

REVISTA
DE LA UNIVERSIDAD DE OVIEDO
FACULTAD DE CIENCIAS

ENERO-DICIEMBRE 1947



AÑO VIII

NUMS. XLIII y XLIV



SUMARIO

Páginas

<i>La hipótesis transformista</i> , por Bermudo Meléndez Meléndez, Catedrático de la Universidad de Granada	5
<i>Nuevos puntos de vista en la interpretación y tratamiento de la carditis reumática</i> , por el Doctor González Suárez.	41
« <i>El aceite de hígado de bacalao y sus nuevas aplicaciones en terapéutica veterinaria</i> », por Isidoro Izquierdo Carnero, Decano de la Facultad de Veterinaria de León	51
<i>Sustitución de los aceros al Cr-Ni, en las armas automáticas por aceros al manganeso</i> , por María Teresa Rubio Reynoso.	69



LA HIPÓTESIS TRANSFORMISTA⁽¹⁾

POR

BERMUDO MELÉNDEZ MELÉNDEZ

Catedrático de Geología en la Universidad de Granada

I.—PRELIMINAR

El objeto de las dos conferencias pronunciadas bajo este título en el VII Curso de Verano de la Universidad de Oviedo, es plantear y resolver, siquiera sea en términos generales, los problemas relacionados con la *hipótesis transformista*, que dá razón de la existencia de los seres vivos que actualmente pueblan la tierra.

Ha de tenerse en cuenta, que van dirigidas a personas de tipo universitario, a las que es necesario enterarse de estas cuestiones, para en su caso, poder refutar las aseveraciones gratuitas de los no creyentes, que, con parecidos argumentos, pretenden demostrar la intransigencia de la religión cotólica.

(1) Conferencias pronunciadas los días 6 y 7 de septiembre de 1946, en el VII Curso de Verano de la Universidad de Oviedo.

Se procura demostrar que no sólo no hay intransigencia en cuestiones puramente científicas, sino que último término, la Iglesia se atiene en este orden de ideas a lo que resulte de las ciencias experimentales por una investigación leal y verdadera, y que si, mediante las verdades dogmáticas, nos impone ciertas restricciones, éstas, lejos de ser perjudiciales, son ventajosas, ya que encauzan la investigación por caminos donde no es posible el error, por tratarse de verdades reveladas. Se procura así mismo, deslindar los campos en que es posible *opinar*, y tomar estas opiniones como base de trabajo e investigación.

Haremos constar, para evitar confusionismos, en primer lugar, según el Dogma Católico, las tres cuestiones siguientes:

1.º El transformismo entre animales irracionales y entre vegetales, es solamente una cuestión científica, que no afecta en manera alguna al Dogma Católico, y por tanto, puede ser discutido y admitido.

2.º El *transformismo integral*, que pretende la aparición de la vida, por una parte, y por otra de las facultades psíquicas humanas, como producto de la evolución natural y espontánea de la materia, es absolutamente inadmisibile.

3.º Un transformismo mitigado que admita la creación por Dios del alma humana y de los principios vitales, no parece que estaría en desacuerdo con el Dogma Católico, pero sería necesario que fuese demostrado, para poder ser admitido como cierto.

Además, y para evitar recelos, e interpretaciones falsas del contenido de estas conferencias; conviene desde un principio advertir, que en el estado actual de nuestros conocimientos, la *bipótesis transformista*, no pasa de ser mas que una *bipótesis*, aunque tenga muchas probabilidades de ser cierta, y que como tal, es susceptible de ser sometida a análisis, discutida y comprobada o rechazada.

II.—PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Es innegable que el antiguo creacionismo tropieza con serias dificultades de orden científico, cuando se trata de aplicarle en con-

creto a un determinado ser vivo (1), y no es, por tanto, fácil de admitir la creación inmediata de los seres actuales, siempre que exista un medio de comprender su génesis de una manera más conforme con las exigencias naturales de las cosas y de nuestro propio espíritu.

