguiente forma: Sean dos conductores rectilíneos paralelos indefinidos de sección muy pequeña, distantes un metro, recorridos por la corriente constante de un amperio absoluto, y situados en el vacío. Si se considera en un conductor perfecto la longitud de un metro, la fuerza electromagnética que este trozo experimenta por el paso de la corriente equivale a  $2 \times 10^{-7}$  newton. Esta definición permite construir electrodinómetros absolutos.

Las constantes de la materia que constituye "el vacío" son la permitividad  $\epsilon_0$  en faradios/m y la permeabilidad  $\mu_0$  henrios/m. Entre ellas se establece, por el examen de la propagación de ondas, la relación  $\mu_0 \epsilon_0 = 1/c^2$ , lo que define  $\mu_0$  en función de  $\epsilon_0$  (en virtud de las ecuaciones de Maxwell). Las constantes materiales  $\epsilon$  y  $\mu$  se suelen medir con relación a los valores en el vacío  $\epsilon/\epsilon_0$  y  $\mu/\mu_0$ ; en medios isotropos son, respectivamente, la constante dieléctrica medida por un cociente de capacidades cuando entre las armaduras del condensador hay la materia que se trata o el vacío:  $D = \epsilon E$  y la de permeabilidad magnética, cociente de la inducción magnética y la fuerza magnetizante  $B = \mu H$ . Si en las ecuaciones ordinarias de Maxwell para el vacío que relacionan entre sí  $E$ ,  $B$ ,  $D$  y  $H$  se hace  $\mu_0 = 10^{-7}$ , se tiene el sistema ordinario de Giorgi; el "sistema racionalizado" resulta de  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$  henrios/m. Si se hace  $\mu_0 = 1$ , resulta el sistema electromagnético cgs (\*\*).

(\*) No hay que confundir el culombio absoluto, ohmio absoluto, etc., con las unidades llamadas por algunos abamperio, abhomio, etc., que no son otra cosa que las cgs electromagnéticas o absolutas.

(\*\*) En el sistema electroestático, la repulsión de dos cargas eléctricas puntuales  $q, q'$  a una distancia  $r$  es, en el vacío, la fuerza  $q q'/r^2$ , y esta propiedad define  $q$  y sus dimensiones. Es el culombio electroestático. La misma

En 1940 se adoptó definitivamente el sistema que rigen las ecuaciones de Maxwell con unidades electromecánicas de Giorgi, que difieren muy poco de las que se deducen de los patrones internacionales establecidos antes. Son necesarias nuevas medidas para conocer los errores medios de los equivalentes.

El empleo de metro, kilo-masa, segundo y ohmio ( $\Omega$ ) es preferible al  $m$  K s culombio por ser más precisas las medidas de resistencia.

Denominaciones que introduce el Electromagnetismo son: la resistencia, medida en ohmios; resistividad, en ohmios cm; conductancia y conductividad, medidas en mhos, llamados también siemens, y mhos/cm; inductancia, en henrios; capacidad, permitancia y permitividad, derivadas del faradio; elastancia, del darafio, reactancia e impedancia, en ohmios; admitancia, conductancia, susceptancia, en siemens; flujo magnético, en webers; inducción magnética o densidad de flujo, en gauss; fuerza magneto-motriz, en gilberts (un ampervuelta vale  $4\pi/10$  gilberts); fuerza magnetizante o excitación magnética, en oersteds o ampervueltas por centímetro; reluctancia, reluctividad, permeancia, permeabilidad, etc.

En el sistema Giorgi, si se elige el culombio  $Q$  como fundamental, la resistencia es de dimensiones  $ML^2 T^{-1} Q^{-2}$  ohmios, el campo eléctrico  $MLT^{-2} Q^{-1}$  voltios, por m, la polarización eléctrica  $L^{-2} Q$  culombios por  $m^2$ , la inducción o densidad de flujo magnético  $MT^{-1} Q^{-1}$  (weber por  $m^2$ ). Giorgi ha propugnado siempre el ohmio en vez del culombio como cuarta unidad fundamental.

Todo cuanto antecede sobre Electromagnetismo se basa en las ecuaciones de Maxwell, incluyendo los principios de

ecuación en unidades ordinarias Giorgi es  $q = q'/\epsilon_0 r^2$  y en el racionalizado  $q = q'/4\pi\epsilon_0 r^2$ ,  $\epsilon_0 = 1/9 \times 4\pi \times 10^{-9}$  faradios/m.

la Relatividad restringida. Es, por tanto, inaplicable a la Electromecánica cuántica (\*).

3) *Ecuaciones de Maxwell en el lenguaje de la Relatividad restringida.*—Las ecuaciones de Maxwell en el vacío, invariantes en una rotación en el espacio de cuatro dimensiones ortogonales en que la cuarta coordenada es *ict*, introducen en el lenguaje físico la terminología de los vectores de cuatro dimensiones. La Electrodinámica de cuerpos móviles queda de este modo incluida en las ecuaciones fundamentales, que adquieren forma sumamente sencilla. Introduciendo el tetrapotencial formado por las tres componentes  $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$  del potencial vector *A*, y como cuarta componente  $\varphi_4$  el escalar  $-i\varphi$ ; dando además la tetracorriente de componentes  $J_1, J_2, J_3, -i\rho$ , en que  $\rho$  es la densidad de carga eléctrica inherente a la materia, y  $J_1, J_2, J_3$  pueden ser las componentes del vector  $e\mathbf{v}/c$ , en que  $v$  es la velocidad de la carga puntual  $e$ , las ecuaciones de Maxwell expresan que la dalembertiana de cada componente del tetravector  $\varphi^i$  es proporcional a la componente respectiva de la tetracorriente  $J_i$  por unidad de área normal, siendo la cuarta componente la carga por unidad de volumen. Los coeficientes de proporcionalidad son  $-\mu_0$  para las tres primeras y  $-1/\epsilon_0$  para la última. En total, cuatro ecuaciones. El tetrapotencial se define por ser su rotor equivalente al exavector o tensor antisimétrico de segundo orden  ${}^2F$  ( $\mathbf{B}, -\frac{i}{c} \mathbf{E}$ ) en que las fuerzas eléctricas bordean el determinante antimé-

(\*) En el examen de cuestiones tratadas en este apartado se consultarán con provecho, entre otros, Planell: «Sistemas de unidades usadas en Electricidad», Barcelona, 1935, Academia de Ciencias y Artes, vol. XXV, págs. 217-231; Palacios: «Magnitudes y unidades electromagnéticas», Madrid, 1941, Academia de Ciencias, discurso inaugural, y diversos artículos de Martín Artajo en los Anales del Instituto C. de Artes e Industrias, en 1945. Los tres con bibliografía.

trico de las B (\*). Por tanto, de los valores del tetrapotencial se deducen los vectores B y E. Para que las componentes de tetrapotencial vengan dadas por las dalembertianas es necesario que su divergencia sea nula.

Las soluciones deben respetar las condiciones límites.

De un modo más general, definido el campo por los cuatro vectores D, E, B, H e introduciendo los exavectores  ${}^2G (H, -\frac{i}{c} D)$ ,  ${}^2F (B - \frac{i}{c} E)$ , las cuatro divergencias vectoriales (Verjüngung) de G son las cuatro componentes del tetravector corriente por unidad de área y densidad de carga. Las diversas componentes de F satisfacen a las cuatro ecuaciones

$$\frac{\partial F_{ij}}{\partial x_k} + \frac{\partial F_{jk}}{\partial x_i} + \frac{\partial F_{ki}}{\partial x_j} = 0 \quad \left\{ \begin{matrix} i \\ j \\ k \end{matrix} \right\} = \left\{ \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \end{matrix} \right\}$$

con permutación cíclica. Hay que añadir las relaciones entre los E y D, y entre los B y H, son 14 ecuaciones, con una relación a cumplir, la de continuidad:  $\text{div } J = -\partial\rho/\partial t$  y una de las 14 es consecuencia de las otras, la que señala el valor cero para  $\text{div } B$ . Por tanto, dadas las J y  $\rho$  cumpliendo la condición de continuidad, las 12 relaciones independientes permiten el cálculo de las 12 componentes que para ser solución del problema deben satisfacer a las condiciones iniciales y límites.

La primera formulación para el vacío recuerda la de Hertz para la propagación de las ondas de la Telegrafía y Telefonía sin hilos en sistemas fijos.

Al lector poco versado en Electricidad parecerán las formulaciones anteriores lenguaje singular y complicado. Y son, bien al revés, la expresión más sencilla de las leyes del

(\*) O sea:

$$\begin{array}{ccc} 0 & B_3 & -B_2 \\ -B_3 & 0 & B_1 \\ B_2 & -B_1 & 0 \end{array}$$

Campo electromagnético en cuerpos fijos y móviles; formulación tan simple, en relación con el número y dificultad de los problemas que permite plantear y resolver, que los que pudimos conocerla cuando acababa de ser formulada definitivamente en 1905 por Einstein y completada luego por Minkowsky en 1908, según los preliminares, mucho más antiguos, de Lorentz, no salíamos del natural asombro, por la manera a la vez rotunda y general del nuevo formulismo. Así estimaría un profano sencilla la forma de la esfera, del cilindro o del cono comparadas con otras superficies de segundo orden, como elipsoides, hiperboloides, paraboloides y otras de orden superior.

Se ha elegido en este discurso la formulación de las leyes de la Electricidad como muestra típica de lenguaje técnico (\*). La incorporación del mismo al lenguaje corriente no es problema distinto del que ofrece el lenguaje biológico y físico de los médicos, y su entendimiento es acaso más fácil, por la posibilidad de definición más concreta. Se reconoce, no obstante, que, en el estado actual de nuestra cultura, no se ha llegado al grado de incorporación que siglos atrás alcanzaron entre la gente ilustrada conceptos mucho más complicados, teológicos y metafísicos.

Afortunadamente, el gran número de libros de vulgarización que se publican y sus traducciones contribuyen mucho a la difusión del conocimiento científico, y el nivel general de la cultura ciudadana se eleva todos los días, precisamente, en el campo de la Física y de la Técnica. La incorporación al propio léxico de las voces que traducen ideas, conceptos y máquinas que tanto influyen en la industria y en el arte de la guerra, es tan rápida, que en la misma actual generación forma parte necesaria e ineludible del léxi-

(\*) Y como fidelidad a la pauta introducida por B. Cabrera en su discurso de entrada en esta Academia.

co de una persona medianamente instruída. Con razón debe cuidarse de que los vocablos, frases y locuciones nuevas adquieran carta de naturaleza del modo más adecuado y racional, ya que la incorporación es inevitable y urgente.

4) *Del spin, magnetón, mesón, quanta y otros conceptos* (\*).—El spin de un electrón es una de sus propiedades. Es análoga a la de la materia ordinaria, que, colocada en un campo de gravitación, es atraída en una dirección determinada, la de la resultante del campo. De modo semejante, el electrón se orienta positiva o negativamente si se le supone colocado en un campo magnético. Esta facultad de orientación, descubierta por Uhlenberg y Goldsmidt, traduce un impulso o momento de cantidad de movimiento axial o polar, a la vez que un momento magnético de la partícula perfectamente definido, de igual o inversa dirección del spin. El momento mecánico del spin adopta para el electrón o el protón los valores  $\pm 1/2 \frac{h}{2\pi}$ ; para las demás sustancias, múltiplos de lo anterior; constituye el spin uno de los parámetros fundamentales de los electrones en el átomo (\*\*); los otros tres son los parámetros  $n, l$ , ya señalados, y el momento magnético orbital.

En la teoría del electrón de Dirac, que da las ecuaciones para el comportamiento de la carga eléctrica en un campo atómico de fuerzas, aparece el spin de modo natural, es decir, como consecuencia de las hipótesis. En la mencionada teoría, bastante análoga a la de Maxwell, deducida por plausibles razonamientos de la ecuación relativista de Schrödinger, intervienen índices análogos al  $i$  de

(\*) Sobre la escritura y nomenclatura de «quantum», véase la Nota correspondiente; es asunto que debe ser estudiado y discutido, lo mismo que los plurales de gilbert, weber, siemens, gauss, hertz, lux, rhe, oxford, etc.

(\*\*) V. Terradas: «Lecciones sobre la teoría del cuerpo sólido». Escuela de Ingenieros Aeronáuticos. Madrid, 1943, lección 10, pág. 84.

las cantidades imaginarias definido por  $\sqrt{-1}$ . En la teoría de Dirac se trata de lograr, mediante introducción de unidades  $\alpha$ ,  $\beta$ , que una expresión operativa tal como  $p_0^2 - \sum_1^3 p_i^2 - m^2 c^2 = 0$  se convierta en el producto de dos lineales  $(p_0 - \sum_1^3 \alpha_i p_i - \beta mc) (p_0 + \sum_1^3 \alpha_k p_k + \beta mc)$ .

Se reconocen en seguida las relaciones cuadráticas a que deben satisfacer las tres  $\alpha$  y  $\beta$ , a saber:

$$\alpha_i \alpha_k + \alpha_k \alpha_i = 2 \delta_{ik}; \alpha_i \beta + \beta \alpha_i = 0, \beta^2 = 1,$$

siendo  $\delta_{ik}$  la matriz en que cada término es cero si  $i \neq k$  y 1 si  $i = k$ , llamada índice de Kronecker.

La solución consiste en dar a  $\alpha_i$  y a  $\beta$  la forma de matrices, y si se escribe

$$\alpha_2 \alpha_3 = i\sigma_1, \quad \alpha_3 \alpha_1 = i\sigma_2, \quad \alpha_1 \alpha_2 = i\sigma_3,$$

siendo las  $\sigma$  también matrices, resulta el momento propio total del electrón en campo central definido por dos términos: el momento mecánico que ya se obtiene con la ecuación no relativista de Schrödinger y el spin  $\frac{1}{2} \frac{h}{2\pi} \sigma$ .

No es de extrañar la introducción de espinores en el espacio de cuatro dimensiones de la Electromecánica relativista, pues son una representación lineal del grupo de sus rotaciones. Espinor es voz introducida por Cartan en 1913 para espacios de un número cualquiera de dimensiones estudiados luego por Weyl (\*). En Cartan, espinor es el conjunto de números asociados a un vector isotropo (de resultante cero) los cuales por rotación de  $2\pi$ , por ejemplo,

(\*) E. de Rafael ha dado varios cursos sobre la materia en la Universidad de Madrid y en el Seminario de Física Matemática, cursos que serán publicados en breve.

no son necesariamente invariantes, pueden tener otra determinación, como ocurre, v. gr., con  $\xi_0 = \pm (z_1 - z_2)^{1/2}/2$  y  $\xi_1 = (z_1 + iz_2) \xi_0 / z_3$  definidas por  $z_1 = \xi_0^2 - \xi_1^2$ ,  $z_2 = i(\xi_0^2 + \xi_1^2)$ ,  $z_3 = 2 \xi_0 \xi_1$  las cuales satisfacen a  $z_1^2 + z_2^2 + z_3^2 = 0$ . Por rotación de  $2\pi$  se pasa de la determinación con signo  $+$  a la determinación con signo  $-$ , si es que hay que conservar el valor del vector isotropo. El cociente  $\xi_0/\xi_1$  en toda rotación, o toda rotación acompañada de reflexión, es una transformación homográfica (\*).

La mecánica cuántica, derivada, a comienzo del siglo, de la constatación de las ideas de Planck y Hasenhörl sobre la emisión de radiaciones (\*\*), supone la energía emitida o absorbida integrada por elementos discontinuos, llamados quantum en singular y quanta en plural. *Una radiación de frecuencia  $\nu$  se manifiesta por partes elementales de energía  $h\nu$* , como una cantidad de numerario está compuesta por monedas cuyos valores son múltiplos de la moneda de mínimo valor.

La teoría ondulatoria permite atribuir a la luz de longitud de onda  $\lambda$ , el significado de partículas cuya energía  $h\nu$  es equivalente a  $m_\nu c^2$ , lo que permite definir  $m_\nu$  y, por tanto,  $m_\nu c$ . Las partículas son denominadas fotones

(\*) Son en gran número los conceptos que no han tenido y exigen adecuada expresión en nuestro idioma, y que los estudiosos y los encargados de la enseñanza se ven obligados a expresar en la lengua original. Tales, p. e., spin, Austausch, Mischungsweg, likelihood, schlicht, Verweilzeit, Eikonol, Verjüngung, Eigenwert, Entartung; los nombres de puntos singulares de las curvas definidas por ecuaciones diferenciales; phygoide, Quantelung, Skineffect, ausserwesentlich, Aufpunkt, nabla, retournement, abgeschlossen, Ergiebigkeit, Nullteiler, Normalteiler, Elementarteiler, Spur, stückweise glatt, Iteration, Vollständigkeitsrelation, Weltpunkt, Vertausch, Wechselwirkungsglied, Abschirmungszahl, Aufspaltungsfaktor, Bremstrahlung, Shower, Termschema, Termletter, etc. La velocidad de introducción es mucho mayor que la de traducción y adaptación. Sobre cualquiera cabría escribir y concretar, si no amenazara el comentario alargar considerablemente este discurso.

(\*\*) F. Terradas: «La emisión de radiaciones por cuerpos fijos o en movimiento», Barcelona, Memorias de la Real Academia de Ciencias, 1912.

o quanta de luz o quantum  $\gamma$ , de masa  $h\nu/c^2$  igual a  $7,36 \times 10^{-48} \nu$ ; y momento  $h/\lambda$ .

Esta manera de traducir los hechos permite dar una explicación de los mismos obedeciendo a principios teóricos que los abarquen y descubrir otros nuevos, es decir, elaborar una teoría. Así fué previsto el llamado por Einstein efecto fotoeléctrico, porque "explica" la liberación de electrones a través de la superficie límite de un metal, y su inversa, la generación de rayos X por absorción de electrones incidentes.

La inmediata comprobación de la hipótesis de los quanta se halla en la ley de radiación de Planck (1901): *La energía de la radiación del cuerpo negro, entre  $\lambda$  y  $\lambda + d\lambda$ , en función de la temperatura absoluta y de la frecuencia es:  $8\pi d\lambda/\lambda^4 A$ , siendo  $A = h\nu/(e^{h\nu/KT} - 1)$  (\*)*. Otra comparación ofrece la teoría de la radiación atómica de Bohr y Sommerfeld, que conduce a las series discontinuas del espectro, atribuyendo valores múltiples de  $h$  a los diversos momentos de cantidades de movimiento que pueden considerarse en las órbitas keplerianas de los electrones externos de los átomos. Se calculan las frecuencias por los saltos de energía al paso de uno a otro de los valores posibles de la energía total. Tales tránsitos están sujetos a ciertas leyes prohibitivas (Pauli).

El cálculo es más sencillo en la teoría ondulatoria de Schrödinger, donde, en vez de deducir los quanta de los momentos de cantidades de movimiento, resultan de las condiciones límites en una ecuación diferencial obtenida de modo empírico.

En estas maneras de sintetizar la observación de tales y otros fenómenos fundamentales aparecen voces nuevas: v. gr., Eigenfunktion, o conceptos nuevos: el principio de indeterminación, la probabilidad de tránsito, los niveles de

(\*) K es la constante de Boltzman.

energía, así como estadísticas diversas; la ley de igual reparto de energía, las estructuras fina e hiperfina; los ortohidrógeno y parahidrógeno; los "efectos" de Compton y Auger; el fenómeno de Zeeman, el factor de Landé, las L. S. de Rusell Saunders, etc.

El movimiento orbital de un electrón equivale a una corriente eléctrica, y en este criterio, a su vez, a un imán elemental u hoja magnética. Las velocidades en las diversas trayectorias vienen definidas por los quanta del momento de la cantidad de movimiento orbital. En la primera órbita (supuesta circular de radio  $a$ ) el momento mecánico de la cantidad de movimiento es  $2\pi m_e v a$  y la condición cuántica establece que vale un quantum  $h$ , lo que da  $2\pi m_e v a = h$ . La cantidad de electricidad que pasa por unidad de tiempo a través de una sección de la trayectoria es  $I = ev/2\pi a$ , y un circuito en tales condiciones equivale a un imán de momento  $\pi a^2 I/c$ . El menor momento magnético es, pues,  $eh/4\pi m_e c = 9.260 \times 10^{21} \text{ g}^{1/2} \text{ cm}^{3/2} \text{ seg}^{-1}$  que se denomina magnetón de Bohr:  $\mu_B$ .

La estructura hiperfina de las líneas espectrales y la intensidad variable de líneas adyacentes en el espectro de bandas obligan a atribuir al núcleo momento magnético y spin, obedeciendo éstos, como el momento magnético del electrón en el átomo y el spin o momento mecánico del electrón en sí, a las leyes de la Física cuántica. Si  $Z$  y  $N$  son pares, el spin y el momento magnético del núcleo son cero; si  $Z$  o  $N$  es impar, el spin es un número impar de veces:  $\pm 1/2 h/2\pi$  y si son ambos impares, es un múltiplo entero de  $h/2\pi$ . La unidad para la medida del momento magnético del núcleo es  $eh/4\pi m_n c = \mu_B/1835$ , siendo  $m_n$  la masa del neutrón o positrón.

Neutrino se ha llamado por Fermi a una partícula análoga al neutrón, pero muchísimo más liviana, sin carga eléctrica, que sería emitida simultáneamente con electrones o rayos  $\beta$ .

El mesotróon o mesón es, al parecer, la causa de la ionización o conductividad del aire atmosférico, descartando toda influencia radioactiva, lo que se confirma examinando la conducta del electroscoipo en el fondo de diversos lagos, a grandes alturas y en cotas alcanzadas sólo por globos sondas. A estudios de ionización se añadieron análisis de trayectorias seguidas por partículas electrizadas en el campo magnético terrestre y de sus envolventes. De todo ello se dedujo la existencia de las "Höhenstrahlung", "Ultrastrahlung" (1911) o rayos cósmicos (1925), constituidos por electrones o positrones. Mas pronto se observó que la radiación cósmica era muy compleja, el estudio de los "showers" (en alemán, "Schauern"), cuyas partículas con energía del orden de 500 MeV atraviesan gruesas placas de plomo y platino, obligó a admitir nuevas partículas muy penetrantes, de masa comprendida entre las del electrón y protón, que se llamaron dynatón, yutón, yukawa, barytrón, electrón pesado, mesotrones (longitudinales, transversales y polares, del griego meso, medio), y al mesón neutro se le llamó neutretto. La masa no se conoce con certeza, se estima alrededor de 180 veces la masa del electrón. Parece que el origen del mesón hay que buscarlo en las "novae" o "supernovae". El estudio de la radiación cósmica es un capítulo inicial de una nueva ciencia, la Cósmica, relacionada con la Cosmogonia y la Astrofísica.

Como descubrió Néptuno Leverrier, halló el positrón Dirac, profetizando su existencia por elucubración teórica. Las nuevas teorías permiten también, en su aplicación a la Astronomía, explicar multitud de fenómenos y prever otros nuevos. La Astronomía física ofrece grandes adelantos, y en los Observatorios correspondientes se trabaja febrilmente. Nuevas escuelas de teóricos atacan los problemas de Relatividad generalizada, de los orígenes de la energía cósmica, de la existencia misma de partículas puntuales, etc. Entre las diversas escuelas merecen especial importancia las

asiáticas, creadas por sabios de la India: Shanti Bhatnagar; Bhabha, Bose, Saha, Chandra, etc. Lamentablemente, por muy extraordinarios que sean tales estudios, la naturaleza de este discurso no permite más que mencionarlos sin comentario.

5) *Ciclotrones y otras maquinarias.*— Los estudios de Física experimental, resultados de pruebas y medidas, en cuanto fueron aplicados a la molécula, al átomo y al núcleo sucesivamente, hubieron de borrar los contornos entre el campo de la Física y el de la Química, y nociones puramente experimentales, como la de valencia, entraron en el dominio de la teoría.

El examen del comportamiento del núcleo de los átomos es parte esencial del conocimiento de la Físicoquímica, y ha sido fuente de sensacionales descubrimientos; la transmutación, que fué secularmente pura fantasía u obcecación de mentes enfermizas, se ha convertido en una realidad física de incalculables consecuencias, alguna de las cuales, como la conversión del plutonio y del uranio 235 en elementos simples de menor número de orden y en energía radiante ha permitido concentrar en un reducido volumen cantidades ingentes de energía capaz de consumir en onda fulminante y abrasadora cuanto hallare a su paso en un círculo de área considerable.

Se emplean diversos medios experimentales para el estudio del núcleo. Muchos se fundan en la balística, o sea el bombardeo del núcleo para destruirlo o provocar emisiones de rayos  $\alpha$ ,  $\beta$  o  $\gamma$ ; otros tienden a alterar su estabilidad por la presencia de elementos nuevos (por ejemplo, neutrones), como por el libre juego de las fuerzas capilares se provoca la escisión de una gota de agua cuando aumenta su volumen.

El conocimiento de las propiedades de los cuerpos, es decir, del modo de comportarse en presencia unos de otros,

se ha reducido al de la existencia de acciones y reacciones entre masas puntuales desde los tiempos de Kepler y Newton al estudiar la Gravitación universal.

Las "fuerzas" en lo interior del núcleo, las que se ejercen entre los electrones y el núcleo, o entre electrones en el campo de aquél y las de cohesión entre átomos, iones y moléculas para mantener su estructura y la de las mallas cristalinas, son, ya estáticas, como las de Coulomb, ya dinámicas, como las de Van der Waals. A ellas hay que agregar las de valencia e "intercambio", que han aparecido al interpretar los resultados de la mecánica cuántica, y acerca de los cuales hay mucho por averiguar todavía.

Al análisis de tales fuerzas responde el empleo del "ciclotrón", máquina que acaso entre pronto en el dominio de la Industria y figure en todo laboratorio de Física medianamente equipado. Su objeto es fabricar "proyectiles pesados" de gran velocidad, para lograr la desintegración del núcleo sin emplear grandes diferencias de potencial. La masa se obtiene por ionización, es decir, creando protones y deuterones (iones del deuterio) por liberación de electrones puestos en libertad en la superficie incandescente de un metal en el seno de una atmósfera gaseosa enrarecida. Una vez lograda la formación de proyectiles pesados con carga eléctrica positiva o negativa, se les obliga a circular en curvas espirales mediante la acción de un campo magnético intenso. La aceleración se comunica precisamente al atravesar la rendija entre dos electrodos llamados dees (de la letra D), formando cajas parecidas a la de un electrómetro de "binantes". Entre las dos dees hay una diferencia de potencial alternativa que alcanza el máximo a cada paso del ión o protón por las mencionadas rendijas, con tal sincronización, que la frecuencia del potencial alterno coincide con la mitad de la frecuencia del paso a través de la rendija, con lo cual la velocidad aumenta cada vez. El fundamento del método

de trabajo es que la frecuencia del intervalo entre dos pasos consecutivos a través de la rendija es independiente del radio y de la velocidad variable del ión y depende sólo del campo magnético y de la masa material y carga eléctrica del ión. La diferencia de potencial alterna, sincronizada para cada tipo de ión, alcanza, aumentando la intensidad del campo magnético, centenares de kilovatios. El carrrete del ciclotrón tiene miles de espiras, el cobre pesa decenas de toneladas, y centenares el núcleo y las armaduras de acero.

La energía de cada protón, al abandonar el aparato, puede alcanzar centenas de megaelectrón voltios con corriente de uno o más microamperios. El campo eléctrico en la rendija forma una "lente" casi cilíndrica, es decir, es un campo eléctrico de intensidad variable, y la trayectoria del proyectil presenta inflexión, con lo que queda asegurada la permanencia en el espacio anular en que se mueve el protón entre los electrodos huecos. Es lo que se llama "enfoque", pues tiene la inflexión en cada trayectoria la propiedad de aproximarla al plano horizontal de simetría de los electrodos.

Los electrodos van colocados en lo interior de una caja (\*) para mantener en ellos el vacío. Cuando el protón o el ión alcanza el borde, o sea el mayor radio de las D, sale de la caja como el proyectil sale de la boca del cañón y cae sobre el preparado que ha de sufrir su "impacto". La trayectoria para cada electrodo está formada por arcos de circunferencia cuyos radios varían como las raíces cuadradas de los números enteros. Cuanto mayor es el cociente masa/carga eléctrica del proyectil, tanto disminuye el campo magnético necesario para obtener la resonancia, y a igualdad de campo magnético, la energía del proyectil aumenta.

(\*) Llamada en inglés doughnut (pastel de nueces) por la forma del vidrio o superficie envolvente, que semeja un pan redondo.

El enfoque necesita de la curvatura de las líneas de fuerza magnética en los bordes de la armadura, lo que se denomina "fringing", ribetear (o sea labrar franjas, flecos, vivos, bordes, márgenes; del latín, *fimbria*; francés antiguo, *frenge*, *fringe*); el campo eléctrico da lugar a fuerte enfoque en los radios pequeños; pero para los tamaños, cuando la velocidad es mayor, lo que impide el choque con los electrodos es la curvatura de las líneas de fuerza magnética en el borde de la armadura.

La masa del ión varía a medida de su velocidad, la masa estática se convierte en masa dinámica, lo que complica la trayectoria y el enfoque y da lugar a una serie de reglas empíricas que introducen límites en los valores de las dimensiones, voltaje, regularidad del campo magnético, etc. A ello contribuyen problemas de otra índole (frecuencia entre electrodos de 20 megaciclos para 200.000 volts.), que exigen resonancias y técnicas muy refinadas.

El ciclotrón del Instituto Tecnológico de Massachussets en Cambridge (Boston) tiene un flujo de 20.000 gauss en el hierro. El entre-hierro, que ha de ser de espesor constante, presenta como máxima diferencia una milésima de pulgada en 5,5 pulgadas para una superficie polar en círculo de 42 pulgadas de diámetro. Los carretes del electroimán, el manantial de electrones en el vacío para ionizar, el ajuste del campo magnético ("shimming", colocación de delgadas láminas de hierro dulce en el entre-hierro) constituyen toda una técnica laboriosa en construcción, tanteo y cálculo. A ello se agrega la preparación y disposición de los "blancos" ("targets"), es decir, de las sustancias que han de ser objeto de bombardeo, las bombas de vacío y cierres herméticos y las precauciones y protección con que hay que defender a los operadores para preservarlos de todo daño, lo que da lugar a disposiciones especiales en el edificio en que está instalado el ciclotrón.

La unidad biológica de radiación es el roentgen ( $r$ ), y

la intensidad se expresa en roentgens por unidad de tiempo. Un (r.) determina la ionización de una carga igual a la unidad electrostática por cm.<sup>3</sup> de aire en equilibrio con electrones secundarios. Se mide en el contador Victoreen, cámara de ionización de tipo dedal con paredes de bakelita, que tiene un efecto dispersivo doble del que posee el aire para la absorción de rayos X y electrones secundarios. La tolerancia para el operador alcanza 0,1 r. por día para rayos X y  $\gamma$ , mejor 3,0 r. por mes. El contador Victoreen ha sido empleado para bombardeos del neutrón; la unidad correspondiente se llama neutronroentgen: (n.). La tolerancia es 0,01 (n.) por día, ó 0,3 (n.) por mes. Estos números sirven de base para el cálculo de gruesos de materiales atenuantes en cálculos de protección y para fijar distancias y situación de puestos de observación y maniobra (\*).

No menos interesante es el precio y dimensiones con relación a un determinado trabajo y potencia, según plan conocido de antemano. Como se ve por las indicaciones anteriores, se trata de toda una técnica especializada, que ha sido objeto de estudios y ensayos muy detenidos y sigue siéndolo. En ella se han hecho famosos físicos como Lawrence, Livingston, Downing y muchos más. Es de esperar que en plazo breve sea posible adquirir en el mercado ciclotrones de características determinadas. Su importancia para la Física, v. gr., en el estudio de funciones de excitación nuclear, la Electrotecnia y la Medicina (radioactividad artificial) los hacen muy necesarios. En Medicina no pasará, probablemente, mucho tiempo sin que formen parte de los laboratorios en clínicas y hospitales, como ahora los apa-

(\*) Los grandes ciclotrones modernos poseen electroimanes de 5.000 toneladas, con partículas incidentes sobre el blanco cuyas energías sobrepasan el centenar de megaelectrón volt. La protección, en metros de agua, pasa de 8.

V. *Le Cyclotron*, por Nahmias, 1945, París (Editions de la *Revue d'Optique théorique et expérimentale*).

ratos de rayos X constituyen equipo instrumental indispensable en el ejercicio de la profesión.

Han sido construídas otras máquinas análogas al ciclotrón y de más reducidas dimensiones. En el llamado betatrón son electrones los que circulan alrededor de un campo magnético mientras éste aumenta. Al cesar el aumento, cesa la emisión de electrones y se recibe el impacto. Durante el aumento, el efecto acelerador del campo magnético, gracias a disposiciones especiales del campo no uniforme del entrehierro, mantiene los electrones en una órbita circular estable. El período del campo magnético empleado en la práctica es, aproximadamente, 200 hertzios. Los electrones alcanzan velocidades muy próximas a la de la luz, su masa dinámica se hace 40 veces superior a la masa en reposo, y los núcleos, bombardeados por rayos  $\gamma$  muy penetrantes, pueden ser desintegrados (\*).

La exposición anterior es una muestra del tecnicismo de la Física nuclear. La limitación de espacio impide exponer el empleado en el estudio de reacciones de los núcleos, de la superficie de energía, sus isobaras, isotopas e isotonas, de la "vaguada" de los elementos estables, de la situación de los núcleos de elementos radioactivos artificiales en las laderas del valle y de tantas otras locuciones y expresiones de la Física del núcleo.

Ni permite siquiera referencia a tantas otras técnicas de gran interés, v. gr., saliendo ya de la Física nuclear y refiriendo a la técnica concreta del vidrio y de la cerámica, de que se trata en la tercera parte, el estudio científico ha permitido conocer la naturaleza del estado amorfo y de gran viscosidad y fragilidad ("glassy state") y su comparación

(\*) Continuamente se perfeccionan los aparatos de impacto para lograr la transmutación. En el sincrotron el campo acelerador alcanza 300 MeV. Las partículas recorren determinadas circunferencias hasta 200.000 veces antes de entrar en el rayo destructor. Pesan 600 veces más que su peso estático. Se espera imitar los rayos cósmicos, clave de la posible interpretación de las fuerzas interiores del núcleo, con mesotrones o mesones artificiales.

con el estado líquido y análisis de la solidificación; efectos de orden y desorden en relación con las mezclas de vidrios; identificación de materiales cristalinos por difracción de rayos X y electrones; distinción entre el estado amorfo y cristalino y estados intermedios ("random layer lattices"); reflexión de rayos X en mallas de dos dimensiones en sustancias reducidas a polvo, y tantísimas otras muy interesantes cuestiones de Física que tienen extraordinario interés en la práctica industrial.

El discurso no pretende agotar la materia ni exponer un tema concreto, sino elegir al azar algunas muestras de tecnicismos y señalar cómo exigen nuevas expresiones, sustantivos para cosas y hechos, verbos para acciones y su fenomenología.

6 *Electrotecnia* (del griego, *elektron*, ámbar, y *techné*, arte manual, industria).

I. *Amplidinas*. Las aplicaciones de la Electricidad constituyeron desde mediados del siglo pasado una suma de actividades propias de la Ingeniería. Su influencia en la vida civil y militar fué aumentando prodigiosamente desde el comienzo y hoy ofrece multitud de especialidades: alta tensión, alta frecuencia, alumbrado, hornos metalúrgicos, construcción y funcionamiento de grandes máquinas generadoras, motoras o transformadoras, transporte de energía, telegrafía, telefonía y televisión, industrias electrolíticas, electroterapia, etc. No se concibe la vida y la industria modernas sin la intervención de esa forma de energía.

El desarrollo del conocimiento y la creciente cifra de aplicaciones ha obligado a aumentar la terminología necesaria y el vocabulario electrológico, que en los comienzos tenía como voces singulares: electrodo, reóforo, delga, electróforo, electroimán, electrólito, electromotor, electroscopio, dínamos, "bobinas" o carretes, devanados, inductores, es-

cobillas, inducidos, circuito, pila, solenoide, acumulador, ánodo, cátodo, aislador, interruptor, conmutador, alternador, estator, rotor, bombilla, fase y algunos más, ve acrecer, día tras día, el acervo de neologismos aplicados a cosas menudas o tamañas, a acciones leves o a máquinas de grandes dimensiones y de muy diverso uso.

Por vía de ejemplo, mencionaremos el amplificador llamado amplidyne (\*) o amplidina, que proporciona una variación intensa en la corriente que suministra, llamada secundaria, cuando se produce una pequeña variación en la intensidad de la que recibe, llamada primaria. La dínamo de corriente continua da solución a problema de tanto interés para gobierno, contrarresto, regulación, compensación y contraste en el funcionamiento de multitud de órganos maquinales. Basta, en efecto, que la corriente primaria sea la de excitación del campo magnético, y la secundaria sea la corriente inducida, haciendo muy pequeña la resistencia del circuito exterior. La disposición puede aplicarse en serie o en cascada, y para mayor efecto se hará que la corriente secundaria lo sea a su vez de excitación de otra dínamo. La nueva secundaria obtenida puede, a su vez, reforzarse aumentando la excitación por estar el carrete inductor en serie con el devanado inducido.

Es el principio de la amplidina, que en una sola máquina produce un efecto análogo, dejando en corto-circuito la primera corriente secundaria, con lo cual ésta alcanza valor elevado y determina un flujo magnético transversal, debido al campo magnético de cada conductor del rotor del inducido, a ambos lados de la línea de escobillas. Los dos campos magnéticos así formados determinan en el devanado del inducido una corriente que saliendo por una línea de escobillas transversal a la primera, contiene el recep-

(\*) F. Planell: «Metadínamos y sus aplicaciones». Barcelona, 1945, con referencias a artículos de Siegrist y Viani y abundante bibliografía.

táculo que ha de recorrer la corriente secundaria amplificada. Esta corriente refuerza el campo magnético primario por un arrollamiento superpuesto al de excitación de aquél. Para mover la amplidina se necesita, evidentemente, un motor, que suele trabajar en el mismo árbol que la amplidina.

Ventajas grandes ofrece la reducción a una sola dinamo, ello disminuye la "inercia eléctrica", con lo que la "respuesta" a una variación de la corriente primaria es mucho más rápida que con el sistema de dos dinamos en serie; reduce el "cuadro" y "paneles" de maniobra, así como el número de instrumentos de medida; aumenta el rendimiento y disminuye los márgenes de variación del mismo en el órgano maquinal a que se aplica, y provoca, en fin, una mayor estabilidad eléctrica en la corriente secundaria. El conjunto de la corriente primaria delatora y la secundaria correctora debe funcionar con muchísima más rapidez, con menor tiempo de respuesta ("time lag") que la del órgano que se trata de regular una vez iniciado el desarreglo, en virtud de diferir las características ("performances") del funcionamiento normal y del perturbado.

La amplificación lograda en la metadynamo alcanza la cifra 10.000, es decir, 1 vatio en la primaria se convierte en 10 KW en la secundaria. Puede aumentar la multiplicación mediante amplificadores electrónicos. En la corriente inducida de un generador usual puede llegar la amplificación a 250. Con un amplificador electrónico se puede alcanzar 100. Por tanto, con dos amplificadores, una metadynamo y una dinamo excitada por la secundaria de la metadynamo, puede haber una amplificación total de  $25 \times 10^3$ .

La combinación que forma la metadynamo puede actuar como motor, induciendo una excitación en serie con la corriente secundaria cuyo eje sea la línea de escobillas en corto-circuito. La energía tomada de una red de potencial constante determina entonces la rotación del árbol, como en un motor de corriente continua con excitación compuesta

en que la parte en derivación ("shunt") es pequeña. Provisto el motor de un medio mecánico o eléctrico delator de variaciones de su velocidad, puede funcionar como órgano motor autorregulado, de velocidad comprendida entre límites muy próximos, con ventaja sobre otros medios empleados anteriormente (Thyratrones, moto-trol, etc.).

Las amplidinas para lograr diferencia de potencial o corriente constante o velocidad constante en otras máquinas tienen mucha aplicación en instalaciones de laminadores, hornos eléctricos, soldadores, alternadores de alta frecuencia, rectificadores, alumbrado fluorescente, maquinaria Diesel, industria del papel, ascensores y montacargas, máquinas excavadoras, dinamómetros, corrección del factor de potencia, máquinas herramientas, condensadores sincrónicos, turbinas hidráulicas, túneles aerodinámicos, propulsión de buques y multitud de aplicaciones a mecanismos empleados en el arte de la guerra.

El vocablo amplidina (amplificador de fuerzas) es de origen industrial (General Electric); un tipo análogo de amplificador es llamado rototrol (Westinghouse) ("control", rotación). Afortunadamente, ambos vocablos son de pronunciación clara y fácil en todas las lenguas.

Debe decirse, en elogio de la lengua española, que, elegidas por diversas industrias alemanas e inglesas voces para encargos telegráficos o para clave de frases conocidas, resultan ser del idioma castellano, o podrían serlo cuando no lo son. Lo cual significa que es el español el idioma escrito más claro entre todos los conocidos, y, hablado, tiene la ventaja de no haber en su fonética más que cinco diáfanos vocales.

II. *Caldeo*. Para caldeoamiento por Electricidad se han introducido modernamente dos procedimientos: 1.º el llamado electrónico por la vibración de dobletes iónicos en los dieléctricos, vibración forzada por las ondas de un campo

alterno entre las armaduras de un condensador, y 2.º, el llamado inductivo, por corrientes de Foucault en los metales. En este caso se coloca el cuerpo objeto de caldeo en el campo magnético de un carrete recorrido por corriente alterna, con lo que la variabilidad del campo da origen a otras corrientes que, en el seno del metal (sólido o fundido), desarrollan calor por efecto Joule. Interviene también el efecto superficial ("skin effect", "Kelvin effect").

Se emplean los nuevos métodos para galvanizar; el estaño líquido es depositado electrolíticamente, con lo cual se hace brillante en una fracción de segundo; para broncear y soldar con latón o azófar, etc.

El uso ha venido a establecer como más indicadas las frecuencias siguientes: 60 a 360 hertzios para fundir metales no férreos, 960 hertzios para hornos de fundir acero, 3.000 para fundir pequeñas coladas, 9.600 para la cementación, 100 y 500 kilociclos (\*) para cementar objetos pequeños, como perforadoras de corona de acero.

El tiempo para cementar los muñones de un cigüeñal, por efecto Kelvin, se puede reducir a segundos, durante los cuales, con frecuencias altas en el carrete inductor, se consigue llevar al rojo la capa superficial del muñón. Del mismo modo se dan caldas previas a los cartuchos antes de la embutición, a las superficies internas de cilindros en los motores, a zunchos y llantas antes del montaje, etc.

Se emplea la fusión por inducción para fundir coladas de aleaciones muy precisas. La frecuencia más empleada es 1.000 hertzios. De 100 a 450 kilociclos o más, los generadores son electrónicos, llamados equipos caltrónicos, y semejantes a los generadores empleados en radiodifusión ("broadcasting"); para frecuencias más bajas, hasta 10 kilociclos, son grupos motogeneradores, constituidos por un motor sincrónico trifásico y un generador monofásico, que da 400 u 800 voltios. El factor de potencia del genera-

(\*) Ciclo por segundo y hertzio es la misma unidad.

dor es 100 por 100 por el empleo de reguladores y condensadores.

Para caldear dieléctricos se usan frecuencias de 2 a 3 megaciclos. Se emplea corrientemente este método para terciar la madera (chapado, contrachapado), para tratar colas, fabricar resinas plásticas, etc.

Para resinas, fenoles, etc., se da calda electrónica hasta la temperatura de curado, vulcanizado o tratamiento; luego se llevan a los moldes, que se cierran a presión.

Las colas que impregnan la madera terciada fraguan a 177° centígrados; sólo el caldeo dieléctrico permite un fraguado uniforme y en escaso tiempo, cualquiera que sea el grueso del tablero. Se han fabricado tableros de 148 chapas y 30 cm. de grueso, con resina fenólica que fragua en pocos minutos. Se obtienen así placas de más resistencia y más livianas que si fueran de aluminio.

Dada una clase de trabajo, puede hacérsele corresponder el voltaje y tipo de maquinaria que conviene. El estudio para el proyecto se asienta sobre bases conocidas teórica y empíricamente (\*).

Ya en 1890, D'Arsonval aplicó el caldeo dieléctrico a la Electroterapia (calentura artificial, alivio del artrismo). Ventaja es y no minúscula, que los aparatos que provocan el caldeo en el seno de la masa no se calientan.

7) *Microondas*.—I. *Guías en la muy alta frecuencia*. Uno de los grandes adelantos de nuestro tiempo es debido al estudio del espectro electromagnético. La idea primitiva de espectro, hasta hace cincuenta años, se concretaba a una representación del abanico de colores que da el prisma, y al

(\*) La bibliografía es muy abundante. Véanse las revistas *Journal of the Institution of Electrical Engineers*, *Iron and Steel Engineer*, *Electronics* y los folletos y periódicos de las grandes fábricas de material eléctrico. V., también, el número de febrero de 1945 en el periódico *Electrical Engineering*, órgano de la A. I. E. E. En el número de enero de 1946 de *Automobile Engineer* hay una aplicación de soldadura, cementación, tratamientos térmicos, eliminación de gases, temple y forja con datos numéricos precisos.

examen de las rayas solares, de gases en incandescencia y bandas absorbentes al través de prismas y redes de difracción. Reconocióse su equivalencia a movimientos vibratorios, a campos de fuerza oscilantes, y las longitudes de onda y frecuencias variaban entre límites bastante próximos. Los extremos fueron el infrarrojo y el ultravioleta. Fuera de tales límites no existía espectro hasta llegar a las radiaciones de Hertz, de escasa aplicación práctica, pero de gran valor como comprobantes de la teoría de Maxwell.

Las aplicaciones a la Telegrafía sin hilos promovieron nuevos estudios, un fenómeno nuevo venía a revelarse en las longitudes de onda de 1.000 m. hasta 10 m., cuyas frecuencias en hertzios son del orden de  $10^6$  a  $10^8$ . Es el fenómeno de la Radiación, que se manifiesta cuando la periodicidad del fenómeno electromagnético generador entraña longitudes de onda comparables a las dimensiones de los elementos radiantes; en el caso de la Telegrafía, la antena.

Con porfiados esfuerzos, físicos e ingenieros han logrado extender cada vez más el espectro, desde 50 hertzios para el alumbrado y transmisión de fuerza motriz por alambres y cables (de cobre, aluminio, etc.), a los que corresponden longitudes de onda del orden de  $10^8$  m., hasta los rayos X más duros, de centésimas de Ångstrom y frecuencias de  $10^{20}$  hertz.

En tan vasta extensión del espectro de las ondas electromagnéticas se han hallado aplicaciones interesantísimas y métodos de generación, transmisión y recepción adecuados. La Telecomunicación y Radiodifusión utilizan ondas entre  $10^5$  y  $10^8$  hertzios; la televisión, ondas de 1 a 10 m., las microondas cuentan la longitud de onda por centímetros; sigue una "banda" todavía poco conocida, que ya empalma con las infrarrojas y calor radiante, de  $10^5$  Ångstroms; el infrarrojo propiamente tiene alrededor de  $10^4$  y  $10^3$  el ultravioleta. Siguen luego los rayos entre ultravioleta y X

blandos y del orden de unidades hasta centésimas de Å son los rayos X duros de las radiaciones nucleares.

Cada "banda" tiene modos de comportarse especiales, que dan origen a sendas especialidades y técnicas diversas. Las frecuencias 50 y 60 son empleadas en el transporte de potencia a distancia y en el alumbrado; la electricidad fluye por lo interior de los conductores, no hay radiación, sólo pérdidas por efecto Joule, por "defasado" entre la fuerza electromotriz y la corriente y por defecto de aislamiento; las dinamos generadoras y los transformadores y motores exigen el conocimiento de sólo la parte más sencilla y elemental de la teoría; de la que trata de conductores lineales, por cuya sección circula, utilizándola casi íntegra, la corriente alterna. La frecuencia, por ser muy baja, permite considerar los fenómenos obedeciendo a leyes relativamente sencillas y en cierto modo comunes a las de la corriente continua.

Muy distintos son los fenómenos cuando la corriente es de alta frecuencia, y especialmente de muy alta frecuencia. La circulación de la Electricidad no es comparable ya a la del agua de los canales. La carga eléctrica no puede penetrar en lo interior de los conductores por efecto de la inducción electromagnética, que, por su gran variación, daría lugar a corrientes intensas reforzando el efecto la causa, por lo que en el límite, tratándose de conductores perfectos, toda la carga es superficial. La "propagación" es equivalente a la existencia de un campo electromagnético oscilando en forma de ondas en el dieléctrico, el cual viene limitado por tubos de paredes metálicas de sección diversa, constante o variable, y la antena por reflectores "parabólicos" que envían el haz de rayos al espacio. La propagación es análoga a la de las oscilaciones en tubos de órgano y resonadores. Existen longitudes de onda singulares, llamadas "cut-off", que constituyen un límite para la resonancia, de modo que toda onda

de frecuencia superior se propaga a lo largo de la guía ("guide"), con determinada atenuación.

El decrecimiento o atenuación se expresa en decibel o en neper. Diez veces el logaritmo de base 10 del cociente de potencias en dos puntos que distan la unidad de longitud es la medida en decibel de la atenuación (por unidad de longitud). Dos intensidades o diferencias de potencial difieren en un neper cuando la diferencia de sus logaritmos neperianos es la unidad. Generalmente, las amplitudes se expresan por  $e^{-\alpha x}$ , siendo  $1/\alpha$  (skindepth) la distancia en que la amplitud  $A$  se reduce a  $A/e$  (\*).

En los tubos de propagación o guías la excitación procede de un magnetrón o klistrón que engendra ondas de la frecuencia requerida. Para que una onda sea resonante debe cumplir las condiciones en los límites y propagarse con la menor atenuación posible.

El estudio de la propagación se hace mediante las ecuaciones de Maxwell en la forma clásica, las condiciones en los límites son las usuales entre dos medios de distintas constantes materiales  $\epsilon$ ,  $\mu$ ,  $\sigma$  siendo  $\sigma$  la conductividad. En primera aproximación suele tomarse  $\sigma = 0$  para el dieléctrico y  $\sigma = \infty$  para el metal que lo envuelve; en segunda aproximación es necesario tener en cuenta los valores efectivos de  $\sigma$ , y, por tanto, la reflexión metálica en las paredes de la guía.

En los tubos se distinguen las ondas T E (transversal eléctrica), en que la componente de  $E_m$ ,  $n$ , según el eje del

(\*) Para distinguirla de la constante de amortiguamiento que se refiere al tiempo. Las potencias son proporcionales a los cuadrados de las amplitudes. En microondas a la medida de la atenuación se le designa por la letra mayúscula  $Q$ , que designa al cociente del flujo de energía a través de una sección de la guía por el flujo que filtra a través de la superficie metálica por unidad de longitud y por ciclo, cociente que tiene las dimensiones de una velocidad. Para reducirlo a un número abstracto se multiplica por  $2\pi/v$ , siendo  $v$  la velocidad de propagación. Más exactamente  $Q = \beta/2\alpha$ , siendo la amplitud  $e^{-\alpha x} e^{i\beta x}$ ; el conocimiento exacto de  $\alpha$  y  $\beta$  en el dieléctrico de la guía exige los resultados de la reflexión metálica.

tubo, es nula; la  $T H_{m, n}$ , en que ocurre lo propio para componente magnética; los valores  $m, n$ , son los "índices" de la onda que definen su "modo" en tubos de sección rectangular, o cilíndrica o en forma de anillo (los elementos de la sección son entonces el ángulo polar y el radio). Puede haber también la onda T E M (electromagnética transversal). Diversas teorías de la Física permiten aplicar sus resultados a la propagación de microondas, v. gr., la de la vibración de membranas. Como en tantos otros capítulos de Técnica, las analogías permiten referir unos problemas a otros y obtener resultados numéricos en un problema por medidas en otro completamente distinto (\*).

II. *Efectos de inercia como generadores de muy altas frecuencias.* Uno de los sistemas empleados para engendrar microondas se basa en la variación o "modulación" de velocidades que un campo alternativo de gran frecuencia imprime a electrones arrancados del cátodo incandescente por un potencial constante. A la velocidad correspondiente al campo constante viene a sumarse la velocidad variable del campo alternativo superpuesto. La superposición tiene lugar solamente durante el tránsito de los electrones entre las armaduras en forma de rejilla de un condensador. Estas armaduras son elementos de una oquedad o pabellón capaz de resonar a frecuencias muy altas. La distancia entre las armaduras es tan reducida, que durante el tránsito de los electrones al través de las rejillas sólo pueden experimentar una vez la aceleración positiva o negativa del campo alter-

(\*) El ejemplo más conocido es el estudio de la torsión de barras prismáticas, referido al estudio del relieve en películas de emulsión jabonosa sometidas a presiones diferentes en sus dos caras y cuyo contorno coincide con el de la sección que se estudia. El más reciente es el empleo del efecto Kerr en soluciones coloidales de bentonita para conocer la dirección de un campo electromagnético no homogéneo y los valores de la intensidad eléctrica  $E$  por la doble refracción accidental. La diferencia de fase del rayo extraordinario es proporcional al grueso y a  $E^2$ . Es necesario que las micelas de bentonita tengan diámetros inferiores a 2 milésimas de micra.

no, es decir, que el tránsito no dura más de un cuarto del período de alta frecuencia del resonador.

De este modo se consigue que, al abandonar el condensador, cada enjambre de electrones que atravesó simultáneamente la armadura de entrada, salga del condensador con velocidad distinta de la de los electrones que atravesaron las rejillas antes o después.

Al recorrer cierto trayecto después del condensador, los diversos electrones que formaron flujo continuo, por razón de la diversa velocidad adquirida, se separan formando grupos; los grupos aparecen perfectamente separados al recorrer cierta distancia, y al fin de ella se encuentra otro resonador que recoge el período de su paso, resuena con él y es un generador de muy altas frecuencias, cuyas microondas, mediante guías, se llevan al emisor que hace las veces de antena radiante. Los rayos emitidos se reflejan fácilmente, y en haces, como los luminosos, son captados por aparatos resonantes, con lo que es fácil evaluar el camino recorrido y, por tanto, situar la superficie reflectora y darla forma.

El nombre comercial del aparato generador fabricado por Sperry es klistron. El final "tron" es común a multitud de generadores y receptores. La palabra "klys" procede del griego κλύειν, que expresa la formación del oleaje y su rompiente. El aparato fué ideado por los hermanos Varian en 1939, y los grupos de electrones semejan efectivamente las olas que, debidas al viento y disminución de fondo de las playas, baten la ribera con cierto período. El efecto multiplicador consiste en convertir la energía del campo continuo en energía de campo alterno radiado y de gran frecuencia. A saber: el campo continuo arranca los electrones y les comunica gran energía. Esta se modifica por un campo alterno de poca energía, pero que convierte aquélla en energía repartida y localizada según cierto período en el espacio por las concentraciones de enjambres

electrónicos. Y tales concentraciones, al pasar por un resonador, obligan a éste a vibrar acorde, comunicándole gran energía por resonancia, energía periódica, como el paso de los enjambres, y que por su alta frecuencia puede ser "guiada" e irradiada fácilmente.