Se comprende la mayor satisfacción que lleva a nuestro espíritu científico, la concepción de un transformismo teísta, según el cual, Dios habría creado; al principio de la serie de donde provienen los seres actuales, principios vitales que poseerían propiedades evolutivas distintas de las que dominan en las fuerzas físico-químicas de la materia inorgánica, haciendo servir a esta última a los fines vitales.

En el transcurso de los tiempos geológicos, y mediante una serie de generaciones sucesivas, que manifiestan una causalidad misteriosa, indispensable en cualquier hipótesis, habrían ido apareciendo los diversos tipos biológicos sucesivamente en su lugar natural, hasta la realización completa de las formas actuales.

En estos argumentos, y en otros análogos, se basa la convicción de casi todos los biólogos y paleontólogos actuales, referente a la realidad de la teoría transformista, aunque muchos puntos de

(1) Imagínese por ejemplo, como se realizaría la aparición de un animal, una mariposa, sobre la tierra, con toda su complicada organización fisiológica, con tejidos que no provendrían de la asimilación de substancias nutritivas, con caracteres hereditarios que no habrían sido heredados, con caracteres que le asignarían una cierta edad, producto de un cierto lapso de tiempo de existencia por el que no habría pasado...; y no se arguya que hay menos dificultades en comprender la creación inmediata de un embrión, con toda su complejidad, pues éste supone una fecundación, unos órganos sexuales, otros individuos antecesores análogos a él, y en el mismo embrión, los caracteres hereditarios mendelianos.

Todo esto sería, en efecto, posible para Dios, *de potentia absoluta*, porque no repugna en sí a la metafísica, pero no *de potentia ordinata*, esto es, salvaguardando las normas ordinarias y permanentes con que su Divina Providencia rige al mundo.

Tales creaciones sucesivas, no concordarían con este modo habitual del gobierno divino.

ella permanezcan oscuros, y aunque quizá no se llegue nunca a su esclarecimiento total.

La clasificación sistemática de los seres vivos que pueblan la tierra, establecida con suficiente exactitud desde tiempos de Linné, hubiera sido motivo suficiente para hacer surgir en la mente humana la hipótesis transformista, buscando en ella la razón de las analogías existentes entre los diferentes grupos sistemáticos establecidos, si el famoso lema linneano *species tot sunt diversae quot ab initio creavit Infinitum Ens*, que suponía un acto creador especial para cada especie, no cerrase el paso de manera categórica a tal suposición.

El concepto de especie, vino de esta forma a definirse, como el conjunto de individuos que presentan el mayor número posible de caracteres comunes, ligados entre sí por parentesco directo o colateral, de forma que entre dos especies distintas, existiría forzosamente una marcada discontinuidad, a modo de *corte*, imposible de salvar gradualmente.

Fué por otra parte, tal la autoridad científica de los defensores de la escuela *fixista*, capitaneada por Cuvier, que pese a las múltiples observaciones y hechos acumulados en contra suya, esta teoría se mantuvo durante mucho tiempo como la única posible para dar razón de los seres orgánicos actuales.

Así, cuando la Paleontología demostró que los seres vivos que con anterioridad a la época actual, habían poblado la tierra, eran distintos a los actuales, y esto no una vez, sino tantas cuantos períodos geológicos se fueron estableciendo al compás de los descubrimientos paleontológicos, no se encontró otra explicación más plausible, que la de suponer otras tantas creaciones sucesivas que abarcasen a todo el mundo orgánico, pretendiendo que la desaparición de las anteriores se debió a *cataclismos geológicos* o *revoluciones del globo terráqueo*, según las imaginaron primeramente Cuvier, y luego d'Orbyigny, quien se vió precisado a elevar a veintisiete el número de cataclismos y creaciones sucesivas.

Hay que tener en cuenta, que Cuvier no consideraba como absolutamente indispensables nuevas creaciones después de cada cataclismo geológico, admitiendo la posible supervivencia de ciertas faunas que serían las que se desarrollaban en el período siguiente. Cuvier solo propugnaba las revoluciones del globo terráqueo, y fué d'Orbyigny quien se mostró partidario de las sucesivas creaciones.

Estas concepciones, cayeron por su base al extenderse las ideas de Hutton y Lyell sobre la uniformidad y continuidad completa de los fenómenos geológicos, de la historia de la tierra, y de la acción de los agentes que han operado incesantes y profundos cambios en su superficie en el correr de los tiempos geológicos. Puede decirse que desde el momento en que esta concepción quedó definitivamente incorporada a la Geología, quedó condenada la escuela fixista absoluta, pues resultó impotente para dar una explicación lógica de las diversas faunas y floras que sucesivamente poblaron la tierra.

Simultáneamente, la descripción de multitud de especies nuevas entre los seres actuales, muchas de las cuales se colocaron entre las ya conocidas formando un paso gradual de unas a otras (lo que hizo perder terreno a la definición de especie linneana), y la comprobación experimental de la variabilidad de las especies dentro de ciertos límites, ya desde finales del siglo XVIII (1), influyó notablemente en las ideas de los naturalistas de principios del siglo XIX, especialmente Geofroy Saint-Hilaire y Lamarck, que cristalizaron en la concepción evolucionista expuesta por este último (2), planteándose de una vez en toda su realidad la *hipótesis transformista* como capaz de dar razón científica de la existencia de

(1) (AZARA, F. de; 1789.—Apuntaciones para la Historia Natural de las Aves de la Provincia de Paraguay.—1802.—Apuntamientos para la Historia Natural de los Cuadrúpedos del Paraguay y Río de la Plata.—(Madrid).—*Goethe, J. W.*, 1790.—*Metamorphose der Pflanze*.)

(2) Lamarck, J. B.; 1809.—*Philosophie Zoologique*.



los diversos organismos actuales y extinguidos, de su distribución geográfica; y de las relaciones existentes entre ellos.

III.—ESTADO ACTUAL DE LA HIPOTESIS TRANSFORMISTA

Hoy en día, la hipótesis transformista, en sus diferentes modalidades, es admitida, basándose en las razones fundamentales ya expuestas, por la inmensa mayoría de los sabios, con rarísimas excepciones, siendo de notar, que, en realidad, nadie admite la aparición espontánea de los seres vivos actuales tal como los encontramos.

Admitida la existencia de Dios, por otras razones que no son de este lugar, ha de ser necesariamente considerada su acción como la razón última de la vida en el universo, y, en consecuencia, abandonado el transformismo absoluto que niega la intervención divina.

En la actualidad, se marcan en este sentido dos tendencias, dentro del denominado *transformismo teísta*:

La primera tendencia, *transformismo teísta generalizado*, considera biológicamente imposible toda laguna en las series que unen los seres actuales con los organismos rudimentarios que Dios habría hecho nacer en los albores de la vida. Tal tendencia, no difiere del *transformismo integral* más que en el plan metafísico.

La segunda tendencia, el *transformismo teísta mitigado*, admite intervenciones inmediatas de Dios, tanto en el origen de los primeros seres, como durante el curso de la evolución, para orientarla por nuevos caminos y realizar tipos de organización, cuya razón de existencia no aparezca en los organismos preexistentes. Caracterizaría a estas series genéticas una cierta discontinuidad, a manera de *cortes*, pues según esta teoría, las causas naturales abandonadas a sí mismas, serían insuficientes para explicar la aparición de ciertos tipos nuevos.

No es necesario, por otra parte, para admitir esta teoría, que se precise el número de tales intervenciones divinas, ni su natura-

leza, sino que basta admitir la realidad de éstas allí donde la imperfección de los seres preexistentes fuese insuficiente para explicar la génesis de un tipo nuevo de organización superior.

LAS PRUEBAS DE LA EVOLUCION

I.—PRUEBAS PALEONTOLOGICAS

Por de pronto, la Paleontología no nos ha revelado ningún ser orgánico que forme una verdadera excepción en el conjunto de los seres vivos actuales, el cual se caracteriza por una marcada unidad. Pero además, cuanto más nos alejamos de la Era Cuaternaria, mayores son las diferencias que encontramos entre las faunas y floras desaparecidas y las actuales. Prescindiendo de cual-