No se crea que el generador ha sido un hallazgo fácil. Es el resultado de más de 120 patentes americanas y 75 inglesas, amén de otras debidas a laboratorios de otros países, logradas durante los tres años transcurridos del 1940 a 1943. Su bibliografía en los periódicos profesionales que se indican y en el mismo intervalo, pasa de 100 memorias (\*). Y fueron publicados, datos y descripciones, como primicias tan sólo, pues en tiempos de guerra se procuró ocultar invención de tal importancia en reconocimientos y servicios de descubierta e información. Su teoría y ajuste son prolijos: las operaciones de medidas heterodinas de frecuencia, las de obtención de ondas estacionarias para fijar el número de onda, de ajuste y calibrado de circuitos y la comprobación de dimensiones de las cavidades resonantes, etc., han de ser muy precisas, y, por tanto, el manejo del generador muy cuidadoso. Con nuevos adelantos es de esperar que quede simplificado y anulado el tanteo.

Es tal el grado de progreso en la Técnica, que un aparato o máquina de esta clase necesita e introduce vocablos *ad hoc* para su descripción y funcionamiento, muchos de los cuales tienen más de un significado. Así, "beam" designa conceptos múltiples: corriente total en el ánodo

(\*) *Journal of applied Physics, Proceedings of the Institute of Radio Engineers, Physical Review, Electronics, Electrical Engineering, Wireless Engineering, Zeitschrift für Physik, Electrician, Zeitschrift für Technische Physik, Physikalische Berichte, Helvetica Physica Acta, Bell System Technical Journal.* Baltá dió a conocer éste y otros generadores y receptores en 1945. Los folletos publicados recientemente son muy numerosos. Véase especialmente el manual de la casa constructora, publicado en diciembre de 1944, Nueva York. El klistron figura en todos los libros recientes sobre Microondas, Electrónica, etc.

o diferencia de potencial aceleradora; "beam", vertido al castellano, es haz o rayo o barra; "buncher" es la cavidad que da origen al cambio de velocidad de los electrones por la resonancia del campo electromagnético interior; "bunching", la operación de convertir la corriente continua constante en continua con pulsaciones alternas en ambos sentidos, de donde "ideal bunching", "over" y "underbunching"; "lumped capacity", "capacity loading", etc., es la parte del circuito resonante en que la capacidad variable sirve de ajuste, v. gr., la distancia entre las rejillas cuyo potencial es alterno; "catcher current" es la alternancia de la corriente modulada en el haz electrónico, y de ahí: "catcher" (el resonador); "debunching", lo mismo que "space, charge effect", equivale a tendencia a destruir la pulsación; "drift space", el lugar entre los dos resonadores donde los enjambres se agrupan; "feedback" es equivalente de revertir o reflejar. Es de esperar y temer que tales vocablos entren en el lenguaje técnico sin más adaptación que lo que se ha llamado traducción onomatopeica.

III. *Magnetron y otros vocablos.* Un generador análogo, pero basado en muy diverso principio, es el magnetron. Es un "iodo" ("tubo" o "lámpara" de dos electrodos separados por el vacío) cuyo ánodo es cilíndrico y coaxil con el cátodo, que es un filamento. Un campo magnético exterior de eje paralelo el cátodo interfiere con el campo eléctrico radial. Los electrones describen curvas en el espacio anular entre electrodos. El efecto de alta frecuencia se obtiene superponiendo a la corriente continua de electrones, debida al elevado voltaje de la placa, la pulsante de una diferencia alterna de potencial entre electrodos. Durante el tiempo en que el electrón va del cátodo al ánodo, el campo eléctrico acelerador varía, y la partícula por tales variaciones y en presencia del campo magnético que le desvía, revierte o no revierte al cátodo. Si no revierte, oscila antes de alcanzar el ánodo; si lo alcanza, desaparece en su interior. La posibilidad de oscilar determina

la muy alta frecuencia; es, pues, fenómeno que depende de la fase del campo eléctrico oscilante en el momento de escapar el electrón del cátodo; además, el campo magnético se ajusta de tal modo que si la velocidad del electrón desciende más abajo de cierto límite ("cut-off"), no puede revertir al cátodo. El ánodo está dividido por varias rendijas longitudinales a diverso voltaje para favorecer la oscilación del electrón en el espacio entre el ánodo y el cátodo. El vaivén generador es el de la trayectoria de varios ciclos que ejecuta el electrón en un campo electromagnético no uniforme (dynatrón) (\*).

(\*) El glosario originado por la aplicación de altas frecuencias en Telecomunicación es muy extenso; junto a vocablos y locuciones científicas usa el idioma inglés algunos de origen y significancia vulgar, que, al expresar tecnicismos o verse a otro idioma sin traducción adecuada, pierden aquel carácter para adquirir la prestancia del lenguaje técnico. *Push pull* (del francés «pousser», empujar, y «pull», del anglosajón «pullian», tirar), traducido por vaivén, conserva su carácter, como si dijera tira y afloja, toma y daca. En sentido técnico significa a veces ampliación, oscilación, disposición simétrica (en «push pull»), en maniobra simétrica de la palanca, en avance y retroceso. *Pick up* es en castellano captar, pillar, agarrar una cosa; en el «slang» americano tiene diverso y múltiple significado, es renovación de actividad, adelanto, progreso; en el lenguaje del automovilista es lo mismo que acelerar; en el juego del golf o de la pelota es tocarla cuando ha hecho su primer bote, y en «la radio» es el sistema que permite «conectar» a una central de Radiodifusión un «programa» realizado fuera del «estudio», lo que suele denominarse «retransmisión». También significa registro de los punzones del fonógrafo mediante corrientes eléctricas que «captan» aquellos movimientos. *Trigger* es disparador, gatillo, botador, fiador, lengüeta, trinquete; etimológicamente, es lo mismo que tirar, como contrario de empujar y de aflojar o soltar. Técnicamente, es una palanca retén para soltar un diente de escape o un amarre, circuito de disparo, regulador, interruptor. El verbo significa actuar, entrar en acción. En las lámparas de vacío o llenas de gas equivale a veces a triodo. *Trim* equivale técnicamente a equilibrio, centrado, compensación, posición, inclinación, asiento, estabilidad (como en la Marina y en Aviación). El verbo significa corregir la desviación, ajustar, regular. Pero tiene muchísimas otras acepciones (tapizar, guarnir, desperdicio, armadura, relleno, adorno, aplicación, grapa, forro, travesaño, aleta de conexión o estabilidad («tab»), desbarbar, quitar rebabas, dotar de condensador de ajuste la banda de frecuencias, podar, tundir esteras, orientar las velas, forrar, adrizar, tirar de la palanca para posar el avión, centrar el estabilizador, etc.). En español se usa muchas veces trim, tal como suena, para indicar alguno de los conceptos anteriores.

*Grid* es rejilla (en ciertos lugares, grilla); *grid bias voltaje* es la diferencia

La electrónica ha creado un lenguaje muy prolijo en el sentido de "extenso" y los que hayan de hablarlo deben procurar que sea prolijo en sentido de "esmerado".

Se insiste en la facilidad que tiene el idioma inglés para dar a vocablos comunes las más diversas acepciones y emplear la misma voz en diversidad de técnicas, lo mismo en

de potencial en corriente continua entre la grilla y el cátodo que determina el punto operativo inicial del triodo; *carrier* es soporte, portador; *bypass* es bifurcación, entronque; *feedback*, revertir; *cut-off*, a veces, se puede traducir por escote, v. gr., en los tornos; otras veces significa onda límite o umbral a partir de la cual ondas de menor longitud o frecuencia más alta pueden propagarse con la atenuación correspondiente a lo largo de las guías, y tiene otros diversos significados: *cut off bias* es la diferencia de potencial requerida para reducir a un valor ínfimo la corriente anódica para valores determinados del potencial de otros electrodos soslayados; *fission*, por escisión, fisura, rendija, hendidura; *choke*, por carrete, inducción, obturación, reactancia, impedancia, regulador, estrangulador, cierre del carburador, autoinducción, sintonizador, tapón, devanado, solenoide; el verbo equivale a obturar, regular, obstruir, cerrar; *choke tube* es el Venturi; el adjetivo *choked* es obstruido, almacenado, interrumpido, atascado, estrangulado; *throttle choke* es la mariposa («butterfly») del carburador que cierra o «estrangula» la corriente de aire carburado; *skin-depth* se usa para designar la penetración en el metal del campo electromagnético de elevada frecuencia, podría traducirse por espesor o *grueso cortical*, como se ha hecho alguna vez, pero en las guías la corteza es interior y no exterior. Quizá convenga mejor efecto superficial, como se ha hecho en este discurso. Con la alta frecuencia la propagación de la Electricidad pasa de lineal a superficial.

*Jack* es el receptáculo que termina los cables en centrales telefónicas, para enchufe de clavijas de conexión. En español se las ha venido llamando conjuntors, enchufes y clavijero al cuadro que los contiene. Fuera de la Técnica de Telecomunicación, *jack* significa gato de levantar pesos, bandera de proa, garlopa de desbatar, garra de aldaba. Al verbo to *jack* le corresponden pluralidad de interpretaciones. *Quenching*, significa temple (del acero, v. gr.). En telecomunicación tiene otra interpretación, es equivalente a interrupción. El verbo *quench* es lo mismo que apagar, enfriar, templar, v. gr.: «*quenching the thirst*»; pero aplicado al voltaje es interrumpir, extinguir, amortiguar. *Smooth* es suavizar, allanar, pulir, brufir, o de funcionamiento regular, estabilizar, matar rebordes, igualar, marcha suave, liso, fluente, también es suavizar fluctuaciones y pulsaciones en las ondas electromagnéticas; *bias* es polarización negativa de rejilla, tensión de polarización de la misma; rejilla sensible, rejilla de controlar; es también soslayo, sesgo, oblicuidad, través sesgado; significa detector polarizado, control de sensibilidad por variación de polarización, autopolarización de la rejilla. El verbo traduce soslayar, polarizar (algunos dicen biasar), orientar; viene del francés *biais*. En Electrónica significa a veces el voltaje continuo aplicado a la rejilla de un tubo o lámpara electrónica. En general, es equivalente a diagonal, oblicuo (corte oblicuo a urdimbre y trama), una línea de costura oblicua. Úsase también.

la Marina, v. gr., que en la transmisión de señales a distancia, con lo cual la versión a otros idiomas es ingrata y obliga al circunloquio, dificultad que no cabe menospreciar. Asimismo emplea arcaísmos como *bunching*. Debe ser dicho también que son los ingleses y americanos del Norte de América muy celosos de la corrección de su idioma. Entre muchas otras, me será permitido recordar, por vía de ejemplo, la polémica levantada por el uso de la voz microradiografía. ¿Significa una radiografía "redu-

para denotar propensión, tendencia y prejuicio. *Tilt* es inclinación, toldo, desviación, voltear, bascular, volcar, forjar con martinete o martillo pilón, inclinar, inclinable, reclinable, oblicuidad, vuelco, balancín.

*Ignitron* es el título electrónico con cátodo de mercurio, lleno de un gas enrarecido. Se utiliza como rectificador; cátodo procede del griego *καθόδος*, de *κατά* y *ος* (camino) hacia abajo, camino descendente, por tal motivo lleva acento la *a* y es voz esdrújula. *Thyratron* es un triodo con gas enrarecido cuya característica de rejilla (corriente en la rejilla en función de su potencial negativo) es distinta de la del triodo ordinario. Se compone, en efecto, de la corriente debida a electrones, de la debida a iones que se concentran en la rejilla, de corriente de pérdida a lo largo de los aisladores de la rejilla, de corriente de emisión secundaria por la rejilla, ídem de las emisiones fotoeléctrica y termoiónica de la misma, y de la corriente debida a rayos X, producida en la placa ánodo al bombardear la rejilla. Las dos componentes más importantes son las dos primeras, y la debida a los iones depende mucho de la presión del gas. En general, el cátodo del *Thyratron* emite electrones por efecto termoiónico, y la presión del gas permite la formación de *plasma* (gas muy ionizado), para un voltaje determinado o normal. La rendija actúa como un disparo («trigger»); al descender su potencial negativo en valor absoluto da lugar a la corriente de ánodo de un modo brusco, es decir, «prende» al tubo o válvula. Se emplea mucho este aparato en la técnica electrónica. Otros nombres ofrece ésta: audion, autosyn, stroatron, kenotron; tetrodo, pentodo, herodo, heptodo; video, amplificador de banda amplia en la Televisión, como para distinguirlo de frecuencia angosta o sincronizada en «la Radio», etc. En la designación de muchos enseres, funcionamiento y aparatos referentes a la Televisión figura el vocablo video: *video frequency*, *video outpout circuit*, *video panel*, *video stage*, etc. La cavidad resonante en la técnica de microondas se llama *rhumbatron* (ρόμβος baile).

Relais es relevador encuarte, relai, disyuntor, reata, conmutador, refuerzo corrector. Como verbo, es retransmitir, reexpedir, confiar, relevar. Muchos escriben «relé». *Actuator* es voz muy empleada; significa accionamiento, y se aplica a los mandos, relés, vástagos de maniobra y gobierno, etc.; *flutter* es trepidación, tableteo, agitación; *padding condenser* o *trimming condenser* es condensador de alineamiento en serie, atenuador. *Cross-talk* es lo mismo que *diafonía*, el primero en inglés, dia-phono, en griego, es la influencia recíproca de dos circuitos, medida electromagnéticamente por el teléfono.

cida" como las empleadas en el servicio médico militar, o conviene mejor a una radiografía obtenida, v. gr., con el microscopio electrónico, de una superficie muy pequeña? (\*). Lo mismo debe distinguirse entre microcinematografía y cinefotomicrografía. Micro, en tales casos, ¿se refiere a lo minúsculo ampliado, o a lo reducido a un tamaño minúsculo? (\*\*).

IV. *Radar* es el vocablo norteamericano que ha adquirido la sanción universal del uso. Está compuesto por las iniciales que definen su objeto: Radio Direction And Range, o mejor: Radio Angle Direction And Range.

Los métodos usuales para determinar la dirección suelen designarse por D. F. (Direction Finding) y advierten al móvil la dirección en que se encuentra la estación emisora. El método del "punto en el mapa" permite situar el móvil respecto a dos emisoras fijas. En ello se fundan diversos métodos de navegación que miden las fases de las ondas recibidas, y de que se habla en la nota número 7.

Con radar pueden, además, las estaciones fijas situar el móvil, sin que éste intervenga. La posición se transmite al avión por Telefonía desde aquéllas. Con radar se mide la distancia, y una imagen del móvil imita el movimiento en el espacio de tres dimensiones por el de tres manchas luminosas en las pantallas de oscilógrafos de rayo catódico. Desde una estación fija señalan al avión la distancia al suelo, su orientación, su velocidad, el ángulo con el terreno, etc., de modo que el nauta, piloto o bombardero advierte, a la vez, en

(\*) V. *Journal of Applied Physics*, 1944, págs. 455 (mayo) y 622 (agosto).

(\*\*) El «Electronic Dictionary», de N. M. Cooke y J. Marcus, comprende 6.500 vocablos usados en "Radio", Televisión, Electrónica industrial, Facsímiles, etc., con esquemas, diagramas y otras ilustraciones.

El "Chemical Dictionary", de J. Grant, publicado en Filadelfia, registra 57.000 vocablos. Probablemente, una cifra no menor cabría atribuir a la Electrónica y a la Electrotecnia, comprendiendo alta y baja tensión, alta y baja frecuencia. Todos los técnicos, en las distintas naciones y en cada lengua, reconocen la necesidad de un vocabulario «standard».

su instrumental y al oído, todo cuanto necesita para manejar la timonería, sea para posar según reglas y normas convenidas sin ver pista ni campo, sea para soltar la carga explosiva.

Con radar se sigue al blanco en su situación y velocidad; su empleo como vigía es *indispensable* en el Arte de la guerra.

En principio, es un aparato de eco; microondas, en muy cortas pulsaciones o *trenes* separados por millonésimas de segundo, por su reflexión en el móvil y el intervalo de su eco, miden las distancias. La emisión de ondas centimétricas es continua, en direcciones varias, obtenidas pivotando la antena emisora, con el objeto de dirigir la máxima intensidad del campo al móvil al modo del haz luminoso de un faro; la recepción sólo tiene lugar al ser reflejadas las ondas. Se miden a la vez las tres coordenadas polares del móvil o blanco, a saber: ángulo de altura, azimut y distancia (angle, direction, range). La estación receptora suele no coincidir con la emisora.

Multitud de disposiciones y aparatos han venido empleándose para diversos objetos y recibido nombres especiales: P. P. I. (plan position indicator); G. C. I. (ground controlled interception); A. I. (Aircraft interception); S. L. C. ("Elsie", iniciales de Search-light control); S. A. V. (Aircraft to surface Vessel) para reconocer submarinos emergiendo; I. F. F. (identification friend or foe), es decir, ayuda de un aparato especial montado en el avión para dar a entender si es del propio ejército, etc.

Es probable que, en lo futuro, los progresos de la Televisión permitan obtener imágenes más perfectas que las actuales, y que a través de nubes y nieblas, y de más allá del horizonte, se pueda observar completando el sentido natural de la vista (\*).

(\*) Sobre el uso del radar durante la guerra pasada, consúltese el folleto americano «Radar: A report on Science at War», publicado también en

La técnica del radar es la técnica de las microondas. Generadores de alta frecuencia provocan la oscilación del campo electromagnético a lo largo de superficies guías hasta la antena que las irradia al exterior. El campo electromagnético así creado provoca a su vez una irradiación refleja, que es captada por una estación superheterodina y, muy ampliada, influye en la dirección de un haz de rayos catódicos. Con un sistema de antenas receptoras se resuelven los problemas de orientación (como ocurre con los ojos y oídos del hombre); la circunstancia de que la opacidad de la atmósfera para rayos luminosos debida a nieblas y nubes, no lo es para las ondas ultracortas, permite con los tubos de rayos catódicos, "ver" a grandes distancias.

El mecanismo para la medida del tiempo de ida y retorno se funda en que es conocido el tiempo de carga y descarga de un condensador si se conocen su capacidad y resistencia del circuito. Este tiempo es el de oscilación de la traza del rayo catódico entre dos puntos fijos de su pantalla fluorescente. Cualquier fracción del mismo viene indicada por un campo transversal al rayo y a la trayectoria longitudinal de la traza del rayo en la pantalla, campo excitado al recibirse la reflexión ampliada por el heterodino.

El aparato radar, montado en el avión, equivale a un

Inglaterra en 1945. Véase también, entre varias otras publicaciones oficiales, «The Cathode Ray Oscillograph in Radio Research», publicado en 1933, y reimpresso en ocho ediciones sucesivas, la última de 1945. Existen multitud de trabajos de vulgarización, v. gr., léase el de R. W. Hallows, 1946, «Radiolocation simply explained», y el de Penin «Le Radar» en la «Technique moderne Aviation», 1946, págs. 3 y 24; «Wirkungsweise und Einsatz der Radiolocationsgeräte bei den englischen Flab», 1945. Fluwehr und Technik. Zurich, página 294; «Radar»: Flight 1945, pág. 663, etc., así como multitud de trabajos y relatos en las revistas de Aeronáutica y Telecomunicación, v. gr., Electrical Communications, Nueva York, 1945, núm. 3, vol. 22, etc. En el progreso de los métodos de transmisión por onda corta ha tenido muy eficaz intervención la Standard Electric, vasta organización mundial con fábricas en España.

El vocabulario de «iniciales» es extenso, las indicadas en el texto son una mínima parte. Al mismo vienen a añadirse los códigos de señales, advertencias, etc.

ojo para ver y medir: El eco sobre el suelo da la configuración de éste y altura del avión. La visión panorámica se obtiene con ayuda de métodos de la televisión, es decir, mediante campos exploradores que se mueven con suficiente rapidez y con ayuda de la fosforescencia de la pantalla y facultad de retención de la retina. Si se dispone de un mapa se tienen, por comparación, alturas absolutas. Y al entrar en su sistema de estaciones fijas se puede seguir en cada momento la situación relativa del móvil, lo que es especialmente importante en las zonas de reconocimiento (approaching) y de llegada del aeródromo para obedecer las reglas internacionales de situación y para posarse a tiempo, evitando los accidentes de la posible aglomeración de aviones.

Un avión bombardero moderno está equipado con aparatos que dan el panorama real, cualquiera que sea el "camouflage" o disimulo; con el sistema Gee u otro equivalente se puede situar el avión sobre un área dada, maniobrando por órdenes dadas a gran distancia, lo que permite concentrar 1.000 y más bombarderos en un área industrial, con error de un metro en el plano.

El Radar se usa también como búsqueda en los faros de luz; el objeto que se trata de iluminar queda entre los campos de seis o más emisoras de microondas, cada par de las cuales fija el objeto en su plano de simetría normal a la línea que las une.

El radar permitió a la escuadra inglesa en la batalla del Cabo Matapán hacer impacto en las naves italianas sin descubrirlas, tal era la distancia de tiro y tal la oscuridad de la noche. La victoria de la última guerra fué debida al fracaso de la tentativa de invasión de Inglaterra, debido a la extensa red de tupida malla de radares que permitía saber en Inglaterra con gran exactitud el momento y lugar en que levantaban vuelo los aviones alemanes en Francia, y seguirlos minuciosamente en su trayectoria, lo que a su vez daba tiempo para concentrar la defensa, es decir, el

factor sorpresa desaparecía del ataque, reduciendo sus proporciones hasta hacerlo no solamente inofensivo, sino ofensivo para el atacante. La precisión y agudeza del radar es tal, que según ciertos relatos de bombarderos enemigos "no deja pasar un solo avión atacante". Con tales elementos de defensa y de mira al auxilio de la moderna artillería anti-aérea y de aviones de caza, es difícil imaginar la ofensiva de un arma, sea cañón, bazoca, cohete desde avión, o proyectil  $V_1$  o  $V_2$ , cuya potencia destructiva es tamaña, puesto que "se ven venir" y se pueden descomponer antes de que den en el blanco.

Las microondas sus susceptibles de trayectorias curvas como los rayos luminosos en el espejismo y crepúsculo, lo que permite observar a gran distancia, sin necesidad de colocar el aparato radar en elevadas torres que llamen la atención. El Servicio Meteorológico emplea ya tales elementos de observación para captación de tempestades o lluvias por el eco de microondas en las gotas del agua, hasta en la nube, lo cual tiene mucho interés en las previsiones del tiempo, y permite, al localizar una tormenta y su recorrido, avisar a las estaciones generadoras y distribuidoras de energía y a todos los posibles perjudicados.

Se logra así explorar el estado del tiempo en una gran extensión alrededor de la estación meteorológica costera, hasta 200 y 700 millas. Se han observado ecos cuyo generador está 1.500 millas lejos. Se diría que la atmósfera, en ciertas capas bajas, en determinadas condiciones, transmite como una guía (duct) entre superficies límites.

## 5. AERODINÁMICA. FORMA Y PROPULSIÓN DE AVIONES (\*).

1) *Entrar en pérdida, estol.*—Un fenómeno aerodinámico que no tiene expresión adecuada por una sola palabra es la pérdida de sustentación de un avión o de una estructura aerodinámica “alar” al aumentar el ángulo de ataque. Si  $P$  es el peso de la estructura supuesta rígida,  $V$  la velocidad horizontal de traslación relativa en el aire,  $d$  la densidad del mismo y  $S$  la superficie:  $P = C_L \frac{1}{2} d V^2 S$ . Si  $P$  y  $S$  son valores fijos, una velocidad  $V$  corresponde en la expresión anterior a un ángulo de ataque  $\alpha$  definido por  $C_L$ . Pero dado  $C_L$  puede no haber ángulo de ataque  $\alpha$  porque  $C_L$  aumenta con  $\alpha$  hasta cierto límite  $\alpha_0$  y luego disminuye. Al valor  $\alpha_0$  corresponde una velocidad límite  $V_0$  que es mínima. Si el avión tiene velocidad menor que  $V_0$  no puede volar en vuelo horizontal, y cae. Con velocidades pequeñas alrededor de  $V_0$  no puede gobernarse bien. Al aumentar  $\alpha$  hasta  $\alpha_0$ ,  $V$  disminuye hasta  $V_0$ ; no sólo hay pérdida de sustentación, sino corrimiento de la resultante en forma desfavorable para la estabilidad longitudinal que sólo se recobra aumentando  $V$ , por ejemplo, forzando la potencia del motor, lo que restablece ángulos menores que  $\alpha_0$  en el vuelo horizontal. La serie referida de hechos simultáneos se describe en España con el nombre de “entrar en pérdida”, traducción de idéntica locución francesa “entrer en perte”. Como se echa de ver, se pierden simultáneamente sustentación, altura, velocidad y estabilidad. Los ingleses lo designan por “stall”, y en ciertos países de

(\*) Avión es palabra española usada desde muy antiguo, es el vencejo de grandes alas, cuya «envergadura» le impide alzarse por sí solo de la tierra. (V. Rodríguez Marín, Discurso póstumo.)

Llamóse en América *aviado* al propietario de minas a quien se hubo facilitado dinero para la explotación; aviador a quien dió el dinero y avio los fondos que se adelantaban para trabajar las minas, y comprar la colección de herramientas accesorias.

habla castellana se usa ya corrientemente la voz "estol" en vez de la frase "entrar en pérdida de velocidad".

Al paso del ángulo  $\alpha_0$ , el ala es "stalled", es decir, se halla como en punto muerto, y un incremento de  $\alpha$  no da mayor sustentación, sino todo lo contrario; al valor de  $\alpha_0$  corresponde la sustentación máxima, la velocidad mínima y el tránsito de estabilidad a inestabilidad. Del concepto "estol" es, pues, necesario deducir el verbo, la acción inherente, lo que el idioma origen resuelve con "to stall" (\*).

(\*) La etimología de «stall» es «estabulum», establo, y así se dice «stall for cattle». En sentido metafórico significa situación, colocación, rango: «To hold one's stall». «Stall» se denominaron en Inglaterra los antiguos cocheros para lomotoras que se asimilaban a caballos de tiro, y más antiguamente las dignidades de órdenes de caballería y capitulares, como indicando el lugar acomodado a cada jerarquía. A la idea de colocación responde el uso de «stall» para señalar el mostrador de los comercios o los anaqueles de una alacena o las cañerías de avenamiento que desembocan en la colectora, etc.

La idea de establo para el ganado se transforma, por aislamiento de uno de sus atributos, en la de colocar un objeto o persona en un lugar determinado llevándole a situación de reposo, como detenido, privado de seguir adelante.

Tal es la relación entre la frase entrar en pérdida de velocidad y la voz «stall». Si, como puede ocurrir, dada la preponderancia de la aviación norteamericana e inglesa, se generaliza «estol» en nuestro idioma, sépase por lo que precede el origen del neologismo. Por análoga onomatopeya han adquirido carta de uso en el lenguaje corriente, y algunas en el académico: bauprés, genol, varenga, trim, stay, pailebot, clipper, yot, ferryboat, club, cabotage, tramp, record, grúa, draga, dock, etc.

En castellano arcaico se decía estalo para indicar un asiento en el coro. Estala es equivalente a caballeriza (del latín stabala); estol es también multitud.

Si el atributo que da origen a la voz inglesa «estol» es o no el más adecuado es cuestión de lógica que el uso puede aceptar o rechazar; otros tropos podrían derivarse de la noción de peligro, de la falta de maniobra, de la carencia de impulsión adecuada para sostener el equilibrio del peso, de la cabezada que suele ser consecuencia de la pérdida de velocidad, de la rotura de la corriente laminar y su desprendimiento en el trasdós, etc.

En términos empleados en la Marina, la submersión violenta de la popa por una causa cualquiera se denomina «costribazo», y capuzar o encapuzar es equivalente a submergir la proa; ahociar se dice también.

La introducción de tropos nuevos para expresar un fenómeno conocido que difieran de los empleados en la técnica dominante (en este caso inglesa), puede conducir a quedarse en el propósito, ya que el lenguaje técnico debe tender al uso universal, como la música. En mis antiguas lecciones de aerodinámica decía

2) *Alerón, aletón, aleta, alilla, álula; flap, slab, slot, tab.*—El coeficiente  $C_L$  de sustentación varía con la forma del ala. Si al ala se agrega una aleta en la parte caudal o borde de fuga de aquélla, aumenta  $C_L$ , y más si en vez de una aleta se colocan varias escalonadas, a modo de persiana con rendijas o resquicios intermedios. Para reducir la resistencia al avance, tales aletas van provistas de articulaciones, que, al obedecer a ciertas maniobras del piloto, reducen los resquicios intermedios y los ángulos de las cuerdas. Ciertas aletas van provistas corrientemente de otra aleta pequeña, articulada en un eje paralelo a la mayor dimensión del ala (transversal a la dirección del vuelo), que de un modo automático asegura la estabilidad longitudinal (\*). Las aletas de estabilidad automática debieran

desgobierno y desgovernar, imitando locuciones de navegación marinera, pero la propuesta no cundió ni parece viable.

En Alemania se designa «to stall» por «aufbäumen», que equivale a envararse, indignarse. Se dice también «aufbäumen» del caballo cuando eleva las manos.

La caída subsiguiente a la pérdida de velocidad, cuando es provocada por el piloto para recobrarla, se le llama en francés «capotement». En España, picar y «capotar» (v. más adelante).

Levantar el cuarto delantero en el galope es alfar en español, y los marinos dicen arfar al ascenso de la proa en la oscilación longitudinal o cabeceo. En el vocabulario náutico que acompaña el incunable de Diego García de Palacio y titulado *Instrucción náutica para navegar*, impreso en Méjico en 1587, se lee: «Arfar el navío, es quando está cabeceado, y levantando unas veces la proa y otras la popa.»

(\*) El párrafo no contiene sino palabras españolas. Pero en el lenguaje de los «técnicos» no es suficientemente ortodoxo y se diría: «Para aumentar  $C_L$ , se emplean alerones en el borde de salida del ala y «slots» en el borde de ataque, formados por «flaps» articulados que maniobra el piloto. Un «slab» pequeño asegura la estabilidad longitudinal y se articula al alerón de frenaje y elevación funcionando automáticamente.» A los resquicios o rendijas, el lenguaje técnico los llama ranuras.

Alerón es de origen francés, y en esta lengua es vocablo del siglo XIV, según Hatzfeld Darmesteter (Diccionario etimológico publicado por Delagrave), significando en cetrería un elemento del ave, ala, pierna o muslo y más comúnmente la extremidad del ala. Fué término de uso culinario, como nuestro «alón», que probablemente traduce «aileron». Aplicóse también a las aletas dorsales de los peces, a las plumas que acompañaban las flechas, a los apéndices de ciertas

nombrarse con otro diminutivo. Por su forma son como "tablillas", no dan impresión de ala ni de aleta. En inglés se denominan "tab", lo que da cierta onomatopeya a la traducción. En América se ha empleado alguna vez "álula".

Los diversos tipos de aletas caudales o de borde de fuga

paletas en ruedas de molino y también a determinada ornamentación en ménsula a ambos lados de una claraboya.

Según Gamischeg (Heidelberg, 1928), la palabra, en su significado más corriente de *punta de ala* (es decir, la parte del ala donde atacan las plumas remeras), se empleó comúnmente en el siglo xv, y según el Diccionario etimológico de Dauzat, su origen remonta al xii, escrito alerón o aleirón con un «significado técnico», que no indica cuál es.

Tal vez radica en ello el que algunos diccionarios relacionan alerón o aleirón con alero, voz española, pero como observó autoridad tan eminente en estudios lingüísticos como Menéndez Pidal, no es plausible admitir influencia española en la lengua francesa hablada en el xii.

Por otra parte, según el diccionario de autoridades de 1726, tomo 1.º, alón es el brazo de un ave vestido de pluma o sin ella, que ordinariamente se entiende de los brazos de las aves separados del cuerpo y desplumados, y da como testimonio la «Cintia», de Gabriel del Corral: «La pluma con que hurtaste — tanta hacienda la sacaste — de un alón de Lucifer», y la «Filomela», de Lope: «Si son poetas nuevos — que apenas han sacado los alones — llevan los fragmentos de los huevos — pegados a las plumas y talones.»

Se indica también la voz «aletón» como poco usada, pero castiza, muy empleada en América.

Alón, como el francés «aileron», son voces usadas principalmente en arte cisoría y libros de cocina, tales como los de Villena y Nola, éste de 1525. Así se lee en el Diccionario histórico de la Academia (1933): «Al que te dé el capón, dale la pierna y el alón» (Iriarte).

En cuanto a «flap», «slab» y «slot», son tres palabras inglesas. «Flap», según el Diccionario de Oxford, tiene origen onomatopéico. En alemán el verbo es «flappen». Puede referirse, por ejemplo, a la pala de un matamoscas y al acto de usarla: al golpe o choque. El verbo significa batir, aplaudir. Se dice «The flaps of a hat.» «Flapping sails.» «A flap table.» El sustantivo indica, por lo tanto, un cuerpo llano y ancho, que cuelga o está articulado y que pueda golpear u oscilar. «Flap» tiene multitud de otras acepciones y es usada en jeringonza de germanía («slang»). En nuestro lenguaje, en lo que se refiere a las aplicaciones a la aeronáutica, «flap» equivale a aleta. La misma traducción tiene la voz francesa «aileron».

«Slot» es la barra de los cerrojos, es también la muesca o cajero que recibe la espiga en ensambles de piezas de madera, es la abertura de una alcancía, es una depresión entre escarpes, la huella de un carro, la mortaja abierta en canal en el tambor de un inducido o inductor de una dinamo para alojar el cobre, etc.

La voz española que expresa genéricamente el mismo significado es ranura

se denominan según nombres propios que simbolizan los inventores de los mecanismos empleados: Zap, Fowler, Frise, etc., aparecen en el lenguaje como neologismos con un significado preciso y definido.

En otra acepción, aletas son láminas de acero de la culata en los motores de enfriamiento por corriente de aire. Los ingleses las llaman "fin" y fin es también el plano estabilizador o "plano de deriva", conjunto de tres palabras para traducirlo. Se refiere a la parte fija de la timonería para facilitar los efectos de la parte móvil o timón de dirección. En inglés corriente, fin se refiere a las aletas de los peces; la analogía en técnica aeronáutica es justificada.

En español se emplea la voz *alilla*, diminutivo, como aleta; acaso para denominar las láminas de la aleta podría usarse *alilla* en vez de aleta.

o rendija. Ranura indica espacio limitado por tres planos o superficies; cuando es limitado por dos solamente se dice mejor rendija, que, según el Diccionario de la Academia, es «hendidura, raja o abertura larga y angosta que se produce «naturalmente» en cualquier sólido, como pared, tabla, etc., y lo atraviesa de parte a parte». En el lenguaje científico no es necesario que se produzca naturalmente; en Óptica, por ejemplo, se llama rendija al espacio que dejan al abrirse dos láminas de borde afilado, por donde se deja paso a la luz natural o a la luz monocromática de una fuente luminosa. No sería incorrecto traducir «slot» por rendija, ya que en su aplicación a las aletas da a entender que entre la aleta y el borde de ataque del ala da paso al aire como en el «resquicio» de una puerta abierta o ventana. El idioma inglés permite nombrar la aleta frontal con rendija entre ella y la principal por el solo nombre «rendija»; el idioma español es menos flexible y obliga a traducir «aleta frontal con rendija sobre el ala», abreviadamente «aleta rendija» o «aleta frontal» con rendija sobreentendida. En América es usual decir aleta con hendidura.

Puede haber alas con paso de aire a través, es decir, provistas de rendijas en el cuerpo del ala, lo que favorece la circulación laminar en la capa límite o de contacto y se traduce por un aumento de  $C_L$  y  $\alpha_0$ .

En cuanto a «slab», tiene en inglés significado múltiple, aparece ya en el lenguaje del siglo XIII como pieza gruesa de madera o metálica y se emplea en el lenguaje técnico del siglo XVII. Más adelante se usa para indicar tablón de madera obtenido aserrando un tronco. Tiene multitud de otras acepciones relacionadas con etimologías del escandinavo y del galés que no se aplican al concepto tal como interviene en la construcción aeronáutica. La versión española es *tabla*.

Aleta llaman también muchos a palas, aspas y álabes (\*). Conviene distinguir entre las cuatro locuciones. La rueda hidráulica y la turbina tienen álabes; el molino, aspas, y la hélice, palas.

3) *Despegar, decolar, aterrizar, acuatizar, porpoising, rebote, carreteo.*—Traducciones fáciles del francés fueron en los comienzos de la Aviación las voces que designan la operación de dejar el contacto con el suelo por ser la reacción del aire mayor que el peso, y la operación inversa en que el avión toca y se apoya sobre el suelo o la superficie de las aguas. Estas operaciones existían en la antigua aerostática de globos, y en forma análoga a la clásica se ofrecen en helicópteros, autogiros y otras máquinas voladoras. Sin embargo, la influencia francesa, única preponderante hace dos decenios, introdujo despegar, aterrizar (\*\*), amarar. Ciertos países de habla castellana en que la Aviación ha sido introducida por italianos dicen “decolar” y “decolo” al sustantivo, que escriben con dos eles como en la lengua origen. Como sustantivo de despegar se usa despegue; de aterrizar, aterrizaje, aterrizamiento o aterrizado, y de amarar, amaraje, amaramiento o amarado. En vez de “amara” se usa también “acuatiza”. En inglés las locuciones corrientes son “Take-off” y “Landing”, lo mismo en tierra firme que en el espejo del agua (\*\*\*)).

No se puede negar que las anteriores traducciones del francés ni suenan bien en nuestros oídos ni son admitidas por todo el mundo en América. Ocurre con despegar y decolar que el significado no es exactamente igual en francés y en español. Despegar significa deshacer lo que está pegado. “Décoller” es más general. No se trata de una voz

(\*) Estora, voz castellana, significa álabes.

(\*\*) Ya que no aterrizar (!).

(\*\*\*) Despegar, en inglés, sería «unstick», y sólo podría aplicarse al instante en que el avión deja el contacto con la pista, mientras que take off corresponde a la voz española salir, levantar vuelo.

científica introducida por la técnica del vuelo con máquina, sino de un acto que las aves realizan continuamente.

¿Es que, por desventura, no ha tenido el idioma modo de expresar tales actos? ¿Jamás en cetrería, en los tratados de historia natural, en el lenguaje corriente, se usaron voces castellanas para expresar el comienzo del vuelo y el término?

El ave levanta el vuelo, el cazador levanta la perdiz. Las aves abaten, se posan en tierra, en las ramas, en los mástiles, en el agua:

«Vió venir una galera — que a tierra quiere llegar — marinero que la guía — diciendo viene un cantar — que la mar ponía en calma — los vientos hace amainar — ..... — Las aves que andan volando — al mástil vienen posar» (\*).

Levantar y posar son dos voces que ningún oído español repugnará. Existen en nuestra lengua para designar las mismas operaciones del avión antes señaladas y son más generales y aplicables a toda forma de navío aéreo.

Hay otra operación que tiene su imagen en el pez volador o en los saltos de los delfines y aves que se zambullen, como los petreles. El centro de gravedad describe una curva sinuosa y a este movimiento se superpone una oscilación longitudinal o de arfada alrededor del centro de gravedad. La coexistencia de ambas, la resonancia de alguna con otra vibración interna propia del aparato volador o externa por el oleaje y las ráfagas, pueden prestar a los hidroaviones cierta inestabilidad de consecuencias desagradables. Los

(\*) «Romance del Infante Arnaldos», de autor anónimo.

Nótese el uso de posar y no del reflexivo, lo que parece autorizarlo en otros casos, alcanzando así al lenguaje técnico mayor desembarazo. En lugares de América donde el español del XVII ha sufrido pocas modificaciones, verbos intransitivos son frecuentes, mientras en lugares ciudadanos y académicos se emplea casi exclusivamente la forma reflexiva.

Calar se usa en castellano para expresar la acción correspondiente a los movimientos rápidos de un ave de rapiña cuando abate o levanta vuelo.

ingleses llaman a este acto "porpoising" (\*). La voz es aplicable, v. gr., al rebote de una piedra lanzada oblicuamente, que da varios saltos sobre el agua.

La operación se refiere al ascenso a la superficie, salto en el aire y zambullido subsiguiente repetidos periódicamente durante la marcha. Es un rebote con arfada. El mismo movimiento puede ocurrir al posarse en tierra, cuando el avión rebota sobre el firme de la pista y acusa un movimiento de cabeceo.

El movimiento en la pista se designa por rodada, rodadura, rodamiento; carreteo cuando hay contacto en que domina la aplicación conforme del neumático sobre la pista y deslizamiento o "patinaje" en caso contrario. De un planeador arrastrado por un automóvil se dice que es "carreteado". Las pistas secundarias de acceso se denominan en inglés "taxi ways", y es de temer que el neologismo no demore mucho su introducción. Ya se ha dado en llamar "apron" a la cancha de firme sobre calzada que suele haber a la salida de las estaciones en los aeropuertos, junto a la cual o sobre la cual se colocan en línea los aviones que recogen pasajeros y mercancías.

4) *Rotor, rodezno*.—Los autogiros, admirable invención española del ingeniero La Cierva, poseen una rueda de aspas articuladas de eje casi vertical. Las aspas, por su articulación, pueden girar alrededor de un eje perpendicular al de la rueda y este doble grado de libertad (al que se añade la torsión del aspa) permite al ala variar con cierto ritmo y período el ángulo de ataque según avance o retroceda; es decir, según su rotación se añada o se reste de la traslación o movimiento global del autogiro. Tal meca-

(\*) Parece ser que la palabra procede de «porcus-piscis» por onomatopeya introducida en los siglos XIV al XVI. Es el «sea hog», o «hog fish», o «sea swine»; en francés, «marsouin», mamífero *Phocena communis*, parecido al delfín.

nismo carece de nombre. Es como la rueda de un molino; el viento, en este caso motor y en el autogiro el relativo, mantienen la rotación que sostiene el aparato en el aire. La propulsión se debe a otra hélice que va a popa.

En los modernos helicópteros existe un organismo parecido, pero no loco, como en el de La Cierva, sino impulsado por un motor, lo que obliga a compensar el par de giro vertical con otra hélice de eje transversal o por chorro transversal de los gases de escape, cuando no hay dos rotores. En el autogiro el organismo de las aspas deja de ser loco solamente en el instante de levantar el avión. Las aspas se convierten en palas durante este acto.

Pocos sospecharán que en español existe la voz *rodezno* para designar una rueda de eje vertical en que el elemento motriz es el agua corriente. Si hubiere necesidad de referirse frecuentemente al organismo rotativo de autogiros y helicópteros, si especialmente esto se hiciera en tierras de habla española, ¿por qué no habríamos de emplear palabra tan castiza como *rodezno*, en vez de circunloquios o traducciones malsonantes? (\*).

5) *Construcción monocoque, geodésica, etc.* — En la construcción se llama estructura “monocoque” a la que hace intervenir la envolvente como elemento de resistencia. Monocáscara ha traducido algún escrupuloso; bóvedas cáscara en la construcción ordinaria son las que aguantan el propio peso y la sobrecarga, siendo de poco grueso en relación a las luces que cubren, bóvedas que, por lo general, se apoyan en los tímpanos. A veces, guardada la debida proporción, el grueso es menor que el de la cáscara de un huevo de gallina en relación con sus ejes. La construcción aeronáutica introduce una estructura análoga. La construc-

(\*) Quevedo escribió: «Aquí miro con la fuerza — que el rodezno en los molinos — vuelve en harina las aguas — como las piedras el trigo.»

ción submarina es también semejante, con la presión externa positiva. En altas cotas, el casco de la nave aérea sufre presión externa negativa. La cáscara es reforzada por nervaduras, tanto en la construcción de la nave aérea o submarina como en la obra de hormigón armado. La nervadura introduce en las estructuras en cáscara un sistema de celosías: poligonal o arqueado, como las cuadernas en la construcción naval. La construcción moderna difiere de la anterior en su tendencia a reunir resistencias de elementos lineales y superficiales, de modo que no ocurre, como en lo antiguo, que un esqueleto lineal sostiene el revestimiento, sino que ambos contribuyen a la resistencia total. Tendencia común a la moderna construcción de buques, no ya submarinos tan sólo, y que el empleo de la soldadura facilita por el enlace de mamparos interiores, entre sí y con el revestimiento (\*).

En la construcción aeronáutica, el sistema lineal de la armadura puede ser un doble haz de elementos resistentes lineales en que el revestimiento interviene como el hormigón más o menos fluente en el enlace de los redondos de la bóveda cáscara. Es la llamada "geodésica" y su entramado semeja la estructura de los mimbres de un cesto.

6) *Capó, descapotar, banqueo, derrape, jimmy, tonel, looping, "renversement", cuplo, planeo, "picar".*—Son muy usados entre pilotos e ingenieros los vocablos "capó", "capotar" y "descapotar" (\*\*); a la inclinación o escora que acompaña al viraje se le llama en América banqueo ("banking") y a la mayor o menor elasticidad reactiva del terreno al tren de rodadura o de flotación, "buoyancia".

En náutica se usa "guiñada" para el desvío de rumbo,

(\*) En la bóveda multicáscara introducida en Obras por E. Torroja y denominada por éste «gaviota», el enlace de las bóvedas en cañón forma una quilla al aire.

(\*\*) V. más adelante, en 8, el comentario sobre «Cowling».

pero falta el término para designar la oscilación alrededor del eje vertical, que los ingleses traducen por "yaw" y en locomotoras se llama serpenteo.

"Derrape" no figura en el Diccionario de la Academia, ni "derrapaje"; resbalar y resbalón (a veces se dice "resbalada") pueden convenir cuando el avión descansa por su tren de rodadura.

Carecemos de palabras indicadoras de pérdida de estabilidad en automóviles y trenes de rodadura; la voz "jimmy" tuvo carta de naturaleza cuando no se había dado con el modo de evitar tan desagradable oscilación de la rueda o par anterior y su maniobra (\*).

La adopción de "balanceo" ("roulis", "roll") y cabeceo ("tangage", "pitch") para designar los movimientos de oscilación alrededor de ejes horizontales que pasan por el centro de gravedad, no parece adecuado más que para barcos. En ciertos diccionarios "roll" se traduce por albeo. En la Marina se emplea mucho la voz cabezada; cabeceo parece indicar movimiento periódico, la cabezada no implica cabeceo.

En acrobacia, el giro completo alrededor del eje de balanceo se denomina tonel, y hay multitud de otras locuciones singulares para designar los movimientos a que se entrega el piloto con su aparato, locuciones que constituyen como un catálogo de hazañas. He ahí que se habla de tirabuzones o barrenas o tornillos, esbeltos o chatos, en espiral y en plato; "looping" o rizos, "renversements", "Immelmans"; "en invertido entrando desde invertido", etc.

Y completan los primores del lenguaje frases en que se habla de los comandos y controles, "se tira de palanca", "la palanca presiona", "el motor tiene pana", "el frente atrás", "el reclamo del equilibrador" y parecidas lindezas,

(\*) La industria española construye locomotoras y automóviles, los movimientos de oscilación inherentes a los resortes y neumáticos, a la influencia de los carriles y del firme no tienen terminología adecuada.

como clavar a derecha o a izquierda, "rotar", el "sandow", los breteles, la "cuple", el "brevet", etc.

Los navegantes y pilotos no emplean nunca voz tan española como "cernerse" (\*), en su lugar se oye decir planear; un aeroplano sin motor se denomina planeador y, v. gr., "planea estática, dinámica y térmicamente"; pocas veces se usa remontarse y es común oír cabrearse, encabritarse y otras palabrotas.

Picar y picado (de ir a pique) con que se designa la operación de precipitarse o abalanzarse con la proa hundida no se hallan en el Diccionario selecto de la lengua. Corresponden al inglés "To dive", "to plunge". Tampoco tiene vocablo adecuado el cambio rápido de dirección al remontar, lo que en francés es "se cabrer" y en inglés "to zoom". Acaso erguirse fuera verbo adecuado.

7) *Advección, alargamiento, finura, rolar.*—Otras palabras que necesitan introducción en nuestro idioma son advección o convección (conducción del calor por contacto, radiación y conducción de flúidos en movimiento); curación ("aging") de imanes, traducida por envejecimiento algunas veces, aunque erróneamente, pues se trata de conservar la intensidad de imanación constante por largo tiempo, a cuyo fin se les somete a determinadas acciones.

Alargamiento se dice como traducción de "aspectratio" o cociente entre largo y cuerda. La palabra procedente del

(\*) «Soaring». En el vuelo sin motor, «Cloud soaring» es cernerse utilizando las corrientes atmosféricas cerca de los cúmulos. Dado que el vuelo del hombre con máquinas voladoras diversas viene a imitar a las aves, no parece despropósito aplicar a movimientos iguales o afines voces empleadas desde antiguo en la caza, deporte que fué sujeto a leyes y ordenanzas y sobre el que se escribieron libros, como el de Juan Manuel, 1282; el del canciller Pero López de Ayala, 1332, y otros. Se aprenden locuciones que merecerían no olvidarse. Marrotar, fendir, empenoladura, recudir, livor, lúas, alzar, catar, posar, aguar, rēcabdar, revolver, remontar, desuso, ayuso, levantar, rodeo, asentar (aparte multitud de nombres de aves y de sus «melecinas»), designan cosas o acciones de interés para la aeronáutica civil y militar.

francés es inadecuada porque es un número, y ni siquiera es un alargamiento relativo, pero traduce el francés "allongement". Grado de "finura" (*sic*) por "degré" de finesse", es el cociente entre los coeficientes de resistencia y sustentación.

Es notable que gran número de diccionarios extranjeros traduzcan "axial" por axil. La traducción es correcta; no lo es "axial", voz desconocida en el Diccionario de la Academia Española y empleada con harta frecuencia.

"Backing" se traduce por "rolar" en ciertos diccionarios. En castellano para indicar cambio de viento en sentido opuesto al de las agujas de un reloj, como parejo y opuesto a virazón ("veering"), se usa efectivamente la voz rolada.

8) *Centraje, balero, booster, cowling, empenage, gogles, hangar.*—Rebalance y centraje se dice del equilibrado y ajuste de centros de gravedad y momentos en los órganos móviles de los motores.

El cojinete de bolas se traduce a veces por balero.

"Booster", voz muy usada en diversas técnicas, particularmente en la eléctrica, carece de expresión en castellano. A veces, "elevador"; a veces, "disparador", pueden expresar medianamente la idea.

"Cowling" podría traducirse por tapa, cubierta, tolva, cascarón, encofrado, envolvente, concha, etc., según prefiriera el uso (\*). Capota es palabra empleada desde antiguo y se dice corrientemente encapotar, especialmente en reflexivo. Sin embargo, habrá de ser difícil el empleo del femenino en aviación, dado que en automovilismo es muy distinto capot y capota ("top" en inglés), y capot tiene en los automóviles significado parecido al que se le da en aviación. La palabra "cowling" es importante. No describe sólo la

(\*) Caparazón (capa-arzón) es una cubierta de piel o paño de las sillas de montar. Se aplica también a los crustáceos. Capiroto es voz de cetrería. Chaperón o chaperón es la capa aguadera con capilla para colocar sobre la cabeza.

envolvente que protege al motor, sino la disposición para dirigir la corriente de aire de enfriamiento del modo más adecuado, lo cual da lugar a multitud de formas diversas (anillo Townend, forma de la N. A. C. A., etc.).

En los primeros tiempos de la aviación decíase comúnmente empenage; hoy se estila menos esta palabra y se emplea más cola (coleada), (caudal), y proa y popa para designar la parte anterior y posterior del navío aéreo.

Para los anteojos usados durante el reconocimiento, se usa goggles ("goggles").

Hangar no es palabra admitida en el diccionario selecto. En América meridional dicen corrientemente galpón y en España, cobertizo.

9) La *Meteorología* introduce junto a isoterma e isobara, cuyo significado es obvio, isalobara (de igual variación de presión), isanémona (vientos de igual intensidad), isogónica (de igual declinación magnética), isobela (igual insolación), isoyeta (igual precipitación), isonefa (igual nubosidad), isohelias, isoanómalas (\*), etc.

Fenómenos frecuentes en otras latitudes, tal, por ejemplo, el "graupel" (alemán), "doldrun" (inglés), distintos matices en "haze" y "hail" exigirán en lo futuro voces adecuadas o adjetivos que indiquen el matiz esencial del sustantivo; viento "catabático", es llamado "föhn" en el Tirol y en el Adria.

El lenguaje meteorológico usa muy a menudo de la metáfora en cuanto atribuye a las líneas en superficies las propiedades de las líneas de nivel topográfico. Y las singularidades del sistema las refiere a singularidades de un sistema de cordilleras, divisorias, crestas, valles, puertos,

(\*) En Oceanografía se introducen, entre otras, líneas y superficies llamadas respectivamente, isosteras (igual volumen específico), isohalinas (igual salinidad), isopínicas (igual densidad), isoraquias (de igual hora de pleamar), etc.

llanuras. Así, dorsal anticiclónica es la traducción de "ridge", por ejemplo (\*).

10) *Overtaking, pankake, raid, record, performance.*— Muchas voces introducidas durante la guerra y que expresan acciones de combate no tienen aún traducción en nuestro idioma, v. gr., "overtaking"; "pancake" se traduce no precisamente por desplome, sino por "panquec", "hacer

(\*) Sería muy interesante disponer de un diccionario de voces castizas referentes a la Física atmosférica que incluyera, además, los términos a que obliga el uso y progreso de nuestros conocimientos en Física cósmica en general. Palabras que suenan bien, como cargazón (reunión de nubes en el horizonte), turbión, turbonada, camanchaca (neblina espesa), calina (neblina liviana), bruma, barda (nubes espesas que impiden ver el horizonte), bufada (golpe de viento de escasa duración), ventisca (viento y nieve) y tantísimas otras, o han caído en desuso o se emplean con escasa propiedad. Todas tienen gran importancia en Aeronáutica.

El Meteorological Office, del Ministerio del Aire inglés, dió a luz en 1944 un Glosario meteorológico que termina con las equivalencias en varios idiomas. No se puede decir que sea muy completo (falta, v. gr., mozagotl), pero es útil. Anotamos, en la traducción española, toca, para traducir cap; turbión, como equivalente a cloud burst; llovizna, por drizzle; tolvana, por dynamic cooling; remolino, por eddy; excecación, por exsiccation; filo del viento, por eye of the wind; escarcha, por frost; temporal, por gale; lluvia helada, por glazed frost. Ráfaga, por gust (y también racha); haze, por calina y calima; hoar frost, como equivalente a escarcha. Indian summer, por veranillo de San Martín o del membrillo; lapse, por degradación. Line-squall, por línea de turbonada; looming, por espectros de calina o espejismos de calina (?); mackerel sky, por cielo aborregado; mare'stoils, por rabos de gallo o colas de gato; puming, por tembleteo. Rime, por ceneciada o niebla helada; sastrugi, por ondulación en la nieve; scud traduce correos. Sea breeze virazón (?); silvertaw equivale a escarcha plateada; sleet es aguanieve; squall es turbonada; swell es mar de leva, mar sorda, mar tendida; chop, mar dura, mar embarcada; across, mar de través, thaw es deshielo; through es vaguada; typhoon equivale a baguio; veering rodada a derecha; waterspout, tromba marina o manga; whirlwind es torbellino. Los nombres de los vientos forman por sí solos un vocabulario que no debe desconocerse, puesto que la aviación alcanza al mundo entero, y viajeros y tripulaciones de cualquier país, gozando de libertades naturales, han de poder surcar "los cielos" de cualquier otro. He ahí una muestra de tal vocabulario: alisios, céfiro, cierzo, levante, leveche, lectac, pampero, leste, monzón, mistral, tramontana, tornado, föhn (Adriático), chili (Túnez), halob (Sudán), harmatan (Oeste de Africa), chinok (Canadá), kaus (Golfo Pérsico), khamsein (Egipto), seistan (Persia), simoon (Algeria), sirocco (Arabia), shamal (Irac), reshabar (Kurdistán), etc.

panquec". Este vocablo indica el movimiento que sigue al desgobierno por escasa velocidad (estol) y que ha sido analizado anteriormente.

Raid es palabra de uso corriente, incursión se diría en español; en rigor es distinto, porque el raid involucra la idea de pasar de largo.

"Record" en sentido de algo que sobrepasa el límite alcanzado, y "performance" como cualidad, aptitud, hazaña, funcionamiento, para designar los números que miden el "techo", velocidad ascensional, velocidad de crucero, longitud de largada y vuelo bajo al levantar, recorrido al posarse, etc., son palabras de uso constante en aeronáutica y que nadie se molesta excesivamente en traducir. Se dice, en consecuencia, ráid, récord, y hasta pérformance.

11) *Holm, Slip, T H P, fuselage*.—No hay acuerdo en cómo deben nombrarse los elementos de la construcción, depende del modelo que se adopte y de cómo venga expresado en la lengua original. Así las estructuras que dan los perfiles alares se suelen llamar costillas ("ribs"), las cuales se afianzan a la viga longitudinal, "larguero" ("spar"), o al sistema de largueros que constituyen el elemento resistente y enlace del ala con el casco (en alemán, "Holm"). Elementos transversales en el casco pueden llamarse cuadernas, como en el casco de un buque, y aun seguir usando la analogía en otros elementos de la construcción.

En la terminología que introduce la hélice hay que distinguir el paso geométrico determinado por la inclinación de la cuerda en una sección transversal de la pala, medida sobre el plano perpendicular al eje de giro, el paso efectivo que corresponde al avance en relación con la velocidad de rotación y el remanente que los ingleses llaman "slip" y se traduce muchas veces por "resbalamiento". La estela helicoidal de la hélice es el "slip stream", que se designa a veces por las mismas palabras inglesas en la jerga del ofi-

cio. No es exacto llamarlo remolino porque la estela es un conjunto de remolinos helicoidales formando un haz helicoidal.

En la hélice interesa conocer el esfuerzo de tracción o propulsión a distintas velocidades. Pero no se da, generalmente, la tracción en función de la velocidad, sino su producto en función de la velocidad. Los ingleses llaman al referido producto "Thrust horse power available", es decir, "tracción caballos disponibles". En español debiera ser "potencia disponible en caballos para diversas velocidades" (de traslación), pero, al traducir, las iniciales THP con que se le designa pierden significado. No obstante, en éste y en casos análogos es preferible adoptar la nomenclatura abreviada general.

La forma en huso dada a un objeto móvil en una corriente de fluido, sea agua o aire, se llama comúnmente forma aerodinámica. Se supone que el eje del huso es la dirección de la velocidad relativa. Muy corriente es el adjetivo "fuselado", debiera serlo más "fusiforme"; se suele decir "forma fuselada", casco fuselado, torpedo fuselado, fuselage. Los proyectiles son fusiformes desde hace siglos y las bombas llevan aletas como los peces. La forma "fuselada" para velocidades inferiores a la del sonido es distinta de la más favorable para velocidades superiores o balísticas. Es un "fuselado puntiagudo". A veces se dice "correntiforme" para traducir, con demasiada fidelidad, "streamlined". Es necesario poder usar el verbo correspondiente a fusiforme. Prácticamente se usa fuselar como versión de "fair, fairing". Ahusar es voz española.

12) *Sweepback, borneer; hiduminio, plexiglas; cracking, alkilacion.*—Dos ángulos hay en aviones que no tienen nombre propio en nuestro idioma: 1.º El que en plano horizontal forman las líneas de borde de las alas al prolongarse en el plano de simetría (mejor el ángulo plano del

diedro de eje vertical que forman las líneas de centro de gravedad de las secciones alares (costillar) en el plano de simetría del avión). Algunos lo han llamado ángulo de escote o escotadura (Sweepback). 2.º El diedro que forman las alas, de arista horizontal en el mencionado plano de simetría. Se le denomina muchas veces simplemente diedro. En la definición se supone que la línea de tracción de la hélice o la de traslación en crucero es horizontal.

Se da por algunos el nombre de escalonamiento a la distancia entre los bordes de ataque de las dos alas de un biplano medido según la línea de tracción de la hélice, o mejor según la línea de vuelo en crucero.

Base de bornear es la plataforma donde se corrige la brújula. Bornear es equivalente a giro alrededor de eje vertical, y en este sentido equivale a "pivotear" (\*).

La distancia entre las ruedas (anteriores o posteriores), según que el tren sea "ordinario" o "triciclo", no tiene expresión adecuada. Algunos han usado la voz "rodada", pero la misma voz se emplea para significar la longitud de rodadura al levantar o al posar.

Los mecanismos de accionamiento de la válvula desde el eje de levas al vástago tienen nombres especiales, lo mismo que el huelgo de pie de válvula, en diversas lenguas. El mecánico de automóvil y el de aviación se sirven de voces onomatopéicas diversas, según la influencia originaria. Lo mismo ocurre con las "estopadas" para lograr el cierre hermético a lo largo de un eje.

Los materiales reciben nombres comerciales, según el inventor o el que vende, láminas, chapas, lingotes de "duraluminio, hyduminium, plexiglas, bakelita", etc. El simple enunciado de los nombres más corrientes llenaría páginas de literatura extraña e inevitablemente introducida en el lenguaje técnico corriente. Estas voces no son perma-

(\*) V. pivote (vocablo examinado antes), en «Maquinaria».

mentos, varían mucho con los progresos en la fabricación y composición de materiales.

El combustible tampoco tiene nombre definido: carburante, gasolina, bencina, gas oil, sirven para designarlo. Según sean los productos de destilación de un crudo, tienen distintos nombres. La composición y naturaleza del crudo altera por régimen adecuado de presión y temperatura; por "cracking" se da lugar a la formación catalítica de nuevas moléculas polimerizadas, originando olefinas ramificadas; por la unión de compuestos como etileno e isoetano se obtiene por "alkilación" el neohexano, muy susceptible al plomo, con el cual dan índices de octano muy elevados; isomerización, deshidrogenación, aromatización son palabras de significado bastante preciso en la técnica de carburantes, la cual introduce su lexicón singular de química industrial para designar la concatenación molecular de productos nuevos de propiedades diversas. A ellos vienen a agregarse los productos similares al caucho procedentes de hidrocarburos naturales u obtenidos por vía de síntesis.

Quedan por nombrar los nombres de colas y barnices (v. gr., al "duco") y de maderas, "madera terciada", ("plywood, laminated wood"), etc. Véase nota núm. 9.

13) *Robot, Racket*.—Voz muy usada en la actualidad es "robot". Procede del checo y significa servicio, trabajo. En inglés equivale a autómeta, mecanismo que ejecuta trabajos que parecen debidos a un ser inteligente, privado de toda sensibilidad. Así deriva de "robot" un significado de crueldad como una acepción del vocablo. En aviación significa piloto autómeta, no piloto automático, como se dice a menudo.

La palabra "racket", traducida por cohete o raqueta, tiene un significado definido y múltiple. "Racket" viene del árabe "räjal" y significa la palma de la mano. De la raíz "racket" derivan múltiples acepciones, v. gr., la pala del

juego "tennis"; "racketeer" es el "chantagista". En aviación significa cohete o cuerpo lanzado por la reacción de gases incandescentes o chorro de cuerpos sólidos, líquidos o gases que se desprenden en sentido contrario del movimiento principal de traslación y que están contenidos en el proyectil, es decir, que no hay entrada de aire especial para la combustión o explosión. El verbo derivado de "racket" se ha llegado a emplear para designar la acción, lo que sería de traducción difícil a nuestro idioma.

14) *Diversos sistemas de fuerza motriz.*—La introducción reciente de nuevos sistemas propulsivos invita a discutir acerca de sus definiciones.

(1) Propulsión articulada es la que permite al hombre caminar, es la propulsión en el vehículo automóvil y en el tren sobre carriles; en tales casos, la acción motriz se neutraliza por la reacción de frotamiento en el contacto; ocurre lo mismo con la tracción por "oruga", mecanismo muy empleado en carros de combate, en tractores para marchar campo a través, en plataformas de asiento de grúas y excavadoras transportables, etc. El remo, las aletas de los peces, las alas de las aves, las ruedas de paletas y las hélices de barcos y de aviones provocan asimismo una reacción, a cuyo empuje es debido el movimiento. La conservación del impulso por la inercia explica la continuidad del avance.

En los motores corrientes de aviación la compresión del aire necesario a la combustión puede tener lugar en motores con cigüeñal o en turbocompresores; la explosión en los propios cilindros o en cámaras adecuadas. La propulsión debida a la hélice, cuyo árbol está acoplado al cigüeñal o al eje de la turbina de gas, es también propulsión articulada.

(2) Existe otra propulsión que por referirse principalmente a proyectiles corresponde a la Balística. Antiguamente, el proyectil fué la piedra lanzada a mano, por la honda o la catapulta; después, la flecha salida de la ballesta; más re-

ciente la bala del mortero o del cañón lanzada por la fuerza explosiva de la pólvora u otro ingrediente semejante. El impulso en estos casos perdura sólo en una fracción de la trayectoria, la cantidad de movimiento adquirida es anulada poco a poco por la resistencia del medio o de una vez por el choque que se denomina "impacto".

(3) En la propulsión por vena flúida o chorro axil ("jet"), el aire exterior penetra en la cámara de combustión y es lanzado a la estela junto con el gas de escape, por la popa. El combustible es transportado por el avión o proyectil. Cabe combinar esta propulsión, de carácter principalmente térmico, con la propulsión articulada.

(4) Una cuarta propulsión es la propulsión por cohete; en ella, los elementos todos que intervienen en la estela se hallan en el proyectil, y éste, como en (2), aun en el vacío del Cosmos progresaría, sin deber su impulso a reacción sobre un medio ambiente (\*).

La potencia motriz en la propulsión por hélice procede del combustible que arde, sea en motores provistos de cigüeñal, sea en turbinas de gas; el aire necesario para arder debe tener una cierta presión. La cantidad de aire que para ello se necesita es insignificante si se compara con el revuelto por la hélice. Los gases de escape no contribuyen a la acción motriz.

En la propulsión por vena flúida ocurre también que es

(\*) Los estudios de aerodinámica experimental para grandes velocidades se hacen con cohetes provistos de aparatos emisores que, como los globos sondas, señalan los resultados de las diversas medidas. En el «Vickers» los líquidos motores son los siguientes: Líquido C: 57 por 100, alcohol metílico; 30 por 100, hidrato de hidracina; 13 por 100 de agua; líquido T: peróxido de hidrógeno; 20 por 100 agua. Se lanzan a la cámara de combustión por medio de aire comprimido (515 libras por pulgada cuadrada). Se toma 0,36 de T por una parte de C. Alcánzase la temperatura de 1750° centígrados. El tiro total es de 800 libras. Se suelta el cohete a 36000 pies de altura desde un avión. La velocidad de 880 millas por hora a que alcanza en vuelo longitudinal corresponde al número Mach 1,3 para la altura 35000 pies. Se mantiene con la velocidad de 880 millas durante 18 segundos.

preciso aire para la combustión y de igual modo la energía resulta de la potencial del combustible, pero, a diferencia de lo anterior, en la estela se hallan los productos de la combustión, el aire caliente suplementario que entró en las cámaras y el destinado a enfriar determinados órganos.

En la propulsión articulada, el gas quemado sale inerte una vez la energía del combustible se ha transformado en trabajo del par mecánico motor que, a su vez, acciona la hélice, salvo en ciertos sistemas en que los gases quemados accionan una turbina, lo que permite mover el compresor del aire de la carburación a grandes alturas. En la propulsión por chorro, el aire y los gases quemados sustituyen la hélice; en la estela la composición del fluido y su temperatura difieren de las del aire ambiente (\*).

(\*) Sea  $V_0$  la velocidad del proyectil o máquina voladora, sea  $T$  el empuje o tracción que equilibra la resistencia de medio, supuesto el vuelo horizontal. Sea  $C$  la potencia calorífica del carburante consumido en un segundo, con rendimiento térmico  $\rho_t$ , es decir, que la energía útil es  $\rho_t C$ .

El carburante contenido en el avión o proyectil posee una fuerza viva  $\frac{1}{2} V_0^2$  por unidad de masa consumida por segundo. Luego el rendimiento total es  $TV_0 : (\rho_t C + \frac{1}{2} V_0^2)$ . Sea  $\alpha$  la cantidad de aire revuelto por el proyectil, añadiendo el aire que entre en el proyectil para quemar la masa de carburante consumida por segundo y referida a ésta,  $1 + \alpha$  será la masa total de escape. Sea  $V$  la velocidad de lanzamiento de la masa  $1 + \alpha$  respecto del avión o proyectil. Como en virtud del principio de Galileo se puede razonar en velocidades de traslación constantes como en reposo, el impulso evaluado por el incremento de la cantidad de movimiento da  $T = V(1 + \alpha - \alpha V_0)$ . Por otra parte, la energía útil en la tracción es  $TV_0$ , y la energía perdida que queda ineficaz en la atmósfera es  $\frac{1}{2} (1 + \alpha) [V - V_0]^2$ , con lo cual el principio de conservación de la energía al expresar que la energía útil  $TV_0$  más la pérdida es igual a la originaria, da una ecuación nueva, que, con la formulación del impulso forma un conjunto de dos para calcular  $\alpha$  y  $T$  y, por lo tanto, el rendimiento total en función de  $V : V_0$  y  $2 \rho_t C : V_0^2$ .

Los valores obtenidos son aplicables a toda clase de propulsión, por hélice, por cohete o por chorro.

Para la hélice  $\alpha$  es prácticamente el aire revuelto; la energía cinética del carburante no cuenta y resulta la fórmula límite que diera Froude para las hélices marinas hace un siglo.

Para la propulsión por chorro la energía cinética del carburante cuenta

15) *Terminología en los sistemas de propulsión de naves aéreas y proyectiles.*—Como consecuencia de lo que antecede se podría emplear la siguiente nomenclatura:

1. *Proyectil.* Por razón de la fuerza explosiva, en el cartucho se inicia una cantidad de movimiento en la bala y otra igual y opuesta en el cañón. La primera es agotada por la resistencia de la atmósfera al movimiento, la segunda por la resistencia del suelo o del buque o del navío aéreo en el retroceso del cañón. Una variedad del proyectil es el *cohete*, en que la cantidad de movimiento es engendrada de modo continuo en el seno del móvil por la combustión de la materia inflamable del cartucho, que contiene a la vez carburante y combustible en su interior y se proyecta en sentido contrario del movimiento del proyectil. El proyectil no necesita la reacción de la atmósfera para su movimiento, puede éste tener lugar en el vacío; lo mismo ocurre, desde luego, con la variedad cohete.

2. *Reactor y Tobera termo-propulsiva.* Movimiento en el aire, que actúa: *a)* como carburante; *b)* por su resistencia al avance; *c)* como gas de escape, y *d)* como refrigerante. Dentro de este tipo cabe distinguir: *Reactor y tobera termo-propulsiva.* El reactor comprende órganos mó-

poco, aun en el caso en que  $V_0$  sea mucho mayor que en el caso anterior;  $\alpha$  es el aire que «entra», y su proporción es grande comparada con la unidad de carburante consumida por segundo. Se llega con simplificaciones obvias a iguales fórmulas que en el caso de la hélice, pero con distinto significado de los elementos que intervienen. Si no se considera insignificante la masa del carburante comparada con la del carburante y aire para quemarlo, pueden obtenerse expresiones más precisas de las mismas fórmulas anteriores consideradas en su generalidad, es decir, sin reducción o simplificación de términos.

En el cohete no es dable despreciar el carburante o el sistema de combustión (aire comprimido, oxígeno, etc., + carburante), la masa de «eycción» «va dentro». Puede operar en el vacío ( $\alpha = 0$ ).

De lo que antecede y de los valores numéricos que arroja la práctica se deduce que en el estado actual de la técnica es ventajosa la hélice hasta 400 millas por hora, la propulsión por avienamiento para velocidades superiores y el cohete para números de Mach del orden de 3 en adelante.

V., especialmente, las memorias de J. Palacios, citadas en la nota bibliográfica núm. 10.

viles y mecanismos. La tobera termo-propulsiva no comprende ninguno (\*).

El reactor articulado suele constar: o de un motor con cigüeñal a dos o cuatro tiempos, o de un grupo turbó-compresor, que es lo más corriente. Puede tener hélice o no tenerla. Los nombres correspondientes serían *moto-reactor* y *turbo-reactor*, con o sin hélice. Los sistemas Derwent, Nene, Goblin son *turbo-reactores*, o simplemente *reactores* (sin hélice): el Armstrong, Siddeley y el Bristol Theseus son *turbo-reactores con hélice*.

3. *Motor y Turbo ordinarios*. Se reserva el nombre *reactor* para cuando los gases quemados y el aire de refrigeración y el aire total captado en la góndola se empleen como elementos propulsivos; cuando el aire captado en la góndola se destina sólo a enfriar las aletas del motor, y como carburante para engendrar fuerza motriz, se tiene el caso, hasta ahora el más común, de motor o turbo con hélice, que podría llamarse *motor* simplemente, o turbo-hélice.

En todo caso, la propulsión se basa en el alejamiento o expulsión de una masa de gases, sea en vena directa, cuando no hay hélice, sea en vena estela de hélice, y en tal concepto, es aplicable propiamente el concepto *reacción* a todo sistema con hélice o sin ella. Por tal motivo, no conviene decir propulsión por reacción.

4. La propulsión puede tener caracteres mixtos, v. gr., un avión reactor por tobera termo-propulsiva puede estar provisto de cohetes para levantar vuelo y adquirir gran velocidad, y una vez alcanzada seguir por acción de la tobera termo-propulsiva solamente.

“Reactor” es vocablo introducido por M. Roy en 1945. La “tobera termo-propulsiva” fué inventada por Lorin (v. *Aerophile*, 1913). En 1930, Leduc, Villié y Esnault Pel-

(\*) En inglés, Athodid, es la tobera termo-propulsiva. Y el aumento de presión, debido a la velocidad, “ram effect”, golpe de ariete.

teríe llevaron a cabo estudios y ensayos. Realizaciones prácticas se lograron durante la guerra última en Italia primero, y en Alemania, después. En Inglaterra, Whittle debe mencionarse como inventor relevante. En la actualidad son numerosas las grandes fábricas de turbo-reactores, señaladamente: General Electric y Westinghouse, en América; Havilland, Rolls Royce y Vickers, en Inglaterra. El reactor Goblin II tiene las siguientes características: Tracción, 3000 lbs max; a 300 mph 1920 lbs; vpm 10200 max; en crucero, 8700; diámetro, max 50"; longitud, 100"; peso (sin accesorios) 1342 lbs; turbina de simple efecto; quema kerosene. El reactor Nene las siguientes: Tracción, 5000 lbs max; a 300 mph 3220 lbs; vpm = 12300 max; en crucero, 11500; diámetro, max 44"; longitud, 97"; peso, 1600 lbs; coeficiente de compresión, 4:1; turbina de simple efecto, con alabes de nimonic al 80 por 100 de níquel, quema kerosene.

Entre un motor y la hélice propulsora, formando el sistema corriente, y el reactor articulado, no hay mucha diferencia funcional, en efecto:

Motor corriente o turbo interiores y hélice exterior a la góndola.	Reactor con turbo y compresor interiores a la góndola o tobera.
1. La propulsión es debida al soplo de la hélice.	La propulsión es debida al soplo del reactor.
2. La casi totalidad del aire captado lo toma directamente la hélice por la inclinación de sus paletas y su movimiento.	El aire captado entra en el difusor o tobera por la presión dinámica del movimiento y por una hélice adicional o compresor interior a la tobera que actúa a modo impelente (completado a veces por otra hélice absorbente interior o exterior).
3. El aire que pasa al motor como comburente del combustible es sólo una parte del aire total captado.	Idem.
4. Esta parte de aire se comprime en un compresor previo o en un compresor y en los cilindros por el movimiento de los émbolos.	El aire captado en su totalidad es comprimido por dicha hélice interior impelente, que lo lanza en parte a las cámaras de combustión.

- |   |  |
|---|--|
| 5. El aire que entra en las cámaras se calienta en ellas y contribuye a la reacción química motriz.   | Idem.  |
| 6. El gas de escape del motor no produce propulsión, arrastra su capacidad calórica en pérdida después de haberse producido trabajo activo en el motor, trabajo que da el par que mueve la hélice y el compresor. | El gas de escape produce propulsión; una parte de su energía ha servido para actuar sobre la turbina que arrastra el compresor. Todo el aire captado contribuye a la propulsión. |
| 7. El aire enfría el motor.   | Idem.  |

Con cierta holgura en la analogía podría decirse que, en el procedimiento reactor más empleado, *la hélice va dentro de la tobera*. En el motor ordinario, la cantidad de movimiento creado por la hélice se aplica a una gran masa de aire en la estela a pequeña velocidad, y en el reactor, para tener cantidad de movimiento equivalente es necesaria, dada la masa menor de aire, una velocidad muchísimo mayor en el escape libre (v. gr., 2000 m por segundo); para provocarla se recurre a las reacciones de combustión o explosión del combustible con el oxígeno del aire. Al régimen mecánico se añade en el reactor un proceso termodinámico del tipo que da lugar a la tobera termo-propulsiva. Y esta tobera es la parte inarticulada o sin mecanismos del proceso reactor. Ya desde muy antiguo se había pensado en utilizar los gases de escape para la propulsión mediante un proceso termodinámico.

En el reactor Campini el motor de émbolo obliga a un compresor impelente a lanzar fuera los gases quemados a la salida del compresor. Otras variantes del sistema han sido señaladas: v. gr., los gases de escape de un primer motor son empleados en un turbo para mover el impulsor (externo e interno); adición de mecheros en la cámara anterior al difusor de cola; segundo compresor movido por el mismo turbo para aumentar el volumen de los gases al salir a la atmósfera, etc.

El reactor es la máquina que permite alcanzar grandes velocidades en Aviación. Para aviones de caza posee las propiedades necesarias al efecto. Si se admiten tres horas de vuelo, en cuanto la velocidad excede 400 m. p. h., su rendimiento, comparado con el del sistema motor-hélice, es mucho mejor. Incluyendo el combustible, el peso total para velocidades superiores, es menor. Vibraciones apenas existen, por carecer de hélice y de movimientos alternativos, más o menos equilibrados. La resistencia al avance, por carecer de la estela arremolinada de la hélice, es más baja.

Es el reactor más liviano cuanto va más ligero; más sencillo, cuenta con menor número de accesorios; su manutención y conservación son más fáciles y económicos; el costo es menos subido.

Es, en el acceso para el reemplazo de órganos, más expedito; menor el ruido, más simple el engrase, menos pesado el tren de rodadura y la regulación más perfecta e inmediata.

Otra ventaja ofrece por ser el combustible más barato; no necesita elevados índices de octano.

Las curvas y diagramas de tracción o tiro, de THP, de consumo específico y demás características, se expresan en función de tres parámetros fundamentales:  $R$ , la compresión en el órgano impelente;  $T_c:T_a$  cociente entre temperatura alcanzada en la cámara de combustión y la ambiente, medidas ambas en Kelvin, y  $V/\sqrt{T_a}$ , siendo  $V$  la velocidad de traslación que determina el número de Mach.

#### 16) *Motor de cota. Ceiling y Plafond, T $\Phi$ y análogos.*

Motor de cota equivale a motor que da su máxima potencia con "mariposa" del carburador del todo abierta para una cierta altura que es su "cota". Suelen estar provistos de compresores que designan algunos por otro modo de traducir "supercharger".

Techo (ceiling) de un avión es una altura tal que el

motor funcionando a plena admisión y en el máximo de potencia no puede remontarse con velocidad ascensional superior a cierto límite y desde luego muy reducida. El techo teórico corresponde a la velocidad cero. El "práctico" a 100 pies por minuto. Muchos llaman al techo "plafon".

La técnica de la construcción de motores y su adaptación a un avión dado para definir sus características emplea copiosa terminología, lo mismo ocurre con todo sistema nuevo de propulsión. Muchos de los nombres adoptados son objeto de definición en los "Catálogos". Todo autor que introduce un coeficiente se cree en el derecho de darle un nombre. Y como esto es relativamente fácil en lenguas germánicas y no lo es en la española, los traductores se ven en aprieto para verter y adaptar al uso el cúmulo de curvas, definiciones y coeficientes con que la furia nominalista de algunos autores infecta el léxico (\*).

La dificultad se complica por el empleo de locuciones abreviadas reducidas a las iniciales de las palabras que intervienen en la definición, v. gr., THP, que ha sido explicado anteriormente, da lugar a que los que trabajan manejando diariamente las curvas de propulsión acaban por decir a todo trapo "el téachepé", lo que ofrece la ventaja de que se designe así por una misma palabra en los laboratorios de ensayo y talleres oficiales o privados de Inglaterra, Estados Unidos o de los dominios británicos. Ocurre lo mismo desde hace muchos años en toda clase de ciencias y técnicas; en las relaciones de datos meteorológicos en los diarios se habla del "tefigrama" (\*\*), diagrama en que el eje de abscisas corresponde a temperaturas absolutas, y

(\*) Véase, por ejemplo, el tratado sobre hélices, de Weinig, traducido al español y publicado por el Instituto Nacional de Técnica Aeronáutica.

(\*\*) En Meteorología, además del tefigrama (inventado por Shaw), se emplean otros muchos (aerograma de Refsdal, diagrama de Rossby, de Werenkjold, etc.) y se vende en el comercio papel para su trazado. V. F. Morán: *Apuntes de Termodinámica de la Atmósfera*. Madrid, 1944.

el de ordenadas a entropías de aire seco; en cualquier maquinaria en que obre la fuerza motriz del vapor de agua se trabaja "sobre" el diagrama "entalpía entropía" con curvas de igual presión y temperatura, llamado comúnmente "el Mollier", etc.

17) *Airworthiness*.—Es la capacidad de servicio de un motor de avión. Según la Conferencia Internacional, de octubre y noviembre de 1944, celebrada en Chicago, para los motores se exige lo siguiente:

El motor, una vez instalado y mantenido en buen estado de conservación, debe funcionar con fácil maniobra en toda clase de condiciones de vuelo y circunstancias atmosféricas. Los materiales se sujetarán a prueba experimental; serán adecuados en su elección y suficientemente resistentes. Las probabilidades de fuego, calentamiento excesivo y otras deficiencias, deben ser mínimas. Los órganos accesorios serán contrastados en su funcionamiento. Se exigirán en el motor montado garantías en cuanto a desgaste, lubricación y resistencia a esfuerzos alternados.

Una vez montado en su bancada no debe dar lugar a esfuerzos excesivos en las transmisiones, ni a vibraciones en otros órganos del avión, en especial funcionando con hélice adecuada. Tendrá al menos 2 bujías por cilindro y dos circuitos separados o un sistema de ignición en iguales condiciones de confianza. Bancada y estructura deberán ofrecer toda seguridad para cargas estáticas y dinámicas y resistir esta clase de esfuerzos alternativos originados por las vibraciones. La inspección y el ajuste de accesorios sujetos a revisión no exigirán que sea desmontado el motor.

Todo motor de nuevo tipo debe estar sometido a ensayos de *calibración, vibración, resistencia, operación y detonación* como se indica a seguida. Los accesorios esenciales deben estar en su lugar durante los ensayos, que obedecerán al orden siguiente:

*Calibrado*.—Este ensayo dará las características de potencia del motor para diversas velocidades, presiones de admisión, mezclas de aire y carburante, y a varias cotas: Durante el ensayo se prescindirá de todos los accesorios que no se requieren para el funcionamiento.

El error de las potencias garantizadas será menor del  $\pm 1$  por 100 del que resulte de la medida en las siguientes condiciones: a) *Aire seco*. b) Admisión a 15,5° centígrados (para el aire). c) Presión, 760 mm. Si la potencia viniere afectada por ser la temperatura del aire de refrigeración distinta de la anterior, habrá que corregirla.

*Vibraciones*.—Se examinarán las de torsión del cigüeñal y las de flexión del mismo para toda velocidad y potencia del motor en vuelo, incluyendo el vuelo a potencia reducida, desde velocidad mínima hasta 110 por 100 de la máxima (no se incluye la máxima al levantar vuelo). El ensayo se hará con hélice adecuada.

Si hay demasiada vibración se tomarán precauciones y enmendará lo defectuoso antes de pasar al ensayo de resistencia. Si sólo hay vibración moderada en el régimen normal de velocidades, puede ser conveniente un examen supletorio, siempre en el mismo motor, después de la prueba de resistencia, que se describe a continuación. Este examen supletorio se llevará a cabo antes del ensayo operativo, y debe hacerse de modo que se den adrede las condiciones menos satisfactorias para poder comprobar que el motor resiste efectivamente a esfuerzos alternos que podrían conducir a la rotura.

*Resistencia (Endurance). Pruebas de 150 horas.*

Primera parte: Comprende 100 horas al máximo número de v. p. m. (vueltas por minuto) y potencia que dé el constructor, *potencia que se llamará normal* (rated) (y que no es la potencia máxima al levantar vuelo). Si se requiere más potencia para levantar, en las últimas 10 horas de las 100, se forzará la velocidad hasta la de levantar vuelo con la potencia que le haya sido atribuida a tal objeto.

En vez de la prueba de 10 horas, de que se acaba de hablar, puede hacerse el siguiente ensayo: Durante 20 horas se hará funcionar el motor, pero cada 5 minutos alternarán el régimen en vacío y a plena carga a la potencia y velocidad alcanzada al levantar vuelo.

El resultado aceptable de una de las dos pruebas anteriores en la operación de levantar vuelo significará que el motor es apto para ello mientras la operación real no dure más de un minuto. Si el avión se destina al servicio a largas distancias, se considerarán las pruebas anteriores suficientes para declararle apto para levantar en dos minutos. Si requiere más, serán necesarios nuevos ensayos a la potencia y velocidad requeridas.

Por lo menos durante 50 horas de las 100 anteriores, funcionando a la potencia normal y máxima velocidad (que no se refieren a las de levantar vuelo), la temperatura de los cilindros, del aceite a su entrada, del refrigerante a su salida, no serán menores del máximo definido para funcionamiento continuo.

Segunda parte: Comprende 50 horas finales, como sigue: 10 horas a 50 por 100, ídem a 60 por 100, ídem a 70 por 100, ídem a 75 por 100 de la máxima potencia normal (que no se refiere a la de levantar vuelo). Se regulará la velocidad en cada caso para obtener la condición de vuelo en crucero que corresponde a tales potencias reducidas. Si para frenar se usa hélice de paso constante, el número de v. p. m. puede ajustarse según la curva potencia-velocidad característica del propulsor.

Los ensayos de resistencia se realizarán para cada motor según intervalos de no menos de 30 minutos. El mismo motor se usará en el ensayo que sigue, y si fuere necesario en el supletorio de vibración de que se habló anteriormente. Para cualquier otro ensayo puede emplearse un motor distinto. La velocidad y la potencia durante las pruebas de resistencia no oscilarán en más del  $\pm 3$  por 100 de los valores normales.

Terminadas satisfactoriamente las pruebas de resistencia (y las supletorias si hubieren lugar) se someterá el motor a 10 ciclos *operativos*. Cada ciclo constará de un "tiempo" de rápida aceleración, partiendo del funcionamiento del motor en vacío, hasta alcanzar las condiciones de levantar vuelo en velocidad y potencia, seguido de un segundo "tiempo" a velocidad y potencia normales. Se repiten luego el primero y segundo "tiempos", y así sucesi-



vamente. Cada uno debe durar lo suficiente para que la marcha se estabilice antes de pasar al siguiente. Se hará esta prueba o ensayo siempre en el motor que se empleara para realizar la prueba de resistencia (y la supletoria, si hubo lugar). Durante esta prueba habrá de funcionar el motor perfectamente, obedeciendo con rapidez a la maniobra para adquirir aceleración.

El motor, al terminar las tres pruebas: de Resistencia, Operativa y Supletoria (si ésta tiene lugar), debe hallarse en perfectas condiciones para seguir funcionando. Sólo se admitirán pequeñas reparaciones y lo que atañe al servicio.

Pueden ser admitidas reparaciones de importancia y recambios para ciertos órganos que estén sujetos a prueba supletoria, especialmente dedicada al examen de los mismos.

*Ensayo de detonación.*—Se procederá según diversas velocidades, entre la mínima de crucero y la máxima al levantar vuelo. Se trabajará a plena abertura (o se adoptará la presión media efectiva más elevada). Se operará con el mínimo cociente carburante: aire.

En los cilindros, la temperatura será la máxima que comporte su trabajo. La temperatura del aceite, al entrar en el motor, habrá de ser la más elevada que dé el funcionamiento normal. Asimismo, la del refrigerante, al salir del motor, será la más alta que dé el funcionamiento normal. El aire para carburar se supondrá a la mayor temperatura que pueda alcanzar en la práctica.

*Airworthiness* o prescripciones de servicio se establecen y definen para la hélice, para el avión en sus elementos constructivos y en su totalidad, etc., se llaman también "condiciones de navegabilidad". La nomenclatura es importante, y es de esperar que se unifique y sea una misma para todas las naciones, evitando la compleja actual, que confunde el juicio. La determinación numérica en el laboratorio o en vuelo se denomina *homologación*.

18) *Hélice revirada, flameante, etc. Taquet. Carter.*— Algunas locuciones antiguas pueden perfectamente emplearse en los órganos de la moderna maquinaria. Utilízase, por ejemplo, la locución hélice en bandera cuando las palas están al filo del viento y no ofrecen resistencia con la hélice parada. Pero la posición "en bandera" de una flámula o estandarte se expresa en castellano por el verbo flamear, y desde mucho tiempo se conoce en el lenguaje marino la hélice flameante, revirada, revirable, etc.

Los nombres de los órganos maquinales empleados en los motores de combustión interna son, por lo general, galicismos y anglicismos. Ejemplo de los primeros es taquet (tarugo), y de los segundos carter (cajero).

Los adelantos de la Técnica son tales y tan rápidos que no ya en el idioma español, sino en los mismos idiomas do-

minantes, no se dispone de voces adecuadas para los fenómenos que van observándose al fluir de las horas; por ejemplo, para designar el aumento de gravitación por la fuerza centrífuga en la curva que sigue al descenso a pique en que la velocidad es del orden de 1.000 kilómetros por hora y el radio de curvatura es pequeño. La nueva gravitación aumenta mucho (hasta 10 y 12 veces) la constante alar (cociente del peso por la superficie de sustentación), lo cual tiene consecuencias de gran importancia para la maniobra, a lo que vienen a añadirse las cavitaciones en el tránsito de la velocidad crítica para perfiles alares y no balísticos, antes de que aparezcan las ondas de choque de Hugoniot.

19) *De las velocidades mayores e iguales a la del sonido.*—Muy altas velocidades en aviación no aparecen tan sólo en acrobacias o en picadas, es decir, esporádicamente, pues son frecuentes en la práctica del transporte comercial y militar, así como en el armamento. Las balísticas de un determinado proyectil se estudian desde hace muchísimos años para valores diversos, desde cero hasta varias veces la velocidad del sonido en el aire. La nueva balística, aplicada a formas aerodinámicas, ha relevado tres regímenes diversos: el infrasonoro, el ultrasonoro y el régimen crítico de números de Mach, entre 0,7 y 1,2, llamado a veces transonoro. Los dos primeros ofrecen bastante semejanza entre sí; en el ultrasonoro es conveniente emplear perfiles simétricos muy delgados, de doble arista, es decir, de borde frontal ahusado como el caudal. El coeficiente de resistencia adquiere valores parecidos en el régimen infra y ultrasonoro. En éste la presión es proporcional al ángulo entre la tangente al perfil y la dirección de la velocidad del avión, la constante de proporcionalidad es función del número de Mach solamente. La curvatura del ala apenas influye en el coeficiente de sustentación, que depende del ángulo de ataque; el factor de forma (o cocien-

te de la longitud por la cuerda media) puede alcanzar valores muy bajos, por ejemplo, 1 sin alteración de la resistencia. Ello conduce a emplear formas alares que se conocen con el nombre de ala volante, es decir, sin cola, formas en planta en doble V de puntas coincidentes:  $\gg$  que aprovecha la circunstancia de que al retirar las puntas de ambas alas, oblicuamente respecto del flujo del aire, se aumenta el número de Mach, lo que permite el funcionamiento en régimen ultrasonoro, cuando se puede salvar el transonoro; en éste hay mucha perturbación, ondas de choque y valores muy elevados del coeficiente de resistencia. En el régimen ultrasonoro no se manifiesta el remolino de Prandtl, el contrarresto de la sustentación está en las zonas comprendidas entre las ondas de choque frontal y caudal.

El estudio de las condiciones de vuelo supersonoro o transonoro debe hacerse en el aire, pues en los túneles, que en general son de sección reducida, el modelo altera mucho las condiciones termodinámicas del aire, y la contracción a que obliga y dilatación subsiguiente introducen perturbaciones que no se dan en la atmósfera. Habrá que recurrir a proyectiles sujetos a contralor mediante ondas de radio provistas de aparatos registradores, como se indicó anteriormente al describir los cohetes.

Con las nuevas formas aerodinámicas se ha conseguido aumentar mucho la velocidad sin aumentar el coeficiente de resistencia. Con los reactores y cohetes las velocidades de régimen en lo ultrasonoro no ofrecen dificultad, y es de esperar que se llegue a emplear, prácticamente, con las nuevas formas, la tobera termo-propulsiva a las velocidades que exige. El límite de la velocidad dependerá probablemente de efectos que no son resistencias intrínsecas de orden mecánico, sino termodinámico, por intervenir la temperatura (\*).

(\*) V. La conferencia Wright, núm. 3 (1946), dictada por E. F. Relf.

20) *De los cuatro puntos singulares del trasdós. Efectos de succión.*—Los cuatro puntos singulares, en cuanto a la velocidad, en el trasdós del perfil de un ala, son: el de remanso, el de tránsito, el de separación y el caudal. Del de remanso (velocidad cero en la capa límite) al de tránsito, la velocidad en la capa límite crece; su gradiente a lo largo del perfil es positivo, luego se hace cero al llegar al punto de tránsito donde el régimen pasa de laminar a turbulento. En régimen turbulento el gradiente es otra vez positivo, hasta el punto de desprendimiento y en el punto caudal (angular o de retroceso del perfil) el gradiente es negativo, el aire fluye hacia el punto de desprendimiento. Se ha tratado de fijar teórica o prácticamente la posición de los puntos de tránsito y desprendimiento con objeto de mejorar los coeficientes de sustentación máxima y disminuir la resistencia al avance, conservando todo lo posible el régimen laminar. Para ello se procura colocar el punto de tránsito lo más apartado posible del remanso. Pueden seguirse dos métodos. El primero es el cálculo de la curva de perfil dada la curva de distribución de velocidades, con los elementos de juicio que permiten sacar un perfil posible, problema conocido de la teoría de perfiles; y el segundo distribuir las presiones manteniendo una succión en un punto del trasdós donde se pretende situar el tránsito. Esta succión, en ensayo en diversos laboratorios, se obtiene por una aspiración interior a través de una parte del ala que se construye de cobre poroso; una parte del aire de la capa límite se precipita a través del cobre. La curva perfil suele tener en el punto de succión del trasdós un punto singular (de inflexión). La introducción de la succión permite alas de mucho mayor grueso con igual coeficiente de resistencia. El punto de succión suele ser a la vez el de tránsito y desprendimiento a la vez (\*).

(\*) V. E. Terradas: *Del arrastre por corrimiento relativo de estratos flúidos*. Madrid, 1943, pág. 125, con abundante bibliografía.

21) *De la sustitución de títulos por iniciales y radiar por irradiar.*—Viene empleándose mucho (y no sólo en la Técnica) para sustituir rótulos de sociedades o de operaciones, el enunciado de iniciales o de algunas iniciales. Así se dice M. Z. A., N. A. C. A., I. N. I., I. N. T. A., etc.; durante la guerra, A. I. ha significado Airborne interception; G. C. I., Ground controlled interception; A. S. V., Antisubmarine vision, y se ha oído FLAK (\*), por ejemplo, para designar artillería antiaérea. Se corre el riesgo de que las iniciales reemplacen frases, formen nombres, de ellos deriven verbos, etc. Obedece esta tendencia a un principio de economía y abreviatura que puede conducir demasiado lejos (\*\*). Ciertamente que muchas voces caen en el olvido “ut sylvae foliis pronos mutantur in annos”; pero la multiplicidad de industrias y labores expresadas por iniciales, crea un lenguaje tosco y agrio que no siempre es justificado. Con tales palabras sólo se concibe prosa detestable, y todo aquel que respete la pulcritud y belleza de un idioma rechazará el empleo sistemático de tales vocablos.

De radio se han derivado radiar, “la radio”, radiodifusión. El cuerpo radio descubierto por Becquerel y Curie no tiene que ver en ello. En nuestro idioma toda radiación, sea debida al radio y cuerpos semejantes, sea debida a la luz del espectro visible o invisible constituido por ondas o electrones en movimiento, *irradia* energía. En ciertos diccionarios “broadcasting” se traduce por “perifonada”.

(\*) Flak son las primeras letras de Flugzeug Abwehr-Kanone.

(\*\*) Otras singularidades introduce el lenguaje corriente, como, por ejemplo la correspondencia entre U. N. O., con su fonética propia, y O. N. U., que traduce el rótulo inglés.

## DEL LENGUAJE TECNICO EN EL SIGLO DE ORO DEL LENGUAJE LITERARIO

### I. ARTILLERÍA Y FORTIFICACIÓN (\*).

El vocabulario militar es consecuencia de los adelantos en tiempo de paz y de las necesidades en tiempo de guerra en cuanto al suministro de pertrechos y, por ende, de las capacidades de la industria y del transporte.

España, en los siglos XIV y XV hallóse en guerra con los moros, cuando no se dirimían contiendas civiles entre sus reinos. Por el enlace de Doña Juana inicióse la política de intervención en Europa y surgieron guerras con Francia y guerras religiosas, así como expediciones expansivas al Norte de Africa y defensivas contra la piratería en todos los mares conocidos. El sostener tantas guerras durante tanto tiempo y en tantos lugares a la vez, si bien fué para España motivo de gloria inmarcesible, obligóla a disponer de grandes armamentos, a diseminar sus esfuerzos y agotar sus energías, sin que bastara la fluencia de las minas de plata en las Indias recién descubiertas para colmar el déficit de guerra.

Durante la Reconquista el vocabulario militar fué influido por el de los árabes; en las guerras de Italia por los que eran alternativamente amigos o enemigos, y, durante el régimen de Imperio, de Flandes y Silesia llegaron piezas cuyos nombres son, inconfundiblemente, nórdicos.

Mucho se ha escrito y debatido sobre "engeños", máquinas para lanzar piedras a distancia y batir muros y ba-

(\*) Las dos técnicas fueron confiadas a los mismos sujetos hasta el siglo XVII inclusive. La creación del Cuerpo de Ingenieros militares data de 1711.

luartes por choque, o, con proyectiles huecos llenos de mixto inflamable, pegar fuego. Sobre quien construyera o inventara tales "ingenios" si castellanos, moriscos, judíos, genoveses, etc., se han aducido multitud de argumentos, fechas y datos; lo mismo ha ocurrido cuando en vez de medios puramente mecánicos se ha estudiado el origen de la proyección, con auxilio de la pólvora, de piedras (bolaños) o pellas de barro endurecido (bodoques). A los arietes y ballestas sucedieron búzanos, bombardas y pedreros.

En los orígenes del "sistema" de armamentos no existían fábricas nacionales; los pertrechos de guerra se adquirían de quien los tuviera, el cual a su vez se servía de herreros que, mediante forja del hierro, construían las armas de calibre grande y chico.

Se solía partir de un haz de duelas de hierro forjado, muy unidas en sus superficies laterales, como duelas de tonel. Las duelas de ánima quedaban sujetas por grandes "sortijas", anillos o "cércoles", zunchados en caliente y cuyas juntas quedaban bajo otras sortijas cubrejuntas, provistas generalmente de argollas para el transporte.

Las piezas de artillería tenían dos partes: la caña o trompa para guiar el proyectil y la recámara, llamada servidor y mascle, con la pólvora y el taco. El enlace entre aquéllas fué diverso hasta que se hicieron de una pieza. La palabra cañón es de origen dudoso; pero parece cierto que es latino. La palabra castellana caño, el francés canon, el provenzal y catalán canó indican la procedencia común.

Introdujéronse en el siglo xv el cañón de bronce fundido y las piezas de pequeño calibre que disparaban balas de hierro y plomo; llamáronse ribadoquines, falconetes, cervatanas, pasavolantes, serpentinas, sacabuches, espingardones, lagartijas, y ya en el siglo xvi, sacres, falcones, basiliscos, dragones, culebrinas, "siflantes" y "crepantes".

Se perfeccionó el fogón en la culata y el enlace de ésta

con la caña o alma por la forma "alamborada" o relex, lo que evita que al meter el cargador por la boca tropiece y dé lugar a accidentes por explosión prematura. Se daba fuego con la broncha o capagorja, puñal largo y estrecho usado en la Edad Media. Todo un tren de transporte con árganos o cabritas servía para guindar las piezas. La recámara terminaba en la rabera, contera metálica que servía a la vez para la puntería. A la reunión de varias bocas se le llamaba órgano.

La forja, relativamente adelantada, la existencia de mineral de hierro y aun cobre nativo, favorecieron la industria del país, que alcanzó cierto desarrollo en el siglo xv. Los elementos que no podían obtenerse o eran insuficientes se traían de fuera (v. gr., cobre de Rumania y Chipre). El arte de herreros y fundidores de campanas fué utilizado para fines de guerra y hubo fundiciones en las atarazanas de Barcelona, Baza, Medina del Campo y Málaga, que eran a la vez maestranzas. En Perpignan se fundieron proyectiles de hierro en gran escala, y especialmente en las provincias vascas se elaboraron toda clase de pertrechos.

La influencia extranjera nórdica se dejó sentir en España en el siglo xv, como demuestran los nombres de maese Jácome, los Ximon, Jacomi Alemán en Castilla, maese Perrin y Ducret en Navarra, etc.; en Italia, a la sazón, llamaban tedeschi a los bombarderos.

Fábricas de pólvora, que fué de libre obtención hasta los Reyes Católicos, se establecieron en Burgos, Pamplona, etc. Los "polvoristas" formaron parte del cuerpo de artilleros; la mayor cantidad de pólvora en el siglo xvi procedía de Italia. Las minas se volaron, no rociándolas con líquidos inflamables, sino con pólvora, habiendo distintos pareceres sobre quién fué el primero que usó la pólvora para tal objeto: para unos Pedro Navarro en la toma de Castel del Oro (Nápoles), 1503; para otros Francisco Ramírez, de Madrid, en 1475, en el sitio de Málaga.

xx Durante la regencia de Cisneros, el material artillero hallábase muy diseminado y era escaso, pero las preparaciones guerreras contra Túnez obligaron a recoger todo el material existente y aumentarlo a costa de grandes trabajos y gastos. Los gastos se hicieron exorbitantes cuando la Monarquía española entró a formar parte del Imperio de la Casa de Austria, y España vióse engarzada en la espesa trama de guerras contra toda Europa, los argelinos, tunecinos y turcos y la lucha civil de los Comuneros de Castilla. Trájose Carlos I muchos servidores flamencos, a los que dió altos cargos en la Administración y en el Ejército. Entre otras, las piezas de procedencia de Malinas fundidas por Popperinter adquirieron gran boga y fama. En 1522 llegó con el Emperador un gran tren de artillería procedente de Bruselas, y fueron a Málaga fundidores tudescos.

Aumentaron en aquel tiempo las fundiciones y fábricas de pólvora en Fuenterrabía, Eugui, Arévalo, La Coruña y otras plazas; el país hervía constantemente en preparativos bélicos contra Barbarroja, la Liga de Smalkalda, Francisco I, etc., lo cual si bien aumentaba el valor guerrero del militar español, agotaba en cambio el potencial de suministro y de adquisición del país, al par que dificultaba su expansión natural y comercio, preparando en el mismo ascenso, la inevitable caída. Tras una guerra otra; la demanda de medios a las Cortes e imposición de gabelas y tributos simultaneaban los pagos con usura a banqueros y suministradores; revueltas por falta de paga de la gente a sueldo, expediciones desgraciadas como la de Argel, en que la lluvia coadyuvó al desastre apagando las mechas de los arcabuces; la imposibilidad de seguir los adelantos de la Técnica por falta de comunicaciones, transportes sin caminos, carencia de barcos para carga y descarga de piezas tamañas, todo ello contribuía a crear tales dificultades, que sólo por

alarde de valor y mérito personal logróse salir del difícil y arriesgado paso, con honra y aun con gloria.

Oficiales extranjeros dirigieron obras de fortificación en España, v. gr. en San Sebastián, Pamplona, Fuenterrabía, etc. Fundino de Martinengo, por orden del Emperador, proveíase de pertrechos en Alemania y en Italia "por consejo que él daba", lo cual equivalía a adquirir fuera de España todo el material, so color de mayor perfección, aunque fuera de mucho más costo. Los mismos nobles españoles a quienes su opulencia personal les permitía adquirir piezas de artillería las compraban en Flandes o en los talleres de Loeffler; el extranjerismo invadió la Técnica y hasta los guarnicioneros se llamaron bourrileros.

Con los adelantos de la pólvora se hicieron inútiles las bombardas forjadas y hasta el bronce fué insuficiente. La fundición de hierro, que vino a sustituirlo, no fué cosa muy corriente en España; un siglo más tarde, González de San Millán, artillero mayor de la casa de Contratación, observa que "la Artillería de Fierro es comúnmente fundida en Flandes, Alemania o Inglaterra". En Liérganes, Juan Curcio fabricaba en hierro fundido balas huecas y horadadas, y obreros alemanes mantuvieron la tarea, que debió de ser privativa de forasteros durante algún tiempo, por cuanto Felipe V dió privilegio de nobleza e hidalguía a operarios flamencos empleados en fábricas de piezas y pertrechos.

Entre las voces que figuran en relaciones de material conservadas en el Archivo de Simancas conviene anotar las referentes a las cureñas (\*), y son: "gualderas" unidas por

(\*) Aparece la voz cureña al denominar el palo de la ballesta o ballestón nombrado también tabla y tablero. V. el libro 1.º del *Arte de Ballestería*, de Martínez Espín, cap. 7.º; forma parte del vocabulario del *Cancionero*, de Sebastián Horozco, y del de G. Alonso de Herrera y Gregorio Silvestre: «Tengo sin hierro la lanza — sin cureña la ballesta», etc. En el palo o cureña tenía la pínula para puntería. Ir sin ingenio de puntería, a cureña rasa, era equivalente a tirar sin examen, a pecho descubierto, sin parapeto. Por extensión, a cureña rasa significa a banderas desplegadas, sin empacho, sin reser-

“entretoesas” (del francés “entretoise”), en castellano telares, la del extremo es la “rabela” (contera, azuche); chapas de refuerzo “guarnecen” la cureña; “sotabragas” sujetan los ejes; “sontrozos”, “alaginas”. En la rueda distinguen doce “rayos”, seis “pinas” y la “maza” (cubo). Las pinas o “piñenas” son seis, guarnecidas por la “xinca” (llanta) de hierro y reforzada con “cintos”. El llamado “conocimiento

va, en cueros, sin capa; dormir a cureña rasa, vale como dormir en el suelo. Por la forma de las primitivas cureñas, desde comienzos del xv, se llamó cureña a lo que sostenía los cañones.

No parece, por tanto, que la etimología “currus” sea la más adecuada, aunque muchas cureñas de artillería llevan ruedas como los carros. (La cureña corredera de los barcos antiguos de guerra no lleva ruedas.) El Diccionario de Mayer Lübke, pág. 226, núm. 2437, cree que deriva de colondra (cylindros + columna), como calandra, corondel, curueña, en portugués c(o)ronha.

Arántegui cree que se introdujo en Artillería en 1452. En los Diccionarios militares, se menciona que Bartolomé Colini, coronel veneciano, en ocasión de la guerra contra Florencia, montó los cañones en cureñas, formando carrromatos.

Terreros (1786) manifiesta que cureña tiene en castellano otras acepciones: zurrón del cacao, parte inferior del eje que mueve la rueda de molino; y que en la acepción más generalizada se llama también quijera en Castilla. Cierta es que cureña es el carro resistente con que en las canteras se transportan grandes piedras, y también la caja del fusil.

Sancho de Londoño, en su *Tratado de Disciplina militar*, de 1568, aplica la voz a la caja de los arcabuces.

Almirante, en su Diccionario de 1869 cree que la cureña es al cañón lo que el afuste es al mortero. Afuste, voz castiza, es, acaso, más general.

En 1555, Garci Carreño lo describe como ingenio de hierro para encabalgartillería. Mucho más recientemente se empleó la misma voz en cierto mecanismo de las tercerolas usadas por la Caballería.

En los comienzos de siglo fué muy celebrada la cureña de Gribeauval y el armón inglés que derivó de la misma.

El *Diccionario técnico*, de Huelin, trae la correspondencia entre voces francesas y alemanas relativas a órganos de la cureña; el de Moretti, 1828, trae también las traducciones al francés de vocablos técnicos relativos a órganos de las cureñas, v. gr.: Brancal = brancard; escalabones = sassaires; armetas = piton; bragas = braies; sotabragas = sousbraies; cabestrillos = écharpes; clavicones = equignons; garabatos = crochets a fourche; gatillos = daviens; grampones = crampons; porta espeque = porte levier; rangua = crapaudine à écrous; villortas = frettes d'armon; volanderas = rondelles; zapata = console, etc.

El *Diccionario militar*, de Corsini, Madrid, 1849, trae en la voz cureña el inventario de las piezas que la constituyen.

de coperos" es la inclinación de los rayos, que son de "robre". Secar la madera es "enviarla". "Juegos de armas" auxiliares son los pies de cabra, atacadores, cucharas y escobillones de lanada. A los cables se les llama guindalesas y betas. Ciertos carros y "avantrenes" son "timones" y "limones".

Los archivos de Simancas contienen muchas "contadurías" con los términos al uso en la denominación de proyectiles, pólvora y demás pertrechos.

Aunque la pólvora fué descubierta por gente pacífica dedicada al estudio [como más tarde los explosivos empleados en la balística actual y la bomba llamada atómica], el arte de la guerra se aprovechó entonces, como ahora, de hechos y fenómenos nuevos, que, al ser descubiertos, se denominan científicos y que la Técnica populariza, permitiendo de este modo al progreso del Conocimiento elaborar la Civilización, que es su consecuencia.

La construcción de piezas de artillería fué progresando especialmente en los lugares donde se fundía el hierro en estado de carburo, tratando el mineral con carbón de cok, como en Flandes (Malinas, Utrech), la Alemania del Rhin y Lombardía, colocadas en situación estratégica o disponiendo de carbón y mineral. Distinguiéronse, por ende, en la fabricación y subsiguiente manejo y perfeccionamiento de las piezas, lo que explica que muchos textos y las ordenanzas que contienen se imprimieran en Bruselas o en Milán. Tal ocurre con dos obras que se comentan en lo que sigue, las de los capitanes Luis Collado, impresa en Milán en 1592, y Diego Ufano, impresa en Bruselas en 1613. El texto del primero lleva por título "Plática manual de Artillería en la qual se tracta de la exelencia de el arte militar y origen de ella y máquinas con que los antiguos començaron a usarla... y a la fin un muy copioso y importante examen de Artilleros, por Luys Collado natural de Lebrixa,

ingeniero del Real Exército en Lombardía y Piemonte." Va dedicado a Felipe II.