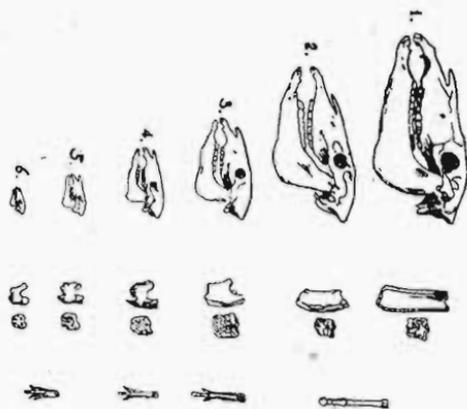


Fig. 1.—Sucesivos estados de la evolución de los *Equidos* en América del Norte, durante el Terciario. (A la izquierda, forma y proporciones del cráneo; en el centro, molares superiores, de perfil y por la cara triturante; y a la derecha, extremidades anteriores).—1, *Equus* (Cuaternario); 2, *Pliobippus* (Plioceno); 3, *Merychippus* (Mioceno); 4, *Mesobippus* (Oligoceno); 5, *Orobippus* (Eoceno superior); 6, *Eobippus* (Eoceno inferior). (Según Osborn)

quier otra consideración, este solo hecho basta de por sí para sugerir la hipótesis transformista, y para darle tal viso de verosimilitud, que casi puede llamarse evidencia.

Si por otro lado, se niega tal hipótesis, hay que recurrir a admitir que el Creador ha ido reproduciendo en las sucesivas creaciones las mismas formas ya existentes, con ligerísimas variaciones.

Parece pues imponerse a la razón, que si las formas paleozoicas difieren más de las actuales que las del Terciario, es porque están filogenéticamente mucho más lejanas.

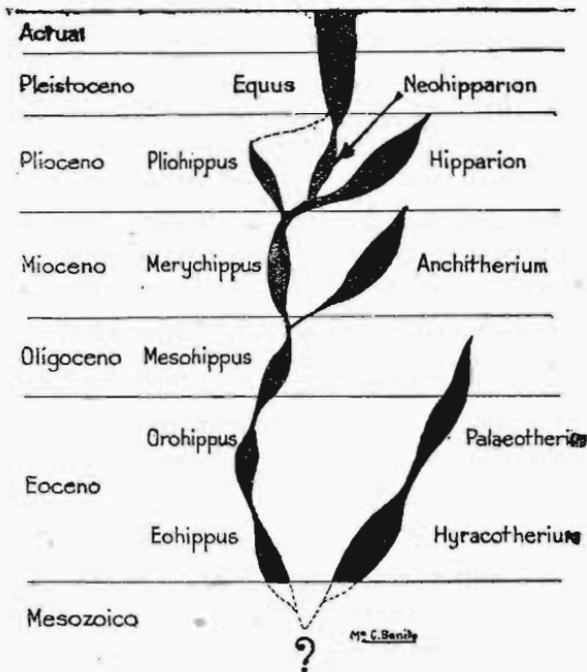


Fig. 2.—Filogenia del Caballo americano durante la Era Terciaria. Es una de las mejor establecidas, y reputada como cierta por todos los paleontólogos, teniendo en cuenta los datos de la figura 1.—Las formas *Pliohippus* y *Neohipparion* corresponden a América, y la forma *Hipparion* a Europa, así como *Hyracotherium*, *Palaeotherium* y *Anchitherium*. (Según Cuénot, simplificado)

En segundo lugar, aunque no con toda la frecuencia que fuera de desear, en múltiples casos se llegan a establecer series genealógicas que ligan casi sin interrupción las formas actuales con las fósiles, o varias de estas últimas entre sí.

Ejemplos de series filogenéticas reputadas por la generalidad de los paleontólogos, como bien establecidas, las tenemos, por ejem-



Fig. 3.—Algunos estados intermedios de la evolución de los *Planorbis* (*Gyraulus*), en el Mioceno superior de Steinheim (Würtemberg, Alemania).— 1, *Gyraulus trochiformis* x. *kleini*, 2, *Gyraulus trochiformis* v. *steinheimensis*, 3, *Gyraulus trochiformis* v. *tenuis*, 4, *Gyraulus trochiformis* v. *sulcatus*, 5 y 6, paso a *Gyraulus trochiformis* v. *trochiformis*, 7, *Gyraulus scalaris*. (Tamaño natural). (Según Wenz)

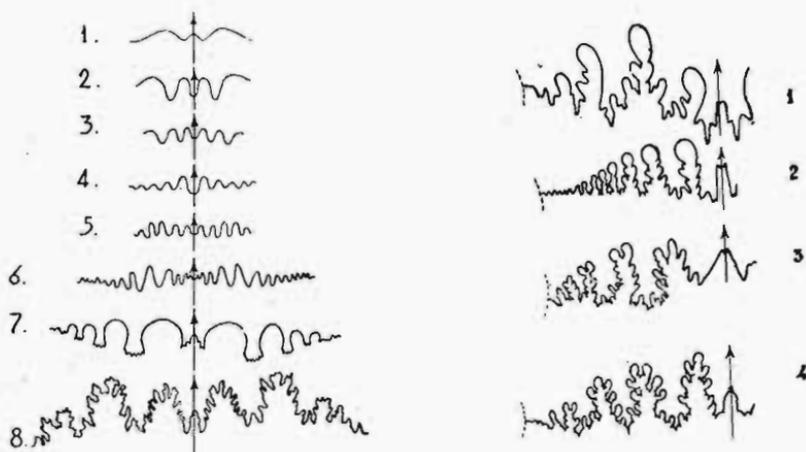


Fig. 4.—Algunos estados de la evolución de la sutura de los tabiques en los *Ammonites* paleozoicos y mesozoicos.—1, *Goniatites subnautilus* (Silúrico-Devónico); 2, *Goniatites sulcatus* (Devónico); 3, *Goniatites münsteri* (Devónico); 4, *Goniatites tuberculoso-costatus* (Devónico); 5, *Goniatites lunulicostatus* (Devónico-Carbonífero); 6, *Goniatites multilobatus* (Devónico-Carbonífero); 7, *Ceratites nodosus* (Triásico); 8, *Arietites bisulcatus* (Triásico)

Fig. 5.—Evolución de la sutura de los tabiques en los *Ammonites* mesozoicos (filogenia de los *Filocerátidos*).—1, *Monophyllites* (Triásico); 2, *Megaphyllites* (Triásico); 3, *Rhacophyllites* (Triásico superior); 4, *Phylloceras* (Triásico). (Según Schmidt)

plo, en la filogenia del *Caballo* americano y europeo durante el Terciario; (figs. 1 y 2) la serie evolutiva de los *Planorbis* (*Gyraulus*) del Mioceno de Steinheim (Alemania) (fig. 3); numerosas series evolutivas que mediante el estudio de la línea de sutura de los tabiques nos enlazan los *Ammonites* paleozoicos y triásicos (*Monoflütidos*) con los liásicos y jurásicos (*Filocerátidos*) (figs. 4 y 5); la evolución del esqueleto apofisario de los *Braquiópodos*, que en muchos casos puede seguirse paso a paso de unas formas a otras, habiéndose conservado casi todos los estados intermedios de su evolución, etc., etcétera.

Por desgracia, en muchos casos, se han perdido las formas de paso, los denominados *eslabones* que nos relacionan entre sí dos de estas formas, con gran probabilidad por no haber fosilizado, o no han sido encontradas hasta ahora. Muchas de estas *lagunas* se han llenado en los últimos años, pero es lo más probable que en gran número no se llenarán nunca.

A falta muchas veces del eslabón de enlace, tenemos las formas sintéticas, que reúnen caracteres de varios grupos sistemáticos que posteriormente aparecen diferenciados. Ejemplos típicos tenemos entre otros innumerables en el *Archaeopteryx*, con caracteres de *Reptil* y de *Ave*, los *Cinodontos*, con caracteres intermedios de *Reptil* y de *Mamífero*, que vivieron en el Triásico; ciertos *Cistideos*, Equinodermos de la primera mitad del Paleozoico, en que aparecen mezclados caracteres de los *Equinodermos* post-paleozoicos, etcétera, etcétera.