El primer «Tractado» es histórico; además de ideas generales sobre la Milicia, define y describe los viejos ingenios, la máquina catapulta, la balistra, la testúdine, el ariete y la heliópola, con prolijas consideraciones sobre la invención de la pólvora y defectos de las antiguas piezas de artillería.

El segundo trata la fundición y del peso de las balas que «deurian de tirar» cada género de piezas. Del modo de colocar la luneta o diestra en el ánima. Del modo de entrar la barrena y del daño que resulta de no llegar hasta el fogón. Del calo ordinario del metal en el horno y «qual acala mas», el nuevo o el que ya fué fundido. De las piezas demasiadamente largas de cañón, de la justa y conveniente «groseza» de metal que las piezas han de tener a lo que los artilleros llaman terciar una pieza. De los orejones. De los encajes o muñoneras. De las cajas y ruedas. De la «largueza, ancheza y grosseza» de los tablones de cajas. De las teleras que coligan los tablones de las cajas. De los «exes» y de las herramientas de que han de ser guarnecidos. De los estivadores, coquetes o roquetes. Del modo de escuadrar una «plestra» para poder cortar una cuchara. Del número de pasos que las piezas tiran así por el raso del ánima como por los puntos de su mayor elevación. De los quartos, medios y cañones de batería. De cañones encampanados y encamarados. De los cañones reforçados y dobles. De los pedreros. De trabucos y morteros.

El tercer «Tractado» se ocupa de diversos oficios y operaciones «tocante al ejercicio y arte del Artillería». De las balas de piedra, hierro y plomo. De las elevaciones y tiros «costeros» a la una mano o a la otra. De la puntería o «biuo». De la diferencia entre el tiro que se tira por el raso de los metales y aquel del raso de ánima. Del esquadrar una pieza para hallar el medio punto justo «sopra la joya». De lo que allende de lo dicho se requiere acerca del esquadrar una pieza de artillería. Del modo de dar el viento a las balas. Del modo de provar las piezas y de cargarlas y del tirar. Del primero, segundo y tercer modo de tirar (tiro el más largo dentro de la puntería y de punto en blanco). Del cuarto modo (de noche a cualquier casa donde alojase algún gran príncipe). Del tiro en la mar a algún navío navegando, a algún hombre de a cavallo. Del trabuco. Del tiro de bajo en alto. Del tiro al enemigo detrás de una montaña. De la defensa a los sitiados. Del tiro de un campo a otro o desde una muralla. Del modo de enmendar y corregir con razón los tiros altos, bajos y costeros. Del modo de hacer pedazos cualquier pieza con la mayor presteza. Del modo de refrescar las piezas cansadas y muy calientes. Cómo se enclavan las piezas. Del modo de sacar una bala de mucho tiempo retenida en el ánima. Del modo de hacer cestones para cubrirse y plataformas sobre las cuales juega el Artillería. Del modo de echar fogones nuevos. Del modo de arredondear las balas que de la fundición salen torcidas, cornudas y malredondas y las que tienen berrugas y costuras. De los marcos de hierro los «quales miran de sacar balas de una munición sin calibre ni compás, ni otra cosa alguna».

El tratado cuarto trata de minas y fuegos artificiales. De cómo se divertirán las aguas que se hallen, cómo se debe guiar para que vaya derecho, cómo acomodar la pólvora. Del modo de allanar con las minas las montañas, divertir las aguas ofensivas, etc. Del modo cierto de saber si el enemigo viene contra-

minando. Del modo de medir distancias entre casamatas. Del calibre para conocer el peso de las balas. Del transporte: estruja, carromato, argano, bázaca, cabria, martinete. Del modo de hacer subir piezas a una torre muy alta, encima de «cualquiera» montaña o bajarla. De la pólvora, el salitre y el refino de la pólvora gastada. Del reforzar y avivar la pólvora dañada. De balas de fuegos artificiales, trompas, bombas, ollas y estopines para alumbrar de noche la campaña y los fosos. Diversas antorchas. Zervatana para tirar cohetes. De las alcancias, estopinos, bombas o trompas de fuego. Balas armadas y enramadas. Para hacer una nube de fuego. Fuegos de alegría y fiesta. Del modo de trasferir y passar el artillería por los ríos. De los Puentes, Bastiones, plataformas de fajina y tierra para cubrirse y repararse de el artillería enemiga. Del modo de armar una barca para llevar artillería.

La última parte está destinada al carácter del personal y sus conocimientos y salarios. Trata del modo de acercarse y plantar el artillería sobre una fortaleza. Del modo de marchar un campo y forma de los cuarteles. De la colocación de la Artillería en día de batalla, así de mar como de tierra. Del Estado de la artillería. De los caballos y carros y municiones necesarias. El orden de la escuela. Examen de un artillero aventurero.

Luneta o diestra o cruceta es un hierro que el fundidor pone junto a la culata para tener derecha el ánima, que debe estar derecha al tiempo que el bronce corre dentro de ella. Si la «diestra» no estuviera bien colocada, siempre saldrá el ánima tuerta. Calar o acalar es la mengua. «Por razón de lo que el metal desmengua en el horno, en el purgarlo y escumarlo.» «Y por no hacerme a los fundidores más odioso de lo que lo soy por lo que he narrado, difireré por agora el tratar de ello.»

Entre pláticos artilleros, maestros de aja... a aquella hondura o concavidad donde encajan los orejones en el tablón de la caja llaman en algunas partes de Castilla «orejonera», en Cataluña «muñonera», en Italia «encastro». La orejonera es el lecho y reposo de la pieza «que recibe toda la cox y furia della al tiempo que dispara». Por lo qual se procura que sea bien fortificada, afornada por debajo y por encima con fuertes bragas o barras de hierro... Collado llama «caxas» a las gualderas de la cureña. Y da una explicación del nombre de telares (que coligen juntamente los tablonos de las cajas) por cuanto ellas hacen que todo el telar y la armazón de las caxas y aun la escalera de los carros estén juntadas y unidas mediante ellas.

«Cualquiera sabe» que el eje ha de abrazar y comprehender las ruedas y la caja y sobrar los pezones de cuatro dedos fuera del ojal del cubo, que es aquella parte donde se meten la chapa y la lavija (clavija), que son las que sustentan la rueda. Pero hase de advertir que allende de el ánima de hierro se requiere aun en el eje otra herramienta: la manga de hierro sola o la manga y chapirón, que los herreros tudescos, que no se puede negar son los más pláticos y curiosos de dos maneras hierran...

Zoquetes, roquetes o estivadores son los zoquetes de madera con que se estiva y calca la pólvora.

El diálogo y examen del artillero aventurero es interesantísimo. Se trata de un español natural de Trujillo, que se perdió en Escocia con los de la Armada, y que aprendió la práctica en Malta con Juan Inglés. Sus respuestas al Cabomastro (Capomastro) y al Lugarteniente son un acabado resumen del texto. Por ejemplo, a la pregunta: Cuánto han de ser altas las ruedas de estas piezas,

responde: 14 bocas justas; la corva o pinaza (esto es, la pina o piñena) ha de tener una boca, y la plata la octava parte de una boca. El rayo cuatro bocas de largueza y otras tantas el cubo o maza.

Las platas son herramientas que ciñen y rodean las ruedas (es decir, las llantas). Hay, además, las estafas, bridas y agujetas. Estafas es lo mismo que estribos, guarniciones de hierro que abrazan las platas por encima, y bridas equivale a frenos, quedan por debajo de las platas y abrazan solamente las corvas. Hay, además, las lorigas, ojales o bocines que se ponen en el ojo de la maza por donde el eje entra en la rueda. Hay los aros de hierro que ciñen el cubo y las hitas con que están enclavados. Las herramientas de la caja son visagras, bandones, bragas, pernos, dados, rosetas, chavetas, cojinetes, contra-cojinetes o rebatidores, garabatos, anillones o sortijones o aldabas.

Por lo copiado se viene en conocimiento de la influencia del medio en la nomenclatura. Muchos de los vocablos del siglo anterior se han olvidado, y nuevos vocablos se estilan para nombrar los mismos objetos o designar conceptos análogos. De este modo se enriquece el lenguaje, pero aumenta a su vez el caudal de sinónimos. Así, lo que hoy llamamos corrientemente llanta (\*), fué llamado xinca y luego plata; y al madero que en forma de corona circular sirve de base exterior a los rayos se le llamó en el xv pina y piñena, en el xvi corva (por influencia italiana) y pinaza. Lo mismo ocurre con la maza o cubo, la manga, el pezón que sobresale, la clavija pezonera, el ojal, el buje, los herrajes cívica y civición, las hitas y bocinas, etc., todo lo cual, perteneciendo a un objeto tan corriente como es una rueda, conduce a un léxico prolijo, pero carente de la debida precisión (\*\*).

La otra obra a que se ha hecho referencia lleva por título "Tratado de la artillería y uso della platicado por el capitan Diego Ufano en las guerras de Flandes"; fué impreso en Bruselas en 1613. Viene dedicado al archiduque Alberto, duque de Borgoña, y comienza con una carta del

(\*) Del francés jante.

(\*\*) Un amigo me refiere haber oído de labios españoles: el fretás del moyú de la petasca. Probablemente, quiso decir, el zuncho de la maza de (la rueda de) la carreta. Patache, en francés, además de significar lo mismo que en castellano (como voz de origen español) significa, en lenguaje familiar, coche sin ballestas, sin suspensión, sin comodidad alguna.

autor al "conde de Buquoy, capitán general del Artillería en estos estados de Flandes", y firma el privilegio De la Faille.

En tablas y figuras da dimensiones en calibres de piezas genuinas y bastardas, del peso de las balas que tiran y de la carga de pólvora que necesitan con tres alcances en pasos según tire por puntería del «raso de los metales», del «nivel del ánima» y de «mayor elevación». El paso tiene 2 pies y medio; una milla, 6.000 pasos. Tratando de piezas defectuosas, habla de piezas «indirectas» de caña y de barrena desigual, de que algunas al disparar cabuzan y abocan en tierra por haber plantado los muñones muy traseros, y de que salen piezas del molde esponjosas y cavernosas, llenas de maganas, esporondones y escarabajos. Pieza que cabuza es «cabuzadera».

Levantar una pieza es guindarla en alto, como en el lenguaje náutico (\*) y la máquina empleada es el guindel o guindal (cabria). Falca, braga, falcaje, másculo son palabras corrientemente empleadas. A las poleas las llama polijas, y llama roldanas a la parte que rueda. Estringas y lampiones son vocablos de procedencia alemana y francesa. De fût hace fuste, de crick, crica. La reserva es llamada relay, y, aplicada a un objeto determinado, v. gr., a una rueda, «es rueda de respeto».

Tira más tira es el tiro a 45°, que supone ser el de más alcance, y en la trayectoria distingue la recta violenta, el arco declinado o mixto y la vertical de caída.

«Si el carro marcha por tremedales, hornagueros de tierra muy muelle o grasa de pantanos y hondamentos fangosos, totalmente se embarcan las ruedas en el limo y fango.» «Attelage» es atalaje; distingue atalar y uncir; tiremire es tiramira. Palabras castizas españolas son «acechas» de cuero y «azubres» para transportar agua, «garfios, marracos, gumeras (cuerdas), escofias, zapas, zarzos»; brouette es brueta (carrillo de mano) y al entibado de las minas lo llama forramiento; suflo, rebufo y soplo son términos artilleros, como cureña, avantrén, récula. Al río Escalda lo llama Esquedel; la ataquia es «fuerte y firme flotage de árboles, atravesados, guarnecidos y empuados con sus cimarrones o trinchaflotes». Palissade es empalizada.

Prestan servicio herreros, carpinteros y maestros de carretería, éstos son llamados «charlieres», como en francés; labran y acomodan ejes, remendan afustes, carromatos, etc. De cada oficio da relación de tareas. Hay un «cabo maestro, cuyo oficio es ingeniero que entiende del obrage de armar y desarmar puentes, cortar bancos traveses y canales de minas». Intervienen en la artillería mineros y marineros, éstos para servir en pontones y chalupas. No faltan «maestros de fuegos artificiales para amedrentar y atemorizar y abrasar al pópulo con inestinguibles flamas» y petarderos para forzar la entrada de las fortalezas.

El condestable marca y designa las troneras en la construcción de baterías. Los provostes «trahin del cuartel militar los carros»... El Quartel maestre reparte municiones y víveres. Los ingenieros y tracistas «designan» las trin-

(\*) Nave de poca guinda es la de poca arboladura.

cheras, bastiones, fosos y riberas, cortinas y baluartes en justa altura y distancia; los gastadores cortan faxinas para zarzos y festones para reparos y cubrimiento de defensas... Distingue personal arcabucero y armero para enderezar serpentinatas de los arcabuces, estibadores o atacadores.

Voces corrientes son lanada, cuchara y sacabocados. Boca y joya, orlo, brocal y fogón. Escala prima, largabalas, longura, largura, vilorta de calibrar balas, aldabón, dolfinas, guijón o agujón de hierro, etc., castizas unas, traducciones onomatopéicas otras, que en el lenguaje escrito son trasunto del oral, en el que no es difícil adivinar influencias francesas, alemanas o flamencas. Otras palabras emplea, por ejemplo, cuxa, gola, testa; buso interviene para expresar ojo o agujero herrado; la llanta está formada por camas o gantas. El empleo de sinónimos parece obligado: ojal o agujero, crica o martinete, lazo o ripe, hevitón o garabatillo, chapas o dados, perno o exión, pezones o travécinas, telera o riostra, muñonera o luneta, mira o pina, árgano o cabrestante, etc., como si pretendiera en muchos casos añadir a la palabra en uso en Flandes la versión que imagina más apropiada: manuela por manubrio, manija o manivela; sigoñal, viterona, calza por alza; botafuego, viuo o puja; dice: «la moldura de la culata o rasamira es más alta que la joya o moldura de la boca»; garabatillo o ramplonete, afelinas o bisagrones, tinelos o rayos de la rueda. La acucia del sinónimo le hace escribir «frasco o sifalo de cuerno de bufano o toro».

Como se ve por lo que antecede, el lenguaje de los técnicos no era mejor en el XVII de lo que es hoy. La introducción de galicismos, barbarismos, latinismos y su mezcla con voces arcaicas, pretendiendo dar riqueza al lenguaje, le quitan precisión y lo hacen confuso.

Termina el libro con un vocabulario que figura como programa del que aspira a una plaza de condestable. En el diálogo que era costumbre emplear en aquellos tiempos en tales textos, el candidato se llama Juan Alemán. Y comprende los nombres de las diversas partes y órganos que constituyen una pieza de artillería.

De este diccionario cabe recordar: orlo, la orilla de la boca; brocal, la parte lisa desde el orlo a las molduras; ánima o caña, todo el largo hueco desde el brocal al fondo de la culata; cascabel, el pivoncillo de la base en la culata; asas o dolfinas, etc. Siguen dieciocho nombres para el «afuste» herrado, o sea la cureña, entre los cuales hay las ojaleras de las piernas de la cureña con las teleras que las unen y la contera o guarnición que arrastra por tierra. El perno pinzote del avatrén lo llama hitón, clavijón, quijetón, y la hembra politrena o furación, y su guarnición es denominada chapetón o floretón. Disponía, a lo que se deduce, de multitud de palabras para expresar la idea de pivote y gancho de amarre, palabras en desuso en la actualidad o culteranismos

técnicos actuales por ser arcaísmos. Es dudoso, no obstante, que llegaran a ser empleados en los trabajos de todos los días y más bien parecen alardes de erudito.

Las que en el capítulo sobre maquinaria se han llamado muñoneras, donde encajan las lunetas o muñones del «asib» (eje), Ufano las denomina afelinas, ojalatas, falcaduras. El eje va sujeto a ellas por los bisagrones. Termina el vocabulario con la denominación de los elementos de la rueda: hitas, tineles, sibitones, camas, pinas y andas, levitones, levijas, etc.

Léxico empleado en Fortificaciones trae el "Epítome de Alonso de Zepeda y Adrada, Teniente de Maestro de Campo, General y Governador del Tholhuys", impreso en Bruselas en 1669. El epítome está dedicado al Excmo. Sr. D. Iñigo Melchor Fernández de Velasco y Tovar, condestable de Castilla y de León, Duque de Frías, Conde de Haro, Capitán General de los Países Baxos y de Borgoña, y da cierta importancia a la agrimensura y geometría elemental de los trazados gráficos.

El glosario técnico de arquitectura militar se introduce a modo de vocabulario en el capítulo II de la segunda parte de los Preludios, pág. 39 y siguientes. Y he ahí los vocablos provistos de definición: Ciudadela, castillo, «donjón» (retirada o reducto para defenderse), baluarte, lienzo de muralla, flanco, flanquear, regular o irregular (según posición y fortificaciones de una plaza); plaza de armas; recinto; muralla, terraplén, flanco, escarpe, declivio, foso; céspedes («que llamamos tepes en idioma militar»); falda de muralla (lo mismo que declivio o cayda); reculo; parapetos; plantar o barbar la artillería; gabiones, troneras, banquetas; bordo (francés berme), falsa braga (para que caiga en ella y no en el foso la tierra que se desmorona de la muralla). Estribos de muro de muralla o contrafuertes; de apuntalamiento; cordón (parte alta de la muralla que forma parte del muro de revestimiento) cama de piedra b'anca redondeada, como un bocel de un pie de alto. Al muro de piedra o ladrillo se va dando declivio o escarpándole o lamborándole, «como dice el castellano», hacia dentro. «Si el cordón no es de figura redonda lo llaman los franceses plinta.» Cañoneras en el parapeto. Merlones. Facies o frentes del baluarte, traveses o flancos; cortina. Cazamatas (que llama el francés Plazas bajas (bóvedas para defender el foso con la artillería). Orejones para subir la artillería de las casamatas. Puertas falsas (en francés poternas); rastrillos «para dejarlos caer si el enemigo hubiere ganado la puerta o rótola con el petardo o la artillería, embarazándole la entrada». Organos (para igual objeto que los rastrillos). Puentes levadizos, bateculo, empalizada, refoseto, cuneta, contraescarpe, caballeros (que sobrepujan las demás obras como un hombre que está a caballo a otro que está de pie). Eminencias o padrastrós. Plataformas, esplanada. Arce o arcén (borde de foso). Dientes de sierra (en francés redants). Medias lunas,

ravelines, tenazas, ornabeques, coronas, fortines. Porfil (perfil), circunvalación, palizada, frasa (palizada en la mitad del altura de la muralla). Barreras, molinetes, cavallos de frisa, candeleros, faginas, salchichones, abrojos (hierrecillos con cuatro puntas de 2 pulgadas de largo).

La pértica geométrica consta de 10 pies, que son dos passos; el passo tiene 5 pies y la passada la mitad. Cada pie 4 palmos, cada palmo 4 dedos, cada dedo es la distancia de quatro granos de zebada juntos de lado y esta medida es la española, los franceses miden por toisas, en Flandes por vergas...

De cuantos elementos figuran en el léxico anterior da el autor descripción y modo de disponerlos o construirlos con gran precisión de lenguaje y además láminas y estampas que acompañan el texto, que da la impresión, como los de Collado y Ufano, de ser escritos por personas muy entendidas en el arte y prácticos, si bien influenciados por la técnica del ambiente, que no es tan castizamente español como antes de intervenir en los campos europeos, antes bien, se adivinan los modelos impresos y las ordenanzas francesas, alemanas y flamencas (v. gr., habla constantemente del «Schaffen, medida superficial del pays», pág. 245 y sigs.).

No obstante, hay mucha originalidad en las consideraciones de carácter militar, que no siempre están de acuerdo con las que privaban a la sazón (Passimo, Conde de Pagán, etc.).

El tratado VIII y el IX son de carácter militar exclusivamente, el VIII trata del modo de sitiar una plaza y los requisitos necesarios: escalas, petardos, baterías, minas, blindas, zetones, puentes, ataques, y en el IX da la defensa contra escaladas y petardos, contraataques y salidas, construcción de caponeras, defensa de «entradas» encubiertas, modo de prevenir los asaltos, etc.

Termina la obra de Zepeda ocupándose en los diversos artificios de fuego, mixturas, modo de cargar, fuegos que arden bajo el agua, estopinos, fábrica de mecha y pólvora, modo de refinarla y recuperar la gastada, etc.

Acaso por consecuencia de fuerte influencia francesa y alemana, ciertos vocablos españoles usados en su tiempo no aparecen en el texto de Zepeda, como, por ejemplo, adarve, aspillera, burche, almenas, matacán, atalaya, torre albarrana, terraza, rampa, garganta, tronera, palenque, garita, torreón, alcazaba, vigía, buharda, barbacana, y tampoco glacis, esclusas, contraguardias, medias lunas, barbetas, golas, canecillos, saltera, sableta, etc.

En 1662 nació Vauban el abaluartista. Montalembert es posterior en un siglo. Ambos señalan el período inicial de la fortificación moderna, que ha de durar hasta el pasado siglo para desembocar en las «líneas» de cúpulas blindadas subterráneas, de dudosa valía estratégica.

De estos antecedentes síguese el comentario de que el lenguaje técnico no pudo ir a la par del literario en el asombroso desarrollo de éste. La acción guerrera, impregnando el carácter de los rasgos peculiares que habían de definirlo, contribuyó notablemente al meridiano fúlgido del lenguaje español en el XVII, lenguaje culto y admirado, en el que, mejor que en ningún otro, encajan los conceptos persona-

lísimos del honor y de la valentía, del arrojo y del denuedo, del desprecio a la muerte por causa noble, de intolerancia al desafuero y reto a la tiranía; lenguaje de elevado temple espiritual, enfervorizado en la mística, dulce sin remilgo, recio sin ser basto; autoritario sin soberbia; idioma que se extiende y propaga en Europa y salva el Atlántico y el Pacífico, imponiendo nuevos nombres a las tierras descubiertas, en alarde de señorío sin esclavitud.

No hay grande empresa sin sangre, y España no la tuvo inagotable. Al llegar a la cumbre de su influencia guerrera iníciase la influencia literaria y artística, pero el número y calidad de sus enemigos amagan su poderío, dejando su hacienda exhausta; cuando empieza a no ser la más poderosa, es entre todas las naciones la más culta. La más culta en el cercado en que son fundamentales las cualidades adquiridas por la raza durante sus luchas épicas, cualidades de agudo personalismo que tienden a alcanzar el relieve del talento o del carácter y con él el respeto de la fama, sea por ejercicio austero de virtud religiosa, que culmina en la muerte heroica, o por alarde de hombría "coram populo", en gesta individual, inimitable e imperecedera.

## 2. ARTESANÍA.

En toda acción guerrera o empresa política de vasto alcance hay un conjunto de determinantes de carácter económico, que, no por desconocidos, olvidados o tergiversados, dejan de ser causa y razón del éxito o del fracaso. El conocimiento de lo que se fabrica, exporta y consume, contribuye a la explicación de lo que acontece, y es, por lo general, un elemento básico en el esclarecimiento de lo que puede ocurrir en circunstancias semejantes.

En Economía rigen leyes estadísticas que guían al estudioso ávido de comprensión con mayor acierto que los

fatalismos puramente especulativos. Este aserto viene corroborado por la existencia de períodos; para establecer leyes seculares no ha transcurrido tiempo suficiente. Demuéstralo la Artesanía, entendiendo por tal lo que se refiere al trabajo de industria como tarea en sí, a la cooperación necesaria para realizarla y a la posibilidad de exportar los productos y abrir mercados en lo exterior. No se pretenderá en este lugar la deducción de susodichas leyes, mas al examinar el vocabulario es fuerza considerar el trabajo y su evolución, y en ello apuntan los caracteres del éxito inicial, apogeo y decadencia, comunes a toda clase de empresas.

En lo que sigue se esbozará el examen para un corto número de artesanías, mas sólo a título de mención e inicio de estudios que, en materia de lenguaje, por ventura, se vienen realizando por eminentes filólogos, según corriente y modo universales. Preferentemente, en lo que ha disfrutado carta de naturaleza, cabrá esperar un conjunto de vocablos técnicos genuinos.

En el período inicial de una industria, de gestación por lo común lenta y laboriosa, se importa o se adopta léxico adecuado que el tiempo va naturalizando. A un cierto auge, debido al esfuerzo vernáculo, sigue la invasión forastera de modos, recetas, técnica, artífices y léxico extraño. Simultáneamente, una reducción del mercado de exportación y la invasión del propio. Siguen esfuerzos desesperados de monopolio para la salvación de la industria, acompañados de cierre de fronteras a la importación. Paliativos, por lo general, insuficientes y condenados al fracaso. Del éxito es dueño el que crea, y por ser creador invade, y con la invasión establece como dominio el mercado, asegurando el mantenimiento y progreso de su industria y con ella la prosperidad del país a que pertenece.

1) *Objetos de vidrio y arte vitraria.* — La artesanía

del vidrio y construcción de vidrieras de color fué muy importante. Distínguense los vidrios en planos y soplados o bufados; además de la fabricación de vidrios y cristales, es necesario, para abarcar la artesanía, conocer el "arte vitraria" de catedrales y monasterios. Ambas fueron industrias locales principalmente.

Para fabricar vidrio se necesita: 1.º Conocimiento de la industria. 2.º Primeras materias: sílice (arena), álcalis (barrilla de sosa y potasa), óxidos minerales de cal, de plomo, de hierro, de cromo, de manganeso, de cobalto, de cobre, de oro, de plata y sales fundentes (bórax). 3.º Arcilla, greda refractaria para hornos, crisoles, adobes y muflas. 4.º Combustible: leña en los primeros tiempos, carbón después. 5.º Medios de transporte; atendida la naturaleza frágil del material, ello significa caminos y carruajes o puertos y buques. 6.º Mercados favorables, local y exterior. 7.º Fletes baratos. 8.º Potencia económica para resistir competencias y fracasos. 9.º Espíritu inventivo para mantener el interés. 10. Conciencia honrada de artífice y escrúpulo de excelencia en la mercancía. El material basto y vulgar está al alcance de inteligencias y aptitudes medianas, su fabricación la puede realizar cualquiera.

Si viene a faltar alguna de estas condiciones, no es dable esperar el mantenimiento y progreso de una industria, por grande que sea la protección, exención de derechos y concesión de privilegios locales o nacionales.

En principio está la capacidad de conocimiento; es decir, dominio de la técnica, que no se logra sin aptitud natural y trabajo o sin investigación y adelanto.

*Nomenclatura de objetos de vidrio:* almarrajas, redomas, cuernos, jarros, jarras, vasos, alcarrazas, cestillos, fuentes, lavafrutas, canteras, copas, potes, botes, botellas, palanganas, aguamaniles, cantarinos, bernegales, calderos, confiteros, calderetes, alcuofías, jofainas, ollas, candeleros, botijas, bombonas, lámparas, candelabros, barriles, bebederos, cántaros de pitorro, calderones, escritorios, frascos, atriles, golletes, castillos de maestría, falúas, fruteros, salvillas, vinagreras (sin angarillas o con ellas), tazas, candiles de pie y para

colgar, odres, redomas de olor, pilas de agua bendita, pichelos, pipas, cubiletes, vidrios planos, espejos, lunas, cornucopias, anteojos, lunetas, arañas, bullones, pomos, piezas de ramillete, mancerinas, poteras, azucareros, papagayos, tulipanes, tibores, servicio de tocador, linternas, faroles, guturnios, aribalos, bombilios, cálices, patenas, cantimploras, búcaros, barrillos con brincos a modo de gargantillas, vidrios de «a vez» y de hechuras, relicarios, vajillas, carquesas, acetres, crismeras y objetos diversos del culto.

*Tecnicismos:* Botadores rectos y «corvos», orquetas, cañas para soplar; moletas (pinzas), puntiles; herretes, mármoles (planchas de hierro muy lisas), palderas (para asentar); tijera, bufador, barretas, hechurillas, espátulas, fritas; festones, cordoncillos, filetes, asas, angrelados, jaspeados; esmaltes, rayas de lacticinio, anillados de torzal, boca en sombrerete; opalinos, grisalla, cristal, strass; barrilleros, henenadores, angarilleros; trasladadores, parzoneros, azogadores, grabadores, talladores, ópticos.

Padilla (fábrica del horno). Cárceles de leña (una cárcel equivalía a dos carretas).

Señalar, marcar, aserrar, acachar, rajar (en los pinares y matorrales).

Los procesos de fabricación fueron tenidos secretos y poco se supo de ellos durante siglos, pues severas leyes prohibían su divulgación. No obstante, en el siglo XI se dió a conocer el tratado del monje Teófilo, en que no sólo se ocupa de la obtención y soplado, sino también del esmaltado, dorado y coloración; en el XII apareció el tratado de Antonio Neri (florentino), y en el XIII, la traducción del Lapidario de Aboleis. A fines del XVII, Denis y Herranz publicaron en España recetas y formularios.

Las materias primas no se encontraron reunidas en ningún lugar de España. Fueron célebres las gredas de Tortosa y leña de sus bosques; las cenizas alcalinas de Alicante y barrillas de Ciézar; las guijas o arenas de diversas playas y cuencas. Las barrillas fueron exportadas para fabricar vidrio fuera de España, y tal circunstancia determinó, al parecer, la instalación de la fábrica de Nuevo Baztán, junto a Alcalá de Henares, en el XVIII.

Las dificultades del transporte de la mercancía fabricada dieron lugar a que los puertos fueran favorecidos para el comercio exterior y a que las fábricas del interior tuvieran la clientela restringida a la región. Así, por ejemplo, Medina del Campo, en el XVII, surtía a Valladolid;

Quejigal, en el xvi, se destina a las necesidades de El Escorial; más tarde, Recuenco (Cuenca) surte la provincia de Madrid. Los portes fueron muy elevados por la carencia de caminos y por el riesgo de quebrarse y romperse la mercancía. Hubo esperanzas de mejora en la posibilidad de hacer navegable el Tajo, pero hubieron de desvanecerse a pesar de haber llamado a varios técnicos extranjeros para conseguirlo.

En Cataluña la industria adquirió gran desarrollo en el xv y xvi, llegando a competir en calidad con Burano; Cadalso (Toledo) y La Granja (Segovia) elaboraron objetos de gran valor material y artístico. Los Reyes Católicos favorecieron mucho la industria y la eximieron de alcabalas, gabelas e impuestos sobre las ventas. En 1503 obsequió el rey a su esposa con 264 piezas de vidrio barcelonés.

A fines del xvi eran muchos los artífices alemanes, franceses y flamencos que fabricaban vidrios de color en los obradores de las catedrales y cenobios españoles, y Carlos V introdujo vasos fabricados en Alemania que sólo usaban las clases nobles y en especial sus acompañantes.

En el siglo xvii, la decadencia es manifiesta: guerras interiores, emigraciones, impuestos; el comercio, en manos extrañas y empeñado en préstamos de "ginoveses" y otros forasteros; doquier, desaliento económico, entrometimiento de los moralistas al proscribir lo que consideraban superfluo por no ser vulgar, y muchas otras causas, provocaron, para sostener la industria, decadente y empobrecida, restricciones al comercio exterior, aconsejadas por espíritus pascados, como Sancho de Moncada en 1619, en contraposición a las admoniciones de espíritus más audaces y despiertos, que "son las artes los medios más poderosos para guardar y conservar la potencia de un país" (Martínez de la Rosa, 1699).

El siglo del máximo esplendor literario y artístico fué, a la vez, el de mayor y más rápida decadencia en lo econó-

mico. Exportábase literatura e importábase vidrio de Francia, de Flandes, de Alemania, de Inglaterra, de Bohemia. Pasó de largo la plata de Indias y arraigó la mala hierba del prurito por lo extranjero; decadente la industria nacional, no bastaron a restablecerla los artífices más o menos advenedizos contratados allende; decayeron los gremios y redujéronse los mercados interiores; no se alivió el porte, no se construyeron caminos, los medios de comunicación continuaron enrarecidos e inseguros y confiése al azar de la buhonería y trajinantes la venta, en competencia con los comercios autorizados. Como consecuencia de todo ello disminuyó la iniciativa particular y sólo quedó la influencia Real, insuficiente para atajar el grave mal que minara la industria agónica del país.

Los objetos de vidrio fueron considerados como arte suntuaria en los siglos XII, XIII y XIV, y se popularizaron en el XVI (envases de vinos en botellas, etc.). Para evitar los gastos de importación y conseguir la posibilidad de abastecimiento en lo interior se construyeron, durante los siglos XIV, XV y XVI, diversos hornos en multitud de provincias de Andalucía, Aragón, Castilla, Cataluña y Valencia, con singularidades locales en la aplicación de esmaltes, colores y transparencias, lo que permitía distinguir los lugares de origen.

En el XVII, Lambor de Namur dirigió la factoría de San Martín de Valdeiglesias; en 1788, Recuenco albergaba gran número de artífices y operarios alemanes. Goyeneche instaló en Nuevo Baztán veinte familias extranjeras (todavía la greda de Tortosa era traída a lomo), cuando la competencia, lo que hoy se llama "dumping", obligóle a almacenar los productos de la fábrica española. En Nuevo Baztán acabó Goyeneche la leña para los hornos, lo que motivó el traslado a Villanueva de Alcorán..., donde las pastas fueron detestables.

En la historia de la fabricación del vidrio figuran artí-

fices locales excelentes, como el maestro Ovando, de Cالدalso; Galcerán, del Quejigal; en Valdequemadas, Davis (1676). La creación de la fábrica de San Ildefonso se debió a Silt y se laboraron allí los mejores vidrios planos y de mayor tamaño de aquel tiempo (1728-1736); pero en su segunda etapa, desde 1750, fueron los directores franceses, los Sirvet y Dandin; suecos, los Eder; alemanes, los Brun, y tantos otros.

Los puertos de Galicia y Bilbao continuaron introduciendo cristales de Inglaterra y Bohemia (1795) parte de los cuales se exportaban a América, y una expedición de vidrio y cristal de San Ildefonso, con tarifas rebajadas para aliviar el "stock" peninsular, fué económicamente desgraciada. La gente del país temía la desaparición de los bosques por el consumo de leña.

Con la introducción del carbón, en el XIX, adelantó la fabricación en el extranjero, y extranjeros fueron los que levantaron hornos en León y Cartagena; sin éxito, porque ya la producción y adelanto fuera de España habían conquistado todos los mercados y los procedimientos industriales y comerciales modernos acabaron de arruinar las industrias locales, reducidas a una imitación servil y al mercado interior cada vez más restringido.

No muy distinta fué la fabricación de vidrios para vidrieras de las grandes catedrales. Existió en España durante varios siglos un mercado local provocado por la necesidad de cubrir los tragaluces de las construcciones góticas, mercado próspero por la riqueza y dominio de las corporaciones monásticas y del clero regular durante varios siglos, por lo menos desde el XI al XV y XVI.

No era desdoro ser "vidriero" para ser noble o casar con mujer patricia; se "condenaba" a pagar vidrieras para catedrales; se recomendaba como cosa grata a los servicios del clero el sufragar los gastos pertinentes, etc.

En documentos conservados en los archivos se puede investigar lo referente a artífices, costos, época de elaboración y características del trabajo.

Se deduce de lo conocido que las órdenes monásticas universales tenían obradores y talleres en sus cenobios, donde se trabajaba el vidrio de vidrieras, como tenían obradores de bordado, copistas, miniaturistas, etc., que elaboraban códices y libros de horas. Los elementos de dibujo y color que figuran en éstos sirvieron de modelo; más tarde, la pintura facilitó otros nuevos y, finalmente, el grabado vino a popularizar ciertas obras de grandes artistas. Hubo dos elementos fundamentales en la técnica: primero, el dibujo de cartones y pinturas sobre vidrios de color, pinturas que luego se sometían al fuego para que penetrara la masa plástica reblandecida, y segundo, la elaboración de vidrios de color para el fondo, y su talla, sujeta a contornos soldados por intermedio de tiras y molduras de plomo, afianzados luego a marcos de hierro.

Casi todos los obradores y talleres trabajaban junto a las catedrales. Tuvieron fama los de Burgos, Toledo (sede primada), Sevilla, Tarragona, Palma de Mallorca, Valencia, Barcelona, Zaragoza, León, Cuenca, etc.

De las grandes escuelas y famosos obradores fundados en el siglo XII en Chartres, St. Denis, Reims, etc., se contrataron operarios para trabajar en los obradores españoles, y con ellos determinados materiales que no podía producir el país o que era muy caro fabricar en él.

Se observa en la elaboración de vidrieras la presencia de mano de obra extranjera y trashumante, si bien tienen gran valor e importancia las contribuciones del elemento vernáculo; Valdivieso, Santillana, Ayala en el siglo XV, Gil Fontanet (1508), Alejo Jiménez (1509), Vergara (1525), Herreros (1551), Herranz (1611). Francisco y Fernando de Espinosa (obras de El Escorial) y algún otro. El número de artífices que llegaron de Francia, Flandes

y Alemania excede en mucho al de artífices españoles de mérito.

En Sevilla hubo alemanes y flamencos desde 1478; en Burgos, Juan y Jacobo, flamencos; Bernardino, de Gelandia; Arnao, de Flandes; Carlos, de Brujas, y tantos otros; en Valencia, Stancope; Gerardo, de Alemania; en Barcelona, entre muchos más: Roure, de Amberes (1427), que pintó en arte vitraria cartones de Borrásá; en Zaragoza, Thierry Demas; en Huesca, Dohegue y Treffel; en Cuenca, Giraldo, de Holanda; en Granada, Teodoro, de Holanda; Campin, de Holanda (1548); en Toledo, Dolfín, en 1418; Gusquin, de Utrech, en 1420, y otros muchos. Los emolumentos de tanto artífice y los materiales que estimaban necesarios traer de sus países dieron lugar a cierta emigración de la riqueza nacional. Y si bien algo se conserva, y muy importante, también es cierto que guerras, saqueos, pedradas, explosiones y el tiempo, con los ataques de agentes atmosféricos y de incienso y ceras, además del descuido y dificultad de reparaciones oportunas, han eliminado para siempre muchas vidrieras de valor artístico considerable. Todavía quedan tesoros en León, Toledo, Burgos, Sevilla, etc.

2) *Joyería, platería y sus gremios.* — Las más antiguas influencias debidas a pueblos invasores fueron, en España, romanas, visigóticas y árabes. Los objetos de alto valor intrínseco y decorativo son siempre preferidos en el saqueo y reparto de botín, lo que tiene por consecuencia que, en general, son poco estables. Ni las tumbas se libran de la rapacidad y del latrocinio. Por otra parte, tan humano y permanente como el abuso de la ventaja momentánea, es el deseo de posesión y la vanidad del adorno, así como el goce en las realizaciones del Arte.

Entre los primitivos, el metal noble, en forma nativa, trabajábase por percusión. En especial el oro en pepitas, con el que se obtuvieron laminillas y cordones; la plata dió

lugar a espejos, copas, fuentes y jofainas; el bronce, a escudos y corazas.

La influencia de Bizancio introdujo diademas, collares, brazaletes y sortijas, piedras preciosas y esmaltes engarzados; arquetas para reliquias, cruces, coronas votivas. La de los árabes, ajorcas y armas. Córdoba se hizo célebre en la platería, en el relieve cincelado y en labores de filigrana, acusando en todo influencia bizantina.

Oviedo y Gerona conservan algunas cruces y arquetas románicas, doseles y baldaquines de plata. Por desgracia, el famoso frontal de Gerona, ofrenda de Gisla, fué destruído para pagar la contribución exigida por un ejército francés invasor.

Las imágenes de la Virgen aparecían en el siglo XIII decoradas con grandes esmeraldas, así como las espadas de los reyes y magnates. La de San Fernando tenía en el arriaz (del árabe, arrias) un rubí "como un huevo".

En el siglo XIV aparecen en la decoración cardinas, hojas zarpadas, festones, trebolados. Se depura y afina el gusto en la construcción de objetos destinados al culto: cálices, patenas, paces, relicarios, lámparas, incensarios, sillones de plata, custodias, marcos, báculos, copones y cruces procesionales.

En 1301, perfectamente organizado, el gremio de plateros y orífices de Barcelona designa tres miembros del Consejo Municipal.

En el XV iníciase el goce del ornato en las viviendas; vasos, jarros, bandejas de plata labrada y cincelada son patrimonio de familias pudientes. En los adornos se conserva la influencia del arte ojival, pues simulan doseletes, gables, arquerías. Los caballeros y nobles llevaban joyas consigo al campo de batalla, acaso como equivalentes de numerario, acaso producto del saqueo; los clérigos, sus cruces y báculos, como el cardenal Mendoza en la conquista de Granada.

En el XVI, el Renacimiento traído de Italia introdujo modas nuevas y formas diferentes. Formas fundidas y cinceladas, mascarones, genios, entrelazos, conchas y follajes.

Trabajaron en España Enrique de Arfe, alemán; Jacobo Trezzo, italiano, y Hans Belta, flamenco; junto con orífices españoles: los Becerriles, Thomé, García, Juan Ruiz, Pedro de Madrid, Felipe Amorós, Jofre Xalta, Gregorio de Varona, etc. Es el siglo en que se labran con el oro y plata de América las custodias que son orgullo de nuestras catedrales. Los Arfes fueron Enrique, su hijo Antonio y Juan, su nieto. León y Orense, Córdoba y Toledo, Sahagún, Santiago y Sevilla conservan sus admirables trabajos.

En el XVII, el cincelado pierde importancia y se acentúa el empleo de piedras preciosas como elemento decorativo. A partir de este siglo la decadencia es inevitable, a pesar de los esfuerzos de la Casa de Borbón para sostener el nivel del arte y la cuantía del trabajo.

Hay tres clases de cincelado: 1.º, el repujado, que sobre pieza fundida o chapa corrige el relieve a cincel; 2.º, el cincelado de talla, que es como escultura; de un bloque metálico, por trabajo de cincel, lima, martillo y buril, se obtiene la forma definitiva; 3.º, cincelado de retoque en piezas fundidas. En las custodias mencionadas los tres métodos fueron empleados.

En la fundición pueden seguirse varios modos. El más preciso es el llamado a cera perdida, que consiste en pasar de un original en yeso a una copia en cera, la cual puede retocarse, y con ésta se construye el noyo y molde externo, formando un todo único, del que se elimina la cera por calentamiento, vertiendo después en el hueco el metal noble. Es la fundición que requiere menos retoque y fué conocida en Oriente desde muy antiguo y practicada por Cellini (\*).

(\*) Las estatuas de bronce del XVIII y comienzos del XIX (con molde de arena o a cera perdida) no se fundieron en España; v. gr., las de Felipe III

Orfebres (aurifaber), orífices (aurifex), plateros y joyeros gozaron de grandes privilegios, especialmente en el siglo XIV. Alguno de los artífices de ese siglo fueron judíos (Salomé Barbut). Labróronse en Barcelona vajillas de plata dorada y esmaltes para obsequio de emperadores (Carlos V en 1519), vajillas que, después de su estreno, eran regaladas como homenaje a la jerarquía del visitante. En 1457, el Papa Calixto III llamó a dos "aurifabri cathalani" para ejecutar las espadas que regalaba anualmente a los reyes cristianos, y Alfonso V de Aragón introdujo en Nápoles la orfebrería española.

El gremio de plateros barceloneses empezó como agrupación, cofradía y montepío benéfico, y sólo más tarde ocupó en la organización del trabajo y en establecer para el gremio el monopolio y la exclusiva, así como formular reglas para estimar la conducta y buena fe de los agremiados. Llamóse de San Eloy.

En 1402 se prohibió enseñar el oficio a judíos, moros, fueran francos o esclavos, y no les era permitido ejercer. Las dignidades del gremio eran otorgadas a plateros habitando determinada calle (de la Platería) y con práctica de seis años, excluyendo los iletrados. La maestría se otorgaba después de ejercicios de proyecto y dibujo de joyas, amén de requisitos de linaje y costumbres en que constara la conducta durante el aprendizaje. El tribunal de examen preguntaba sobre ley de oro y plata, el quilate, las piedras, y modo de labrarlas, y el proyecto o dibujo debía ser luego ejecutado por el opositor (no podían entrar más que dos o tres por año). El maestro, admitido por el gremio, podía abrir tienda y obrador. Llamábase al examen pasantía.

Felipe V dictó nuevas ordenanzas conservando el espí-

y Felipe IV, del Tacca, escultor. En los arsenales se fundieron a finales del XIX estatuas de bronce con molde de arena; los leones del Congreso, de Ponciano Ponzano, fueron fundidos en Sevilla. Al terminar el siglo XIX (1893), introducen en España la fundición a cera perdida los talleres de Masriera y Campins.

ritu tradicional (1732). En estas ordenanzas se prohíbe vender, labrar o exponer obras que no sean de oro de 20 quilates o plata de 11 dineros, engastar piedras falsas, soldar con peltre (aleación de cobre y estaño), dorar piezas de latón o cobre de más bajo valor que el oro, y ni siquiera traer tales joyas del Extranjero. El gremio marcaba las joyas una vez examinadas. Si resultaban, al examinarlas, de baja ley, se destruían y el infractor debía pagar multa. Los punzones de las marcas, los buriles, piedras de toque y pesas se guardaban en arca cerrada. Los marcadores tenían obligación de visitar tiendas, obradores y casas particulares para inquirir y comprobar el cumplimiento de lo ordenado por el gremio. Nadie podía revender joyas de oro y plata. Los oficiales extranjeros debían comprometerse a obedecer las ordenanzas y pagar una cierta cifra de maravedís para poder ejercer. El aprendizaje era objeto de especial cuidado y vigilancia durante seis años (\*).

3) *Miscelánea*. — Multitud de artesanías podrían ser objeto de examen análogo, tales como las industrias de la seda en España, con especial referencia a los “pails d’Aumerie” (Almería), dibaj y tiraz, el holol, iscalaton o ciclanton, los aljorjami, isbahami y atabi; los damascos, brocados, brocateles, terciopelos; los obradores y talleres de bordado y encajes en cenobios, especialmente en Guadalupe; los tapices y catifas. Otrosí, la cerámica en general, y en especial la loza dorada de Málaga, Calatayud y Manises; alicares y azulejos, frisos alicatados, lecerías y ajarascas ornamentales, atestiguan la influencia de conversos, moriscos, moros, mudéjares, judíos y artífices del Renacimiento italiano (Niculoso de Pisa).

Interesa recordar el lenguaje técnico de nuestros artesanos: albañiles y canteros, carreros, poceros, yeseros, cal-

(\*) El antiguo Colegio y Cofradía en que Felipe V transformó el gremio se disolvió en 1880.

dereros, cerrajeros, armeros, rejeros, carpinteros, tonele-  
ros, cesteros, impresores y obreros de artes gráficas, tin-  
toreros y estampadores, etc., lo cual es de esperar ser ob-  
jeto de examen en lo futuro en algún nuevo "Thesaurus  
puerilis" (\*).

En la industria relojera del siglo XVI influyó el tra-  
bajo de artífices holandeses. En el folleto publicado con  
motivo del homenaje tributado por la Real Academia de  
Ciencias y Artes al profesor E. Fontseré en enero de  
este año (1945), se lee que en el dietario antiguo del  
Consejo de la ciudad de Barcelona, en noviembre de 1393,  
figura la relación de haberse bendecido, bautizado y mon-  
tado en el campanario un reloj (seny o alerotja) para dar  
las horas. Y se le bautiza con el nombre de San Honorato.

En 1577 se instala un nuevo reloj, y se consigna así  
en la puerta del "cuarto del reloj", en el campanario de  
La Seo y en el Archivo histórico de la ciudad. El reloj de  
1577 fué construído en 1575 y 1576 por dos artífices hola-  
deses, Simón Nicolás y Cornelio Ossen, y fué llamado des-  
de entonces el reloj de los flamencos. En 1685 se remiten a  
M. Sitjar, encargado del reloj, 212 libras por haber cons-  
truído un "espíritu nuevo" que consta de dos ruedas, un  
péndulo, llaves de bronce y herrajes. El sistema de escape  
y el péndulo llamóse "espíritu" hasta nuestros días, según  
me comunica el profesor Jardí, de la Universidad de Bar-  
celona. El nuevo reloj tiene, efectivamente, como órgano  
regulador un péndulo que sincroniza con escape de paletas  
y rueda catalina.

Puede añadirse que la primera observación conocida de  
sincronismo del péndulo es la de Galileo, en 1585, siendo  
estudiante de Medicina. Al morir legó a su hijo Vicenzo  
un diseño de mecanismo de escape. Galileo murió en 1624.

(\*) Francia cuenta con varios diccionarios de artes y oficios ordenados  
según grupos lógicos.

Su hijo Vincenzo empezó a construir el mecanismo de escape, pero murió en 1649, antes de haberlo terminado. El discípulo de Galileo y matemático Viviani dió después conocimiento del invento a Leopoldo de Médicis y figura el diseño en varios tratados modernos sobre relojería y cronometría.

Resulta de todo ello que había en Barcelona, sonando las horas, un reloj con mecanismo de péndulo y rueda catalina en 1685, fundado en la idea debida a Galileo. Generalmente, se atribuye a Huyghens la aplicación del péndulo a los relojes y se da la fecha de 1657. Por tanto, veintiocho años más tarde, en España, se conocían tales invenciones y se aplicaban por artífices locales.

Antes del uso del péndulo como regulador, los relojes de torre tenían regulación por rueda catalina y osciladores de torsión, siendo el órgano oscilante una sogá vertical, de la que pendían balancines con diverso momento de inercia (variación obtenida por contrapesos). La sogá accionaba las paletas de escape, que chocaban con los dientes de una catalina, la cual, a su vez, era arrastrada por roldanas concéntricas por cuya garganta pasaba una cuerda terminada en el peso motor.

A Huyghens, más que la aplicación del péndulo a los relojes, cabe atribuirle el conocimiento de la relación entre el período en segundos y la raíz cuadrada de la longitud del péndulo, relación expresada por el cociente  $\frac{\pi}{\sqrt{g}}$  cuando las oscilaciones son pequeñas.

Debió de conocer la construcción de relojes Gianello Turriano, natural de Cremona (1501), que estuvo al servicio de España, y en especial de Carlos V, y fué nombrado en 1553 príncipe de los artífices con un sueldo de 100 ducados. Fué relojero de cámara en 1557-1558 en Yuste, cuando se retiró a este monasterio la Majestad del Emperador. Se

sabe que construyó un reloj astronómico con figuras de autómatas en 1563. Murió en 1575.

En la Biblioteca Nacional hay, encuadernados en cinco tomos, números 3372 a 3376, los tratados manuscritos sobre Ingenios y Máquinas de "Juanelo, los cuales le mandó escribir y demostrar el catholico Rey Don Felipe segundo"; son copias, que van dedicadas "al catholico Rei Don Felipe quarto, Rei de las Hespañas", por el mayordomo Gómez Mora. Juanelo era "Ingeniero mayor de la Majestad del Rey". Los cinco tomos incluyen veintiún manuscritos sobre calidades de las aguas y su generación; de lo que se ha de hacer para hallar agua; de cómo se puede saber si es buena o mala; de la construcción de "aguaductos", fuentes, "açutes", cisternas y aljibes; de almenaras, acequias y fossas para navegar; de la entibación de minas; de "alcaduces", aguilones, caños y fístulas; betunes y almástiques; "edificios de mar", defensas a puertos de mar para que no entren las armadas; divisiones de las aguas, puentes, barcas; cantería, corte de maderas, ladrillería, cal, yeso; la construcción de pilas y estribos, etc.

El libro XI, el XII y el XIII tratan de molinos y tahonas, del modo de "zerner el harina", de los molinos batanes y de aceite. Y de diversos géneros de artificios para sacar aguas y hacer "alunbres" y salitres y hacer lanas y paños. Son tratados de ruedas hidráulicas y del modo de aprovechar la caída del agua o la corriente para transformarla en fuerza motriz para mover las ruedas de molino. Las ruedas hidráulicas son del tipo turbina, con álabes curvos, y su descripción y figuras son prolijas, demostrando grandes cualidades de ingeniero en su autor. No faltan dimensiones; de la coclea dice que tiene en palmos de largo lo que su eje tiene en dedos por diámetro, la coloca a 45° de inclinación y le da un largo de 20 palmos entre muñones, a los que llama "gorrones". La rueda motriz lleva en la

pina cajales cuyo eje es paralelo al de giro; los cajales engranan con los husillos de la linterna coaxil a la coclea (\*).

Introduce palabras muy interesantes que son actualmente arcaísmos; así dice: "Las obras que se hacen ordinariamente donde hiere el mar han de ser lisas. Para que puedan mejor resistir estas paredes que están al encuentro de la mar han de ser lamboradas o hechas a modo de barbacana o lamboradas o bislay de manera que no hallen las olas cosa en que topar", y si se hicieren en "línea conversa se vienen a quebrantar las olas con otras en sí mismas.

(\*) Por lo que se lee en los referidos manuscritos, que son un completo tratado de Hidráulica, especialmente en los tomos II y III, el artificio de Juanelo, del que no se conoce más referencia que las discusiones con el Ayuntamiento de Toledo, pudo consistir en un azud, acequia y acueducto o en acequia procedente de mina o en un artificio elevador, como, por ejemplo, un sistema de ruedas de paletas o cangilones o ruedas de "anoria" que elevara el agua hasta una primera batea de decantación (pág. 345 del tomo III), y de ésta a otras balsas mediante cocleas inclinadas, salvando cada una un cierto desnivel (véase, en efecto, la pág. 352 del libro III). Varios artificios como los anteriores pudieron darse simultáneamente. Los referidos manuscritos contienen multitud de láminas muy bien dibujadas a pluma.

Según el diccionario enciclopédico de Espasa-Calpe, la construcción del artificio fué convenida en 1565 y percibió de la ciudad 8.000 ducados de oro más 1.000 por año, vitalicios. Hubo dificultades porque del agua del alberca aprovechaba sólo el Alcázar, ya que fué el Rey quien adelantó el dinero: 8 millones de maravedises. En 1573, dos años antes de su muerte, se llegó a un acuerdo. El artificio funcionó hasta 1639, es decir, unos setenta años.

En la «Enciclopedia italiana» se habla (pág. 570 del tomo correspondiente) de Turriano (Leonardo), nacido en Milán, que pasó a España al servicio de Felipe II; continuó los servicios de Torzinelli en el 1598 y fué ingeniero mayor de Portugal; se le debe un acueducto para abastecer de agua a Lisboa; otro Turriano, hijo del anterior, llamado João (nombre portugués), fué monje benedictino, construyó el monasterio de Santa Clara en Coimbra y el de la Estrella en Lisboa, así como diversas obras en las catedrales de Viseu y Leiva y el suntuoso monasterio cistercense de Alcobaça. Otro hijo de Leonardo fué nombrado arquitecto en sustitución de su padre. (V. el «Diccionario dos architectos», de Sousa Viterbo, Lisboa, 1899-1922, vol. 3.)

El problema de ingeniería que dominaba todos los demás en tiempos de la España imperial era la canalización del Tajo. Para ello se pidió auxilio a otro arquitecto, Antonelli, que estudió también el modo de facilitar la navegación del Guadalquivir y del Ebro, y recorrió en 1582 el Tajo hasta la desembocadura. (V. Cabanes, «Memoria sobre la navegación del Tajo y del Ebro»; el libro que escribió P. de Alzola sobre Obras públicas en España, y el diccionario de Cean Bermúdez.)

No pueden subir tan arriba que alleguen a B" (B es la coronación del dique tajamar); al rompeolas le llama "monte dentro de la mar" para romper las olas en "pos de otras". En otro lugar explica que "lamboradas o escarpe o barbacana o en talón o thalus" es lo mismo "como cada cual lo quiera llamar". Se nota en el lenguaje y en la escritura influencia italiana y cultura vasta y sólida. Probablemente fueron sus "clásicos" Vitruvio, Julio Frontino y León Babbista, conocido en España por Alberti.

Otras palabras elegidas al azar: "íncile (donde comienza la "incisión" de la acequia), castelo del francés "chateau d'eau"), "mota" (de tierra), muros "rebotantes", tijeras (rollizos jabalconados para apuntalar las bóvedas de las minas); chócolas llama a los meandros; camino enhiesto al declinado; "reparos" a los que se llaman gaviones para corrección de márgenes, hechos con cestones de rama e "hinchillos" de piedras, con "estaquería y conchas" de madera e "hinchimientos" de piedras. Tablas y estacas "enclavadas", maderos "hincados muy bien dentro de la tierra con sus rebotantes detrás"; reparos con mimbrés, juncos, zarzas, "canas", "ébulo", "vitigeras", "parras", "faxines". Tascón por cuña, empalmaduras por ensambles, buceas en los troncos de los árboles, ruello por rodillo, segur o estrial para cortar maderas en los montes y hacer remos y almadías, própalo de yerro en la obtención del yeso, fusión para atizar en el horno, rejolas, etc.

El capítulo sobre cimentación de pilas, del libro XVIII, es muy interesante. Lo interior de la ataguía se llama patio. No se usa la palabra cimentar, sino cavar y fundar o cavar los fundamentos. La parte donde la corriente es más rápida alrededor de la ataguía se denomina catarata. La ataguía es de doble pared, constituída cada una por "palificadas" porque son rollizos hincados los elementos resistentes, los cuales son "socarrados" al fuego en la punta. También describe paredes de ataguía con maderos cuadra-

dos e hincados provistos de "folluras" (ranuras o canaladuras) y tablas entre las canaladuras dispuestas horizontalmente. "Una vez se va sacando el agua del patio, se irá apuntalando toda esta machina por dentro", y cuando se irá cavando, por muchas partes "transmina" el agua y convendrá tener aparejado para ir calafateando de la hierba alga o de las "aneas" o espadañas o esparto... y la tierra que se pone entre tablas y tablas convendrá irla maceando como se hace en las tapias... Describe luego para sacar el cieno helado del fondo del patio un instrumento que se hincha y vacía a modo de una bolsa y que es exactamente el cubo de dragado de fondos usado en la moderna ingeniería de puertos.

4) *Del comercio.* — En el siglo de máxima potencialidad expansiva del lenguaje español, el xvii, habíase acentuado el descenso del poderío político, y el país, depauperado, vivía principalmente de ingresos procedentes de América. Mucho se ha dicho y escrito sobre antecedentes y causas de tal situación. Acaso puedan reducirse a dos: primera, inadecuado empleo de las riquezas procedentes de América, y segunda, escasez de productos españoles para abastecer los nuevos territorios descubiertos. Gastos en lo exterior de España que avenan el numerario e invasión del mercado americano y aun del propio por productos debidos a la artesanía forastera.

La riqueza en Europa en 1492 cifrábese en 90 tt. de oro y 3.200 tt. de plata. Un "ducado" equivalía a 3,6 gramos de oro o 35,6 gramos de plata. De 1503 a 1560 entraron en Europa por Sevilla 101 tt. de oro y 567 tt. de plata. El aporte de plata debido al trabajo de las minas de Méjico y Perú fué considerable en los años que siguieron al 1560 hasta terminar el xvi. Cífrase en centenares de millones de ducados por año. En un siglo, la riqueza europea aumentó considerablemente. Este hecho no podía dejar de

tener consecuencias. También las tuvo la atención, trabajo y gastos que vino a exigir la nueva política iniciada al casar la hija tercera de los Reyes Católicos con el hijo del archiduque austríaco, que disponía de rentas en los Países Bajos, a la sazón incorporados a los Habsburgos por el matrimonio de María de Borgoña. Carlos de Gante empleóse a fondo en una política europea de dudosa ventaja para España, confiando en las dos fuentes de riqueza mencionadas. Gastó para mantener aquélla cuanto emanara de ambas; agotó por completo sus rendimientos, y engolfándose en crecidas deudas y créditos reconocidos a banqueros y comerciantes genoveses, flamencos, etc., apenas alcanzó numerario para pagar multitudes de suizos y landsquenetes, pertrechos y armadas. Peleó fuera de España, consumiendo material elaborado allende sus fronteras, y costóle ingentes sumas ganar la voluntad y servicios del Condestable de Borbón (\*) y la de los electores en la Dieta de Augsburgo.

Viajes en todas direcciones con séquito crecido; recompensas al personal flamenco y castigo de los Comuneros; gastos para mantener el espionaje e información sobre los propósitos de tantos enemigos a la vez, etc., habían de necesitar mucho éxito en la guerra para su compensación y mucho acierto en el fomento de la riqueza natural del país. Los gastos fueron constantemente en aumento, y los ingresos, en disminución, por causas análogas, agravadas durante el belicoso reinado de Felipe II. Por los disturbios en Holanda, redujéronse los ingresos a lo proveniente de América, pero el transporte de los metales preciosos originaba, a su vez, nuevos gastos, y para hacerles frente hubo que aumentar los impuestos.

Las mercancías todas venían con recargo: de avería (por el sostenimiento de las armadas de "conserva"); de

(\*) «No profane mi palacio — un fementido traidor — que contra su rey combate — y que a su patria vendió...»

almojarifazgo (aduana en importaciones y exportaciones, en Sevilla y en los puertos de América); alcabala (sobre cualquier cambio de mano en las ventas). Había, además, que pagar intereses de lo confiscado (los llamados juros) y descuento a los banqueros por los préstamos con garantía de lo que se esperaba recibir. Derechos de portazgo (por los caminos y edificios utilizados) y almirantazgo y un porcentaje de beneficios para la Corona. Añadíanse deducciones para gastos de fortificación y provisión de pertrechos en los puertos de embarque y arribo. Debíanse sufragar los gastos inherentes a la administración del Monopolio: Casa de Contratación, Congregación de cómitres; Universidades de "mareantes", para instrucción de naocheros; descontábanse sueldos a cosmógrafos y a sus familias, muchas de ellas forasteras, y derechos de cofradía, etc. A lo que había que añadir intereses por "espera" (lo que hoy se llama moratoria), por pagos a plazo y por venta al fiado; pagos de la Corona a los comerciantes y traficantes en moneda depreciada que no era aceptada por los banqueros de fuera; otrosí, los derechos de quintar y cobo para metales y piedras preciosas y multitud de otros diezmos, gabelas, fletes especiales, tributos, encomiendas, primicias, comisiones, sisas, decomisos y pleitos, amén de los perjuicios por declaraciones falsas y riesgo de piratería, que era muy crecido y elevaba el costo del seguro marítimo, pues la mitad de las naves no volvía.

¿Qué de extraño tiene que tal cúmulo de impuestos favoreciera el contrabando y menudearan las "arribadas maliciosas" a Lisboa, a los puertos de Galicia, a los franceses del Golfo de Vizcaya y hasta Normandía y Flandes? ¿Qué de singular que el menoscabo de rentas provocara mayores impuestos, como ocurrió con la cochinilla, con el resultado de que no se recibiera un kilo y fuera desembarcada en Francia, de donde pasaba a los Países Bajos? ¿Qué asombro puede causar que las naves extranjeras operaran aguas

afuera de Cádiz y de Sanlúcar cargando y descargando mercancías a cambio de lingotes de plata y oro y eludiendo la Casa de Contratación?

Las guerras con el turco en los reinados de Carlos V y Felipe II fueron costosísimas, y el resultado, dudoso; la insurrección de los Países Bajos, alentada por Isabel de Inglaterra y por Francia, hizo que de contribuyentes pasaran a ser acreedores y motivo de cuantiosos gastos (la pólvora para combatirlos se compraba a provincias rebeldes que la sacaban del salitre importado de Alemania). Para acometer a Inglaterra se habilitaron los navíos portugueses que defendían la derrota de las Indias orientales y los españoles que defendían la del Atlántico, lo que, tras el desastre de la Invencible, dejó el campo abierto a las naves holandesas en conquistas de territorios en el mar de las Indias y en el Pacífico. En resumen, dispendios realizados fuera de España para defender política y doctrinas en cuya aplicación el interés netamente español no tuvo proporción con el coste y sacrificio.

Todo ello fué menos importante que la carencia de artesanías capaces de sostener un mercado exterior. Pues de haber existido, lo exportado hubiera sido suficiente para alcanzar la necesaria prosperidad.

Artesanos forasteros servían en España el fomento y desarrollo de industrias inadecuadas para la exportación, mientras Francisco I de Valois protegía a los artífices italianos en oficios y menesteres que permitieron desarrollar un mercado interior y surtir gran parte del de América. Francia, enemiga, tenía mayor número de habitantes que España y su tierra de labor era de mucho más rendimiento para el cultivo, más extensa y provista de riego abundante, poseía caminos de tráfico europeo, espíritu de ahorro, y por la vecindad de Inglaterra y Flandes pudo exportar o servir de paso a la mayor parte de lo que América reclamaba, trocándolo por barras de plata. Añádase su política econó-

mica inteligente, la desvalorización oportuna de la moneda, lo que en un lapso inicial permite mayor capacidad de venta o poder de adquisición, y se explica que fuera aconsejable comprar en Francia, con lo que los ducados de oro y plata españoles pasaban los Pirineos en gran escala, a lomo de mula, en sacos de lana. Francia cultivó la enemistad entre el Turco y España y estableció cónsules y comercio muy activo en el Oriente mediterráneo.

Productos enviados a América: paños de Louviers, moletones, franelas, telas groseras y finas de seda (fleurettes y florences), tafetanes, holandillas, paños finos de Inglaterra, hilos, calcetas, medias de estambre, mantos, buratos, encajes de seda, sedas, encajes de oro, galón de oro, cambrays, cambrayones, lienzos crudos, roanes, bretañas, blancantes, bocadillo, hilos de Bayona, de Brema, de Cambray, fustanes, bombasies, paño fino de Londres y Holanda, bayetas, anascotes, escarletines, barraganes, palometas, estameñas, picotes, brocados, rasos, sargas, ormesies, felpas, mantones de terciopelo labrado, listones, encajes de hilo y de seda, primaveras, chamelote de plata, sombreros de castor y de Breda, cofres morleses, etc. Cuchillos, provisiones de nave, balas, aceros para la construcción naval, armas de Dieppe y Nantes, hierro en plancha y vergajón, barriles, jarcias, estopas, serones, papel de Génova, espejos de Venecia, sortijas y perendengues, relojes, viteles, pacotilla de poco balumbo, colorantes, libros.

España exportaba aceite, caldos, aguardiente, abastos, vituallas y pertrechos para las tripulaciones de las flotas; pimienta, azafrán, canela, ropilla, jubones, calzones, guardapiés, cordobanes, justillos, basquiñas, tela de albornoz (estambre muy torcido y fuerte), cera, lanas, hierros de Vizcaya, armas, caballos, salazones, cueros, cuchillos, buhonería (baratijas), aljófara (del árabe, alchanar, perla pequeña, irregular), etc. Productos de importación fueron: esmeraldas, perlas, añil, cochinilla, azúcar, cacao, tabaco, palo tintóreo, maderas escogidas, lingotes de plata, pieles de vicuña, bermellón, almizcle, cueros, palo campeche, palo brasileño, chocolate, zarzaparrilla, topar, cobre, etc.

La corriente de oro y plata y piedras preciosas que entraba en España, no pudiendo convertirse en trabajo de artesanía e industria de exportación, dió lugar a aquisteros de riquezas sin mérito ni ventaja, a familias de validos hechos potentados en plazos vergonzosamente exiguos, a que el dinero circulante fuera dedicado al préstamo con interés usurario. Riqueza, si la hubo, fué la derivada de impuestos de tránsito y de entrada y, por tanto, efímera, no la debida al trabajo o a la inventiva. Al mes de llegados

los tesoros de un total con grandes mermas, apenas quedaba en España un mínimo por razón de tránsito. Mermas debidas al robo, maniobras fraudulentas, tripulaciones advenedizas o mediatizadas, naufragio del navío atacado y hundido por falta de artillería y pertrechos de las flotas en conserva, asalto de depósitos en las costas del mar Caribe realizado por filibusteros (de Flyboat, bote ligero), pechelings, bucaneros (de boucan, salazón de carne) y demás corsarios luteranos; ataque de las flotas hasta las mismas costas de España; rivalidades entre Sevilla y Cádiz, Sevilla y las Canarias; dificultades en la barra de Sanlúcar, que restringía a 500 toneladas la capacidad de los buques, etc.

¡Oh nación española, desventurada y digna de mejor suerte! Capaz de sacrificios por el bien ajeno, origen de riquezas extrañas que labran tu propio infortunio, calumniada por todos. Ejemplo de nobleza y fidelidad a rigurosos deberes; gloriosa cuando hallabas en ti sola el impulso generador de inmortales proezas y consumías en tu suelo tus propias energías, renovadas, como la fuerza de Anteo, al contacto de la madre tierra. ¡Tierra española, inmortal en tu obra colonizadora. Madre augusta de naciones libres, desfacedora de entuertos, como tu héroe literario. Arrogante como el Cid y sufrida como tus Santos y tus Mártires! ¡Que Dios te conceda don de acierto, alegría en el trabajo, confianza en ti misma, deseo de perfección, actividad en el comercio, habilidad en la industria. Y hallarás en el propio esfuerzo el aliciente de mayor ventura y la anhelada prosperidad que engendra a su vez la certeza del éxito! Quedan, por ventura, en tu subsuelo tesoros de materias primas, queda seguramente en tu albedrío la firme voluntad de triunfar. ¡Que Dios te conceda el don de aunar esfuerzos y organizar colectividades inteligentes, que los esfuerzos de todos tengan la misma dirección y sentido para lograr idéntico propósito: el mayor prestigio de España!

## SOBRE EL PROGRESO DE LA TECNICA POR EL ESTUDIO Y LA MEDIDA

### I. DEL ADELANTO DE LAS CIENCIAS FÍSICAS.

Cuéntase que el famoso político Gladstone visitó a Faraday en su laboratorio. Este le enseñó pacientemente los aparatos y ante él repitió sus experimentos. Un pedazo de hierro imanado, oscilando en un carrete, transmitía movimientos a una brújula situada a gran distancia y no se percibía movimiento alguno intermedio. Parecióle a Gladstone un juego divertido, sin trascendencia, y así lo manifestó al físico con la exclamación "After all, what use of it?" Y con ironía graciosísima le contestó el otro: "Why, Sir, there is every possibility that you will soon be able to tax it!".

El experimento de Faraday dió origen al conocimiento de la inducción electromagnética, y es lo que permite abastecer los lugares de consumo de energía procedente de estaciones generadoras situadas a considerable distancia. Un matemático, Clerk Maxwell, tratando de sintetizar las leyes empíricas de la Electricidad y del Magnetismo, consiguió hallar una fórmula de admirable simetría y sencillez. Una vez obtenida, de ella se deducen consecuencias insospechadas, v. gr., la propagación de campos electromagnéticos en forma de vibraciones en el vacío. De ahí nació la síntesis de la Electricidad y la Luz, y, por extensión, el descubrimiento de la Telegrafía y Telefonía sin hilos.

El estudio paciente y sostenido de la descarga en el

vacío y en el seno de gases enrarecidos condujo a los tubos de tres electrodos, a la obtención de enjambres de electrones, al efecto fotoeléctrico, a los rayos Roentgen, y con ello se echaron los cimientos de la gran fábrica de la Electrónica, que tiene la proporción y el ámbito de una Ciencia nueva.

El examen de los espectros, llevado a cabo en la intimidad del laboratorio, la clasificación de líneas, su alteración por un campo magnético, llevó al descubrimiento de las series espectrales y sus términos, y con ello se introdujeron los cuatro parámetros característicos del electrón en la constitución atómica y se pudo tener una idea del sistema periódico de los cuerpos simples, con atisbos para explicar la valencia, con lo que una era nueva amaneció para la Química.

Tratando de conciliar la ley de radiación del cuerpo negro, tal como en función de la frecuencia la da el experimento, con los principios de la Termodinámica y la teoría electromagnética de Maxwell, el físico Max Planck descubrió teóricamente una constante característica del Universo y la discontinuidad en la emisión y absorción para una frecuencia dada. La famosa  $h$  de Planck, multiplicada por la frecuencia, da el "quantum" de energía que corresponde a la misma.

El examen de las ecuaciones del Electromagnetismo para cuerpos en movimiento condujo a Lorentz a formular hipótesis sobre contracciones y tiempos, que, elevadas por Einstein a la categoría de Principio, análogo al de Inercia de Galileo, permitieron enunciar la Relatividad restringida como carácter esencial del Universo físico y deducir de ello una serie de consecuencias de carácter cósmico. Más importante aun fué la consecuencia de atribuir a la masa y a la energía valores equivalentes, formulando la equivalencia energética correspondiente a la desaparición o creación de una masa en reposo:  $E = mc^2$ , siendo  $c$  la velo-

cidad de la luz. Logróse de este modo una nueva síntesis: la de la masa material y la energía.

Un paso más allá, asociando la Relatividad a la hipótesis cuántica, permitió calcular el equivalente en energía ondulatoria de toda energía potencial cinética y másica, y así inventóse otra teoría fenomenológica, con formulismo *ad hoc*, sin más justificación que el éxito inicial en el cálculo de niveles de energía y en su confirmación experimental.

La nueva Mecánica resultó ser adecuada a los fenómenos debidos a los electrones del átomo, de cuyo comportamiento el análisis espectral había permitido formar idea. Dió origen a la identidad entre corpúsculos y ondas por experimentos de choques entre electrones, radiaciones  $\gamma$ , difracción de rayos electrónicos, etc., todo lo cual sirvió de cauce y dirección a nuevas comprobaciones y sugirió el empleo de radiaciones y proyectiles para lograr la transmutación del núcleo y el salto en la escala periódica provocado adrede.

A todo ello vino a sumarse el conocimiento de la Radioactividad, descubierta por paciente investigación de laboratorio y ejemplo de transmutación e inestabilidad natural, lo que invita a provocarla en elementos no radioactivos. Por este camino se vino en conocimiento de la inestabilidad del uranio, de peso atómico 235, que se halla en cantidades ínfimas en su isotopo 238. Inestabilidad, que, dando lugar a la descomposición en elementos de menor peso atómico, convierte un cierto porcentaje sobrante de materia en energía radiada, que, como indica el equivalente  $E = mc^2$  de Einstein, puede alcanzar proporciones ingentes.

La introducción del principio relativista en las ecuaciones de la Mecánica atómica llevó a Dirac a formularlas nuevamente, tratando de conservar la simetría de las de Maxwell. Ello dió como consecuencia, por vía exclusivamente teórica, el descubrimiento del corpúsculo de electri-



cidad positiva, que la experimentación confirmó después en la cámara de Wilson.

Otro descubrimiento de importancia es el Principio de incertidumbre que da una nueva e insospechada interpretación de la constante universal de la radiación, relacionándola con la exactitud en la medida simultánea de una variable y su momento. En planos análogos se encuentran las llamadas "Prohibiciones" de Pauli.

Admitida una determinada lógica expresable por el simbolismo matemático, pueden basarse los razonamientos en *números fundamentales* introducidos por vía empírica, pero justificados después por el examen teórico, hasta elevarlos a la categoría de *constantes universales*.

Con tales antecedentes, en las modernas escuelas de la Física se puede hablar de cuatro elementos constitutivos de la materia: fotón, protón, electrón y neutrón, como antaño del aire, agua, fuego y tierra. Con ellos, atribuyéndoles propiedades *a priori*, se intenta la síntesis de la fenomenología material, como Lulio intentara en el XIII explicar por razones de "sequedad" la atracción entre la "caramida" y el hierro.

La existencia de los cuatro elementos viene subordinada a la existencia de: 1) energía másica o radiada; 2) carga eléctrica invariable; 3) ligaduras entre cargas eléctricas, y 4) partículas neutras densas y fuerzas entre todas; tesis sujeta al análisis constante de la experimentación y de la teoría. A nadie se le puede ocurrir que sea definitiva.

No hay en el conocimiento físico nada definitivo, ni tan sólo la incierta y marcada realidad del ayer, que no es posible privar de raciocinio y de teoría, siquiera mínima, por no ser concebible una realidad sin representación.

Probablemente, el análisis de la radiación cósmica (mesones) y la necesidad de aclarar algunos puntos de la teoría (neutrino) conducirán a nuevas representaciones, éstas

a comprobaciones nuevas, las cuales, a su vez, exigirán progresos teóricos. Ese interrogante asintótico, aplicable a todo orden del conocimiento objetivo, es característico de la Inteligencia y justifica todo alarde y deseo de perfección.

La posibilidad de aprender por el estudio y la medida es el máximo goce del alma despierta y nada procura a la mente humana mayor satisfacción que contribuir al establecimiento de nuevos hechos o a encuadrarlos en más dilatadas teorías. Para los menos dotados es ya suficiente motivo de orgullo llegar a comprender la tendencia, el fundamento de las cuestiones que los más inteligentes plantean. Todo avance es fundamento de ulteriores progresos. Toda posibilidad de mayor conocimiento guía el trabajo, lo justifica y lo ennoblece.

Y ¿cómo compendiar los innúmeras aplicaciones del progreso científico a la técnica moderna? Allí donde se desarrolla y avanza, hay, junto a grandes fábricas e industrias, grandes laboratorios (\*). Ello ha permitido el perfeccionamiento del material, es decir, dotarlo de nuevas propiedades, lo que, a su vez, ha hecho posible construir nuevas máquinas, como las turbinas de gas; los productos artificiales no metálicos, como el caucho y los carburantes y resinas, constituyen una nueva era por su adaptación a los más diversos usos; probablemente, cambiará el empleo de materiales de obra, se ha perfeccionado la industria eléctrica, que con el dominio de la electrónica permitirá grandes progresos, no sólo en la televisión y telegrafía; se ha transformado por completo el arte de la guerra; el transporte se ha visto favorecido con la aviación, cambiando bruscamente la escala de velocidades y, por tanto, de distancias.

(\*) Tengo a la vista un anuncio de concurso para proveer una plaza de «Mathematician to handle general mathematical problems in specialised industry», y esa industria es «United Shoe Machinery Corporation (research division) de Beverley, Massachussets». Es decir, en neto castellano, una fábrica de zapatos pide un matemático para coadyuvar en el estudio de problemas de investigación.



Grandes regiones de acceso difícil quedarán a disposición del hombre y haces de líneas aéreas recorrerán las tierras del planeta.

Todas son inauditas armonías del himno maravilloso que la Humanidad entona y surge espontáneo de la capacidad de inventiva, de la reflexión y del estudio, cuando a la aptitud natural se añade el esfuerzo sostenido y porfiado de la voluntad.

## 2. DE LAS MATERIAS Y FENÓMENOS OBJETO DE ESTUDIO Y MEDIDA. DEL SIMBOLISMO.

Estudio y medida traducen la parte más noble del esfuerzo intelectual, donde está la esencia y origen de todo progreso. El estudio y la medida permiten satisfacer el ansia, la necesidad de inquirir por la investigación en sí misma, no por codicia de riqueza o dominio. Las inteligencias que han inventado grandes medios de destrucción y defensa no lo hicieron jamás a tales fines; son refractarias a la pelea, no les interesa la susodicha aplicación; si les interesara, no poseerían la capacidad que les mueve y les guía. La guerra utiliza sus conocimientos, les da facilidades, multiplica fantásticamente sus medios de trabajo, pero el auténtico hombre de estudio ama la soledad del laboratorio y desdeña la exhibición y el alarde. Lamenta la derivación y la catástrofe provocada y aspira al mayor ennoblecimiento de la Conciencia humana por su aportación al Conocimiento universal, obtenida por el ejercicio de su aptitud y esforzada voluntad.

Aplicaciones hay que rinden inmediatamente un servicio útil; así, por ejemplo, el espectroscopio de masa, apenas inventado, fué utilizado en la Técnica para análisis de pequeñas cantidades de cuerpos extraños o introducidos adrede en masas metálicas. El microscopio electrónico; el exa-



men de mallas cristalinas por difusión de electrones; la investigación de defectos en soldaduras en pocos segundos y en gruesos considerables por la transparencia a los rayos X; el estudio de la cavitación; el uso de maquinaria para cálculos técnicos; las pilas de materiales radioactivos artificiales para aprovechar la energía liberada por la transmutación; la obtención de cuerpos nuevos radioactivos con propiedades de gran utilidad en la conservación y mejora de la salud; los grandes progresos en la fabricación de hidrocarburos para quemar y lubricar; la obtención en gran escala de magnesio y aluminio, así como resinas y plásticos; el transporte de grandes potencias; la construcción de embalses de proporciones gigantescas; la Electrónica, que ha revolucionado las comunicaciones e interviene en los aparatos de medida de la Electrotecnia general; la Televisión; la transmisión por cables y las señales y balizamiento; los vigías mediante microondas; la invención de explosivos como el amatol; la goma artificial y las sedas; los grandes progresos de la turbina de gas y de la maquinaria eléctrica; los órganos de propulsión y, en general, la Navegación aérea, son elementos característicos de la Civilización contemporánea.

El radar aumentando considerablemente la extensión del campo visual; el reactor que permite alcanzar grandes velocidades y la liberación de la energía nuclear por la escisión de núcleos especiales al captar neutrones de bajo nivel de energía (del orden de la térmica ambiente), han sido tres grandes "Hechos nuevos" que han roto los límites de la percepción humana en lo estático y en lo dinámico. Se ve mucho más allá del horizonte, cualquiera que sea su transparencia, y se dispone de ingentes capacidades de transporte y movimiento, así como de considerables concentraciones de energía en el seno de la masa material.

Gracias al examen de la Física del núcleo en elementos de dimensiones lineales del orden de  $10^{-13}$  cm., y longitu-

des de onda de radiaciones del mismo orden de magnitud en los rayos X más duros, se ha podido conocer la reacción nuclear en el Sol y en las Novae; gracias a la Relatividad se ha podido asignar dimensión al Universo, y las mismas fuerzas gravitatorias han sido objeto de análisis que ha conducido a explicar movimientos que lo mismo intervienen en fenómenos de máxima escala que en los de escala mínima. El diámetro del Cosmos alcanza  $10^{20}$  cm. La potencia de 10 entre lo minúsculo dominado y lo mayúsculo intuído oscila entre  $- 13$  y  $+ 29$ . En este intervalo se incluyen los átomos y moléculas, las paredes de la emulsión capilar que envuelve una esfera de aire, los mares, la Tierra, las distancias a la Luna y al Sol, el sistema solar; la estrella más cercana, la Galaxia; la nebulosa espiral más próxima y el conglomerado globular más lejano.

¡Oh maravillosa potencia de lo cognoscible, oh arcano insondable de lo ignorado! La inteligencia abarca amplias lejanías; del conocimiento actual del mundo físico, la imaginación concibe (puesto que espera) la extrapolación del origen y del porvenir, del más allá en el espacio y en el tiempo cuya síntesis admirable y maravillosa compendia la Relatividad restringida. La facultad creadora de la inteligencia humana sublima de las leyes naturales la abstracción del número y con ella edifica la Epistemología, la profunda verdad del Pensamiento vestida de pluralidad de lógicas concordantes en sí mismas. Llega a los firmamentos de la Matemática y de la Ciencia trascendente, en que se abarca lo Posible y lo Esencial. Sin alarde, con el estudio, la reflexión y el entusiasmo, arraiga en el alma la conciencia de su valor por la facultad de conocer.

El lenguaje presta grandes servicios al filósofo. Apenas se concibe quien no pare mientes en él. Kant era excelente gramático. Los matemáticos más ilustres han introducido multitud de denominaciones. Hamilton en 1843, con sus vectores y cuaternios, cuyo centenario se ha celebrado

recientemente, fué el propugnador del "Simbolismo", cuyo estudio había de tentar a Cayley (estudio formal de matrices) y a Sylvester, el más prolijo nominalista. De ahí derivaron la lógica simbólica de Boole, la Ausdehnungslehre de Grassman, el Cálculo de Gibbs, las matrices de Pauli y Heissenberg, y la posibilidad de representación simbólica del Spin.

El cálculo diferencial absoluto, la teoría de funciones y de las ecuaciones diferenciales, los grupos y conjuntos han introducido copioso vocabulario y notaciones que constituyen en sí mismas objeto de estudio. Rey Pastor, en su admirable Memoria sobre los últimos teoremas de Poincaré, a que se ha hecho referencia en la página 25, señala y precisa el vocabulario de Poincaré en el trabajo póstumo de 1912, lo que indica cómo el ilustre y genial matemático servíase del lenguaje para condensar la idea y como elemento de investigación de la Verdad. La introducción funcional del lenguaje es inevitable en la manifestación del pensamiento y en el razonar intuitivo o riguroso. Recuérdese la polémica sobre los fundamentos de la Matemática en las primeras decenas de este siglo; la Axiomática de Hilbert sometiendo a examen los "postulados" de Euclides, y las nociones de interpretación, de categoría, incidencia, orden, congruencia, consistencia, independendencia, continuidad, etc. Recuérdense también las nociones generales de espacios, la Topología, el intuicionismo de Brouwer y la negación del *Tertio excluso*, el planteo de la *Certeza completa*, etc. (\*).

(\*) Véase el excelente opúsculo de H. Weyl: «David Hilbert and his mathematical Work». *Bulletin of the American Mathematical Society*, vol. 50, núm. 9, págs. 612-654.

De Weyl son las frases que siguen, pronunciadas en conferencia dada en la Universidad de Pensylvania: «Las palabras son herramientas peligrosas creadas para el trabajo y la vida de todos los días, tienen su significado adaptado a las circunstancias familiares, pero todo el mundo se cree autorizado a extenderlas a más amplias esferas sin preocuparse de si tienen firme arraigo

### 3. DE LOS LABORATORIOS DE LA TÉCNICA.

La investigación, privativa hace algunas décadas de los laboratorios de Universidad, ha invadido los grandes centros de producción industrial. No vive sólo del deseo de saber, dentro del cuadro universal del Conocimiento; vive y crece y se amplifica por el deseo de perfección, de máxima utilidad y rendimiento, de más acabada economía, de mayor venta, de mejor calidad y más fácil colocación en el mercado. Ciencia es lo mismo que Potencia. Y el descubrimiento, la intuición, la prueba, la indagación metódica, son tan necesarias como las materias primas. Sin Ciencia no hay Progreso. La Ciencia crea sus propios medios de estudio y, en posesión de ellos, se amplía y extiende; de sí misma extrae la sustancia que le da cuerpo como por generación espontánea y proceso de indefinida multiplicación.

El estudio científico es necesario a la Industria, es el modo único de lograr su perfeccionamiento. Toda rutina equivale a sofrenarlo. Estudiar es probar, es inquirir el inmediato porqué, es barruntar de qué modo puede hacerse mejor o más económico o más aceptable el producto que se

en la realidad. Testigos somos de los efectos desastrosos de esta brujería en la esfera política, donde las palabras tienen significado muy vago y donde la pasión humana ahoga la voz de la razón. El científico debe confiar en alcanzar la roca de la realidad a través de la niebla de vocablos abstractos. Por ejemplo, el primer paso en la teoría de la Relatividad es soslayar la creencia dogmática en las voces pasado, presente, futuro. Es difícil aplicar la Matemática mientras el vocablo oscurece la realidad.»

V. *Number: The Language of Science*, por T. Dantzig, 1943, Nueva York, donde se exponen en forma sencilla las propiedades de los números primos, perfectos, amigos, factoriales, compuestos, pitagóricos, racionales, reales irracionales, complejos, fracciones continuas, cardinales transfinitos, etc., los sistemas de numeración binarios, quinarios, decimales, vigesimales; paradojas y antinomias de lo infinito; numerabilidad, teoría de conjuntos, seudoinducción y principios de contradicción, recurrencia, inducción completa, y se da una idea somera de la polémica entre formalistas e intuicionistas a que alude el texto.

fabrica; es indagar cómo lograrlo, con materias primas nuevas o nuevos procesos, y para ello se pone a contribución todo nuevo avance científico, hasta los de la Matemática abstracta.

Para "realizar" las pruebas se instalan grandes y costosísimos laboratorios, no por el Estado, sino por la propia Industria. Los resultados pagan con creces los gastos, con tal de poder confiar en personal idóneo. El equipo de los laboratorios industriales vale cifras ingentes, pero, además, cuando se trata de resolver un problema determinado se dedican a él cantidades tamañas. Y esto se realiza en paralelo, es decir, en varias industrias a la vez, con lo que se crea un ambiente de interés y competencia que facilita la solución. El éxito en la guerra es función casi exclusivamente del adelanto industrial logrado en los laboratorios. País que no inventa o no descubre, tiene que importar del foráneo todo su progreso y, por tanto, renunciar al éxito, y vivirá tan sólo de su materia prima o de su situación geográfica; un fuerte complejo de inferioridad influirá fatalmente en el ánimo de sus habitantes, del que no podrá emerger sin un esfuerzo cada vez más considerable al transcurrir de las horas. Hoy está en América la antorcha del progreso; la vida civil y militar en todo el mundo depende de la fabricación de automóviles y aviones, de la radio, cine y televisión, del progreso en la señalización y comunicaciones, de la potencia de explosivos y fabricación de pertrechos de guerra. Así han sido posibles los alardes maravillosos del desembarco en las playas de Normandía y Bretaña, la obtención de combustibles líquidos de alta eficacia, de cantidades ingentes de material de guerra. La "exposición" de 1933 en Chicago fué dedicada a cómo depende la industria de la investigación científica.

Existen en América multitud de Institutos de estudio industrial fundados por particulares. Lo importante en la Industria no es lo que se conoce, sino lo que no se

conoce aún. Lo que se conoce es archivo, lo que se ignora es esperanza de progreso. La vida humana tiene su máximo aliciente en descubrir por vía de conjetura razonada, como el navegante de antaño tierras nuevas, nuevas riquezas, como el prospector de criaderos minerales de elevada ley. Ciencia es conjetura razonada y ansia de probarla.

Es necesario insistir en la necesidad de la investigación en la enseñanza, en crear personal adecuado para pensar por su cuenta, nueva clase a la que hay que atribuir excepcional importancia y predominio, al menos el respeto y consideración de sus colegas menos dotados, en tanto mayor escala cuanto gozaren éstos de más favor y privilegio de la veleidosa fortuna.

Al ser fundada en 1662 la Royal Society de Londres se impuso en el plan de trabajo que serían examinados alambres de cobre, plata, hierro de igual sección para saber si todos se romperían con igual peso... la contracción del aire... cuánto aire puede retener un hombre en sus pulmones... si hay sexos en los árboles y las plantas e injertos posibles en los animales...

El personal de los laboratorios industriales de investigación en Norteamérica aumentó de 1938 a 1940 en el 50 por 100 del que había en 1938. Durante la guerra última el aumento por año ha sido mayor.

No es investigación actuar según normas establecidas o según textos conocidos (no siempre adecuados) para lograr determinados objetivos; investigación es equivalente a inventar, descubrir, mejorar, adelantar, no es comprobar y medir, aunque esta fase debe necesariamente preceder a la de mayor enjundia.

La invención puramente especulativa es uno de los deberes de la Universidad moderna, pero la invención industrial sobre la base de aquélla no puede ser trabajo de Universidad, sino de los laboratorios industriales. En Estados

Unidos, en 1938, la estadística arroja 500 científicos de primera fuerza dedicados a la investigación abstracta, y otros 30.000 científicos trabajando en Ciencia aplicada; la mitad de ellos en 45 grandes "manufacturas" y el resto en 1.700 industrias diversas. En 150.000 industrias no había investigación aun.

Otra demostración de la eficacia del estudio y la medida, así como del desarrollo industrial sobre bases científicas, es el plan y éxito para organizar la fabricación de la llamada bomba atómica. Intervinieron 3.500 científicos e ingenieros técnicos, 12.000 personas con título facultativo, 125.000 obreros de todas clases, y en totalidad, incluyendo oficinistas, 400.000. La mayor parte de los elementos esenciales de la fabricación eran conocidos de los físicos o químicos antes de la guerra, lo que ésta trajo fué su realización industrial.

Durante la guerra fueron examinadas las propiedades químicas del elemento núm. 94 (Pu), llamado plutonio, y se dedujo que los elementos a partir del 88 formaban otro enjambre parecido al de las lantánidas, con tendencia a la estabilidad en la valencia 3 al alcanzar el Pu. Se extrapolaron así las propiedades de los 95 y 96. Estos elementos nuevos (los últimos conocidos) fueron objeto de fabricación cuando se dispuso de grandes cantidades de  $92 \text{ U}^{238}$  y  $94 \text{ Pu}^{239}$ , de los cuales derivan aquéllos por bombardeo con partículas  $\alpha$ .

Seaborg, profesor de Química en la Universidad de Berkeley, descubrió el Pu y los 95 y 96, colaborando con él otros científicos (cuyas edades van de los veinticinco a los treinta y tres años) pertenecientes a las Universidades de California y Texas. Uno de los colaboradores, R. A. James, propuso para nombrar los elementos 95 y 96 los nombres "delirio y pandemonio", como para significar los trabajos y dificultades para prepararlos.

Del enorme trabajo para conseguir el explosivo "nu-

eleónico" ha resultado no sólo un arma nueva, sino un probable origen de energía, medios nuevos para fabricar radioactivos y combatir la toxicidad en atmósferas industriales; la propagación del calor ha hecho grandes progresos, como la técnica del vacío, el estudio de la corrosión, los procesos de difusión de gases para la obtención del  $U^{235}$ , del helio y demás gases nobles, así como carburantes que antes se obtenían por destilación fraccionada, etc.

En los albores del año actual parece asegurada la posibilidad del uso industrial de la energía engendrada en las transmutaciones nucleares. Según Oppenheimer, director de los grandes laboratorios Los Alamos, la bomba atómica cuesta muchísimo menos que un acorazado y se construye al por mayor (\*).

(\*) Es emocionante seguir el relato de los hechos que condujeron al descubrimiento de la inestabilidad del núcleo del isótopo 235 del Uranio, inestabilidad que dió lugar al liberamiento de neutrones, reacción en cadena y transformación de masa neutrónica en energía según Einstein. Desde 1891, en que Stoney descubre el electrón, hasta 1939, en que Hahn y Strassman comprueban la escisión y liberación de energía en la transmisión material del  $U^{235}$ , transcurren cuarenta y ocho años. Las bombas empleadas en la destrucción de ciudades japonesas se lanzaron en 1945, y la organización industrial monstruo que permitió su elaboración en gran escala pudo desarrollarse en sólo cuatro años, desde el de 1941 al mes de julio de 1945.

Difícilmente podrá definirse ni caracterizarse nuestra época por acontecimiento de más importancia, que inicia probablemente el tránsito a una nueva era en la historia de la humanidad.

El primer móvil es el interés por el conocimiento del mundo material. A ninguna de las grandes inteligencias que jalonan el descubrimiento pudo habersele ocurrido la influencia militar o técnica del mismo. La coyuntura de una guerra aceleró los aportes técnicos e hizo posible la utilización de la nueva energía por los grandes medios puestos a disposición de los técnicos y de los sabios. He aquí una lista de años decisivos: 1895, Roentgen; 1896, Becquerel; 1898, Mme. Curie; 1900, Planck; 1905, Einstein; 1910, Curie; 1913, Bohr; 1919, Aston; 1924, Broglie; 1934, Heisenberg; 1938, Fermi. Este último tuvo la idea de aplicar la transmutación a crear nuevos cuerpos más allá del de número atómico 92 mediante bombardeo por neutrones de masa material relativamente grande, que siendo neutros no serían desviados por el núcleo, también denso. Se estudiaron las trayectorias (choques) con diversas velocidades, y aconteció la "escisión", es decir, la creación de núcleos de número atómico más bajo, cuyos números de masa, sumados, no alcanzaban el número de masa del núcleo sujeto a bombardeo. Este debe hacerse en deter-

La colaboración entre científicos y técnicos se desarrolla y afianza en Sociedades para estudio y publicación de sus trabajos. Todos los días se fundan nuevas agrupaciones sobre la base de trabajos muy especializados. A las Sociedades de Físicos se añaden otras para estudio de la Óptica aplicada, de la Fotoelasticidad, del Microscopio electrónico...

#### 4. EJEMPLO DEL NIVEL INTELECTUAL NECESARIO EN EL QUE ESTUDIA Y MIDE.

La inventiva actual no es cosa del azar, o, si lo es, sólo puede favorecer a las inteligencias de conocimiento y aptitud suficientes. Sólo al que estudia y mide puede ocurrírsele una idea científica; el nivel de cultura especializada que tiene probabilidad de proporcionar un nuevo nivel es ya muy alto, y los peldaños son de contrahuella reducida. Se asciende por trabajo colectivo, esforzado y continuo.

Para dominar la técnica de la destilación y tratamiento

minadas condiciones para lograr la escisión. Estos estudios requirieron tiempo, y fueron llevados a cabo a la vez en múltiples laboratorios. Una vez lograda la posesión del hecho nuevo, la audaz necesidad de aprovecharlo para la técnica y la guerra, determinó la resolución febril de multitud de dificultades, la separación de minúsculas cantidades de materia, la construcción de portentosas máquinas generadoras de grandes energías para comunicar la mayor posible, por la masa o por la velocidad, a los agentes del bombardeo nuclear. La historia incompleta de tales tanteos ha sido contada, y los resultados están a la vista; ya no hay libro de Física a publicar en un futuro inmediato que no se extienda en anecdótica información. El secreto no es propiamente el de los medios técnicos de obtención, purificación, "la sección eficaz", la captura, la resonancia, los núcleos isómeros (isótopos a la vez que isóbaros, de energías diferentes), explosión, contaminación y otras propiedades, sino el de las fuerzas nucleares. ¿Por qué se produce la escisión? ¿Qué mecanismo la regula? ¿Qué nuevas leyes descubre?

¿Por qué el positrón de Chadwick y Dirac es inestable y se combina con el electrón para dar un fotón, y viceversa, el fotón se descompone, creando de su energía dos masas materiales electrizadas con signos contrarios? ¿Qué propiedades cabe atribuir al Mesón de Iukawa que tanta importancia tiene en la Cósmica; cómo producirlo y manejarlo?

de combustibles líquidos naturales es preciso dominar la Termodinámica y la Termoquímica; la Valencia y los enlaces en Química orgánica, la Catálisis, conocer los últimos avances de la Físico-química y de la Física del núcleo, etc. El estudio de la Catálisis requiere la vida entera y, no menos, el proceso industrial del hallazgo del catalizador, del modo de operar y su regeneración. La literatura moderna sobre Catálisis es copiosísima. Problemas como el del movimiento o suspensión del catalizador pulverizado en el seno de un vapor o un gas exigen conocimientos termodinámicos nada comunes, examen de la presión en lo interior de masas granulares de sólidos, conocimiento de fenómenos de adsorción y absorción, etc. Procesos como la alquilación (v. gr., isobutano + isobutileno  $\rightarrow$  isoctano en presencia de  $\text{SO}_4\text{H}_2$  o  $\text{FlH}$ ) necesitan gran precisión en las cuantías, mezclas muy íntimas. Son mezclas viscosas bifásicas de ácidos e hidrocarburos en emulsión, el ácido pasa, según la temperatura, de ser fase interna a serlo externa, lo que tiene gran importancia en el desarrollo del proceso.

Procesos de isomerización del butano y pentano han sido muy empleados en la obtención de gasolinas de aviación, con cloruro de alúmina como agente catalítico y  $\text{ClH}$  anhidro como promotor. La mezcla, para lograr fenómenos de adsorción que entrañan la catálisis, exige presiones elevadas y un conocimiento del paso de flúidos a través de sólidos pulverizados que ha de ser regular y acompasado, lo que obliga a estudiar sistemas de bombas de movimiento continuo o discontinuo, como en los arietes. Un químico debe conocer el transporte de mezclas de líquido viscoso y vapor o líquido y gas a diversas presiones, en cuyas mezclas ocurren fenómenos de inestabilidad en el cambio de estado que dan lugar a explosiones que alteran el gasto.

Véase cómo en el ejemplo anterior no basta el "conocimiento especializado" para resolver un problema, se necesita la colaboración de varios físicos y químicos, cuyos

conocimientos se solapan y en la parte operativa de un proceso químico industrial entra el matemático, el físico, el ingeniero, el operario, el artesano y no menos el que distribuye y vigila el trabajo y proporciona los medios para ejecutarlo (\*).

El magnífico desarrollo de la industria sólo es posible por el trabajo conjunto, por el esfuerzo de todos, la Ciencia avanza por la polarización de voluntades a un mismo fin y en este fin anhelado por todos los que trabajan, coronado por el éxito, está el motivo intrínseco del trabajo y la satisfacción que brinda a la voluntad de esfuerzo (\*\*).

(\*) KRAFT: «Fluid Dynamics, Unit operations review». V. *Industrial Engineering*, 1946, enero, pág. 6. En la misma revista se hallará información sobre Evaporación, Destilación a elevada temperatura, propagación del calor; mezclas, absorción y humidificación, sedimentación, cristalización, flotación, secado, centrifugación, extracción y destilación molecular, con abundante y reciente bibliografía.

(\*\*) M. Boll, físico francés de mérito relevante, en su obra de divulgación *L'Atome, source d'énergie*, 2.<sup>a</sup> edición, pág. 100 y sigs., manifiesta que «la science des faits édifie progressivement le vrai bien et le vrai mal qui sont en perpetuel état de devenir. Le beau langage est indifférent à la vérité et à l'erreur, d'où le vide intellectuel, inherent à toute culture à prédominance littéraire... Notre savoir a une base strictement expérimentale dans tous ses domaines y compris la logique, les mathématiques et le calcul de probabilités: rien de sensé ne saurait provenir d'une autre source, jusqu'à la morale qui est une des techniques de la psychosociologie». Este modo de pensar, más o menos fielmente compartido, se halla casi siempre en la conciencia del que estudia la Filosofía natural o del que llega por ella al estudio de la Epistemología. Más adelante, resume Boll ciertos comentarios de A. Labarthe, como sigue: Devant la transmutation en chaîne du noyau de l'Uranium ou peut avoir deux sortes de réaction: admirer, comprendre, agir ou se sentir vaincu, humilié par les réalisations des autres, s'encroûter dans une vanité sans issue, rentrer dans sa coquille entouré d'un mobilier rococo, usines désuètes, traditions périmées, gloires mortes... La Science est l'intelligence en acte.

## CULTERANISMO LITERARIO Y EXOTISMO TECNICO

### I. LA TÉCNICA Y LA FILOLOGÍA.

Que el lenguaje literario se expanda y difunda mediante voces que son tenidas por intrusas y rechazadas por los puristas, es cosa conocida. Poco a poco dejan de ser intrusas, y, sea con fonética alterada, sea con la original, adquieren carta de naturaleza. Cuéntase que Tiberio hubo de pedir licencia para pronunciar ante el Senado romano la palabra "monopolio", por ser griega. Muchos oídos se complacen en el circunloquio y se escandalizan ante palabras tenidas por excesivamente "cultas".

El bajo latín, de donde derivan los idiomas neolatinos, fué idioma plebeyo, en el que toda libertad y abuso tuvieron cabida, llegó a pervertir el latín clásico, dando origen a transformaciones de voces que luego, a su vez, son origen de sinónimos en nuestro lenguaje o dan lugar a acepciones múltiples de una misma voz. Terreros señala que "echar" tiene 119 distintas, ni más ni menos.

A su vez, el latín, y precisamente el propio de gente culta, matizó de helenismos el lenguaje. "Usum loquendi populum concessi, scientiam mihi reservavi", decía Cicerón. Alfonso el Sabio introdujo en el lenguaje español multitud de voces latinas y griegas. Lebrija era excelente latinista, y por su influencia, el latín fué el idioma culto y de la gente de buen gusto en los comienzos del siglo XVI.

Asombro de los erasmistas de Escalona, que pregona-  
ban la sencillez y claridad, fueron vocablos que hoy tene-

mos por castizos. Pineda dió lugar a escándalo por los neologismos de su "Agricultura". Si bien en el Siglo de Oro un Quevedo denunciará, por afectada, la culta latiniparla, la literatura picaresca admite sin rebozo jergas de germanía. Y Góngora usa en sus poesías palabras rechazadas por sus contemporáneos y de uso corriente en la actualidad (\*). Valdés "toleraba" que se dijera dócil, decoro, ambición. Quevedo, en la receta de su "Aguja de navegar cultos", famoso soneto que comienza: "Quien quisiera ser culto en sólo un día, la jeri aprenderá gonza siguiente", estima culteranismos muchos vocablos que, salvo purpuracia, livor y adunco, son de uso corriente en la actualidad.

Si el lenguaje literario rasgó, indignado, sus vestiduras, pero cubrióse después con neologismos en gran número, y precisamente por ellos enriqueció la lengua y adaptóse a la necesidad cotidiana, ¿qué de extraño hay en que el técnico confíe en que, al fluir del tiempo, los más exagerados exotismos dejen de serlo? Ello no obstante, la indignación de los puristas fué justificada en cierto modo, como lo es ahora que, para hacer frente a la crecida, se construya

(\*) Véanse sobre Góngora los excelentes trabajos de D. Alonso sobre la lengua poética de Góngora, Madrid, 1935, *Revista de Filología Española*. Según ha puesto de manifiesto, Góngora usaba vocablos empleados por poetas anteriores (siglos XII a XIV). Su cultismo fué restauración. Y, a pesar de la crítica de Lope, Quevedo y Jáuregui, pasaron por aparentemente nuevos vocablos a los diccionarios y fueron empleados por los poetas contemporáneos y posteriores. Lo que más llama la atención es la hipérbaton, que en lenguaje poético del Renacimiento era uso corriente, y la repetición y acumulación de procedimientos estilísticos que llega a fatigar y molestar en las composiciones muy largas de tono altisonante. A Góngora es debida gran parte de la extensión y riqueza del idioma castellano. ¿Cabe en una parte del lenguaje de la Técnica la revaluación de arcaísmos como hiciera Góngora en el lenguaje poético? ¿Es lícito, excusable o conveniente decir o escribir, v. gr., tramón, cuatrón, quinsala, etc., para designar diversos maderos? ¿Es lícito incorporar a nuestro lenguaje formas dialectales, como ballarta (de Burgos), falca (del catalán), braña (del gallego), o de regiones americanas, como than-lil o tandil (piedra al caer), zapallar, correntada, rancil (especie de carrizo), como otrora, ceiba, maíz, canoa, huracán, pororooca, etc.?

un embalse regulador, que ello remedia el mal y lo trueca en beneficio.

El técnico quisiera aprender del filólogo y del gramático el análisis morfológico del tránsito y la adaptación definitiva. Es decir, cómo se pasó del griego al latín, de éste al latín vulgar y a los idiomas neolatinos; cómo alteran por regla las vocales y consonantes átonas o tónicas, fricativas, guturales, etc., al pasar del inglés al español o del francés al español; cómo se contraen los vocablos y corren los acentos; cómo se reemplazan los sonidos de fonética diversa (\*).

Interesa también al técnico discernir todo lo posible las etimologías para la resolución y despliegue de sinónimos. Estudiar el orden de preferencia de metáforas, v. gr., la antropológica o somática, la de orden animal o vegetal, la de accidente por substancia, la de momento por el intervalo, la estática por la dinámica, la materia por el objeto, la especie por el género, o viceversa; la de la causa por el efecto, del continente por el contenido, la sinécdoque de la parte por el todo, etc.

El uso de morfemas, prefijos, afijos y terminaciones obedece tal vez a reglas en las traducciones de vocablos corrientes, y a las mismas debieran obedecer los neologismos al tomar carta de naturaleza; son elementos de juicio para dictamen en Filología comparada. Interesan también las modificaciones introducidas en el significado de las palabras y, en general, todo giro o figura que permita la expresión hablada de un concepto o de una cosa por la de otra afín, por lo menos en alguno de los matices que entran o pueden entrar en su definición.

Decía De Marais que en los mercados y plazas públicas

(\*) Es la llamada lingüística comparativa cuyas leyes son muy discutidas. Véase la «Filosofía del lenguaje», de Vossler, editada por A. Alonso y R. Lide. Buenos Aires, 1943. Véase también la formulación de una ley de tipo estadístico en el excelente discurso de Menéndez Pidal sobre la «Unidad del idioma», págs. 195 y 196 del vol. 501 de Colección Austral, Buenos Aires, 1945.

se inventaban muchos más tropos en un día que en múltiples sesiones de académicos. Y, en efecto, así ocurre en el lenguaje ordinario. Son expresiones, en general, de vida efímera, de interés local o circunstancial; pero entre ellas las hay que adquieren certificado de permanencia. Las guerras han introducido varias palabras y locuciones, algunas quedarán, otras se perderán en el olvido (\*). La moda trae consigo vocablos y frases, las prendas de vestir, los coches y artículos de lujo, dan lugar a neologismos más o menos inestables.

En cambio, ciertos juegos y labores de rancio abolen- go mantienen voces arcaicas pero castizas, tal ocurre también con los bailes populares. Esta diferencia opone un valladar a la trivial universalidad de la lengua ciudadana en oposición al habla en campos y tierras de labrantío y a la usada por pescadores y artesanos. El "castellano llano" de tierras adentro, sea en el páramo o en la meseta, en Extremadura, en los bordes del Ebro, en Andalucía, en las soledades pampeanas o en los valles de la cordillera andina, junto al Orinoco o al Magdalena, en el mar Caribe o en Méjico, conserva la augusta naturalidad y la nobleza afable de una lengua clara y diáfana, de fonética sencilla, que dignifica lo mismo al señor que al siervo, pues en materia de lenguaje, no hay en el campo servidumbre alta ni baja, y un labrador alerta puede envanecerse frente al ciudadano de léxico mezquino.

El neologismo técnico es agresivo, y su invasión es comparable a la de un ejército enemigo que aspira a regir el territorio patrio como derecho de conquista. Ocurre pensar en la defensa. No hay otra defensa que el recurso al latín. Así, por ejemplo, eyección, palabra usada, pero no admitida en el diccionario selecto, no produce extrañeza,

(\*) Según estadísticas recientes, la guerra del 14 enriqueció la lengua inglesa con unas 6.000 palabras, y la "radio" ha incorporado al mismo idioma casi 5.000 neologismos.

en cuanto hay en latín "eicio", expulsar, "eictio", "eiectus"; pero el "porpoise", debiera referirse a las voces latinas "mergo", "mergere", "mersi", "mersum"; "demergo", "inmergo", "submergo"; "merso", "mersus"; o bien "salio", "saltum", "absilio", "assilio", "assultus", "circumsilio", "dissilio", "exsultium", "preesilio", "prosilio", "resilio", "transilio", "disulto", "exulto", "exultabundus", "persulto", "praesculto", "transulto"; o bien "fluito", "fluitar", "fluo", "affluo", "confluo", "defluo", "profluo", "refluo", etc.

Otro remedio en la adversidad es la corrección fonética. Las onomatopeias deben confrontarse con palabras de pronunciación fácil y prosodia inveterada.

Se debe evitar el rebuscamiento y la afectación y, por tanto (si no hay razón de peso), excluir palabras, acaso más castizas, más sobrado extrañas y que nadie conoce, para expresar lo que esté, acaso, en boca de todo el mundo, especialmente si se trata de unidades o fenómenos con nombre universal.

Ciertas influencias de las que no se libra nación alguna suelen imponer purismos y arcaísmos; sirva de ejemplo la sustitución temporal en Alemania de "Koefficient" por Beiwert; afortunadamente, tales imposiciones son estériles y duran poco.

No deberá tenerse por oportuno introducir cambios que se oponen a los acuerdos de carácter internacional.

En resumen, es preciso adoptar un criterio ecuánime, aceptar el hecho de la invasión y tratar de encajar el exotismo, demostrada su necesidad, transformándole lo menos posible y procurando que su fonética sea lo menos distinta de la del vocablo origen y lo más acorde con la fonética española.

Para justificar una propuesta de inclusión en el diccionario selecto, si se ofreciera oportunidad para ello, al crear voces nuevas para la denominación de conceptos, hechos o invenciones debidos a trabajos propios, búsquese etimo-

logía en el latín culto y procúrese el máximo acuerdo con lo análogo y afín ya denominado y admitido.

Idea (*idein*, *eidolon*) significa imagen asociada al conocimiento y no hay correlación unívoca entre la idea y el modo de expresarla. El conocimiento necesita proyectarse por analogías cuando la voluntad requiere su manifestación explícita, y la analogía es, de una parte, selección, inteligencia y transporte, metáfora (*Meta-phorein*). Aristóteles expresa una idea semejante al decir que el pensamiento es metafórico y procede por comparación, de lo que deriva necesariamente la metáfora del lenguaje. Todo lenguaje está compuesto de metáforas reconocidas o ignoradas. Los jeroglíficos egipcios y la escritura china son ideogramas traducidos valiéndose de metáforas, como la relación o referencia a matices convenidos traduce el concepto en el lenguaje hablado, v. gr.: cabría, gato, grúa, piernas de la cureña, etc., la representación del sol por un círculo con un punto en el centro, de la luna por un menisco, el llamar cuernos a las puntas de ése; pezón al saliente de un «tapacubos», etc. En orden al origen, cálculo significa en latín guijarro; moneda procede de la acuñación en el templo de Juno moneta; *monare* es prevenir, moneta significa previsor; rivales procede de habitantes de las dos orillas de un río, etc.

Toda realidad objetiva se convierte, en cuanto al ejercicio de su percepción, en el transporte de lo aprehensible sobre lo aprehendido, de lo incógnito a lo cognoscible (o supuesto conocido).

Una voz de mucho empleo está más sujeta a alteraciones fonéticas (contracción, cambio de vocal tónica, supresión de las átonas, etc.) que las poco corrientes. En el tránsito de unas lenguas a otras se observan ciertas reglas (Grassman, Grim, Verner) que, al confirmarse del mismo modo en varias a la vez, parecen indicar un origen común.

En lenguas primitivas se dan casos, no ya de que un mismo nombre tenga diversos significados, como ocurre, v. gr., con «operación» en la nuestra, sino que tenga significados opuestos, como «baruch», que es a la vez bendito y maldito en hebreo. Lo general es que a un significado puede oponerse el contrario u opuesto para mayor aclaración de ambos, expresable por otro vocablo, v. gr., simpatía y antipatía, blando y duro, agrio y dulce. El significado puede, no obstante, variar con el tiempo.

El latín vulgar difería del clásico en el acento, en el vocabulario y en la pronunciación, *equus* es clásico, caballo, vulgar. El Cristianismo introdujo multitud de vocablos y la Escolástica, a su vez, y los sistemas políticos, wigs y torys, güelfos y gibelinos, liberales y conservadores, radicales y republicanos. Y como la política cambia de nombre como la veleta de dirección, entran continuamente en el léxico nuevos «ismos» que no es fácil definir, pero de que habla todo el mundo como si así no fuera, por asimilarlos a tal o cual personaje, dolor sufrido, ilusión acariciada, complacencia u odio.

Los espectáculos públicos, diversiones, propaganda y medios de locomoción son fuente de barbarismos que en generalidad de casos proceden del extranjero: como filmar, jazz, chófer, tranvía, revólver, frigidaire, victrola; algunos de estos vocablos corresponden a determinadas técnicas y oficios.

Todo vocablo tiene su historia, nacimiento, esplendor y llega a hacerse anticuado; su pronunciación, grafía y semántica son variables, pero mantienen

relación con otros vocablos, y la naturaleza de la dinámica de tales relaciones es lo que constituye el tema de la semántica contemporánea.

De muy antiguo, de la época romana, se atribuye a los españoles cierta tendencia verbalista. En los doctores españoles que profesaron en París destacaba el prurito nominalista a veces hasta la tautología.

Avaloran un lenguaje su adaptación a las necesidades de la expresión abstracta, su eliminación de irregularidades, su facultad de asimilación, su facultad combinatoria de elementos simples. La gramática es, por lo general, harto rígida; César no pudo imponerse a los gramáticos de su tiempo, ni la Revolución francesa consiguió eliminar la «e» muda.

En la introducción de neologismos cabe principal papel a los autores de libros y traducciones. La publicación de una serie de textos sobre herramental de talleres, realizada por «Labor», habrá influido tanto como el trabajo de obreros y técnicos extranjeros en nuestra industria. La enseñanza en Escuelas de Ingenieros y de Artes y Oficios contribuye a la difusión de palabras técnicas forasteras. La edición de formularios como el Hütte, por Gili; el Dubbel, por Labor, etc., es fundamental, y muy de agradecer que redactores y editores se hayan esmerado en el empleo de vocablos técnicos, logrando un cierto grado de univocidad en el léxico.

## 2. LA CIENCIA Y EL LENGUAJE.

En el discurso de recepción de E. Picard en la Academia Francesa de la Lengua, donde fué sucesor del ingeniero Freycinet, alega el gran matemático lo siguiente: “Habéis querido elegir un sucesor que, como aquél, pertenezca a la Academia de Ciencias, y, acaso, habéis recordado la influencia recíproca entre Ciencia y Lenguaje, influencia familiar a los filósofos del siglo XVIII sobre la que insistió Lavoisier en el discurso preliminar de su célebre Tratado de Química: *Comme ce sont les mots qui conservent les idées et que les transmettent, il en résulte qu'on ne peut perfectionner le langage sans perfectionner la science, ni la science sans le langage et que, quelque certains que fûssent les faits, quelque justes que fûssent les idées qu'ils auraient fait naitre, ils ne transmettraient encore que des impressions fausses, si nous n'avions pas des expressions exactes pour les rendre.*” Y añade Picard: “No es posible expresar mejor la necesidad de la colaboración entre la

Academia Francesa y la Academia de Ciencias." Recuerda luego Picard la lista de científicos que ocuparon sillones en la Academia Francesa de Richelieu, empezando por Fontenelle y D'Alambert, y menciona a matemáticos, físicos, biólogos e ingenieros. Freycinet, a quien sucede, fué de la Politécnica, que a su vez en 1795 derivó de la Escuela Central de Obras Públicas. La divisa de la Politécnica fué y sigue siendo *Pour la Patrie, les Sciences et la Gloire*, y para lograr el máximo enaltecimiento de esa terna exigió, desde el primer momento, a sus alumnos, la disciplina militar y les inculcó la necesidad de alcanzar el prestigio de la sabiduría por método científico aplicado a diversos estudios. Como consecuencia, ha sido característico de los politécnicos un *esprit de finesse* inherente a su alto nivel científico y ciudadano.

La enseñanza de la Politécnica sirvió de modelo en Europa y en América durante cierto tiempo. Fué a la vez científica y humanista. La industrialización en la época actual ha cambiado mucho las cosas, introduciendo métodos nuevos, acaso más eficaces prácticamente; el espíritu científico exige determinadas aptitudes naturales que no se dan por lo común y es de necesidad acomodar la instrucción técnica a un nivel que pueda ser utilizado por considerable número de estudiosos.

Entre los humanistas, "Ciencia es conocimiento de las cosas por sus *causas*". La definición involucra determinismo. ¿En qué se diferencian la Ciencia de los números enteros, tenida por fundamental por Gauss y por Kronecker, y la Ciencia llamada del Lenguaje? Lo que se llamó causa fué algo más que un axioma o postulado de origen razonable o metafísico. Y, sin embargo, dióse categoría de causa a la atracción de la sequedad por la humedad, que tanto intervino en la explicación del porqué el hierro es atraído por la caramida, explicación que diera Lulio con gran copia



de "certezas" análogas. Inocente parece tal reducción en los días actuales, pero de haber persistido en la necesidad de conocer así las "causas" de las cosas, no andaríamos hoy mucho mejor encaminados si quisiéramos conocer el "porqué" del Magnetismo. Toda la Cosmología refirióse a explicaciones según "principios" tenidos como tales, v. gr., la circunferencia es la trayectoria más perfecta y por tal razón deben seguir esta trayectoria los cuerpos celestes; la Tierra no podía ser redonda porque San Pablo había dicho que los Cielos se extienden como pieles; Tales de Mileto sostenía que el ámbar tenía alma, como el imán, y que por tenerla determinaba fuerzas de atracción y repulsión; pero al preguntar cuál es la "causa" de la Gravitación, nadie fué osado de contestar con razones parecidas.

Causa, en tales cuestiones, no tiene sentido físico. Decimos que la causa del calor solar es el conjunto de reacciones nucleares exotérmicas que conocemos y provocamos; para atribuir visos de certeza a la analogía o hipótesis, nos apoyamos en datos complementarios obtenidos por el examen espectral; pero con ello no hacemos sino referir un caso a otro caso y constatar la unidad o analogía de la "causa", que probablemente no tiene más existencia que la inveterada costumbre de nuestro modo de percibir, nacido del determinismo en la voluntad. Por mucha doctrina que con ingenio mayor o menor quiera revestirse una "explicación" siempre habrá un *ignorabimus* acerca de la esencia de la doctrina.

La intuición es el origen de toda "comprensión" axiomática; los sistemas lógicos pueden ser múltiples y más o menos "puros" o "reductibles". En la Ciencia del lenguaje son mucho menos evidentes que en la Matemática. La Matemática es esencialmente especulativa, los números son la esencia de las cosas, declara la escuela pitagórica, que identifica al número con toda representación figurada. Demó-

crito sustituía la noción de causa por la de razón suficiente (\*).

La invención práctica empieza en Arquímedes, y la Astronomía de precisión en Hiparco. La Técnica comienza en Heron de Alejandría, en cuyo tratado sobre "las Máquinas" figura la frase siguiente: "la mejor educadora es la experiencia".

El problema de "explicar" el movimiento y el de su continuidad referida a la idea de lo infinito, han sido siempre básicos en Filosofía. Su estudio ha conducido a la noción de inercia, a la de las leyes básicas de la Mecánica, a la teoría de conjuntos y espacios, a la Relatividad generalizada, etc.

Descartes fué un gran apriorista, sus explicaciones son pura deducción de "principios", por ejemplo, el de los trabajos virtuales; Huyghens examinó la fuerza centrífuga, pero jamás comprendió la "fuerza" de Newton, que hizo entrada en la Mecánica en 1687. Resulta de ser constante el producto de la aceleración (en el movimiento curvilíneo de los planetas) por el cuadrado de su distancia al Sol. Esta constatación dió origen al principio de la Gravitación universal, con lo cual los hechos se explican por "principios" al parecer deducidos por la experiencia, no *a priori*, como la ley de Newton. Este es el significado del "Hipótesis non fingo". Es la introducción del método inductivo de análisis en el estudio científico; Maxwell representa la síntesis. La Física moderna ha introducido otros principios apriorísticos que recuerdan a Descartes, v. gr., el de la forma invariante de las ecuaciones en el espacio de cuatro dimensiones en que es invariante el elemento de amplitud lineal. De la continuidad se ha pasado a las teorías discontinuas del quantum  $h$  de acción y a nuevos principios *a*

(\*) Platón fué el iniciador de la referencia a cuatro esencias: fuego, tierra, aire y agua (hoy son los cuatro elementos constitutivos del átomo); el Estagirita añadió a los elementos de Platón la "quinta esencia elemental de los astros eternos que se dejan guiar por inteligencias divinas".

*priori*, v. gr., el de la incertidumbre de Heissenberg. Del determinismo con paso incierto se ha pasado al juego de máxima probabilidad, estableciendo *a priori* la existencia de un "colectivo".

¿Cuántas voces hay en la relación anterior! ¿Pero es posible dar de ellas una definición? ¿En qué consiste un colectivo, qué es realmente, qué comprende y qué explica; causa, principio, hipótesis, certeza, realidad, esencia, analogía, etc., son algo más que palabras que cada cual interpreta a su modo? ¿Sobre qué elemento común cabe una interpretación suficiente para que las frases en que intervienen tengan apariencia de raciocinio? (\*).

Quedan relatadas en lo que antecede sucesivas evoluciones y sinonimias; la semántica es esencialmente variable con el tiempo, y de tal evolución no se conocen aún leyes taxativas ni determinantes ni estadísticas ni fenomenológicas.

Acaso nos engañamos al postular la existencia de una realidad coherente y asintótica como alcance y resultado de la búsqueda y del análisis. Galois afirmaba que el espíritu humano está destinado a estudiar, no a conocer; a buscar, no a encontrar, la "Verdad". Varias veces lo afirmamos en este discurso. No es novedad. Goethe lo dijo: "No importa el fin, sino el camino." El máximo goce del alma despierta es el estudio, es aprender. El estudio y la medida nos permiten la invención indefnida; la reflexión engendra el descubrimiento. La felicidad del espíritu radica en la posibilidad de razonar. La invención, a su vez, fecunda y engendra aplicaciones que son la base de la civilización humana, del modo de vivir, de la caracterización del gusto, y de las variaciones que con el tiempo sufren la Moral y el Lenguaje.

(\*) V. E. de Rafael: *El valor objetivo de los conocimientos y teorías científicas*. Madrid, 1943.

## TERCERA PARTE

### PLAN DE TRABAJO Y COLABORACION

Para lograr un resultado positivo y no defraudar esperanzas o frustrar sesudas iniciativas, es necesario obedecer a un plan razonable de trabajo.

Este plan no debiera ser nueva invención ni inveterada rutina. Con porfiar en lo eficaz y descartar lo estéril, se conseguirá el éxito inicial, generador de confianza.

Son necesarias perseverancia y porfía mejorando constantemente lo anterior. Iniciativas que hayan rendido algún fruto deben servir de núcleo de cristalización. Por ejemplo, las siguientes:

1.<sup>a</sup> Reedición de textos y diccionarios antiguos, como se ha hecho, por ejemplo, con la "Instrucción náutica para navegar", de García de Palacio, ya mencionada, reimpresa por Cultura Hispánica en 1944. Esta obra contiene un diccionario de vocablos náuticos.

2.<sup>a</sup> Examen de neologismos y propuesta de voces para expresar conceptos nuevos, sometiéndolos previamente a la sanción del uso. Labor inicial en la que deben admitirse enmiendas y discusiones, aportación de argumentos y las justificaciones debidas.

A tal objeto debiera reservarse lugar adecuado en revistas de Ingeniería, sean de Técnica general o especializada, y singularmente en los periódicos profesionales más

leídos en América y en España, sintetizando lo más notable que haya sido tratado o sugerido por los demás. Tales requerimientos, al cabo de un tiempo prudencial y conociendo por ellos la opinión de los usuarios, podrían conducir a síntesis concretas, resumen de la cooperación entre todos los interesados. Las revistas de ingeniería de Buenos Aires, de Santiago, de Lima, de Montevideo, de Méjico, de Bogotá, La Habana, Caracas y Madrid; las publicadas en idioma español en los Estados Unidos, las revistas de Obras Públicas, Maquinaria, Ferrocarriles, Cemento y aun los órganos periódicos de Artesanía y Oficios, de Arquitectura y Decoración, etc., debieran dedicar atención al análisis de neologismos, como ocurre en los periódicos destinados a Literatura y Filología y aun en semanarios y publicaciones periódicas de interés general.

Se crearía así una base para propuestas de vocablos a la Academia del lenguaje, la cual no puede admitir sino los ineludibles y estables, sometiénolos siempre a discusión, fundamentada en el examen etimológico y fonético, así como en la facilidad o dificultad de adaptación.

3.<sup>a</sup> Las Asociaciones profesionales, en sus publicaciones, revisadas por persona entendida en gramática o por lingüistas conocedores de la evolución del idioma, duchos en lenguas clásicas y modernas, podrían dar a luz diccionarios de neologismos, incluyendo definiciones lo más correctas posible. A este trabajo podrían cooperar Escuelas técnicas y Universidades, con libertad de opinión, pero obediendo a una prudente disciplina (\*).

(\*) Muchas Asociaciones técnicas de diversas nacionalidades celebran reuniones anuales o Congresos. Actos de esta naturaleza son muy propicios, cuando el idioma es común, para llegar a conclusiones sobre el lenguaje y propuestas de adopción de neologismos necesarios para no quebrar su unidad, siquiera fueran provisionales.

En la revista *Ingeniería Naval*, órgano en España de los ingenieros navales, un Comité de Nomenclatura propone, para darles estado oficial, diversos tecnicismos, que razona y define en aquella publicación. Hasta ahora (1946) el Comité, funda-

4.<sup>a</sup> Traducciones de glosarios técnicos forasteros, crítica de los que se publican y discriminación de errores en los mismos (\*). Examen de los vocablos empleados en las llamadas "Normas" (\*\*), que tienden a protocolizar dimensiones de piezas y órganos de maquinaria, procesos de fabricación, etc., con objeto de facilitar ajustes y reemplazos. Pulcritud y esmero en la redacción de ordenanzas, proyectos de ley, programas de enseñanza, etc.

5.<sup>a</sup> Disciplina por parte de técnicos y traductores y, asimismo, editores de catálogos, textos, formularios, anuncios y propaganda, en acatar el general consenso. Empleo obligado de los vocablos aceptados y sancionados en la redacción de memorias, proyectos, códigos de prueba y pliegos de condiciones facultativas, especialmente en publicaciones oficiales, concursos y subastas. Las imprentas que usualmente se dedican al libro técnico debieran tener correctores puestos al corriente de los neologismos y su ortografía.

6.<sup>a</sup> La labor de síntesis y aceptación definitiva debe confiarse a una Academia, que podría ser la Española, ayudada por las de Ciencias puras y aplicadas de las diversas naciones americanas y de España, a las que pueda dirigirse aquélla en consulta, y en caso de duda obtener el asenti-

do en 1944, cuyo origen data de 1936, ha examinado, propuesto o discutido: gicleur = surtidor; hélice de palas, giratorias, mejor decir reversibles; chaqueta o camisa de refrigeración, mejor «envolvente»; para sustituir riñones en las chumaceras Mitchel, propone «sectores pivotados»; émbolo buzo o motores de tronco, propone sustituirlo por motores sin cruceta; «soporte cojinete», empleado en ciertos casos, por chumacera, y sugiere reservar el nombre de cojinete al conjunto de los dos casquillos donde roza el eje o los «rodamientos» que los sustituyen; coeficiente volumétrico sería llamado coeficiente de relleno; bocina se llama a lo que es propiamente el arbotante de bocina, etc.

(\*) La Sección de Información del Instituto Nacional de Técnica Aero-náutica ha emprendido la traducción española de diccionarios políglotas; v. gr., el *Aeronáutico Militar*, de Gladkowsy, y el *Diccionario de Radio*, de R. Stranger; la terminología aeronáutica del *Registro italiano navale e aeronautico*, y el *Raport 434* (1933) del N. A. C. A., etc.

(\*\*) V., más adelante, en la nota 8.

miento de sus hermanas las Academias literarias de América con las cuales está la Española en íntima relación.

Que no por arbitrio de unos pocos, sino por convenio y cooperación de muchos, y obedeciendo la norma que se estableciere, quedaran los neologismos en condiciones de figurar en el índice del lenguaje selecto.

Tal vez el proceso sea largo y de lenta elaboración. Pero en materia tan difícil lo esencial es asegurar una marcha regular, segura y estable, como la de la estrella en el firmamento aparente, sin probabilidad de oscilación o retroceso. Como las estrellas sujetas a eclipses, reconocer el brillo del astro desaparecido cuando manifiesta nuevamente su radiación, sea visible, sea revelada por el espectroscopio. Y admitir los neologismos como las "novae" (que son raras) una vez fijadas claramente sus coordenadas, su espectro y acaso su paralaje.

7.<sup>a</sup> Terminar la publicación del Clairac con los apéndices indispensables o emprender su reedición, o verterlo en los nuevos diccionarios, procurando la inserción de neologismos aunque no hubieran recibido sanción académica, con objeto de servir de ilustración general y distinguiéndolos de los definitivamente admitidos en el tesoro del lenguaje. Procurar todos los medios para que puedan terminarse tales obras en plazo lo más breve posible y asegurar su actualidad por la aparición de apéndices anuales que recojan los trabajos a que antes se ha aludido (\*).

Dar publicidad a ediciones de sociedades industriales para facilitar la venta de productos, con versiones castellanas de términos técnicos, como, por ejemplo, los que se refieren al sondeo y comprenden maquinaria, "derricks", canali-

(\*) Acerca del Diccionario Tecnológico que concibió Torres Quevedo, y cuya redacción ha sido encomendada a la Academia de Ciencias bajo la dirección de Novo y F. Chicarro, véanse un artículo del mismo autor en *Ingeniería y Construcción*, noviembre de 1923, y «Perspectiva de una enciclopedia nacional», del mismo. Discurso leído con motivo de la Fiesta del Libro en 1941.

zaciones, testigos, herramental, etc., nombres, por lo general, poco comunes.

8.<sup>a</sup> Estimular en las Escuelas de Tecnología e Ingeniería el conocimiento del idioma y especialmente del vocabulario técnico.

En ciertas revistas de Filología (\*) se publican a menudo monografías sobre determinadas labores del campo, menesteres de artesanía, vocablos de uso doméstico en el ambiente rural, etc. Podría hacerse lo mismo en el orden técnico, v. gr., las piezas y operaciones que intervienen en el embutido de chapas podrían ser objeto de estudio monográfico aclarado con figuras y croquis. Cabría confiar tales trabajos a estudiantes, para que los realizaran durante los trabajos de práctica en los talleres y obras o en los tajos y labores mineras, indicando de un modo especial las voces y operaciones que constituyen neologismo o arcaísmo.

La operación de botadura de un barco que desliza a popa en dirección de su eslora hasta quedar a flote, puede describirse empleando los siguientes vocablos: grada (de "cradle" ?), basada, llave, picadero, quilla, escora, puntal, pantoque, camada, cuña, solera, retenida, estacha, anguila, imada, frisa, cajera, cerrojo, estiba, mandarria, carena, arbotante, escantillón (scantling), roleta sebo, taco, cuna, cejón, casquillo, cantonera, perno, guardamonte, canto abocalado, santo, guía, contrapeso, casco, grasa, contrallave, jaboncillo, rozamiento, gato, gata, zuncho, bloque, pie, riostra, azuela, galopín, barreno, taladro, almohada, trinca, almohadillado, contrete, cincha, altar, boya, freno, baliza, tosa, macizo, saludo, antegrada, proa, popa, roda, fricción, cabezada, flotación, gigantones, pie de roda, amortiguamiento,

(\*) *Volkstum und Kultur der Romanen*, etc. En 1933 publicó aquella varios trabajos sobre el lenguaje en la Albufera, en 1937 acerca de la vid y el vino en determinada región, sobre el lenguaje de los pescadores de Finisterre, etc.

varadero, manga, francobordo, arbotante, calzo, cala, calabrote, pleamar, aguaje, repunte de marea, vaciante.

No hay neologismos en la relación que antecede, son voces usuales, y los contraamaestres y maestros de gradas las emplean constantemente en sus órdenes y diálogo con los obreros. Si se describiera la botadura de formas nuevas, llevada a cabo de modo distinto, por ejemplo, por "deslizamiento" transversal o de "costado", aparecerían necesariamente nuevas voces.

9.<sup>a</sup> Como índice preliminar de vocablos a proponer a la Academia para su inclusión en el diccionario convendría recoger toda información en publicación no periódica debidamente subvencionada. Esta publicación debiera ser dirigida por personal adecuado en América y en España. En América pudiera tener sede en las grandes capitales, y en España, en Madrid. Podría confiarse al Centro Argentino de Ingenieros, a los Centros análogos de las demás naciones de América, y en España a la Academia de Ciencias Exactas, que patrocina la edición del nuevo diccionario técnico, quedando la citada publicación al cuidado de una dirección competente. La publicación transmitiría a la Academia Española propuestas razonadas con la autoridad debida al prestigio de los proponentes. Probablemente fuera éste el propósito del ingeniero Torres Quevedo, inventor ilustre, que perteneció a esta Real Academia (\*).

## FINAL

En el epílogo del drama "Enrique IV" (King Henry IV), segunda parte, su ilustre autor pone en boca de un compar-sa las palabras que voy a traducir con alguna variante:

Ante todo, he de expresar al público que me escucha,

(\*) V. su discurso de entrada. Madrid, 1920.

mis temores, la duda de mi acierto; en segundo término, mis deudas de gratitud y cortesía. Recelo vuestro desagrado, y ruego perdón por lo que en mi discurso fuera inexacto o impropio. Si esperaba el auditorio una oración excelente, habré desmerecido; lo que haya podido decir, sólo a mí concierne, por mi culpa; el conocimiento de lo que me holgara haber dicho, originaría en mi ánimo tormento y vergüenza por evidenciar el desacierto...

La traducción no necesita comentario y encaja como anillo al dedo en este momento.

Mas, para dar digno fin a mi discurso, he de recurrir a conceptos o sentimientos carentes de todo egoísmo, aun fundido en molde de obligada y natural modestia. Por desventura, al inmediato conjuro de mi voluntad, forzada por la introspección, acuden sólo en forma vaga ideas deshilvanadas, como cadencias imprecisas que articularan apenas la frase melódica.

De súbito, solemnes y profundas, irrumpen las notas de un himno soberbio (\*), y, simultáneamente, por aquéllas inducida, evoca el alma la imagen de un amigo que, en no remota fecha, la parca Átropos, cortando el hilo de su vida, arrebatara de vuestro círculo. Reforzada por la atención y sostenida con empeño, la imagen va adquiriendo lentamente mayor relieve hasta bordar, sobre la trama y urdimbre de la memoria, el recuerdo grato y venerable del hombre ejemplar, espíritu selecto, conducta sin tacha, corazón todo bondad. Ese fué vuestro Director D. Miguel Asín (\*\*).

(\*) Compases núms. 16, 17, 18 (Gott is die Lieb!) de la canción espiritual *Die Liebe des Nächsten*, de Beethoven, letra de Gellert.

(\*\*) González Palencia leyó en elogio de Asín (1871-1944) en la sesión de esta R. Academia, de fecha 18 de octubre de 1944, un discurso publicado en «Arbor», núms. 4 y 5. Oct. 1944.

Él me propuso para Académico de la Lengua. Acaso fuera su único yerro, del que me holgara mucho hubiera perdón del Señor. El fué y será maestro de todos, en mérito, porfía y seriedad en el estudio, modelo a imitar para cualesquiera cultivadores de las Letras o de las Ciencias. Todo sencillez y humildad, santo siervo del Dios que perdona y otorga bienaventuranza a los que mendigan bienes del espíritu, "Deus qui laetificat". Escolástico que descubrió las fuentes musulmanas de la poesía cristiana del Dante. Adalid que, en combate singular, triunfó de sus impugnadores, protegido por gallardo escudo, cincelado en densas horas de meditación esforzada; a la mano el estilo, lanza de penetrante argumento; al soslayo el estandarte de la escuela arabista; en el casco el airón señero de su afán y de su tesis.

Diéronse en él las cualidades que más ambiciono: Fué noble, fuerte, sabio y bueno.

NOTA N.º 1.—ORDINATIONES RIPARIAE, TABLAS ALFONSINAS, PORTULANOS, VOCES ARABIGAS EN PLATICA MARINERA, ETC.

1) Jaime I de Aragón y Cataluña, expidió cédulas en 1243 para la demarcación de la playa de Barcelona y en 1258 fueron recopiladas las diversas leyes marítimas en las *Ordinationes Ripariae*, primer código naval escrito que conocieron los países del Mediterráneo.

En 1268 instituyó a favor de los ciudadanos de Barcelona «integram licentiam et potestatem» para elegir cónsules «in partibus ultramarinis et in terra de Romania» y la institución consiguiente fué imitada y copiada. Probablemente anterior a esta fecha es el «Consolat de mar», código de la marina mercante que recoge la tradición antigua y adquirió gran autoridad en todo el Mediterráneo; en las marinas de Pisa, de Florencia, de Génova y de Venecia, se llama al libro del Consulado compilación de leyes marítimas barcelonesas. Fué el texto de jurisprudencia en el derecho marítimo de todo el Levante. Consta de 252 capítulos, con apéndices sobre ordenanzas náutico-militares de los armamentos en corso. Fué impreso por primera vez en Barcelona en 1502 (algunos opinan que en 1489). En 1832 (Barcelona) C. de Pallejá, «Bayle por su magestad del real derecho de corps», publicó una traducción. Fué también traducido al francés, italiano, etc.

En los siglos XIII y XIV, los herreros de Barcelona habíanse erigido en corporación, y uno de los más hábiles, Blas Sunyol, fué encargado de la construcción de las verjas de la catedral de Nôtre Dame en París. Rejas, aldabones, cerraduras, bisagras, cofres, candelabros, arañas, trípodes, facistoles, portaastas, balcones, etc., pregonaron a toda Europa la habilidad de los herreros burgaleses, salmantinos, navarros y catalanes.

A los últimos se atribuye la forja y horno de igual apelativo, descrito por el francés Agrícola, en su tratado de Re metalica, de 1546. El refinado del hierro colado logrado en el crisol de la forja catalana por el carbón vegetal fué substituido por el «pudelado» (del inglés, «puddling», «puddle», remover, agitar), en que la masa fundida de hierro colado en hornos de reverbero es «afinada» por la llama; para facilitar el ataque se «remueve y agita».

2) Las tablas Alfonsinas debidas a Isaac Zacut (\*) y el tratado de fecha 1286 escrito por Ramón Llull sobre la brújula fueron elementos de saber universal desde los siglos XIII y XIV; la famosa escuela de Sagres, fundada por Enrique el Navegante, fué dirigida por Jaime Ribes de Mallorca (Jafuda Cresques lo boxoler), (1420), maestro de Colón, hijo de Abraham el autor del mapamundi de 1375; y los tratados del arte de navegar de Pedro de Medina y Martín Cortés, de mediados del siglo XVI, fueron traducidos a varias lenguas cultas.

Cuestión debatida y opinable es la del mérito que quepa atribuir a los portulanos mallorquines de antes del siglo XV, v. gr., el de Viladestes (1413), en que se habla de la excursión de Jaime Ferrer en 1346 al Río de Oro.

Gómez Texeira, eminente matemático portugués, creía que la influencia de Abraham Zacut (\*\*) (siglo XV), natural de Salamanca, profesor de Astronomía en

(\*) Los libros del saber de Astronomía se terminaron en 1277. V. J. A. Sánchez Pérez: *Alfonso X*. Madrid; págs. 242-260. Contiene abundante bibliografía, págs. 119-176.

(\*\*) V. *Abraham Zacut*, por F. Cantera. Madrid; 225 págs. Con bibliografía, págs. 92-102.

Zaragoza, y de su discípulo Visinho, portugués, fué decisiva en la Astronomía náutica del siglo xv.

La conquista del Mediterráneo oriental por los turcos, la derrota por el Cabo de Buena Esperanza abriendo el camino de las Indias orientales y el descubrimiento de América, trasladó todo el interés marítimo a los mares de Occidente y las grandes riquezas en metales preciosos que en naves españolas arribaban a Sevilla, la necesidad de los mismos para pagar los ejércitos que mantenían el prestigio de la Monarquía en tierras de Europa y otras causas, trajo la más completa decadencia para la marina mediterránea; y así como en los vocablos actuales es acusada la influencia del norte de Europa, así como la galaico-portuguesa, francesa y eúscara, la de los vocablos lemosines, genoveses y venecianos es apenas perceptible.

Véanse especialmente los escritos de A. Capmany y de Montpalau, «Memorias históricas sobre la Marina, comercio y artes de la ciudad de Barcelona», Madrid, 1774, 2 tomos admirablemente impresos. Idem, «Cuestiones críticas», Barcelona, 1807, y su glosario castellano de los vocablos náuticos del libro del Consulado. De la «Marina española de la Edad Media» existe una exposición por F. J. de Salas, Madrid, 1864, que contiene el texto de las Ordinationes antes citado, págs. 495-503. Segunda edición, 1925. Se leerá con agrado el libro de Gervasio de Artíñano, sobre «Arquitectura naval española» (de madera), Madrid, 1920, págs. 13-76 y apéndices I-V.

Sobre tales materias se ha escrito mucho y enconadas polémicas tratan de esclarecer méritos y nacionalidades. Fuente de información fueron principalmente los trabajos de Navarrete en los que se apoyaron Menéndez Pelayo, Vallín y otros muchos. Un resumen admirable contiene el libro de Rey Pastor, *La Ciencia y la Técnica en el descubrimiento de América*, Buenos Aires, 1942, que en lo sucesivo se designará por R. P.

3) Sobre la contribución española a la Cartografía, véase la *Monumenta Chartografica Indiana*, publicada por el Ministerio de Estado en 1942, con prólogo de Novo y F. Chicarro, así como el discurso de entrada en la Academia de la Historia, de F. Guillén, sobre Cartografía Marítima española, Madrid, 1943. Id. R. P., págs. 101-112.

Acerca del descubrimiento de la ley de variación en la declinación anagnética por Colón, y los estudios sucesivos por Alonso de Santa Cruz, que creyó, según las ideas de aquél, poder precisar las longitudes por la diversa declinación magnética de los meridianos (?) (1530); de Juan de Castro (1538) que descubrió la influencia de los hierros de abordo; de Martín Cortés (1551) que introdujo la noción de polos magnéticos, V. R. P., págs. 158-162.

El problema de la determinación de longitudes en alta mar, ocupa un capítulo páginas 93-100, en R. P. En su redacción se aclaran las propuestas de Jaime Ferrer, el cosmógrafo que intervino en el señalamiento de los límites impuestos en Tordesillas en 1494. La solución de Ferrer equivale a la resolución de un triángulo rectángulo curvilíneo en la esfera, del que un cateto es arco de meridiano conocido, la hipotenusa es un arco de curva loxodrómica y el otro cateto es un arco de paralelo. Se da el ángulo que define la loxodrómica. Se relatan otros métodos fundados en distancia de planetas o estrellas a la Luna cuya exactitud por ser muy precaria invalidaba los resultados de la observación.

4) La Real Academia de la Historia recogió en sus Memorias (v. tomo IV) diversas voces traídas por los árabes, muchas de las cuales pasaron al léxico de marina espa-

ñol y se encuentran también en otros léxicos, como acimut, almucantarat, almadia, almadraba, almirante, almanaque, astrolabio, barra, buzo, cable, calafatear, carabela, carraca, corsario, dique, escala, puerto, falúa, fragata, gabarra, izar, lebeche, nadir, siroco, atarazana, timón, javeque, zafar, zenit, dársena, arsenal. Algunas de estas voces proceden del griego, como carabela y buzo (aun hoy son griegos muchos de los que actúan y no forman parte de un «cuerpo» o corporación oficial), y es llamado gergal o gregal al viento que viene de Grecia, como sirocco al de Siria, lebeche al de Libia.

En el Diccionario marítimo de 1831 se indican algunos vocablos de origen portugués y eúscaro, tales son: baliza, fluctuar, roda y branque (roda), orenga u orinque, etc.

5) Mas a pesar de cuanto pueda alegarse así en Ciencia como en Técnica, el movimiento ha sido principalmente centripeto, como ocurre ahora en los deportes. Así en el del polo, del que derivan los juegos de «hockey», «cricket» y «golf», decimos con fonética imitada de la original, turf, green, corner, fault, offside, poney, handicap, freehit, goal, ride-off, y sólo por excepción traducimos umpire, por árbitro.

Deporte es palabra española. El Rey Don Juan el Segundo la emplea en la primera ley sobre número de monteros:

«Ordenamos e mandamos que para nuestros deportes de montería aya dozientos seys Monteros que sean hombres expertos e non sean de los que tratan oficios de sastre, çapateros nin mercaderes.»

En castellano se encuentran voces, acaso arcaicas, propias para designar ciertos juegos. Cachava y cachavazo, por ejemplo, pueden convenir al «golf», raqueta es palabra de origen árabe como se ha observado en otro lugar, etc.

#### NOTA N.º 2.—GARCIA DE PALACIO, PEDRO DE MEDINA, LA CASA DE CONTRATACION DE SEVILLA, JORGE JUAN, ETC.

1) La «Instrucción para navegar», de García de Palacio, está escrita no por un marino, sino por un doctor de Salamanca, oidor en la Audiencia de Méjico, lo cual prueba que en el siglo XVI navegantes y constructores no sabían expresar sus conocimientos con el orden y precisión de los humanistas. Colón, a la vez navegante y naturalista, aprendió el español en Lisboa, no sabía escribir italiano y conocía medianamente el latín comercial, según nos revela Menéndez Pidal. Sobre Colón científico, v. R. P., págs. 163-171.

La Academia Española posee una copia manuscrita de la Instrucción de García de Palacio, que fué del almirante D. Pedro Fernández Navarrete. El ejemplar fué confrontado por Martín Fernández de Navarrete, tantas veces mencionado, en 4 de noviembre de 1790. El manuscrito contiene, además, un vocabulario «navaresco» de fines del XVI, sin nombre de autor, procedente de un original manuscrito de la Biblioteca Real. Contiene tam-

bién un «Vocabulario de los nombres que usa la Gente de mar», por el capitán Sebastián Fernández de Gamboa, procedente de otro manuscrito de la Biblioteca Real (siglo xvii). Sigue un breve diccionario de términos de Marina, sin expresión de autor, hallado entre los papeles del mencionado almirante; un suplemento a los cuatro diccionarios marítimos anteriores y un índice. Otro diccionario marítimo manuscrito posee la Academia, el de Abello, dedicado a Carlos II; contiene las voces descritas en el de Palacio y otras, con extensas digresiones y literatura. El copista indica la fecha de la terminación: 6 de mayo de 1788. Tal vez lo más interesante son las referencias a Crónicas y Cédulas del Consejo de Indias y de la Casa de Contratación. El autor fué oidor de la Cancillería de Valladolid y fiscal de la Casa de Contratación de Sevilla. El original terminóse en 1673.

Al final del xvii y en el xviii la influencia francesa domina en el léxico nuevo. En el xv y en el xvi los poetas, según el ejemplo clásico de Homero, no desdeñan el lenguaje marinero en sus poesías. Lope de Vega, que fué tripulante de la Invencible, usa tecnicismos en la «Jerusalén» y otros poemas. Ercilla, en la «Araucana», etc. Precisamente de la poesía homérica se sacaron las primeras interpretaciones de términos marítimos empleados en la navegación mediterránea.

2) Pedro de Medina, alabado por su «Arte de navegar» impreso en Valladolid (1545), natural de Sevilla (1493-1563), fué presbítero y bibliotecario del Duque de Medina Sidonia, no se sabe que hubiera navegado, pero dispuso, probablemente, de relatos y esquemas de pilotos, así como del tratado de Francisco Faleiro (1535), del que no se conserva copia, y del de Núñez (1537). Martín Cortés, que nació en Bujaraloz, escribió en Cádiz (1551) su «Compendio de la esfera y arte de navegar», tampoco se sabe que se hiciera a la mar. Ambos libros fueron conocidos fuera de España y objeto de traducciones. Sobre el primero recae el discurso de González Palencia en la Academia Española (Madrid, 1940). La Sociedad de Libreros y Amigos del Libro acaba de reimprimir el de Medina, y la Diputación de Zaragoza el de Cortés.

En cambio, Juan Escalante de Mendoza, según cuenta Navarrete en su «Biblioteca marítima española», navegó en los buques de su tío D. Alvaro de Colombres. Escribió en 1575 un itinerario de navegación de los mares y tierras occidentales, del que se conserva un manuscrito en la Biblioteca Real, del cual hubo copia Navarrete. Sarmiento de Gamboa escribió acerca de su expedición al estrecho de Magallanes en 1580; nació en Alcalá.

3) García de Palacio, como ya se ha dicho, fué oidor en la Audiencia de Méjico y antes estuvo en la de Guatemala. Contemporáneos fueron Rodrigo Zamorano, «catedrático», que escribió un compendio del arte de navegar en 1581, y Pedro de Tobar, médico. Andrés de Poza, abogado, escribió su «Hidrografía» en Bilbao y fué dada a conocer en 1585, al final trae un índice de voces empleadas en la navegación. También en el «Arte de fabricar naos», de Tomé Cano (1611, Sevilla), hay una «declaración» de los vocablos que se usan en la fábrica de los bajeles. Pedro de Siria (Valencia, 1602), que escribió sobre náutica, era doctor en ambos Derechos.

4) La Casa de Contratación de Sevilla, las necesidades de la navegación, el conocimiento de derroteros que evitaran los mares infestados de piratas y la obligación de fijar límites y fronteras de influencia o dominio en las tierras nuevamente descubiertas en competencia con los portugueses, estimularía el conocimiento y exposición de reglas más o menos empíricas y conocimientos teóricos, especialmente en lo que se refiere al cálculo de longitudes geográficas. En la invención intervinieron, probablemente, ingenios no mencionados en los textos, alguno, acaso, originario de otros países y contratados para el servicio de la navegación. Los libros impresos recogerían sus enseñanzas y el contenido de otros poco conocidos hoy o desaparecidos, como el de Faleiro, ya citado, el de Labaña (1593), etc. Anterior al de Faleiro se señala un tratado de navegación de Pedro García Fernández, del que Navarrete vió un ejemplar.

5) En su tratado sobre la arquitectura naval española, ya mencionado, nos revela Artíñano cómo el escribir sobre la construcción de buques era tenido poco menos que como temeridad en el siglo XVI. El clérigo Oliveira, portugués al servicio de España, refiere en su «Livro da fabrica das naves», de fines del XVI, publicado por la Academia de Ciencias de Lisboa en 1898, que los entendidos «*sombão de mý porque escreuo*», y navegantes, cosmógrafos, pilotos y constructores negaban autoridad a los autores de libros. Tal era el empirismo de las reglas que, efectivamente, una construcción marinera y provista de artillería era como un acierto casual, y los progresos de la técnica artillera obligaban a variar constantemente las reglas prácticas.

Artíñano trae en su tratado copia del manuscrito núm. 3104 de la Biblioteca Nacional, de Escalante de Mendoza, de 1575 («Itinerario de navegación»), y Fernández Duro lo publicó íntegro en sus «Disquisiciones náuticas», tomo V.

En el mismo libro de Artíñano se hallan multitud de reproducciones de interesantísimos dibujos de D. Juan José Navarro, Marqués de la Victoria, sobre arquitectura naval, obra manuscrita, de 1719 a 1756, y de su texto; contiene también un resumen de la obra de Gaztañeta, del final del siglo XVII (1689), págs. 393 a 427. Las mencionadas publicaciones son muy interesantes para el estudio del lenguaje técnico usado por los constructores de navíos. Los dibujos del manuscrito del Marqués de la Victoria, que se conservan en el Museo Naval de Madrid, con acotaciones y explicaciones en leyendas adrede, son de un valor inestimable, algunos aun desde el punto de vista artístico. La obra fué dedicada a Carlos III.

6) En el siglo XVI, como ahora, los «tratados» son generalmente compilaciones, y es posible que el autor tenga muy poco que decir como cosa suya, original. Podía escribir aquellos textos sobre navegación quien tuviera rudimentarios conocimientos de matemáticas, sin ser matemático. Se copiaban mucho unos a otros los diversos autores. Su mérito intrínseco debe buscarse en la comparación entre los conocimientos que demuestran y el grado de adelanto contemporáneo en otros países, esté o no impreso en letra de molde y en textos de navegación.

El cosmógrafo mayor, Céspedes, que escribió en 1596 su «Regimiento de navegación» y en 1606 sobre «Hydrographia», declara en el prólogo del primero

la ayuda prestada por Luis Jorge de la Barba, y en la segunda, por Rodrigo Zamorano.

7) En los comienzos del XVIII, cuando las escuelas de Guardias marinas hicieron recomendable la edición de textos para la enseñanza, sus autores son, casi sin excepción, gente de mar. Los primeros publicados fueron debidos a Jorge Juan, Mazarredo, etc., iniciadores de una tarea que habían de continuar en el XIX Císcar, Ulloa, etc.

Antiguamente no era costumbre lo que ahora es obligación moral, atribuir a cada cual lo suyo; el autor de una obra daba como cosa propia la aportación ajena, hubiérala adquirido o no. En literatura ocurría lo mismo. Recientemente he leído en Isócrates el famoso compendio de moralidad y buenos consejos que Shakespeare pone en boca de Polonio al despedir a Laertes, su hijo (acto 1.º del «Hamlet», escena 3.º).

Probablemente, el trabajo de cada día impediría dedicar atención a tareas de la pluma, por ser «más importantes» el cálculo, la decisión, como en nuestros días el examen de la calidad de los materiales, su disposición y colocación a pie de obra, el modo de acelerar el trabajo de taller, el análisis de la economía, el estudio de los mercados, etc. El ingeniero que no tiene misión docente o investigadora difícilmente hallará tiempo para escribir.

#### NOTA N.º 3.—DESCUBRIMIENTOS DE NAVEGANTES ESPAÑOLES EN EL PACIFICO EN EL SIGLO XVI

La historia de la navegación y descubrimientos de los españoles en el Pacífico es relato triste de una lucha épica, en que la desgracia parece es la inevitable compañera de los esforzados navegantes. Casi todos acaban mal; pasan cerca de grandes territorios sin acertar a descubrirlos; sólo islas y más islas de la Polinesia, sin riqueza mineral alguna, insignificantes y sin afortunamiento posible, se ofrecen en su camino. De Méjico y del Perú salen continuamente expediciones que atraviesan el Pacífico, y hasta que Urdaneta descubre la corriente y los vientos que corresponden al Gulfstream en el Atlántico, no se encuentra un camino fácil de retorno para las velas perdidas al Oeste del dilatado mar.

Magallanes, que denominó al estrecho de su nombre «Estrecho de Todos los Santos», y la tierra adyacente «Tierra del Fuego», y al mar del Sur de Núñez de Balboa, «Mar Pacífico», y a la primera isla que descubrió en él isla de San Pablo (del grupo de las «Desventuradas»), descubrió también las islas de los Ladrones, y haciendo rumbo a las «Molucas» llegó a las Filipinas, que llamó de San Lázaro, y por un acto imprudente de hombría murió de un lanzazo en Mactán, al querer reducir a un rival del Rajah de Zebú, que se había declarado amigo de España, y que luego, más tarde, fué traidor enemigo. Llegó la flota de Magallanes a Tidore, en las ansiadas Molucas, en 8 de

noviembre de 1521, después de veintisiete meses de viaje, sin jefe, sin los hermanos F. y J. Serrano y sin Duarte Barbosa, y con un solo buque a salvo, en el que arribó Elcano a Sanlúcar y fondeó en Sevilla en 8 de septiembre de 1522 con 31 marineros, que pudieran envanecerse de haber dado la vuelta al mundo.

A la expedición de Magallanes siguieron otras, muy desgraciadas, de Loaysa y Elcano en 1525 a las Molucas, a las Molucas que, por capitulación de Tordesillas, pertenecían a Portugal, y cuyos posibles derechos renunció Carlos de Gante por 350.000 ducados.

En 1527, Cortés envió varias expediciones marítimas al Oeste; las de Saavedra, Grijalva, Alvarado, se perdieron o naufragaron. Los resultados fueron económicamente desastrosos, pero se descubrieron las islas llamadas Gilbert y las Hawaii. En 1565 empezó el primer resultado tangible, la colonización de las Filipinas por Legazpi.

Las expediciones desde Lima no fueron más afortunadas, pero se descubrieron las Galápagos, y Pedro Sarmiento de Gamboa revelóse un marino y jefe de talla al par que inteligente cosmógrafo. Tomó parte en la expedición de Mendaña, fletada para convertir al Catolicismo a todos los infieles, aunque para Sarmiento se trataba de descubrir el Continente del Sur, en el que la tradición incaica señalaba grandes tesoros. Se descubrieron en esa y en otras expediciones las Marquesas de Mendoza, la isla de Jesús (Ellice), la de Santa Isabel, Guadalcanal, Ramos, San Cristóbal de las Salomón, etc., muchas de las cuales fueron «descubiertas» nuevamente siglos después; las Marshall, la Wake, a la que llamaron San Francisco; las islas Humphrey, que llamaron de San Bernardo; las Carolinas, Santa Cruz, todas islas pobres, casi desiertas, como las llamadas Conversión de San Pablo (Chain Island), La Encarnación (Ducie), San Juan Bautista (Henderson), San Telmo, las Coronadas (Aztaeon), San Miguel, Peregrino o Gente Hermosa, nombres ya olvidados; Nuestra Señora del Socorro (Dufb), Taumaco, Tucoma, Virgen María (Gaua), las llamadas después Nuevas Hébridas, etc.

En mayo de 1605, Quirós descubrió, en Nueva Guinea, la «Austrialia del Espíritu Santo», así llamada en honor de Felipe II, Archiduque de Austria, que Quirós no llegó a colonizar ni a poder mantenerse en ella. Torres descubrió después que era Nueva Guinea una isla, y franqueó el estrecho que lleva su nombre. Historia épica y grandiosa de marinos y capitanes que, guiados por la doble idea del lucro y de la más excelsa espiritualidad, hallaron con su esfuerzo el modo de cimentar la gloria inmortal de España.

Gloria inmortal que, poco a poco, va reconociéndose, y que un tiempo desmereciera por parte de países enemigos interesados en arrebatarla. A tal reconocimiento contribuyen con mérito singular los americanos de habla española. Además de las publicaciones oficiales de la Marina de Guerra, ya enunciadas en el texto, contribuyen eficazísimamente los historiadores, los novelistas, los poetas y los diplomáticos. Destaca, entre los últimos, E. Ruiz Guiñazú, cuyo tratado *Proas de España en el mar magallánico* (Buenos Aires, editor Peuser) merece el más acabado elogio, como valor histórico, literario, investigador, narrativo y de perfección tipográfica (\*).

(\*) Sobre la imprenta en América se leerá con el mayor interés el volumen editado por la Institución Cultural Española con motivo del V centenario de la

NOTA N.º 4.—MINERÍA DEL XVI; LA MESTA, LA HERMANDAD  
DE LAS MARISMAS, ETC.

1) Sobre la Minería española en el tiempo del mayor esplendor del lenguaje literario, arte mayor que equivale a una epopeya, véase en primer lugar la «Crónica del Perú», de Cieza de León (1533), traducida al italiano y al inglés; en ella se lee cómo los residentes militares y sus hijos explotaron numerosos yacimientos ayudados por los indios; cómo la madera de los bosques para construir buques; el salitre, el alumbre y el azufre para fabricar pólvora, eran lo que más preocupaba a los guerreros recién desembarcados.

El «Arte de los metales», de Alfonso Barba (1639), se tradujo al francés, italiano, inglés y alemán; la «Historia de las Indias», de Fernández de Oviedo, con multitud de descripciones, fué fundamental en los conocimientos de la minería del siglo XVI.

La necesidad de guardar los secretos excluía la publicación, y muchas labores permanecen aún en el secreto de legajos que convendría descifrar. Los españoles inventaron la copelación y el uso del mercurio para amalgamar la plata. V. R. P., págs. 129-143.

A. Marín y Bertrán de Lis, director del Instituto Geológico, publicó en la revista *Las Ciencias*, en 1944, págs. 899-918, un trabajo muy interesante sobre la Minería en América, del que es copia lo que sigue: Los indios explotaban Guanajuato en 1400, antes de la conquista (1492). Sus hornos se llamaban guairas y estaban orientados adonde soplab el viento. El descubrimiento del Potosí se puede fijar en 1545. Se atribuye el proceso de amalgamación en frío, llamado del patio, a Bartolomé de Medina, minero de Pachuca, en 1557, y en 1572 se halló mercurio en Huancardica. Llegóse en los pozos a profundidades de 500 m. Se construyeron galerías, chimeneas y socavones de desagüe; al principio se achicaba el agua por sacos y bariteles (malacates). A los estériles los llamaban «chiques». Eran los españoles excelentes mineros; en Lima fundaron la Escuela de Mineralogía y en Méjico el Seminario Metálico. Conocieron en el siglo XVI el betún denominado petróleo, copey y chapapote.

En todo nuevo beneficio que se explota en América se encuentran huellas de antiguas labores y minas españolas. Palabras de minería usadas en América en aquellos siglos son: xabecas, busconiles, capellinas (de J. Capellin), cornamusa, pella, ensalmar, patio, beneficio de cazo y cocimiento (Al. Barba), guaira, tornada, tenanero, etc.

Nombres que no deben olvidarse, por su importancia en la Minería española del siglo XVI, son: Pérez de Vargas, Contreras, Lope de Saavedra, Fernández Montalvo, etc. Según Humboldt, el fundamento de la Física del globo se halla en las obras del P. J. Acosta: *Historia natural y moral de las Indias*. V. R. P., l. c.

Imprenta, Buenos Aires, 1940, escrito por J. Torre Revello, y titulado *Orígenes de la Imprenta en España y su desarrollo en América española*. Fué R. Vehils presidente de la «Cultural» al tiempo de publicarse tan excelente impreso, que incluye un capítulo sobre los orígenes de la imprenta en España.

Más tarde, Elhuyar descubrió el wolfram o tungsteno (1821) y A. del Río el vanadio. Las ordenaciones o provisiones reales de minas fueron muy sabias, especialmente en tiempos de Carlos III.

2) Otrosí. Acerca de las relaciones guerreras, políticas y comerciales de Castilla y Aragón con Francia o con otros rivales o entre sí durante la guerra de Cien Años (1337-1433); intervención de las flotas de pinazas y carabelas (al estilo de las naves portuguesas) y otras naos y bajeles de mayor porte; galeones, galeras y galeazas de Castilla transportando lana a los mercados de Flandes y Francia, especialmente a Bretaña y la Guyana; organización de lo Mesta para la exportación general de lana, incluso a Inglaterra, país productor, de donde salió la raza merina; organización de la Hermandad de las Marismas, análoga a la Liga hanseática; su tráfico marítimo y derrotero en el golfo de Gascuña y desde la Mancha a Santiago de Compostela a Berbería y las Canarias, véase lo escrito por el Sr. Viñas Mey en la revista de Historia del Instituto Zurita, titulada *Hispania*, desde 1940 a 1945. Trata también de la parte que, según su entender, cupo a España en la «sacra auri fames» que se desarrolló en el otoño del medievo; de las Bolsas de Brujas, de la influencia de los judíos antes y después de la expulsión, los conversos en España y los deportados, como recaudatarios, tesoreros, almojarifes, arrendadores, prestamistas, valedores, banqueros, contadores, cambiantes, financieros, gestores y administradores. Trata también de las exacciones a templarios, órdenes religiosas y clero, órdenes militares, gremios, aljamas (junta de judíos, morería, judería; del árabe, alchama, reunión) y de sus préstamos a elevado interés a cambio de arriendo de impuestos y concesión de monopolios. Contiene abundante bibliografía

3) Voces usadas en Geografía, Prehistoria y diversas artesanías han sido objeto de estudios publicados por Academias o revistas profesionales. Algunos vieron la luz decenas de años ha o lustros y aun siglos. Trabajos de recopilación de tales elementos contribuirían al mejor conocimiento de vocablos útiles o, al menos, interesantes. V., por ejemplo, Hernández-Pacheco: «Nomenclatura de voces técnicas y de instrumentos típicos del paleolítico», Madrid, 1916; «El tecnicismo en la prehistoria», de E. Cotarelo, etc. A veces se emplean onomatopeyas raras. Del danés «Kjoekken moeddeing» se ha traducido «Quioquemondingo» («kokken», cocina; «Modding», residuo), en español actual es bazofia, del italiano bazzofia. Acaso pudiera figurar como antecedente a otros Vocabularios técnicos el que R. P. menciona, en la pág. 141, con referencia a una cita de Paoli, el «Bocabulario del Humanista», de Juan Lorenzo Palamireno, publicado en dos partes en Valencia en 1569.

NOTA N.º 5.—MONOGRAFIA SOBRE «ABRA»

1) El diccionario etimológico de la lengua portuguesa de Antonio Nascentes, refiriéndose al de Coelho, incluye como etimología del vocablo abra, «habulum», del bajo latín, con el significado de puerto; el de Diez lo tiene como procedente del francés, y Cortesão, da la voz portuguesa «abra» como procedente del español abra y del celta «aber». En francés antiguo se decía «alf», «havene», «havle», «hable», y en alemán antiguo, «haffen», «alfn», «höfn»; en irlandés, «Hrof». Sousa, lo mismo que Vieira, cree que la etimología es árabe: «Ábrah», «âbara». Otros estiman que es un caso singular de sustantivo derivado de verbo (latín «aperire»). Mayer Lübke y Kuhn en el «Zeitschrift für Romanische Philologie», señalan que en Trieste y Venecia se dice «abreo», en dialecto de Groeden «abra», para indicar avaro, misero. Vieira relaciona abra con angra, y estima que abra puede existir en el mar o en los ríos con tal que sea puerto de anclar, abrigo defendido de vientos y marejada y provisto de bastante fondo; Bluteau distingue entre abra y barra, cuando hay barra entran los navíos antes de la pleamar y salen con la menguante, excluye, por lo tanto, el abra con barra.

Es muy probable que el abra de río se refiera a la desembocadura cuando se abre en la roca.

2) La Real Academia Española guarda en su archivo una papeleta redactada probablemente por Pascual Gayangos, que copio a continuación: «Abra, f., Ensenada, surgidero». «Los de la capitana vieron una abra; reconocida la abra, vieron que iba entrando más y más en tierra (Acosta, «Hist. de Indias»). Abertura ancha y despejada entre dos montañas. Cuando había menos nieve en las abras». (Inca Garcilaso «Hist. de la Florida»). Abertura de los cerros causada por la fuerza de la evaporación subterránea y es señal de mina. Para indagar el origen inmediato de este vocablo, veamos las lenguas que lo poseen con acepciones más o menos análogas. Semíticas: Hebreo «jábar», tramitar, atravesar un río, pasar, transponer. Y así compuesto este verbo da «majabor», tránsito, sitio, paso, vado, garganta de los montes, y «majabara», garganta de los montes, vado. Árabe «âbar», igual significado que «jábar», «ebr» y «óbr», orilla, ribera de un río. No es cierto, como dice Sousa, que abra signifique ensenada o anclaje para las embarcaciones. Lenguas indogermánicas: Alemán «Ufer», ribera, orilla; «hafen», puerto, ensenada; «haff», bahía (?). Inglés «harbour», puerto, ensenada; «haven», id. Celta «aber», «ham», abertura, embocadura de río, puerto, ensenada. Lenguas neolatinas: Francés antiguo «hauaire», «havaire», «havreuze», «havrure», puerto, ensenada. Portugués «abra». Provenzal «abro», «bro», campo, país, región, ribera, orilla.

3) Por el simple cotejo se puede venir en conocimiento de que abra, así por la forma como por la significación, procede del francés «havre», lo que se confirma al observar que abra no es muy antiguo en nuestra lengua. Nebrija no lo menciona en su vocabulario, ni hemos hallado rastro de él en el siglo xv. ¿Cómo, pues, lo tomaríamos de los árabes como pretenden Marina y Cassini? Ahora, cuál sea el origen inmediato del francés «havre» y de las voces correspondientes ale-

manas e inglesas, fácil es verlo en el celta «abra» si se tiene en cuenta que esta raíz aparece más o menos alterada en un gran número de voces geográficas de España, Francia, Inglaterra y Alemania, v. gr., «Ebor», «Iiberis», «Ibero» (río), «Evry», Le Havre, «Aber» (isla junto a Brest), «Aberdeen», «Abernettay», «Aberconway», «Ebernach» (río de Baviera), «Ebersbach», etc. Hay más, y es que de «aber» verosimilmente proceden las terminaciones «abro», «abri», «abria», de nombres también geográficos que los griegos y romanos trocaron en «brica» y «brige», acomodando al carácter e inflexión de sus respectivas lenguas los nombres de muchas poblaciones célticas que hallaron en las Galias, Gran Bretaña y Celtiberia. Lo cierto es que las poblaciones en cuyo nombre entraba esta dicción tuvieron algún puente famoso, y por consiguiente se hallaban próximas a un río, ni lo es menos que de ellos proceden el «briva» francés, el «bridge» inglés y el «brücke» alemán, que expresan la idea de puente. Sólo nos falta decir acerca del origen y fuente primera de todas estas derivaciones y para ello determinar la procedencia de «aber». Pues bien, si se tiene en cuenta que todas las lenguas célticas pertenecen a la familia indogermánica, y si a esta consideración se añade la de las afinidades entre los vocablos de lenguas del mismo origen, obvio es decir que «aber» procede del sánscrito «Far» o «Par» (mover o avanzar), griego «peráo», pasar, atravesar, pasar más allá, del otro lado. Las radicales del vocablo celta aparecen igualmente en el sánscrito «upari», sobre, encima; griego «uper»; latín «super», «supra»; persa «aber»; gótico «ufar», «afar»; alemán «über»; inglés «over». Aquí termina la nota de Gayangos.

En el francés del XIII se distingue «Havris et portis»; en la crónica de Froissart, libro III, cap. 112, se lee: «Je vous mettrai en port ou en havre et sans peril», y el verbo «havrer» significa entrar en el abra.

4) El diccionario marítimo de 1831 da para abra el significado siguiente: Todo claro, hueco, distancia o abertura lineal o angular entre dos objetos fijos, como la que forma la tierra o la costa entre montañas y la que presenta la boca de un río, de un canal o de un puerto, la distancia entre los palos de la arboladura, la abertura angular de las jarcias o de la obencadura. Poza dice que es vocablo flamenco y lo considera equivalente a puerto, lo mismo Sarmiento de Gamboa en el primer viaje al Magallanes.

Por la relación que antecede se ve la confluencia de dos conceptos, uno referente a abertura, otro referente a puerto o abrigo. Un tercero se refiere a la boca solamente. Para lograr un significado unívoco que dé una acepción precisa a la palabra empleada en Hidrografía, hemos introducido los matices que se señalan en el texto evitando su sinonimia con boca, bocana, boquerón, ostial, abocamiento, embocamiento, embocadura, entrada, angostura, freo, bahía, seno, ensenada grande o pequeña, puerto, grao, surgidero, tenedero, barra, puente; y de otra parte con vado, collado o garganta, hendedura, sima, etc., a que conduce el examen etimológico o el uso impreciso del vocablo sin distingos ni acepciones.

Se denominan ostiales la boca y entrada de un puerto o abra y avocamiento la entrada de un golfo manifestada por lo general, por el estado del mar.

Si se ha dado cierta extensión al examen de «abra» se ha hecho con la intención manifiesta de cómo debe llevarse el estudio de las voces de carácter técnico y cómo, en conclusión, es preciso establecer un sentido unívoco para alcanzar la precisión que la Técnica reclama.

## NOTA N.º 6.—QUANTA Y CUASI

1) Se ha discutido cómo debía expresarse en español la voz «quantum» y su plural «quanta». Es decir, si se respeta la manera que acaba de emplearse o es preferible escribir y pronunciar cuanto y cuantos. El verbo que exige el sustantivo se ha traducido por cuantificar y la acción por cuantificación («Quantelung»). El adjetivo por cuántico, cuántica, v. gr., estadística cuántica.

En italiano se dice «il quanto», «i quanti»; en francés, le «quantum», les «quanta»; en alemán, «Quantum», «Quanta»; en inglés, «quantum», «quanta»; «Quantum Mechanics». Se dice «quantum jump», «quantum number», «quantum of energy». En inglés, «quantum» se usa desde tiempo inmemorial en farmacia.

Si el inventor alemán, el sabio físico Planck, adoptó «Quantum», «Quanta», parece que este vocablo, tomado del latín, debiera ser conservado en las lenguas neolatinas; el francés lo escribe como el latín, y quanto en castellano se escribió con «q» antes, durante y después del siglo de oro de la Literatura, hasta el XIX. Voces hay que en el español han conservado la terminación latina: «Tantum ergo», «separata», o la «k» griega, «Kilo», «Kyrie», por ejemplo. En Teología es corriente conservar la «q» del latín, lo que abona que en materia científica se haga lo propio.

Otra cosa ocurre con los verbos y adjetivos. El verbo contar puede, acaso, sustituir cuantificar; los sustantivos cuantía, cantidad y cuota son netamente castellanos y pueden, tal vez, sustituir cuantificación. En el latín del medioevo se encuentra, no obstante, «quantificare».

2) El adverbio «quantum» viene de «quam» y como demostrativo relativo tiene por complemento «tantum», que a veces se omite. «Vir in tantum laudandus in quantum intelligi virtus potest.» El sustantivo declinable significa cantidad: «Quanti emit?» «Quantus, a, um» viene también de «quam»: «Quantus in dicendo!» «Tu quantus nihil nisi Sapientia est!» «Quam», como adverbio, es origen de cuanto: «Quam sint morosi, qui amant.» «Quam posum.» «Quam diu, potuit tacuit.» «Quam capiunt laudari.» «Quantopere», etc.

Cuanto es, según su empleo, adverbio o adjetivo, y puede serlo de modo, relativo, temporal, demostrativo, interrogativo. Puede ser sustantivo y pronombre en frases como: «el porqué y el cuánto», «da por bien vendido el cuanto de su voluntad por el tanto de la nuestra», «Cuántas, quiénes y cuáles son.» Da lugar a locuciones adverbiales derivadas del latín, v. gr.: «quantum vis», «quantus libet», «quantuscumque», «quantuluscumque». Dícese, combinándolo con otros adverbios y preposiciones, cuanto más que, cuanto más, cuanto antes, en cuanto, tanto cuanto, cuanto y más, todo lo cuanto, tantas por cuantas, tantos y cuantos, por cuanto, cuanto a. En castellano antiguo se lee «è quando fuere endrezando, abaxargelas quanto una mano»; Boscán, en «El Cortesano»: «Quanto en sí la mujer es templada». Luis de León escribió: «Todo lo quanto se ponen les va bien». Martín Martínez, en su «Philosophia esceptica», dice en 1730: «Muchos aristotélicos que identifican la cantidad con

la cosa quanta... todos los cuerpos por sí son quantos y así la cantidad no es distinta de la cosa quanta.» En el Fuero Juzgo se leen: «quanto quier», «quanto que quier», y contracciones como «quantol».

El arte de navegar de R. Zamorano (1588, Sevilla) lleva por título «Tablas de la declinación del Sol presuponiendo que la mayor es de 23° 28<sup>m</sup> quanto al presente le an hallado los más excelentes mathemáticos.»

3) Muy castellana es la frase «obliga la cortesía quanto la aspereza ofende», y en el lenguaje poético abundan locuciones como éstas: «quanto alegre, turbada»; «quanto atrevida, burlada»; «cobarde quanto insolente»; «cautelosa quanto sabia»; «quanto infelice, gallardo».

Del romance de Juan de Timoneda relativo a la toma de Granada recordará el lector: «Por esa puerta de Elvira — sale una gran cavalgada, — quanto de hidalgo moro — cuanta de la yegua baya — cuanta de la lanza en puño — quanto de la adarga blanca, — cuanta de marlota verde — cuanta aljuba de escalarta — cuanta pluma y gentileza, — quanto capellar de grana — quanto bayo borceguí — cunto lazo que le esmalta — cuanta de la espuela de oro — cuanta estribera de plata. — Toda es gente valerosa y experta para batalla.»

Sed tamen vere dicam, la opinión del que escribe es ésta: que en presencia de la invención y adopción por las lenguas nórdicas, germana y sajona, de los vocablos latinos «quantum» y «quanta» no deben en español ser modificados ni en la escritura ni en la palabra. No obstante, hallando repugnancia en el uso de los derivados escritos con «q», podrían emplearse cuantía, cuantificar, cuántico. En la Técnica, cuántía es voz corrientemente empleada.

4) El adverbio casi, usado como adjetivo, suele escribirse de modo distinto según sea vocablo científico o del habla corriente. Decimos, v. gr.: «funciones cuasi periódicas». Los alemanes, «fast periodische»; los ingleses, «almost»; los franceses, «quasi».

El empleo de arcaísmos para vocablos científicos parece justificado; permite la adopción de una misma palabra en diversas lenguas sabias y por ello no puede, ciertamente, degenerar en pedantería. El lenguaje clásico ofrece una base culta, en la que el concepto científico encaja mejor que en el lenguaje vulgar. Van siendo en número excesivo los vocablos que traducen ideas técnicas o aparatos, como «pickup, push-pull, walkie-talkie, booster, cutoff, buffer, bunching, carter, claxon, bus, buzz, hum, chimming, dees», etc., que en el idioma original, corrientemente, significan vulgaridades.

En el lenguaje científico conviene alcanzar la máxima dignidad en la expresión. El «quasi» de los clásicos puede parecer culteranismo o latiniparla, pero reviste al sustantivo de cierta dignidad que no sienta mal en definiciones fuera del alcance del vulgo. En Venegas leemos: «primero móbile que quasi va con el pensamiento»; en Hurtado de Mendoza: «el monte quasi más alto»; en el Marqués de Villena: «hora quasi poluta», y en los Códigos es empleado al definir los Quasi contratos. La Iglesia señala el día de Cuasimodo, del que el Arcipreste dice que «en él los altares están llenos de alegrías», y en la

Historia de Indias de Fernández de Oviedo se dice que «en los 33° son quasi ordinarios los vientos de Noroeste e Norte».

#### NOTA N.º 7.—NAVEGACION AEREA ACTUAL

1) En la navegación aérea a grandes distancias conviene muy a menudo conocer en vía geodésica u ortodrómica la distancia entre dos puntos de la superficie terrestre, v. gr., entre Londres y Bombay, entre Madrid y Santiago de Chile. Para tal objeto Herrera ha publicado las proyecciones ortogonales del Atlántico y del Pacífico sobre el Ecuador y sobre una superficie cilíndrica coaxil con el eje terrestre, cuya sección recta es el paralelo de latitud 45°. Mediante tales proyecciones se tiene directamente la cuerda del arco que se trata de medir; los rumbos extremos resultan de una construcción sencilla, basta la regla y el compás (\*).

2) Problemas muy interesantes ofrece la navegación aérea como los ofreciera antaño la navegación marítima. El problema fundamental en la época de los descubrimientos fué el cálculo de longitudes, Felipe III instituyó en 1598 un premio de 1.000 coronas; los Estados Generales de los Países Bajos otro de 10.000 florines, y en 1675 se fundó el Observatorio de Greenwich para estudiarlo y resolverlo por la posición relativa de la luna y las estrellas. En 1714, el Board of Longitudes ofreció nuevos estímulos para encontrar una solución práctica para el navegante. Sólo en 1735 se manejó el cronómetro por Harrison, instrumento que da la hora del meridiano origen, lo cual, con el sextante, permite una solución aproximada del problema, pues basta observar la hora cronométrica del paso del sol por el meridiano del lugar, como lo da el sextante. De ahí derivaron soluciones más exactas, el cálculo de Tablas adrede, el cálculo mediante la culminación de estrellas, etc. V. R. P., l. c.

En los tiempos heroicos se fijaba la longitud por la estima del rumbo y del camino recorrido por un madero flotante (log), conocida la longitud del barco y el tiempo empleado por el «log» en recorrerla. Este tiempo se medía de modo singular, por relojes de arena, por la combustión de una mecha con nudos, etc. Todavía ahora se estima la singladura en alta mar de un modo aproximado mediante un contador de revoluciones atado a una cuerda en cuyo extremo va el «log» o corredera que lleva una hélice puesta en rotación por la resistencia del medio, supuesta proporcional a la velocidad relativa.

3) El cronómetro actual se corrige mediante la telegrafía sin hilos que da las horas en meridianos fijos.

La Telegrafía sin hilos permite situar el navío marino o aéreo por el método o el problema de la carta, refiriendo gráficamente su posición angular

(\*) Se encuentran tales mapas editados por Blondel Le Rougery, París.

a dos estaciones fijas conocidas, lo que da automáticamente «el punto». La solución goniométrica es aplicable a la navegación de «altura», es decir, a centenares de millas de las estaciones de referencia, pues a corta distancia del aeropuerto (approaching) el radar permite mucha más precisión.

Los diversos sistemas preconizados para fijar la posición emplean ondas cuya longitud les permite difractarse a lo largo de la superficie terrestre o reflejarse y difractarse en las capas de la iono-esfera. El sistema Loran (Long Range Navigation) alcanza miles de millas de las estaciones fijas en tierra firme, cualquiera que sea el tiempo atmosférico, con cielo despejado o cubierto, y con mayor exactitud que la observación de las estrellas fijas.

4) El aparato llamado Decca permite leer a bordo automáticamente la posición instantánea. Se funda en la interferencia de ondas de fases distintas, emitidas aquéllas por cuatro estaciones que irradian *constantemente*, cada una a determinada frecuencia regida por las vibraciones de un cristal de cuarzo. Elegidas dos estaciones emisoras, el lugar de puntos de igual diferencia de fase en los receptores, una vez reducidas las frecuencias a una frecuencia única, es un hiperboloide. A la altura del vuelo, los diversos hiperboloides dan como secciones curvas hiperbólicas homofocales que están previamente dibujadas en un mapa o en un vidrio transparente y con diversos colores, según los pares de emisoras elegidas. Los aparatos de a bordo dan el número característico de tales hipérbolas para cada dos pares de estaciones fijas, y la intersección en el mapa de las hipérbolas correspondientes a un sistema de dos pares de emisoras da el punto en la carta con una precisión extraordinaria y en cada momento que se desee.

Los aparatos de a bordo que dan las fases son contadores del número de hipérbolas «atravesadas» y medidores de las dos fases recibidas a la vez. La reducción a una sola frecuencia exige aparatos de contralor muy exacto, cuyo peso se procura reducir, y que ocupan cierto espacio. Con ayuda de este aparato se situaron todos los navíos en el asalto a las playas de Normandía con extraordinaria precisión, del orden del decámetro, a pesar de la mediocre visibilidad, alterada adrede por las nubes de humo. Las estaciones fijas de referencia iban montadas en camiones.

El sistema «Decca» trabaja por ondas continuas emitidas con diversa frecuencia por la estación principal (master) y las secundarias (slaves). A diferencia de este sistema, el Loran y el «Gee» trabajan con impulsos de ondas, muy cortas en el Gee; ondas medias en el Loran. Los trenes de ondas están separados por intervalos de milésimas de segundo. El aparato de a bordo debe sintonizar. El receptor es un tubo de Braun, como en la televisión, y se logra la sintonización cuando en el fondo verdoso fosforescente las señales de los trenes de ondas recibidas permanecen inmóviles. Las diferencias en posición (retraso) del tren de la estación principal y las secundarias permite situar el móvil. El operador mide, con ayuda de aparatos especiales, tales diferencias de tiempo en una escala, y luego, en la red de hipérbolas de su plano, por intersección, sitúa el punto que da su posición, necesitándose un tiempo muy breve para obtenerla.

Mucho se ha escrito sobre ventajas e inconvenientes de estos y otros sistemas, y de su posible uso internacional, pero en este discurso se trata sólo de su nomenclatura y definición.

#### NOTA N.º 8.—NORMAS O RACIONALISMO

*Normas de «racionalización» de la Técnica.*—1) Objeto de las «normas» es la economía de trabajo y el ajuste de diversos órganos para facilitar su reemplazo. Tienen, generalmente, carácter obligatorio; una vez aceptadas por los industriales y establecidas por los Gobiernos, adquieren fuerza de obligar. Para redactar las «normas», es preciso usar lenguaje preciso, compendiando los conceptos en definiciones breves, que requieren detenido estudio.

«Norma», en latín es lo mismo que regla, de donde «normal», lo que es correcto, lo que procede según reglas en número, medida y calidad, lo que responde a un fin de ordenación y de síntesis, a una economía del pensar y del hacer. Viene a ser en Técnica lo que en Educación son las buenas maneras, y en Política las ordenanzas, prescripciones y aun las leyes, que, al formalizar el Derecho, son normas del vivir en sociedad. El Comercio se sirve también de normas internacionales para la carga, flete, seguro marítimo, cambio, riesgos del transporte, etc.

El extraordinario desarrollo de la producción industrial exige un cierto orden para alcanzar la máxima economía. De otro punto de vista, la guerra, con la necesidad de cantidades ingentes de pertrechos y la urgencia de sus reemplazos, exige normas cuyo origen remonta a la primera guerra europea (Oficina de Spandau). La fabricación en serie y el transporte a gran distancia sujeta a normas los procesos del trabajo, y a dimensiones fijas los órganos maquinales, v. gr., las roscas, para facilitar la reparación y reducir los costos de mantenimiento y fábrica.

2) En 1926 fundóse, con sede en Basilea, la Federación Internacional de las Asociaciones dedicadas a la normalización o racionalización (International Standardising Associations, I. S. A.), a la que pertenecen Argentina (I. R. A. N.); Alemania (D. I. N.), Francia (A. F. N. O. R.), Inglaterra (B. S. I.), Holanda (C. N. B.), Rusia (W. K. S.), Suiza (S. N. V.), Suecia (S. I. S.), Estados Unidos (A. S. A.), España y otras naciones. Se ha constituido un centenar de Comités que se ocupan en diversas técnicas, v. gr., roscas, engranajes, cojinetes, cañerías, embragues, aceros, órganos del automóvil, del avión, máquinas agrícolas, herramental, materias primas para colorantes, fibras textiles, cinematografía, caucho, documentación, correas, tamaño de los papeles para dibujo y letreros, etc. Aparte de las Asociaciones que responden a las iniciales anteriores, existen muchas más, de carácter especializado, como A. S. T. M.,

en América (para ensayo de materiales), A. I. R., en Francia, para lo concerniente a Aeronáutica, etc. Los trabajos y publicaciones de tales sociedades tienen mucho interés desde los puntos de vista de la designación y del lenguaje.

3) Las normas alemanas, iniciadas en 1917, obedecen a las directrices del Deutscher Normen Ausschusses (D. N. A.), que actúa como Consejo rector y orientador. Las normas se denominan D. I. N. (Deutsche Industrie Normen).

Abarcan la industria y campos afines de trabajo; puede decirse que todo trabajo humano, sea de carácter general o especializado; toda actividad productora o comercial, seguros, administración, incendios, pruebas materiales, forma, calidad, tipo, denominación, concepto, utilidad está sujeto a normas.

Antes de la guerra los ingenieros sabían las normas alemanas de construcción y órganos de máquinas, de una parte, por multitud de publicaciones de la Beuth Vertrieb, cuyo índice anual figura en el Normblatt Verzeichnis (el de 1942 tiene 450 páginas) y, de otra, por las propuestas en los periódicos profesionales, como *Maschinenbau* y *Bauingenieur*, entre otros.

Los libros técnicos traducidos del alemán al español traen en la versión española las normas alemanas correspondientes, por ejemplo, el *Formulario del técnico mecánico*, de Klingelnberg, editado por Labor en 1942. Otras traducciones fueron publicadas en Alemania, v. gr., sobre *Tuercas y tornillos* (1942), cuaderno 2049; *Materiales para coches y vagones* (1931), cuaderno 2007. La hoja D. I. N., 120, se refiere a piezas de grúas y vías (1936); el cuaderno 2033 (1942) trata de caños de hierro fundido y piezas especiales (enchufes, espigas, collares, enchufes con ranura y con rosca, bridas, empaquetaduras, empalmes, codos, taponos; con indicación de las pruebas de recepción, tolerancias de peso, diámetros y grueso, calidad del material, símbolos para designar las piezas, etc) (\*).

4) Gran servicio presta a la industria española el ingeniero Balzola, profesor en la Escuela de Ingenieros de Bilbao, fundador y director de la Asociación Española de Normalización, que entre otros muchos trabajos ha traducido y publicado varias normas D. I. N., v. gr., los manuales 4 y 9, en 1938, que comprenden: acero estirado, forjado, moldeado y sus aleaciones; tubos, traviesas, zorés, alambres, angulares, barras, carriles, cinceles, flejes, pletinas; redondos y cuadrados; cuchillas, gramiles, llantas, chapas; metal blanco; barras, remaches; soldadura, tornillería; caños, bisagras; níquel, cinc, plomo, etc. Otrosí: martillos de forja, muelles y ballestas; traducciones del A. W. F. (Comité para la Economía de la Fabricación), v. gr., medidas haciendo uso de calas (galgas o calibres), relojes (con esfera, aguja indicadora y palpador), niveles y pies de rey (1945), etc.

(\*) La norma D. I. N. 1301 introduce para múltiplos y submúltiplos de unidades de medida la siguiente nomenclatura: T (tera) =  $10^{12}$ , G (giga) =  $10^9$ , M (mega) =  $10^6$ ;  $\mu$  (micro) =  $10^{-6}$ , n (nano) =  $10^{-9}$ , p (pico) =  $10^{-12}$ . Así, por ejemplo, un nanómetro; nm, es equivalente a una milimicra m  $\mu$ . Los símbolos del sistema métrico: K, por mil; H, por cien (hecto); D, por diez (Deka); d, c, m, por deci, centi, mili, completan el cuadro anterior.

La Editorial Balzola está especializada en esta clase de publicaciones; las normas D. I. N., los acuerdos I. S. A., las fichas A. W. F., etc.

5) El periódico *Dina*, la *Revista de Obras Públicas*, la Dirección General de Arquitectura, el Sindicato de la Construcción, del Vidrio y la Cerámica y multitud de otros organismos, dan a conocer normas en los pliegos de condiciones de suministro de materiales y forjados; los catálogos de la Industria contribuyen también a ello por su labor de propaganda, y diversas Escuelas de Ingenieros e Institutos técnicos preparan normas para sus propios trabajos o para la industria en general. En Alemania, lo concerniente a aviación iba a cargo de la D. V. I. (Deutscher Verein für Luftfahrtforschung); en los Estados Unidos, el «Boiler Construction Code», por ejemplo, comprende nueve libros, y ha sido editado por la A. S. M. E., American Society of Mechanical Engineers.

De un modo general, Asociaciones de todos los países, reunidas periódicamente, acuerdan y convienen en atenerse a normas preestablecidas; como en materia de aeronáutica, la antigua «C. I. N. A.», la I. A. T. A., los convenios de 1945 en Chicago, etc. Las traducciones de tales convenios y «códigos» deben ser esmeradas, pues dan lugar a la introducción de voces nuevas que, por el compromiso, adquieren autoridad.

6) En la República Argentina, el «Instituto Argentino de Racionalización de Materiales» (I. R. A. M.) realiza una labor digna del mayor encomio bajo la dirección de su creador, el ingeniero Marcelino Ceriale, autor de un tratado sobre Racionalización. Las normas I. R. A. M. han alcanzado gran prestigio, y entre provisionales y definitivas, han sido redactadas y publicadas muchas hojas sobre unidades, ensayos de dureza, definición y denominación de los productos principales, acero empleado en el armado de hormigón, aceites, lámparas de filamento de tungsteno, matafuegos; «capacitores» de mica para «rادیorecepción»; dibujos, caños de hormigón; fichas y enchufes eléctricos para inmuebles; máquinas eléctrico-rotativas, portalámparas; cañerías para calderas, cañerías de acero y latón; pautas logarítmicas para ensayos de telecomunicación, etc. La revista titulada «Informaciones» difunde modelos de hojas provisionales destinadas a la aprobación definitiva. Son indispensables los trabajos del I. R. A. M. para conocer la terminología técnica empleada en Argentina.

Una de las finalidades del I. R. A. M. es fijar las definiciones, lo que, desde el punto de vista del lenguaje, es labor interesantísima. Figuran en los Comités de uniformación representantes de las más prominentes industrias, entidades científicas y de la construcción; Ministerios, Ferrocarriles, Yacimientos petrolíferos, Dirección de Vialidad, Centros de Ingenieros, Escuelas Industriales, Arquitectos, Electrotécnicos, Bolsas de Comercio, etc.

Es interesante conocer la suma de garantías con que procede el I. R. A. M.; lo que se denomina la «ruta» o expediente de tramitación, desde la sugerencia o iniciativa, hasta la consulta; desde el anteproyecto a la propuesta y autorización; desde el proyecto, al examen por la comisión de uniformación;

desde la norma provisional a las conclusiones definitivas que sancionen la norma oficial.

La American Standards Association comprende diversas secciones que se distinguen por las mayúsculas del alfabeto, a las que se añaden los «Standards» de seguridad y los que introduce el arte de la guerra. Las publicaciones son muy numerosas, la letra C, por ejemplo, que se refiere a Ingeniería de la Electricidad, comprende más de un centenar. En la redacción han intervenido las Asociaciones de Ferrocarriles, A. A. R.; el Instituto de Ingenieros Electricistas, A. I. E. E.; del Petróleo, A. P. I.; de Ingenieros de Refrigeración, A. S. R. E.; la Sociedad de Ensayo de Materiales, A. S. T. M.; del «Bureau of Mines», B. M. T. P.; del «Bureau of Standards», N. B. S.; del Instituto de Ingenieros de Tráfico, I. T. E.; del «Bureau» de Estadística del Trabajo, B. L. S.; de los Aseguradores de Incendio, N. B. F. U., etc. El costo total de los folletos alcanza 200 dólares.

La Sociedad de Ingenieros del Automóvil (S. A. E.) tiene sus normas y prácticas impresas en 10 Secciones; la Sección 5.<sup>a</sup>, por ejemplo, está constituida por tornillería, y a su vez se divide en 12 Subsecciones. Al material aeronáutico se le dedican (hasta 1944) 336 folletos (A. M. S. specifications); las aleaciones del Magnesio abarcan 11 folletos; las del acero inoxidable, 29. Prácticas recomendadas hasta febrero de 1945 comprenden 125 cuadernos. Otras publicaciones son códigos de prueba, v. gr., de máquinas Otto, Diesel y modernos motores de avión.

Todos los años en la A. S. T. M. ven la luz impresos con sugerencias para pruebas y ensayos, definiciones, tablas, mapas, etc. Refiérense a metales, materiales no metálicos, análisis químico de metales, etc. Publica, además, un Anuario, los Proceedings, un Boletín y diversas síntesis y compilaciones y un periódico de información (Industrial Standardization). El número total de folletos alcanzaba en diciembre de 1943 la cifra de 1.200. Las definiciones, aparatos y unidades, etc., son objeto de publicaciones especiales.

El A. I. E. E., en unión con la Canadian Engineering Standards Association, dió a conocer en 1943 un Diccionario de vocablos usados en Electricidad, en cuyo trabajo intervinieron 48 grandes fábricas e Institutos, Academias de Ciencias, Sociedades de Matemáticas, Asociación de Físicos y de Ingenieros de todas clases. El grupo 70 está dedicado a la Electrónica. En ésta define el factor  $\mu$ : (cociente diferencial entre voltajes de dos electrodos cuando una determinada corriente y los potenciales de los demás electrodos son constantes); el factor de amplificación (que mide el efecto sobre la corriente que desemboca en la placa producida por variaciones de potencial del electrodo que sirve de gobierno o contralor); la transadmitencia entre dos electrodos, la conductancia mutua, la capacitancia entre electrodos; «input capacitance» (suma de las capacitancias entre la rejilla contralor y el cátodo y otros electrodos cuyo potencial alterno es igual al del cátodo); «output capacitance» (cuando en vez de rejilla se dice placa); amplificadores o ampliadores A, BB, B, y C.; la terminología propia de los tubos o lámparas de gas; la de las lámparas con efecto fotoeléctrico (phototubes), con sus diversas «sensibilidades»; las de los tubos con radiación catódica oscilante, el enfoque eléctrico y magnético, el factor de desviación; los tubos generadores de rayos X;

la tecnología de los rectificadores de mercurio, tubos de Geissler y de descarga y glosario de los fenómenos en ellos. En totalidad, algo menos de 10.000 vocablos.

8) Del mayor interés son las normas de la British Standards Institution, organismo oficial para definiciones «Standard», reglamentos (codes of practice) y prescripciones sobre materiales y métodos de medida para auxilio de la Industria y del consumidor con obligación de revisar periódicamente lo estatuido. Hasta 1943 diéronse a la publicidad 1.500 folletos, incluyendo traducciones al español, v. gr., B. S., 132, sobre turbinas de vapor, y B. S., 225, sobre alternadores. Tiene diversas secciones: construcción de edificios, con 40 Comités y 39 Subcomités; vidrios, tintorería, pinturas y barnices, papel, fotografía, materiales plásticos, caucho. Ingeniería, comprendiendo aeronáutica, máquinas agrícolas, ingeniería química; cinematografía; fundición y forja; gas, electricidad, iluminación; aceros, materiales no férreos, ingeniería mecánica y caminera; carbón, petróleo y derivados; soldadura, etc. Hay además otras secciones como la textil; la de examen de cualidades, publicación de boletines, conferencias en fábricas y talleres; negociados para racionalización y simplificación de formas y embalajes, etc.

Un glosario de vocablos aeronáuticos fué publicado en 1940, en plena guerra, con las definiciones más corrientes; se encuentran en él voces como *bunt*, *zooming*, *hump speed*, *pancaking*, *porpoising*, *twist*, *endurance*, *buffeting*, *cruising threshold*, *wash-in*, *doping*, *fairing*, *chine*, *keelson*, *sponson*, *bleeding*, *rake angle*, *louver*, *blade tilt*, *sweep*, *homing receiver*, *squall* y otros nombres a los que convendría buscar la correspondencia española que evite el circunloquio en la traducción.

Muy interesante es el glosario de vocablos de telecomunicación, incluyendo avisadores de incendio, revisado en 1943. Es el folleto Bs., 204. Se encuentra definido el factor Q, los coeficientes de propagación, atenuación y cambio de fase, la velocidad de grupo, la impedancia iterativa de un cuádrupolo y toda otra clase de impedancias (conjugadas, corto circuito, etc.); frecuencias de separación (entre atenuadas y no atenuadas), fuerza electromotriz psfométrica y psfómetro (medidas de interferencia); efectos Miller, Schottky y otros; sistemas arrítmicos de la Telegrafía, la unidad de velocidad telegráfica Baud, los vocablos usados en Telefonía y en las comunicaciones por Radio, como *Fading*, Ondas A O, A 1-, A 5, tipo B, etc.; Televisión con sus vocablos *scanning*, *framing*, *blanking*; señales de radio y navegación por radio, señales de alarma, etc.

El número de vocablos definidos pasa de 3.000. El glosario es sumamente útil.

La técnica de la Telecomunicación, desde la invención del telégrafo, emplea vocabulario propio, singular y prolijo. En la actualidad ha adquirido extraordinario desarrollo. La Telegrafía y la Telefonía, la transmisión de señales de alarma y para reconocer alturas y distancias; los tubos en que los electrones recorren determinados intervalos libremente en el vacío o en un gas; las aplicaciones al Arte de la guerra, a la Hidrografía y otras, exigen un lenguaje adecuado y característico. Las primeras y las más recientes aplicaciones de la Electricidad pertenecen ambas a este grupo.

## NOTA N.º 9.—METALES PUROS, ALEACIONES INDUSTRIALES. MATERIAS PLÁSTICAS.

1) La nomenclatura técnica de materiales y operaciones adquiere día a día mayor extensión. Exige diccionarios periódicos que recojan las voces nuevas, muchas de las cuales tendrán vida efímera, pero otras quedarán definitivamente en el lenguaje. Pueden distinguirse dos grandes grupos de vocablos. Lo que concierne a materiales metálicos forma el primer grupo, y lo que se refiere a las resinas o plásticas, que en muchos casos los sustituyen, el otro.

El cuerpo llamado «metal» es objeto de estudio teórico muy detenido, en estado de monocristal puro. La teoría electrónica permite formular las leyes de su estado, y la experimentación, mediante rayos muy penetrantes, da a conocer la constitución de la malla cristalina, permite deducir cómo están dispuestos los átomos en los vértices y la densidad del gas electrónico de que están rodeados. La teoría electrónica pretende explicar la cohesión, la conductividad, el calor específico y demás propiedades sobre la base de un modelo que el examen experimental ofrece. No es fácil tal estudio, pero lo es más que los de aleaciones y sistemas binarios, ternarios, etc., que la Industria ha venido elaborando con creciente éxito, y que modifican radicalmente las propiedades del metal puro, aun cuando la «impureza» esté en proporciones pequeñísimas.

Las aleaciones del hierro con el carbón conducen a compuestos austeníticos, sorbíticos, martensíticos, perlíticos y tantos otros. Bronces y latones son aleaciones de cobre con estaño o cinc; el bronce al plomo es llamado bearium, se emplea en cojinetes; las aleaciones de berilio que endurece al aluminio y al cobre, alcanzando hasta 85 tt por pulgada cuadrada, y conservando sus conductividades, son llamados berileos, y a ciertos latones se les llama tombac.

En la Técnica se definen los metales por varias «constantes», v. gr., el módulo de Young, la resistencia a la rotura por tracción, el alargamiento en probetas cuya longitud es igual cuatro veces al diámetro, el punto de fluencia (yield point), que corresponde a un esfuerzo de tensión o compresión en el que hay deformación sin aumentar el esfuerzo, tal como se observa, v. gr., en aceros dulces (en ciertos otros materiales, al aplicar el esfuerzo, a partir del punto de fluencia, se observa, con la deformación, un descenso en la resistencia seguida de una deformación notable a esfuerzo y resistencia constantes: puntos de fluencia superior e inferior). El límite de proporcionalidad es el valor del esfuerzo que limita la aplicación de la ley de Hooke; límite elástico es la máxima tensión que permite una deformación nula cuando cesa la causa (depende de la precisión de los aparatos empleados en las mediciones). Resistencia específica, roturas por compresión, flexión y torsión, la resistencia que permite la repetición indefinida de esfuerzos alternados (fatiga, «endurance»). La dureza (números de Brinell, Vickers, Rockwell, B. C. esclerómetro, etc.); resistencia al choque y resiliencia (números de Charpy de Izod). Prueba Ericksen para embutido, número de plegados que resiste sobre radio determinado. Al efecto combinado de la carga con el del tiempo

y temperatura se le llama fluencia lenta (Creep). Dilatación variable con la temperatura, conductividades eléctrica y calorífica y su variación con la temperatura, tratamiento térmico en cuyo vocabulario intervienen, entre muchas otras, las siguientes voces: (temple, recocido, revenido, envejecimiento, cementado, nitruración, autozunchado, carburación, puntos de transformación de estado alotrópico, revenido inverso, curado, etc.). Maquinabilidad, ductilidad, maleabilidad, trefilado, corrosión, resistencia a temperaturas elevadas; adsorción, porosidad, pasividad, abrasividad, anodización (del aluminio); forjabilidad, capacidad de soldadura o de formación de soluciones sólidas, etc.

En vez del alargamiento se suele dar la tensión (o esfuerzo en general) que produce una deformación determinada referida a la galga, y que se supone aplicada durante 15 segundos. Así, por ejemplo, la tensión de prueba (proof stress) de 0,1, igual a 30 tt por pulgada cuadrada, significa que el material resiste 30 tt por pulgada cuadrada, y que esta carga, aplicada durante quince segundos, produce una deformación de 1/10 de la longitud a cuyos extremos se aplica. Generalmente se da la carga de prueba, y su alargamiento en quince segundos y la máxima o de rotura (ultimate stress). Cuando el material adquiere gran resistencia y ofrece poca ductibilidad es necesario, muchas veces, tratarlo térmicamente para obtener una mayor compensación para forjarlo y trabajarlo y darle forma definitiva. No obstante, hay en la Metalurgia tendencia a obtener por moldeo y por estampado a la prensa piezas relativamente grandes, que exigen el menor trabajo de ensamble y acabado, y a tales fines, se han perfeccionado mucho los procesos de fusión y moldeo y los de embutido, eliminando en lo posible piezas macizas y empleando aleaciones especiales para reducir el peso, y con ello el costo. Es preciso proceder con cuidado en la obtención del lingote y estudiar la homogeneidad y líneas de flujo del metal, así como su grano antes de someterlo a varias operaciones, para lograr la más rápida «estabilización» del metal.

Las aleaciones reciben nombres diversos que necesitarían tantas páginas como tiene este discurso para ser compendiadas. Son a veces nombres de la industria, iniciales de la razón social que las obtiene, etc. Por ejemplo, el hierro «inoxidable» (con Cr 15 por 100 y Ni 8 por 100), el hierro de «válvulas» en los motores (15% Ni, 15 por 100 Cr, 3 por 100 Mo, 3 por 100 W, 3 por 100 Si), el «inconel» de alabes móviles de turbinas de gas, que resiste sin corrosión temperaturas de 800° C, a base de 80 por 100 Ni y 20 por 100 Cr, o bien, 80% por 100 Ni, 13 por 100 Cr, 7 por 100 Fe, etc.; los «moneles» (67 por 100 Ni, 28 por 100 Cr y 5 por 100 de Fe, Mg, Si), que resisten la corrosión; los babbit para cojinetes, aleaciones de estaño, cobre, antimonio, plomo y plata; las aleaciones del aluminio, magnesio y silicio, con o sin revestimientos de aluminio puro para evitar la corrosión, de las cuales empiezan por *a* las siguientes: alclad, alpax, alcoa, allen, auraloy, etc.

La Metalurgia del metal reducido a polvo ha introducido vocablos nuevos; en las ordenanzas de la American Society of Metals figuran: compacidad, crecimiento, compresibilidad en caliente, cernido, residuo de cernido, mezcla, dimensiones de las partículas y sus porcentajes, poro, porosidad, metalurgia sin fusión o con fusión de un único determinado componente, prensa, presión, contracción y la operación fundamental llamada «sintering» (aglutinamiento), que traduce la calcinación de las mezclas y su compresión y adhesión para obtener una masa compacta con la debida composición, homogenei-

dad y resistencia, caldeo que se realiza a temperatura y presiones determinadas, en una atmósfera de composición definida, y que debe durar cierto tiempo. El metal llamado Widia, que se emplea en las coronas de sondeo y en herramientas, es un carburo de tungsteno con 13 por 100 de cobalto aglutinado (sinterizado) y cementado.

Metales con propiedades singulares reciben nombres especiales como, por ejemplo: invar, permalloy y tantos otros. También se dan nombres especiales a procesos de fabricación, y se designan por «efectos» ciertos fenómenos de explicación poco clara, v. gr., el «efecto» Barkhausen para designar la variación discontinua de la inducción magnética al aumentar el campo inductor (\*).

2) Se denominan plásticos los materiales estables a temperatura ordinaria, pero que durante el proceso de obtención de los mismos afectan estado plástico que permite moldearlos al estar sujetos a determinadas presiones y temperaturas. Son, por lo general, sustancias orgánicas derivadas de la destilación del carbón o productos vegetales, de donde se extraen la celulosa y caseínas. Otra materia prima la constituyen resinas naturales. Muchos materiales son plásticos, pero no se incluyen prácticamente en la denominación común, tales el caucho, el vidrio, la cerámica, el cemento, aunque muchos de ellos, v. gr., la fibra de vidrio se usa mezclada con plásticos para formar materiales muy empleados en la industria.

Hay dos clases de «plásticos»: los *termoplásticos* y los *termosedimentos*. Sustancias termoplásticas son las que se ablandan al calentarlas o endurecen al enfriarlas, y de tal manera, que el proceso puede repetirse infinidad de veces, como en un metal. Los termosedimentos proceden de sustancias ablandadas por el calor y moldeadas a baja o alta presión, pero que, una vez obtenidas, un calor moderado fija, sedimenta y estabiliza, sin que puedan ablandarse ya al crecer la temperatura. Cuando ésta excede cierto límite, se desintegran y queman. Es decir, que al revenir, sufren una transformación molecular, v. gr., una asociación de moléculas en cadena adopta la forma de mallas cúbicas con enlaces nuevos.

Se prestan a la fabricación en serie de piezas pequeñas o tamañas, mientras no estén sometidos a temperaturas elevadas o no permanezcan a la intemperie mucho tiempo (si no están destinadas a quedar en ella). El primer plástico que fué objeto de aplicación fué derivado de la celulosa, cuya molécula es una cadena de anhidroglucosas enlazadas por átomos de oxígeno.

Los constituyentes de las sustancias plásticas son muy numerosas, entre los sintéticos más corrientes pueden mencionarse: fenol, cresol, benceno, alcohol metílico, amoniaco, etc. Con los precedentes se obtiene el aldehído fórmico y la úrea, que determinan una doble cadena de derivados. El acetileno, obtenido del carburo de calcio, da origen a un tercer grupo llamado *vinyl*.

(\*) V., sobre teoría de metales: E. Terradas, *Lecciones sobre Física de Materiales sólidos*, Madrid, 1944 y 1945, con su bibliografía. V., también, *Mechanical Properties of Metals and Alloys*, publicación del Bureau of Standards, Washington, 1943. Para las aplicaciones a la construcción de aleaciones sin hierro, v. *Non ferrous Metals*, Londres, 1944, folleto publicado por el Ministerio del Trabajo.

Los esteres acrílicos y multitud de otras sustancias derivadas de los productos secundarios de la destilación del carbón y del petróleo, dan lugar a grandes diversidades de productos. Entre los derivados semisintéticos, la caseína, la celulosa y sus esteres originan infinidad de cuerpos nuevos con propiedades singulares de resistencia, duración, color, baratura y poco peso, lacas, pinturas y colas para mejorar la madera terciada, etc.

Cuando la cadena molecular se conserva como tal cadena, el cuerpo obtenido suele ser termoclástico; cuando las cadenas se unen, formando mallas, suele dejar de serlo.

En las moléculas grandes, formando cadena, ésta puede engendrarse por polimerización de monómeros, con o sin expulsión de agua. El fenol y la úrea forman polímeros con el aldehído fórmico, y las sustancias obtenidas son termoplásticas, pero calcinadas debidamente se combinan en mallas. En la obtención de termosedimentos hay, en general, no sólo aglomeración de cadenas en malla, sino transformaciones químicas también.

Los nombres de las nuevas sustancias alcanzan la decena de millar, con ellas, como relleno, se obtienen nuevas sustancias compuestas, como ocurre con las fibras de vidrio, de asbesto o amianto, por ejemplo.

Se obtienen laminados, trefilados, tubos, placas, cubiertas, cajas, tejidos impregnados, sedas artificiales, etc., con aplicaciones variadísimas a todas las actividades de la industria y la construcción, v. gr., el casco de una embarcación de una pieza, la carroza del automóvil, lienzos para cubrir paredes, muebles, empalmes, sustitutos del vidrio, etc.

Todo un vocabulario, *ad hoc*, interviene en la obtención e industria de los plásticos, v. gr., acelerador, adhesivo, relleno (filler), flujo o fluencia en frío o caliente, fluencia por acción continua, velocidad de deformación, curado o proceso de endurecimiento, caldeo electrónico, film (película), flash (material que excede del molde en forma de película), endurecedor, impregnador, moldeo, plastizante (lubricante interior), polimerización, mezcla previa, sintéticos, copolímeros, fijadores, operadores, etc. Muchos nombres proceden de la industria del caucho.

Los derivados del ácido acrílico son transparentes y reemplazan al vidrio. Forman parte de ellos el perspex, la lucita, el plexiglas. Se fabrican emulsionando el monómero en agua con oleato sódico como agente emulsivo y un catalizador como agente de polimerización. Luego la emulsión se calienta o se expone a la luz. Para gobernar el proceso, v. gr., para detenerlo, basta añadir agua fría (\*).

(\*) Las tablas publicadas en noviembre de 1944 por la revista *Aerodigest* contienen 112 plásticos y sus fabricantes. De cada cuerpo se indican sus propiedades generales, mecánicas, físicas, térmicas y elásticas, incluyendo efectos de ketonas, esteres y disolventes orgánicos. Se dan, en general, la fluencia, efecto de la radiación solar, del tiempo, maquinabilidad, «cracking», distorsión, reblandecimiento, resistencia al agua caliente, constante dieléctrica, aislamiento, etc., en 41 columnas.

Varios nombres de plásticos, elegidos al azar, son: bakelita, toolita, vulcoide, ethocal, styren, styralloy, lucita, piralina, durez, durita, fórmica, textolita, clorovene, kysita, fibestos, kallodent, nitrón, lustrom, santoresina, stirofleex, thiocol, resinox, buna, diakon, lactoid, fenolita, fibra vulcanizada, hydulignum, perbunam, perspex, nixon, plaskon, alcathene, papel fenólico, polvo

3) Los «plásticos» son elementos elaborados sobre la base del Carbono. El Silicio es análogo en cuanto a su comportamiento orgánico, y da lugar a compuestos denominados silicones o silicoketonas.

El Hidrógeno es elemento que se combina con el carbono para formar hidrocarburos; el Oxígeno es el que se combina con el Silicio para formar silicatos. El elemento materia prima es cuarzo o arena  $\text{SiO}_2$ .

Hay tres grupos: las resinas, los líquidos y el caucho sintético, todos muy compuestos denominados silicones o silicoketonas.

Las resinas son como barnices, líquidos que se polimerizan fácilmente a 104 y 135° C, y que se someten en estado sólido a curados a 232-260° C. La cadena molecular forma mallas a esta temperatura, y la materia adquiere fuerte cohesión. Son adecuadas para aislamiento eléctrico a elevada temperatura, v. gr., para esmaltar el hilo conductor formado con revestimiento aislante, para revestimiento de chimeneas, tubos de humo, hornos, pintura para resistir altas temperaturas, etc.

Los líquidos son transparentes, especialmente los de cadena corta cambian de estado a temperaturas muy bajas, y son estables; tienen propiedades lubricantes a muy baja temperatura, se usan en amortiguadores, baños para tratamientos, protegen de la humedad a los aisladores y da la formación de espuma a los aceites, por lo que sustituyen a éstos en las bombas de vacío.

El elemento básico de constitución es el siloxano o polisiloxano de molécula tamaño, cuya constitución es el elemento ... - Si - O - Si - O - ..., provisto de radicales en las dos valencias por saturar los Si, que son tetravalentes. Los radicales orgánicos más comunes son:  $\text{C}_2\text{H}_5$ ,  $\text{C}_6\text{H}_5$  (fenilo).

El caucho silicone es uno de los cauchos artificiales que resiste temperaturas elevadas hasta 250° C. Se emplea como rodillo entintador, como relleno de la fibra de vidrio en los tejidos de esta sustancia para capas protectoras del acero y del aluminio, etc.

#### NOTA N.º 10.—BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTARIA

1) *Bibliografía sobre Artillería y Fortificaciones en los siglos XVI a XVIII.*—Diego de Alava y Viamont, *El perfecto Capitán instruido en la disciplina militar*, Vitoria, 1590; Diego de Prado, *Tratado original de Artillería*, 1591; Lázaro de la Isla, *Artillería*, Madrid, 1595; Federico Firrufino, *Tratado de Artillería*, 1599; García de Céspedes, *Tratado de Artillería*, 1606; Cristóbal

acrílico, micanita, neoprene, nylon, laminados fenólicos, astralon, benalita, dekorita, flamenol, galalita, geon, vinidur, moldeados fenólicos, micarta, termosedimentos fenólicos, melamina, úrea, vinyl, xilonita, celulosa etilica, acetato de celulosa en polvo, id nitrato, celophan, duramold, ebonita, etc.

*Bibliografía.*—V. Barron, *Modern Plastics*, Londres, 1906; Lewis y otros: *Industrial Chemistry of colloidal and amorphous materials*, Nueva York, 1944.

V., sobre vidrio, el Simposium publicado en varios números del *Industrial and Engineering Chemist*, tomo 25, 1933.

Lechuga, *Discurso de Artillería*, tres tomos, Milán, 1611; Julio C. Firrufino, *Plática manual y compendio*, 1626; ídem, *El perfecto artillero*, 1648; ídem, *Teoría y práctica de la Artillería*, 1698.

En el siglo XVIII escribió F. de Medrano: *El arquitecto perfecto en el arte militar*, Bruselas, 1700, y en 1723 en Amberes, *El perfecto bombardero y práctico artificial*. En 1767, en Madrid, se publicó el *Discurso sobre los ilustres autores e inventores de Artillería desde los Reyes Católicos*, y en 1773 el *Discurso de apertura de la Escuela de Táctica en Segovia*, cuyo autor fué Vicente de los Ríos, director de la Academia. El texto más conocido de la misma fué el de Morla para el uso de los caballeros cadetes, impreso en Segovia en 1784, y editado segunda vez en 1816, ya en el siglo XIX. Desde el punto de vista técnico, la obra de Morla señala un gran adelanto, aunque la influencia francesa es evidente (Levalliére, Lespinasse, Lambert, Caudray, Scheel, St. Auban, Teil, Moui, tratadistas contemporáneos). Desde el punto de vista lingüístico es interesante por contener varios capítulos de Siderurgia, fabricación de cuerdas, herramental, construcción de puentes de barcas, etc., y así se leen las voces siguientes: maujo, ferretretes, trébedes, almainas, bozas, estrinques, resones (anclas), bureles, livanes (cables de esparto), espeques, albarrada (muralla de troncos o piedra seca como valladar de defensa), etc. Dice Morla en el prólogo: «Pocos militares entenderán por arcen o espalto lo que todos conocen por explanada y muchos por glacis.» Y más adelante añade: «Debo advertir que varias voces técnicas, aunque extranjerías, están ya admitidas y usadas en nuestras fábricas, y de consiguiente me ha sido preciso adoptarlas.»

Un estudio histórico sobre la Artillería en los siglos XIV, XV y XVI fué el publicado por J. Arántegui Sanz en Madrid al final del siglo XVIII, en tres tomos, muy documentados.

En el siglo XVIII se publicó el *Diccionario militar*, de Raimundo Sanz, Barcelona, 1749. En el siglo pasado se publicaron varios diccionarios militares. En 1822, el de Fernández Mancheño; en 1828, el del brigadier Moretti, muy interesante, con bibliografía copiosa; Corsini, en Madrid, en 1849, dió a luz el *Vocabulario militar*, bien conocido; en 1857 se conoció el de Hevia, y en 1869 (Madrid) el *Diccionario militar etimológico, histórico y tecnológico*, de José Almirante. En 1897, en París, el de Nicolás Estévanez, con versiones francesas y alemanas.

2) *Bibliografía sobre reactores y toberas termopropulsivas*.—Muchos de los problemas de la termopropulsión reactiva se formularon con gran anterioridad a su realización. No cabe duda que la guerra ha traído este adelanto en cuanto a la construcción, pero antes de la última pugna se leía, v. gr., en *L'Aerotechnique* de 1938, págs. 141 a 149 (Stipa): «En el estado actual de la Técnica el problema más difícil es pasar la velocidad del sonido en el aire.» En el mismo trabajo se calculan los rendimientos de los ciclos de combustión gradual y de explosión, y se da la teoría general de la propulsión por termorreacción. La bibliografía anterior a 1938 es muy numerosa. La que

sigue es incompleta y se reduce al intervalo entre septiembre de 1944 y febrero de 1946.

GEOFFREY SMITH: «Gas Turbines and Jetpropulsion», opúsculo publicado por *Aerosphere*, Nueva York, 1944.—SAWYER: «The Modern Gas Turbine», Nueva York, 1945.—PALACIOS: Comunicados del Instituto Nacional de Técnica Aeronáutica, núms. 5 y 11. «Los nuevos métodos de propulsión en la navegación aérea», Madrid, 1945, y «Los procesos termodinámicos en la propulsión inarticulada», Madrid, 1945.—FEDDEN: 32 Wilbur Wright Memorial Lecture. «Aircraft Power Plant». *The Journal of The Royal Aeronautical Society*, septiembre y octubre de 1944.—ACKERET: «Bemerkungen über Rückstossantrieb von Flugzeugen Schewizerische Bauzeitung, 1944, págs. 235-237.—STEMMER: «Die Wirkungsgrad des Raketenfluges», *Flugwehr und Technik*, 1944, páginas 344-346.—SCHMIDT: «Der Düsen Antrieb für Flugzeuge», *Schweizer Archiv*, 1944, págs. 1-16, con bibliografía. —SÖRENSEN: «Aus den gegenwärtigen Strömungsforschung», *Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure*, 1944, págs. 88-115.—ROTH: «Der Rückstossantrieb», *Neue Zürcher Zeitung Beilage Technik*, núms. 1507 y 1547, 1944.—ROLLS-ROYCE DERWENT: «Flight», 1945, págs. 447-450.—CLEAVER: «Power plant Efficiency», *Aircraft Engineering*, 1945, págs. 156-158.—CLEAVER y MALLISON: «Power plant efficiencies», *Aircraft Engineering*, 1945, pág. 255.—FLAGLE: «The place of the gas turbine in Aviation», *The Aeroplane*, 1945, págs. 738-741.—SCHEUFER: «Theoretische Betrachtungen über Gasturbinen und Strahlantrieb für Flugzeuge», *Flugwehr und Technik*, 1945, páginas 209-214. ROTH: «Das Düsenflugzeug Me 262», *Flugwehr und Technik*, 1945, págs. 184-185.—CLEAVER: «Bombers or Rockets», *Flight*, 1945, págs. 67-68.—HVOKER: «Gas Turbines for Aircraft Propulsion», *Flight*, 1945, págs. 685-687.—STEMMER: «Fernflüge mit Raketen Antrieb», *Flugwehr und Technik*, 1945, páginas 107-110.—STEMMER: «Die deutsche Raketenbombe V2», *Flugwehr und Technik*, 1945, págs. 50-54.—HINTERMAN: «Beitrag zur Entwicklung von Gleichdruck-Turbinen für die Luftfahrt», *Flugwehr und Technik*, 1945, págs. 81-84.—BANKS: «The importance of power unit development». *Journal of the Royal Aeronautical Society*, 1945, págs. 161-213.—PAZÓ: «Propulsión por reacción», *Revista Aeronáutica*, 1945, núm. 50, 52.—THE JUNKERS JUMO: «Jet Engine 004», *Aircraft Engineering*, 1945, págs. 342-347.—BRITISH AIRCRAFT GAS TURBINES: *Flight*, 1945, págs. 652-654; 671-673.—TURBINE POWER UNITS: *Aircraft production*, 1945, págs. 584-587.

THE DEVELOPMENT OF ROLLS-ROYCE TURBOJETS: *The Aeroplane*, 1946, páginas 167-175.—COMBUSTION RESEARCH: *Flight*, 1946, págs. 12-15; 41-44 (Laboratorios Lucas).—RIVER CLASS EVOLUTION: *Flight*, 1946, págs. 131-134.—SCHULTE GENERAL ELECTRIC: «1-16 Jet Engine», *Aviation*, 1946, págs. 43 a 50.—ROXBEE-COX: «British Aircraft Gas Turbine Engine Progress», *Aircraft Engineering*, 1946, págs. 18-26.—MUTKE: «Aus der Praxis des Fliegens mit Düsenflugzeugen», *Flugwehr und Technik*, 1946, págs. 6-7.—STREID (GENERAL ELECTRIC): «1-40 Jet Engine», *Aviation*, 1946, págs. 51 a 59.—FOSTER (WESTINGHOUSE): «19-B Yankee Turbojet», *Aviation*, 1946, págs. 60-68.—NARRACOT: «606 MPH Meteor», *Aviation*, 1946, págs. 69-72.—SUMMERFIELD: «The Rocket», *Aviation*, 1946, páginas 73-76.—AERLY: «Walter's Engine», *Aviation*, 1946, págs. 77-80.—ANXIONAZ et SÉDILLE: «La Propulsion des aéronefs per réaction», *La Technique Moderne: Aviation*, 1946, págs. 9-14.—THE JUNKERS JUMO: *Jet Engine: Aircraft Engine-*

ering, 1946, págs. 10-17; THE B M W 003: «Jet propulsion Engine», *idem*, páginas 43-49.—ROXBEE COX: «British Aircraft Gas Turbine», *Engine Progress: Aircraft Engineering*, 1946, págs. 18 a 59.—MORDELL: «Jet Propulsion Gas engines», *Aircraft Engineering*, 1946, págs. 84 a 88.—BIELKOWICZ: «Evolution and Energy for Jet and Rocket propulsion», *Aircraft Engineering*, 1946, págs. 90 y 129.—«Notes on the de Haviland Goblin Jet Engine», *Aircraft Engineering*, páginas 126-128.—«Rolls-Royce Nene», *Flight*, 1946, págs. 387-394.—Great Power from a Small Compass: The Aeroplane, 1946, págs. 457-464.—PROFYET AND PLAIN (Consolidated Vultee X9-81, turbine driven airscrew (four blade) and plain jet propulsion). *Flight*, 1946, pág. 216.

3) *Bibliografía sobre aplicaciones de la Física nuclear a la bomba atómica.*—V. *Atomic Energy for military purposes*, por H. S. Smith, publicado por la Princeton University Press en 1945, o la edición inglesa del mismo año. H. S. Smith es Presidente del Departamento de Física de la Universidad de Princeton. Sobre la misma cuestión, léase *Statements relating to the atomic bomb*, Londres, 1945 (Publicación oficial, como lo es asimismo *A report on the international control of Atomic Energy*). Libros de vulgarización y artículos periodísticos sobre la bomba nuclear los hay en gran número, y en todas las lenguas. Para concretar las citaciones nos limitaremos a señalar los libros de J. Thibaud, Director del Instituto de Física atómica en Lyon, especialmente, *Vie et transmutation des Atomes*, 1945 (traducido al español), y *Energie Atomique et Univers*, Lyon, 1946 («Du microscope électronique a la bombe atomique»).

4) *Bibliografía sobre Investigación industrial.*—BOYD: *Research: The Pathfinder of Science and Industry*. New York, 1935.—BICHOWSKY: *Industrial Research*. New York, 1942.—JACKMAN: *Test and Research: Introduction to Aircraft Design*. Aviation, 1943.—*Industrial Research Laboratories of the United States; National Research Council*, Washington, D. C., 1940.—WORK: *What is Research: Industrial and Engineering Chemistry*, 1943, pág. 221.

En los Estados Unidos hay grandes laboratorios para auxilio de la Industria cuando ésta no los tiene propios. Uno de los más conocidos es el Amour de Chicago, afiliado al Illinois Institute of Technology. El «mapa» de los laboratorios industriales contiene alrededor de diez mil laboratorios industriales repartidos en extensos enjambres indicadores de la densidad de su distribución, especialmente en la región industrial del NE.

Se tiene por averiguado que desde 1880 la inventiva científica ha creado en Norteamérica 15 grandes industrias y desarrollado 15 millones de procesos industriales que producen en totalidad más de un billón de dólares por año en riqueza nueva.

5) *Bibliografía sobre Artesanía y Comercio en el Siglo de Oro.*—a) En la bibliografía española figuran en primer lugar, y desde el punto de vista técnico, Rico y Sinobas: *Almanaque del Museo de la Industria*, Madrid, 1872; los

trabajos y apreciaciones de Gómez Moreno en diversos «Catálogos» de obras de arte de provincias; merecen señalarse también las Memorias de la Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, fundada en 1780, como, por ejemplo, las de Miquel y Badia, 1892; Rigalt, 1898; García Llansó, 1911. Véase, además, el tratado de Pérez Bueno, que lleva por título «Vidrios y vidrieras», publicado en Barcelona en 1942.

La obra de Rico y Sinobas contiene, entre otras, igualmente interesantes, una relación sobre «Trabajos de metales de hierro y sus artífices españoles», del que no puede prescindir el que tenga interés en tales cuestiones. Una de las artesanías más dignas de elogio ha sido siempre la del «ramo» de cuchillería, especialmente en los siglos XVI al XVIII. En cuchillería se incluyen armas blancas, ballestas, navajas, gafas de armar ballestas, tijeras, lanzas, dardos, espadas, vergas, cerraduras; trabajos que dieron renombre a Toledo, Albacete, Madrid, Baeza, Cuenca, Pamplona, Olot, Mora, las Vascongadas, etc. De los trabajos de cuchillería se pasó a los de arcabucería.

Merece especial mención el hermoso tratado que sobre los vidrios catalanes escribió J. Gudiol Ricart, formando parte de las *Monumenta Cataloniae* (tomo III), Barcelona, 1941, con 112 láminas, libro escrito en colaboración con F. Martorell y A. Durán y Sampere; libro interesantísimo y de gran valor histórico, modelo, además, de arte tipográfico.

b) V. Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona: III, vol. VII, 1908, «Joyería y orfebrerías en España», por A. García Llansó; III, vol. V, 1926, «El arte de cincelar», J. Masriera; III, vol. IV, 1902, «Fundición de bronce a cera perdida», F. Masriera; III, vol. XIX, 1926, «Apuntes sobre el Colegio Cofradía de San Eloy de los plateros», por F. Masriera; III, vol. XXVIII, 1945, «Commemoración del cincuentenario del servicio oficial de las horas», por R. Jardí y E. Fontseré. V. sobre industria de la seda en España las notas de Gorria y Royan en las Memorias citadas, 3.<sup>a</sup> serie, VIII, págs. 525-534; y en general las Memorias de Capmany sobre la Marina, comercio y artes de la antigua ciudad de Barcelona, publicadas en Madrid en 1779.

c) «Trade and Navigation between Spain and the Indies in the time of Habsburgs», por Clarence Henry Haring. Cambridge Harvard University, 1918. El libro trae abundante bibliografía y copias de documentos de archivos españoles. Véase también la «Historia del comercio de Indias durante los Austrias», por Gervasio de Artífano, Barcelona, 1917, con referencias importantes a la fabricación de buques y ordenanzas de la Casa de Contratación. V., también, Carrande: «Carlos V y sus banqueros (1516-1556)», Madrid, 1943; libro conocido después de escrito lo anterior, y que puedo citar sólo en este lugar, y por una sola vez, pero cuya doctrina y contenido merecen destacadamente ser señalados.

6) *Bibliografía sobre la teoría del Lenguaje*.—STENZEL: «Filosofía del lenguaje», traducido por La Serna, Madrid, 1935.—VENDRYES: «Le langage» (traducción española), Barcelona, 1943, con abundante bibliografía.—THOMSEN: «Historia de la Lingüística» (traducida), Barcelona, 1945.—BALLY: «El lenguaje de la vida». Traducción española, Colección A. Alonso sobre Teoría del lenguaje, Buenos Aires, 1941.—FIGUEIREDO: «A luta pela expressao», Coimbra, 1944.—

J. B. SELVA: «Evolución del habla», Buenos Aires, 1944.—A. HERRERO MAYOR: «Problemas del idioma», Buenos Aires, 1944, y «Presente y futuro de la lengua española en América», Buenos Aires, 1944, así como todas las demás obras de este gramático y filólogo, que «sigue la honrosa tradición de Bello y Cuervo».—ZARAGÜETA: «El Lenguaje y la filosofía», Madrid, 1905.—R. MENÉDEZ PIDAL en todos sus escritos. (Obras completas en publicación.) Es la Autoridad indiscutible en cuanto concierne a la Filología y Lingüística del idioma español. Fué director de la Academia Española de la Lengua.—J. CASARES, actual secretario de la Academia, lexicógrafo, gramático y crítico cuyas obras completas están también en publicación.

MÜLLER: «The Science of Language», Nueva York, 1881.—WHITNEY: «Language and the Study of language», Nueva York, 1910.—KENT: «Language and Philology», Londres, 1924.—GUENTHER: «Grundfragen der Sprachwissenschaft», Leipzig, 1925.—SPERBER: «Einführung in die Bedeutungslehre», Leipzig, 1930.—G. STERN: «Meaning and change of Meaning», Göteborg, 1931.—PEDERSEN: «Linguistic Science in the Nineteenth Century», Cambridge (Harvard), 1931.—A. H. GARDINER: «The Theory of Speech and Language», Oxford, 1932.—JESPERSEN: «Language, its Nature, Developpement and Origin», 1934.—BUEHLER: «Sprachtheorie», Jena, 1934.—GOLDBERG: «The Wonder of Words», Nueva York, 1939.—SCHLAUCH: «The Gift of Tongues», Nueva York, 1942.—BRICE PARAIN: «Recherches sur la nature et les fonctions du langage», París, 1942.—OGDEN and RICHARDS: «The Meaning of Meaning», Nueva York, 1943.—BODMER: «The Loom of Language», Nueva York, 1944.—MAROUZEAU: «La linguistique ou Science du langage», París, 1944.—GILBERT: «Langage de la Science», París, 1945.—VALLINS: «Words in the making», Londres, 1945.—WEEKLEY: «The romance of Words», Londres, 1945.

Una lista de periódicos sobre Filología se hallará en el libro ya citado de Vendryes.

7) *Bibliografía sobre navegación por irradiaciones electromagnéticas.*—TERMAN: *Radio Engineering*, Nueva York, 1937.—P. C. SANDRETTO: *Aeronautical Radio Engineering*, Nueva York, 1942.—MC. INTOSH: *Radio Navigation for Pilots*, Nueva York, 1943.—HOW. K. MORGAN: *Aircraft Radio and Electrical Equipment*, Nueva York, 1941.—IRVIN: *Aircraft Instruments*, Nueva York.

#### NOTA N.º II.—ACERCA DEL SIGNIFICADO DEL VOCABLO "EXTRUSION"

*Extrusión, estrusionar, etc.*—Del inglés *extrusion*, to *extrude*. Estas voces inglesas proceden del verbo trudo *trudere trusum*, que significa empujar. Con el prefijo *in*, se forman voces usadas en castellano, pero cuyo significado literal difiere del técnico. *Intruso*, por ejemplo, *intrusión*, *intrusismo*, significan la introducción fraudulenta.

*Extrusion y protusion*, en inglés, es empujar hacia fuera, expulsar, y en cierto modo es inverso de introducir.

En la técnica de herramental y maquinaria se habla de «extrusión» cuando un alambre suficientemente dúctil es estirado a la hilera, con lo cual suele aumentar su resistencia específica al disminuir el diámetro, sufriendo el alambre una compresión transversal que equivale a un forjado comparable a los de percusión, laminado, estampación, etc.

También se emplea la voz mencionada cuando un lingote torneado y en caliente se fuerza, según el eje, al través de una corona o anillo circular de acero duro, o cuando se recubre de plomo un cable de conductores eléctricos en la prensa empleada para esta operación. Se «extrusionan» acero dulce, aleaciones de aluminio, etc. Es decir, se «proyecta afuera» el metal mediante prensa; en el caso de lingotes torneados, el diámetro se reduce y el material adquiere un forjado de laminación por ser el diámetro del lingote mayor que el hueco de la corona que está obligado a «pasar» o atravesar.

Por obtenerse un lingote de menor diámetro y más largo que el original, en los talleres de forja se ha dado en llamar *churreado* a la operación, *churrear* al verbo, etc. En lugares donde el «churro» no sea materia alimenticia y donde se ignoren su forma y obtención, la voz *churreado* será un exotismo que se admitirá difícilmente.

Este ejemplo es un caso típico no sólo de la influencia inglesa, sino también del modo como se introducen los vocablos, pues si aquí se dice *churrear*, cuyo origen es, en cierto modo, vulgar, en Estados Unidos y en Inglaterra no tienen más prestancia multitud de vocablos del léxico menos distinguido que, de un modo semejante, se introducen en las técnicas corrientes, v. gr., *puddelado*, de *puddeln*.

Extrusión y extruir vienen a ser análogos al mandrilar que se ha analizado anteriormente en el texto. (V. Maquinaria y herramental.) La acepción con que se usa el mandril en Artillería es efectivamente análoga. Por la penetración forzada del mandril en el ánima o hueco del cañón se forja y endurece la superficie *interior* cilíndrica, que, además, aumenta el radio de su base. De manera análoga, al forzar el lingote al través de la herramienta en corona se reduce el diámetro y se forja y endurece la superficie cilíndrica *exterior* por un tratamiento, no ya muy semejante, sino igual. Considerada de este modo la operación en su analogía con mandrilar, y teniendo en cuenta la etimología latina, podría probablemente aceptarse la denominación —sancionada ya por el uso—, previo análisis por los entendidos en materia de lenguaje, y descartando la baja condición del «churrear».

*Expeler*, *exturbar* no bastan para traducir la idea. *Exturbar* no se halla en el diccionario estricto a pesar de su etimología, *exturbare* es en latín echar afuera, y también arrojar con violencia.

La hilera puede tener distintas formas, no es necesario que sea siempre anular, con huecos en E, F, doble T, Z, etc., se obtienen perfiles de aluminio y sus aleaciones de una pieza, en sustitución de perfiles compuestos en que entran remaches, roblones o soldaduras, siendo más perfectos y livianos a igualdad de resistencia.



# DISCURSO

POR

G. MARAÑÓN

¡Cuántas veces he recordado, señores Académicos, en estos días de Pascua, mientras leía el admirable discurso de D. Esteban Terradas, que, en parte, acabáis de oír, otros días memorables en que, ante el mismo paisaje transido de emociones milenarias, oía disertar a aquel extraordinario varón que fué D. Miguel de Unamuno! Disertaba, con ímpetu juvenil, sobre temas que le sugería la actualidad o sus recuerdos o cualquier leve comentario de sus interlocutores. Pero uno de los que le eran predilectos y al que, por una u otra vía, acababa por desembocar, era el de la trascendencia del idioma, el de la primacía de la retórica, el de la profunda categoría del verbo, tema al que había de dedicar una oración patética el día de su jubilación en el paraninfo de la Universidad de Salamanca. "La historia del lenguaje de un pueblo es la más profunda historia de su alma —solía decir— y el culto del idioma, la suprema forma de honrar a la Patria."

Y, en verdad, nunca aparecía su amor a España en toda su hondísima ternura como cuando, con el alma de rodillas, que era también frase suya, cantaba o murmuraba como un rezo las excelencias de nuestro castellano, con embeleso de hijo y de novio, ilustrando su discurso con versos y con trozos de prosa, que en su memoria retenía a centenares; y mezclando, en estas improvisadas antologías, los textos españoles con los de autores extraños,

pues su repertorio alcanzaba cinco o seis idiomas; y cada excursión por tierras exóticas era como un pretexto para volver con renovado amor a la lengua materna.

Un fervor parecido corre también por el discurso del nuevo académico. Pero no es ello sólo lo que ha suscitado en mí el recuerdo del gran pensador español, sino el que nuestro reciente compañero es también, como Unamuno, hijo de una de las regiones de España en las que se suma la profunda tradición y el profundo sentimiento regional con el más generoso y dilatado sentido español. No es un azar, sino un hecho lleno de hondísimo significado el que Unamuno, vasco hasta la medula, viviera y muriera en el corazón mismo de Castilla, de Castilla la más Castilla, la del Duero; y que fuera él el que desde allí, desde la misma Salamanca insigne, pusiera un afán inigualado en honrar al castellano que oyó en la cuna confundido con el materno vascuence. Y el mismo sentido tiene el que ahora sea el gran matemático e ingeniero catalán el que venga a dar aquí, en la Academia de la Lengua, una lección magnífica de técnica, de interpretación y de teoría de una de las ramas más trascendentes del árbol frondoso de nuestro idioma.

De las más trascendentes digo, porque el afán de la vida moderna se caracteriza, ante todo, por la invención ingenieril e industrial y por el descubrimiento científico; y la invención y el descubrimiento llevan aparejados la creación de voces nuevas, que invaden en aluvión el habla común y la dan un aire nuevo. Claro es que la terminología técnica tiene una vida, en cierto modo, aparte del lenguaje permanente y nacional. Muchas de las creaciones del ingenio científico y de la técnica aplicada nacen adornadas en nombres que se hacen rápidamente populares, pero que con la misma velocidad se olvidan. Otros, nunca llegan a trasponer el ámbito de la fábrica o del laboratorio. Y los organismos encargados de velar por la pureza del idioma y de componer sus diccionarios extreman, pues,

y con razón, su prudencia antes de dar el espaldarazo a estas palabras de nueva invención. Mas es igualmente cierto que hay otras muchas que se salvan del vértigo de la actualidad y que adquieren, por la adopción general, el derecho a figurar en los vocabularios generales y no sólo en los dedicados a los técnicos.

En todo caso, los organismos competentes, y su supremo tribunal que es la Academia, deben intervenir con mayor vigilancia y tacto que hasta ahora para regular esa invasión y ese vaivén del lenguaje técnico. La Academia Española no puede decirse que haya estado ajena, en ninguno de los períodos de su vida, a esa preocupación; pero no siempre con el mismo afán. Es evidente que en sus principios la sintió con mayor vehemencia que hoy. Las primeras ediciones de nuestro Diccionario, que es el reflejo más genuino de la actividad de la Corporación a través de los tiempos, contienen un número proporcionalmente bastante mayor de palabras técnicas, sobre todo las referentes a Botánica y otras ramas de la Historia Natural, y aun a la misma Medicina, que es la ciencia de lenguaje más variable, más arbitrario y menos duradero. Las voces referentes a la Ingeniería y a la técnica, sobre todo a la técnica náutica y guerrera, también estuvieron bien representadas, en relación con los términos de pura significación literaria.

Era todo esto reflejo de la cultura dieciochesca, con su prurito enciclopedista, que si tuvo un tufo de pedantería en las capas medias de la sociedad, era en su origen expresión de ansias de saber muy serias y muy respetables, que después la política enturbió. En España, la epidemia enciclopedista no alcanzó al hombre de la calle; sólo la sufrieron grupos de gentes selectas, por lo común de la aristocracia. Pero en el desierto de ignorancia que en aquel siglo fueron nuestras Universidades descollaban algunos hombres de ciencia eminentes, o bien simples, pero animosos, aficionados a las ciencias, que intervinieron en

la confección de los primeros diccionarios; y, según todas las probabilidades, de un modo particularmente activo el P. Feijóo, *dilettanti* eficacísimo de todas las disciplinas del espíritu, y el P. Sarmiento, más informado que Feijóo, pero muy escéptico, y por ello mucho menos eficaz que su compañero de Orden. Porque el pedagogo mejor no es el que sabe más, sino el más entusiasta.

Tras el esplendor, que yo me atrevo a llamar feijoniano, de ésta y de las otras Academias, vinieron los años largos, y tristes para la cultura, de la guerra de la Independencia y del reinado de Fernando VII, en los que las luchas políticas ahuyentaron de España a muchas de sus más egregias cabezas pensantes. El resurgimiento lleno de intermitencias, pero evidente, de nuestra Patria en los reinados sucesivos, resurgimiento que culminó en la Restauración, tuvo un sentido, en el orden cultural, mucho más literario y artístico que científico y técnico. El mayor reproche que podría hacerse a esos años de nuestra historia moderna, tan llenos de otros merecimientos, es el haber permanecido a espaldas de la pasmosa transformación de las técnicas que dió su nombre al siglo de las luces. Nuestros abuelos, durante largos años, contemplaban el panorama de la renovación moderna con un espíritu burlón y pasmado, de espectadores de *Los sobrinos del Capitán Grant*. En nuestro Diccionario ese bache apréciase con toda claridad. Si no fuera inoportuno en la breve actuación que hoy tengo encomendada, podría documentar con textos la clara disociación que se observa en las ediciones del Diccionario de aquellos años felices entre el decálogo oficial de nuestra lengua, enjuto de los términos nuevos, y el habla de la calle, que por entonces estaba ya henchida de los términos aportados por la vigorosa adolescencia de los descubrimientos industriales y científicos en el resto de Europa.

Las ventanas de la Academia, y, por tanto, las del idioma oficial, no se abren generosamente a los aires de las técni-

cas renovadoras hasta la época de D. Antonio Maura, bajo cuya larga presidencia se terminó y se publicó la décimoquinta edición del Diccionario (1925), en cuyo prólogo se hace constar el hecho cierto de que entre ella y las anteriores hay muchas mayores diferencias que entre cualquiera de dos de las que la habían precedido; y que estas diferencias se debían fundamentalmente a la inclusión de "muchas voces técnicas, en especial las que tienen alguna difusión fuera del círculo de los profesionales".

Si examinamos la lista de los académicos de entonces, os daréis cuenta de la nueva orientación. Al lado de los literatos puros y de los oradores, que fueron siempre el núcleo de la Academia, ocupaban sillones el geólogo e ingeniero D. Daniel Cortázar, el farmacéutico y químico D. José Rodríguez Carracido, los ilustres marinos D. Manuel de Saralegui y D. Pedro Novo y Colson; D. José Echegaray, que, a pesar de todo, siguió siendo siempre ingeniero de caminos y cuya cabeza matemática contribuyó al éxito inmediato de sus dramas, pues manejaba las pasiones con el criterio de dos y dos son cuatro, pero les quitó valor perenne; y, junto a ellos, D. Leonardo Torres Quevedo, ingeniero también y hombre de ciencia extraordinario, y mi insigne colega D. Carlos María Cortezo, al que pronto siguió D. Amalio Gimeno, y el gran naturalista D. Ignacio Bolívar, y, por fin, el muy llorado físico, insigne por su competencia y su bondad, D. Blas Cabrera. No creo que olvido a ninguno. Cierto que muchos de estos varones representantes de las técnicas añadían una fama literaria a su puro valer científico. Mas ninguno de ellos, con la excepción de Echegaray, hubiera llegado hasta este recinto por la sola virtud de sus literarios merecimientos.

Con tan vigoroso refuerzo, el Diccionario, técnicamente, se remozó, aunque no en la medida que exigían los tiempos. La Academia ha tenido siempre un criterio muy reservado sobre las aportaciones que vienen de las ciencias.

Yo creo que excesivamente reservado. Puedo hacer aquí esta observación sin pecar de irreverente, porque en la primera página de la citada edición del año 25 del Diccionario se lee que "preciso es confesar que la Academia retrasó a veces con extremada prudencia la sanción debida al neologismo aceptable". Pero su propia crítica no fué bastante a que cambiara más que parcialmente el ritmo antiguo, y así llegamos a la última edición, la del 1939, que representa un nuevo retraso en aquella actitud: hay en ella, en efecto, no pocas voces técnicas nuevas, sobre todo jurídicas, también médicas y algunas tocantes a las ciencias físicas y exactas; pero no las que exigía el triunfante progreso de estas actividades, sobre todo las últimas, en el mundo.

Y he aquí que el auge gigantesco de esas mismas ciencias que estos últimos años, los inmediatos a nosotros, representan y anuncian, sobrecoge a la Corporación con la baja infausta de todos, absolutamente de todos, los especialistas cuya lista acabo de hacer. Sólo yo, incorporado a los trabajos de la Academia muy poco antes de los años marciales, sobrevivo al triste recuento. Y por eso os hablo hoy para celebrar la entrada de D. Esteban Terradas, matemático, ingeniero, docto por su saber y por su intuición, igualmente extraordinarios, en todas las ciencias, aun en las no exactas y físicas; pues, como habéis visto, su discurso de hoy le acredita de extraordinario humanista y competentísimo filólogo. Y es que la preparación científica, la disciplina y la mente científicas, suponen, cuando son rigurosas y verdaderas, una suerte de terreno propicio donde nacen las plantas del saber que especialmente se cultiva, pero donde pueden surgir todas las demás con la misma naturalidad y lozanía. En definitiva, en ese *poder saberlo todo* y no en lo mucho que de una cosa se sepa, es donde reside el grado supremo de la verdadera sabiduría.

Uno de los directores inolvidables de esta Academia, D. Miguel Asín, ante cuyo recuerdo yo también me inclino

con fervor, vió claro que, aunque haya otras Academias técnicas y aunque haya intentos, cierto que más laudables que eficaces, de coordinar la acción de todas (y uno de los resultados mejores de esa coordinación hubiera sido la organización silenciosa, pero rápida y eficaz, de un diccionario de tecnicismos), aun contando con todo esto, vió que era preciso que en esta misión de codificar el lenguaje colaboraran directamente los técnicos, desde aquí mismo, desde estos sillones. De ello hablamos en las últimas conversaciones que con él sostuve frente al mar, "que es el morir", como él mismo me dijo con triste y animosa sonrisa cuando sabía ya, tan bien como yo, que su mal no tenía remedio. Por eso llamó a la Academia a D. Esteban Terradas; y aquí está. Y con ser considerable el refuerzo, no debe ser sino el comienzo de una renovación del criterio de la Academia, que ya está en marcha en lo que a los técnicos de la Historia y de la Filología se refiere, pero no en cuanto atañe a las ciencias exactas y naturales. Han de ser, claro es, los literatos puros el núcleo de la Corporación, pero con un complemento cada día más generoso de los que representan a las literaturas técnicas; porque estos técnicos, y por lo tanto sus literaturas, ocupan cada día que pasa, y ya para siempre, un espacio mayor en la vida humana.

Como dice Terradas, y es evidente que con completa razón, el progreso del mundo está en gran parte ligado a la ingeniería. Y esta modalidad del progreso ya no es algo colateral a la vida, sino que arrolla la vida entera y se infiltra en su misma alma e imprime su modalidad peculiar en todo, desde los simples gestos externos hasta lo más recóndito del pensamiento. Y, por tanto, en el lenguaje. Es inútil querer hacer frente a esta realidad inexorable con verbales discreteos como ese tema que corre por ahí, que tanto sirve para sacar de apuros a articulistas y conferenciantes o para amenizar, por los profesionales de la conversación, las sobre-

mesas; me refiero a la supuesta amenaza de muerte de una cultura antigua, intelectual y romántica, la llamada cultura o civilización mediterránea, ante el avance de otra, moderna, mecanicista, grosera, atlántica. Yo he vivido y he nacido en el seno de aquélla, de la mediterránea, y quisiera morir en las orillas del mar azul. Mas creo que es una necedad que los hombres y los pueblos de este sector glorioso de Europa decidan que su deber es contemplarse el rostro, como Narciso, en las ondas del Mediterráneo. Narciso es el mito de la soberbia ineficaz, porque equivale a no enterarse de nada sin siquiera el remordimiento de no haberse enterado. Esto les sucede a los mediterraneanistas de ahora. No se han dado cuenta de que los grandes países industriales, llenos de obras de fantástica ingeniería, de talleres y de laboratorios donde la vida surge con impulsos de titán, de fábricas jadeantes y de consejos de administración, tienen dentro de todo eso que parece materia pura, una escondida y maravillosa poesía que aun no ha encontrado, es cierto, a su Homero, pero que ya le encontrarán. También tardaron siglos en tenerle los aventureros y los conquistadores, que hasta que les ungió la poesía les parecían bárbaros a los hombres tradicionales que labraban en paz las tierras en que habían nacido.

Lo importante es no despreciar esos modos nuevos de la vida; porque no significan otra cosa que continuación, continuación fecunda, ordenada por Dios en la solemne marcha victoriosa de la humanidad hacia un más allá mejor. Lo importante es que el europeo y el español, que es europeo y otras cosas además, y latino y además otras cosas, cumpla generosamente su gran papel histórico de servir de eslabón entre la tradición indestructible y el porvenir, que se alumbra siempre con dolores, pero que indefectiblemente representa la conquista del bien; de un bien que, por nuevo, quizá al principio nos hace tor-

cer el gesto, pero que al fin aceptan hasta los más recalcitrantes.

De ese esfuerzo por seguir y seguir, que es el sino glorioso del hombre, es el idioma el más exacto índice. Tanto más importante es la ciencia de un país cuanto más rico es su vocabulario técnico propio y cuanto menor es el importado de fuera. Ya lo dice Terradas: hubo una época en que el mundo entero aceptaba las voces con que los españoles bautizaron sus descubrimientos geográficos, mineros, naturalistas. Ahora, nosotros tenemos que aceptar, traducidas, las palabras de los inventores extranjeros. La tarea del filtrado y de la adaptación de todos estos términos al castellano es importante y copiosa; por ahora, decisiva. Y en este discurso, escrito, después de muy pensado, por quien es un sabio y a la vez un hombre eficaz, se establecen normas que ojalá se cumplan para llevar la empresa a un buen fin.

Pero es inútil añadir que no es éste nuestro ideal. El ideal sería que el desarrollo de nuestras ciencias puras y aplicadas nos liberase de la servidumbre lingüística a lo que está allende las fronteras. Esa debe ser nuestra aspiración. Yo no creo, como creía Menéndez Pelayo, que la ciencia española haya sido suficiente ni comparable a otros aspectos de nuestra estupenda obra civilizadora. Creo más bien, como otro gran español, de immaculado patriotismo, mi maestro D. Santiago Ramón y Cajal, que al carro de nuestra cultura le falta la rueda de la ciencia. Pero eso no importa. Las ruedas que faltan, y sobre todo en tiempos de esplendor mecánico, se pueden poner. Estoy convencido, y en eso sí que nadie puede discrepar del insigne crítico montañés, de la extraordinaria aptitud del español para el cultivo de las ciencias. Lo probaría, con la rotundidad de un experimento, el fruto copioso que en esas disciplinas da nuestra raza en cuanto se la coloca en un medio de suficiente densidad científica. Ahora mismo, el mundo está lleno de grandes investigadores es-

pañoles; que nos llenan de orgullo, pero que, a la vez, nos entristecen, al pensar que son plantas que hubo que trasplantar para que floreciesen. Porque una vez más hay que decirlo: en España ha habido y puede haber muchos genios; pero lo que no hay es ambiente para el cultivador medio, sin el que la producción científica es esporádica y no da su rendimiento continuo para el bien común.

Ese ambiente se creará; y habrá, algún día, una ciencia nacional verdadera; y entonces, también, una terminología científica nuestra. Mas, entre tanto, hay que hacer, repito, el trabajo de adaptación, que puede ser, además, uno de los vehículos para la propugnación del auge de las ciencias. Estas, no se olvide, nacen de la atención, del rigor paciente en la observación de los hechos, de la meditación de lo que se ha visto y del esfuerzo para darles una expresión temática, clara, concisa, insustituible. Nadie lo ha dicho mejor que el nuevo académico en estas palabras admirables: "Mientras nuestra raza no se coloque a vanguardia, transformando las riquezas del suelo, trabajando obsesionalmente en laboratorios, fábricas, talleres, astilleros, inventando nuevos elementos de transporte, enunciando nuevas leyes físicas o descubriendo fenómenos nuevos, iremos necesariamente a la zaga, y nuestra tarea, en punto a tecnología, consistirá sensiblemente en adaptar del mejor modo las palabras extranjeras." No me importa, y a vosotros os alegrará, esta repetición de algo que acabáis de oír, porque lo decisivo hay que decirlo muchas veces —éste es uno de los principios de la pedagogía—; y estas palabras expresan por modo insuperable el nudo del problema y la manera de desatarlo.

¿Quién mejor que Terradas para tal empresa, una más de las muchas que ha emprendido y a la que, desde ahora, su propio discurso le obliga? ¿Y qué podría yo añadir a ese discurso en la protocolaria presentación que he de hacer de su persona y de su vida? Nada de lo que yo dijese po-

dría daros idea de su capacidad creadora como este verdadero tratado de la terminología de las ciencias exactas, cuya importancia en los anales académicos sólo admite comparación con aquel otro discurso sobre la investigación científica, que hace cincuenta años leyó Cajal en la Academia de Ciencias y ha servido después de breviario a varias generaciones de naturalistas españoles. Fluye en el que acabamos de oír, con facilidad que asombra, tanto como el volumen de la doctrina, la sabiduría del autor en todas las disciplinas matemáticas, las puras y las aplicadas; su vasta información técnica y, además, la profunda formación humanista, aludida ya, que sube por el mismo tronco del saber científico y orea de gracia clásica hasta las mismas ecuaciones.

Pero quiero decir algo más sobre nuestro autor. No hacer su biografía, que es enojoso empeño cuando se trata de los vivos, sino apuntar los hitos que marquen, rápidamente, ante vosotros su fecunda personalidad. Terradas es doctor en ciencias exactas y físicas, ingeniero de caminos e ingeniero industrial. Se dice que una de estas carreras, la de caminos, la hizo en unos meses; no sé si será cierto, y no se lo he querido preguntar, porque lo interesante de los hombres es su leyenda, y él tiene ésta de capacidad y de rapidez ilimitadas para aprender. Ha sido catedrático de Análisis matemático y de Física matemática en la Universidad de Barcelona, y después de Acústica y Óptica, Electricidad y Magnetismo y Mecánica racional en la misma Universidad y en la de Zaragoza; ha enseñado las mismas disciplinas en las Universidades de Buenos Aires, de La Plata y de Montevideo. Ha dado, aquí y allá, en los dos continentes, cursos numerosos sobre las funciones de Mathieu, sobre la teoría de pequeñas muestras, sobre aerodinámica aplicada, sobre la teoría de las vibraciones elásticas, sobre la construcción de bóvedas, sobre la fotoelasticidad, sobre la teoría de la luna. Ha sido, o es, director de la

Compañía Telefónica, director del Instituto de Electricidad y Mecánica aplicadas, jefe del Observatorio y de los Estudios de Hidrografía de La Plata, director y constructor del Metropolitano de Barcelona, presidente de la Compañía Española sobre las líneas aéreas internacionales, presidente de la Empresa Nacional de Electricidad. Ha publicado libros fundamentales sobre corrientes alternas, sobre pistas de aeropuertos, sobre corrientes marinas, sobre las mareas en las costas argentinas, sobre la teoría de la hélice, y muchos más.

Sólo he citado, para los extraños a la intimidad de su obra, algunas de sus actividades. Como aquellos grandes humanistas antiguos, Terradas va y viene de una parte a otra, dondequiera que haya cosas que ver y que estudiar, y mientras viaja, como Erasmo, repasa en la mente la labor recién hecha y planea la futura; sólo que, en lugar de caminar sobre una mula, salta de Europa a América en avión, y en lugar de platicar en torno de un infolio con dos amigos, planea, rodeado de delineantes, ferrocarriles y aeropuertos, dirige sociedades, perfora cordilleras y da lecciones en cuanto encuentra a alguien que quiere aprender. Y a cada deber nuevo lo acoge con la misma rigurosa responsabilidad. Todo lo que ha sido, lo ha sido a conciencia. Académico, lo será también así. Ya lo habéis visto: para él, el ingresar en nuestra Casa no equivale a añadir un título a la lista de las satisfacciones y de los honores. Ni su discurso es obra de una improvisación febril, en unas cuantas noches, con el café al lado, sino sazonado producto de muchas horas de lectura y de meditación.

Dondequiera que ha estado ha llenado de honor a su ciencia y a su Patria. En la Conferencia de Chicago, no hace mucho, en días difíciles para España, él, que es poliglota, consiguió con esa fina diplomacia que no siempre poseen los diplomáticos, incorporar el castellano como lengua ofi-

cial. Y en las Repúblicas del Sur de América... Dejarme que dilate un momento más este discurso, que excede ya de lo que me había propuesto. Porque en América del Sur, Terradas ha actuado con ejemplar eficacia digna de un comentario final.

Nada más importante para nosotros que nuestras relaciones con aquellos vigorosos países. Nada tampoco más delicado. Afinidades indestructibles nos unen a ellos. Pero esa afinidad se enturbia a veces por el discurso indiscreto de aquello que, por ser indiscutible, no hay para qué agitar. El ideal, en la vida de los pueblos como en la vida familiar, es transformar la relación de los padres con los hijos en relación de amigos. Y para ello nada es más eficaz que estas dos cosas: la anulación del énfasis y el trabajo en común.

Actuando así, sencillamente y en colaboración fecunda, han realizado una gran obra americanos insignes en España, y en América no pocos españoles. Terradas figura en la primera línea de éstos. Al citar antes algunas de sus actividades habéis entrevisto la huella de su paso por las Universidades, por los Centros de investigación y por aquellos otros donde se gestan los grandes proyectos de ingeniería moderna, en el continente americano. Un surco profundo ha dejado también su paso en la cultura matemática y física. Hoy, Echegaray no podría quejarse, como en su discurso en la Academia de Ciencias en 1866, no ha mucho recordado por nuestro ilustre Azorín, no podría quejarse, digo, de que en España no existan matemáticos verdaderos. Una gran escuela española florece en las dos riberas del Atlántico, y permitidme que la resuma en un nombre, el de Rey Pastor, a cuya obra formidable ha dedicado Terradas recientes páginas llenas de justo y generoso fervor.

Yo, que amo tanto a América, y la amo entre otras razones porque he gozado horas inolvidables oyendo hablar en español magnífico a los hombres de la tierra: un español donde la armonía antigua se hermana maravillosamente con

la capacidad, moderna y a la vez clásica, para la invención de nombres nuevos, quiero consignar ahora con admiración la calidad de la actuación americanista de Terradas, la más profunda, por el conocimiento de sus problemas y por el reconocimiento de lo que aquellos países representan y han de representar en el futuro; y, además y sobre todo, por ser el suyo un americanismo que como no pretende ser americanista, es el mejor.

Este es el hombre que hoy viene a colaborar en la obra de amor al castellano, que no es sólo limpiar y fijar, sino también dar esplendor; y nada vivifica y ennoblece a un idioma como la incorporación o la creación de la palabra nueva, vehículo alado de la idea nueva y del hecho nuevo.

¡Extraña cosa, dirán algunos, que en los momentos en que parece que el mundo va a romperse, unos hombres se reúnan para pulir palabras en torno de una mesa! Pero no es insensatez, sino todo lo contrario. El mundo no se romperá. Y el rosario de venturas y desventuras que, ahora como siempre, es la vida humana está enlazado por un hilo perenne, que es la inteligencia; y su expresión divina es la palabra, el verbo: el verbo, que no sólo es principio sino también continuidad.

# INDICE

SENTENCIAS TEMÁTICAS.....	5
---------------------------	---

## PRIMERA PARTE

<i>Introducción</i> .....	7
<i>A la memoria del insigne Rodríguez Marín</i> .....	9

## SEGUNDA PARTE

<i>Motivos y tesis</i> .....	13
<i>Antecedentes</i> .....	17
<i>De vocablos empleados en la Técnica moderna y de su procedencia</i> .....	26
1. Preliminar.....	26
2. Maquinaria y herramental.....	29
1. Pivote, gonce o gozne, quicial, bisagra y charnela.....	29
2. Gorrón, pinzote, peón y guijo.....	32
3. Muñón, muñonera, muñeca, muñequilla, mangueta, cojinete.....	33
4. Perno, mecha.....	35
5. Roblón y remache para unión y afianzamiento de chapas solapadas y superpuestas.....	36
6. Galga, calibrador, calibre, batalla.....	38
7. Brochar, escariar, mandrilar.....	41
8. Agujero, orificio, taladro, perforación, horado, foramen, barrenó..	45
9. Lezna, punzón, barrena, broca, fresa, trépano.....	50
10. Recorte, embutido, estampado, vaciado, escarpado.....	54
3. Obras e hidráulica.....	58
1. Arcilla, suelos, hormigón.....	58
2. Lámina, laja, placa, lancha, losa, casco, cáscara.....	66
3. Del léxico en labores de entibación de túneles.....	73
4. Duque de alba, noray, bolardo, proiz.....	76
5. Mareas y movimiento de las aguas marinas.....	79
6. Abra.....	84
7. Arrastres, socavones, médanos, barras.....	85
4. Electricidad y Física contemporánea.....	93
1. Cuerpos simples.....	93
2. Constantes, fundamentales y unidades.....	96
3. Ecuaciones de Maxwell en el lenguaje de la Relatividad restringida.....	102
4. Del spin, magnetón, mesón, quanta y otros conceptos.....	105

5.	Ciclotrones y otras maquinarias.....	111
6.	Electrotecnia. I. Amplidinas.....	117
	II. Caldeo.....	120
7.	Microondas. I. Guías en la muy alta frecuencia.....	122
	II. Efectos de inercia como generadores.....	126
	III. Magnetron y otros vocablos.....	129
	IV. Radar.....	133
5.	Aerodinámica. Forma y propulsión de aviones.....	138
1.	Entrar en pérdida, estol.....	138
2.	Alerón, aletón, aleta, alilla, álula; flap, slab, slot, tab.....	140
3.	Despegar, decolar, aterrizar, acuatizar, porpoising, rebote, careteo.....	143
4.	Rotor, rodezno.....	145
5.	Construcción monocoque, geodésica, etc.....	146
6.	Capó, descapotar, banqueo, derrape, jimmy, tonel, looping, renversement, cupla, planeo, picar.....	147
7.	Advección, alargamiento, finura, rolar.....	149
8.	Centraje, balero, booster, cowling, empennage, goggles, hangar.....	150
9.	Meteorología.....	151
10.	Overtaking, pankake, raid, record, performance.....	152
11.	Holm, slip, T. H. P., fuselaje.....	153
12.	Sweepback, bornerer; hiduminio, plexiglas; cracking, alquilación..	154
13.	Robot. Racket.....	156
14.	Diversos sistemas de fuerza motriz.....	157
15.	Terminología en los sistemas de propulsión de naves aéreas y proyectiles.....	160
16.	Motor de cota. Ceiling, plafond. T $\Phi$ y análogos.....	164
17.	Airworthiness.....	166
18.	Hélice revirada, flameante, etc.....	168
19.	De las velocidades mayores, menores e iguales a la del sonido...	169
20.	De los cuatro puntos singulares del trasdós. Efectos de succión..	171
21.	De la substitución de títulos por iniciales.....	172
	<i>Del lenguaje técnico en el siglo de oro del lenguaje literario.....</i>	173
1.	Artillería y Fortificación.....	173
2.	Artesanía.....	187
1.	Objetos de vidrio y arte vitraria.....	188
2.	Joyería, platería y sus gremios.....	195
3.	Miscelánea (relojes, ingenios de Juanelo Turriano, etc.).....	199
4.	Del Comercio.....	205
	<i>Sobre el progreso de la Técnica por el estudio y la medida.....</i>	211
1.	Del adelanto de las Ciencias físicas.....	211
2.	De las materias y fenómenos objeto de estudio y medida. Del Simbolismo.....	216

3. De los laboratorios de la Técnica.....	220
4. Ejemplo del nivel intelectual necesario al que estudia y mide.....	225
<i>Culteranismo literario y exotismo técnico.....</i>	228
1. La Técnica y la Filología.....	228
2. La Ciencia y el Lenguaje.....	234

### TERCERA PARTE

<i>Plan de trabajo y colaboración.....</i>	239
<i>Final.....</i>	244

Notas.....	247
Nota n.º 1. Ordinationes Ripariae, Tablas alfonsinas, Portulanos, Voces arábicas en plática marinera, etc.....	247
Nota n.º 2. García de Palacio, Pedro de Medina, la casa de Contratación de Sevilla, Jorge Juan, etc.....	249
Nota n.º 3. Descubrimientos españoles del xvi en el Pacífico.....	252
Nota n.º 4. Minería del xvi. La Mesta. La Hermandad de las Marismas, etc.....	254
Nota n.º 5. Monografía sobre «Abra».....	256
Nota n.º 6. Quanta y cuasi.....	258
Nota n.º 7. Navegación aérea actual.....	260
Nota n.º 8. Normas o racionalismo.....	262
Nota n.º 9. Metales puros. Aleaciones industriales. Materias plásticas.....	267
Nota n.º 10. Bibliografía complementaria.....	271
1. Sobre Artillería y Fortificaciones en el siglo de oro del lenguaje literario.....	271
2. Sobre reactores y toberas termopropulsivas.....	272
3. Sobre ciertas aplicaciones de la Física nuclear..	274
4. Sobre investigación industrial.....	274
5. Sobre artesanía en el siglo de oro.....	274
6. Sobre la Teoría del lenguaje.....	275
7. Sobre navegación por irradiaciones eletromagnéticas.....	276
Nota n.º 11. Acerca del significado del vocablo «extrusión».....	277

DISCURSO DE G. MARAÑÓN.....	279
-----------------------------	-----

The laboratory of the Department of Chemistry  
at the University of California, San Diego  
has been the recipient of a grant from the  
National Science Foundation, Grant No. CHE-54-1047  
for the study of the properties of the  
polymerization of styrene in the presence  
of various metal ions. The results of this  
study are reported in this paper.  
The polymerization of styrene in the presence  
of various metal ions has been studied  
by the method of  $^{14}\text{C}$  labeling. The  
results show that the rate of polymerization  
is increased by the presence of certain  
metal ions, such as  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ , and  
 $\text{Co}^{2+}$ . The rate is decreased by the  
presence of other metal ions, such as  
 $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ , and  $\text{Fe}^{2+}$ . The  
effect of the metal ions on the rate of  
polymerization is dependent on the  
concentration of the metal ions and on  
the nature of the metal ion. The  
results are discussed in terms of the  
mechanism of the polymerization of  
styrene.

DISCUSSION  
The results of this study show that the  
rate of polymerization of styrene is  
increased by the presence of certain  
metal ions, such as  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ , and  
 $\text{Co}^{2+}$ . The rate is decreased by the  
presence of other metal ions, such as  
 $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ , and  $\text{Fe}^{2+}$ . The  
effect of the metal ions on the rate of  
polymerization is dependent on the  
concentration of the metal ions and on  
the nature of the metal ion. The  
results are discussed in terms of the  
mechanism of the polymerization of  
styrene.

## ERRATAS ADVERTIDAS Y ACLARACIONES

Pág. 5, summus-sumus; g-g; 10, mayor-gran; 25, absurdum-absurdum; 29, colocado-colocada; 34, Michell-Mitchell; 43, tatin-latin; 44, alèser-aléser; 46, Nebrija-Lebrija; 61, ya-y; 62, o-; 64, Abbindet-abbindet; 83, equivalente-equivale; 84, Bilbao-Nervi6n; 85, intervienen-se ofrecen; 86, fué-fueron; 88, Distinguese-Distinguense; 99, de-la; 132, titulo-tubo; 135, Fluevhr-Flugwehr; 143, una voz-voces; 144, un acto-actos; 144, ha-habr6; 144, En lugares-En lugares camperos; 144, mientras...-mientras el habla ciudadana usa; 147, Cuplo-Cupla o cuple; 149, Curaci6n-curado; 156, Racket-Rocket; 171, A la vez-(suprimirlo); 173, necesidades-necesidades; 173, inici6se la-inici6se nueva; 174, mediante forja construian las armas-mediante la forja construian armas; 174, caliente y cuyas-caliente cuyas; 177, tenia-había; 215, el máximo goce-goce y socio; 215, nada procura... mayor... que-procura... la... de...; 224, Transmisi6n-Transmutaci6n; 231, en cambio, ciertos-Ciertos; 242, es-ser; 254, ;-; 260, basta-bastan; 266, tiit-tilt; 269, numerosas-numerosos; 271, todo muy-(suprimido); 271, da-de; 273, Schewizerische-Schweizerische; 274, ou-no; 274, amour-armour; 276, Grudfragen-Grundfragen.

Pág. 46. Sobre Lebrija y Nebrissa, Lebrija es el nombre de la antigua Nebrissa. El ilustre gramático Antonio Martínez Xarana nació en Lebrija. Fué profesor de Humanidades en Salamanca. Añadió a su nombre cristiano el de Elio por su conocimiento del latín, que estudió en Italia y como recuerdo de las lápidas romanas provistas de inscripciones diversas que se hallan en las inmediaciones de Lebrija. Se le llama en latín "el de Nebrissa", "Nebrissensis".

Pág. 94. Americio y Curio. Los elementos  $Z = 95$  y  $Z = 96$  han sido denominados en latín Americum y Curium. Los cuatro elementos nuevos de introducci6n reciente son: neptunio, plutonio, americio y curio.

Pág. 126. Modulaci6n: En un movimiento peri6dico simple, vg., sinusoidal, con las tres constantes de amplitud, frecuencia y base, se llama modulado al movimiento que deriva de aquél al ser peri6dicas y no constantes una o varias de las tres mencionadas. Por ejemplo, las pulsaciones que resultan al componer dos movimientos sinusoidales de distinta frecuencia son modulaciones reductibles a un movimiento sinusoidal cuya amplitud es variable con frecuencia igual a la semisuma de las componentes y con frecuencia propia igual a la semidiferencia.

Pág. 132. La voz video parece querer indicar el empleo del mecanismo o aparato en la t6cnica de la Televisi6n.

Pág. 153.—Performance. Viene del franc6s parfournir, que significa realizar, acabar de hacer, de entregar, etc. La traducci6n castellana m6s adecuada parece ser actuaci6n; actuar significa ejercer una cosa (o persona) actos propios de

su naturaleza; realización conviene también al caso, realizar es hacer real o efectiva una cosa; también podría decirse especificación, que equivale a declarar la individualidad de un acto o una cosa; y no estarían fuera de lugar comportamiento, rendimiento, etc.

Pág. 156. Racket. Más corriente es rocket. Esta última tiene por etimología, según Hertzfeld Darmesteter, el vocablo *rocco* del antiguo alemán, que luego se convirtió en *rocken* del alto alemán y que significa huso, en francés *fuseau*; de donde *fusée*, usado actualmente en Francia para designar *cohete*. Fué empleado en la Edad Media para designar una lanza, así en francés antiguo puede leerse: "De son bon rochet bien tempré". La voz *rochet* significa hoy carrete y es empleado en Tecnología textil, de acuerdo con la etimología señalada.

En el siglo XVI la voz inglesa racket es lo mismo que rocket y roquet, según el diccionario de Oxford. De racket viene el francés raquette, el alemán Rakete, que designan la pala del juego de pelota llamado "tenis", y en esta acepción se encuentra usada la voz en el siglo XV, lo mismo que en sentido militar: "to cast stones". Las dos formas racket y rocket son usadas simultáneamente después: "The rocket troop rendered considerable service".

Más adelante racket se circunscribe a la pala y rocket al huso que envuelve materia inflamable y que puede ser lanzado, sea como aviso, sea para provocar incendio, etc. Racket, por su parte, deriva a expresión de "ruido", racketeer es persona que arma bulla, de donde deriva el significado que se menciona en la pág. 157; es un modo de aplaudir, etc., y el francés recoge esta acepción al dar el significado de fanfarronería a la frase "casseur de raquettes".

Rocket es en inglés moderno familiar, equivalente a to bound up, to dart, o proyectarse en el aire; se aplica a un pájaro, por ejemplo, a la fantasía personal (a rockety mind), etc., y tiene otros varios significados, sobre lo cual no se insistirá en este lugar. En alemán se dice Raketenantrieb para designar la propulsión por cohete.

Aparecen, pues, en rocket y racket la idea de la forma y de la proyección, la forma ahusada, la pala que imprime velocidad inicial y, como consecuencia, la proyección a lo alto, que es lo característico del cohete.

Pág. 238. Véase para alguna de las cuestiones a que se refiere este capítulo: A. Eddington, *The Philosophy of physical Science*, Cambridge, 1939.

Durante la lectura, deliberadamente reducida a poco más de una hora, se comentaron sólo las tesis que a continuación se enuncian, seguidas de sendos ejemplos aseverativos:

1. Necesidad de concretar las definiciones por despliegue de sinónimos (ejemplo: agujero, taladro, horado).
2. De las posibilidades de alcanzar expresión adecuada y correcta con el vocabulario actual, ampliado con algunos arcaísmos, como hizo Góngora en el lenguaje literario (ejemplo: arrastres, socayones...).
3. Circunspección obligada en el empleo de neologismos (ejemplo: acuatizar, v. posar).