Desde un punto de vista imparcial; hay que reconocer que todos los hechos relacionados, y otros muchos que pudieran citarse, son favorables a la hipótesis transformista, y sobre todo, que ni uno solo es abiertamente contrario a ella, pero no es menos cierto que tal apreciación, se refiere tan sólo al conjunto de hechos, y que cuando queremos descender a detalles, éstos se suelen escapar a la observación.

Una causa indudable de dificultad en el establecimiento de series filogenéticas; es que las especies no suelen colocarse unas a

continuación de otras, sino más bien como hojas imbricadas que parten de un tronco común, cuyo punto de inserción queda óculto por ellas mismas, pero siempre es indudable la convergencia de conjunto hacia la base.

Hay que tener finalmente sumo cuidado cuando se trata de establecer el parentesco real entre seres correspondientes a tipos de organización diferentes, pues, en general, en contra de lo que suele admitirse, por los partidarios de un evolucionismo absoluto, la Paleontología no nos dá ninguna prueba de que hayan existido formas que sirvan de enlace entre tales tipos diferenciales, sino que más bien parece indicarnos que desde un principio evolucionan por separado, aunque paralelamente.

II.—PRUEBAS DERIVADAS DE LA DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE LOS SERES VIVOS

Si comparamos, por vía de ejemplo, las faunas que actualmente viven a ambos lados del istmo de Panamá, se comprueba la existencia de un centenar de especies comunes a ambos océanos, pero que presentan constantemente una forma *atlántica* y otra forma *pacífica*, siendo así que la paleontología nos demuestra que las especies fósiles del Mioceno en ambas orillas son las mismas. La única explicación razonable que puede darse de este hecho, es que antes del Mioceno no existía tal istmo, y que una fauna única poblabá el mar que entonces separaba América del Norte y América del Sur.

Después de la separación de los dos océanos, esta fauna única, separada en dos zonas independientes y aisladas, ha evolucionado en sentidos ligeramente diferentes, dando lugar de esta forma a estas dos series paralelas de formas atlánticas y pacíficas.

Observaciones análogas se han hecho entre las faunas actuales y las extinguidas en el caso de dos continentes o de un continente y una isla, que hasta época más o menos reciente han estado unidos.

Citaremos entre muchos, los ejemplos de Córcega y Cerdeña, de nuestra Península y Marruecos, etc.

Si pretendemos aferrarnos a la teoría creacionista absoluta, hay que suponer que el Creador, después de la desaparición de la fauna primitiva común, ha dotado a cada región geográfica de una colección de especies que constituyen dos series paralelas y ligeramente divergentes, lo cual no es probable en absoluto, y fuera de ésta no queda otra hipótesis que la transformista.

Además, tal como corresponde a esta teoría, se comprueba siempre, que cuanto más lejana sea la separación de las dos faunas, más diferentes son entre sí, revelándonos casi siempre la Paleontología las formas que sirven de paso entre la fauna ancestral común, y las actuales. La fauna de Madagascar, por ejemplo, es completamente diferente de la de Mozambique, a pesar de su proximidad geográfica, porque la separación entre ambos territorios es muy antigua, y, en cambio, la flora de Europa y la de Groenlandia, son casi iguales, no obstante su alejamiento geográfico, porque su separación data de relativamente poco tiempo.

En las islas de origen madreporico o volcánico, que en definitiva han surgido del seno de los mares, se encuentra constantemente un cierto número de especies endémicas, próximas no obstante a las existentes en los continentes u otras islas cercanas de formación más antigua.

La hipótesis transformista, da a estos curiosos hechos una explicación muy plausible; pues evidentemente, las faunas y floras de tales islas, proceden de las comarcas más cercanas, y con el aislamiento a que han estado sometidas, han dado lugar en el transcurso del tiempo a faunas y floras propias. En cambio, no parece lógico, ni siquiera razonable, el pensar que el Creador a medida que iban apareciendo tales islas, fuese creando colecciones de seres vivos especiales; ligeramente diferentes unos de otros, y al mismo tiempo muy parecidos a los de las tierras próximas, que están en más fácil relación con esas pequeñas islas.

III.—PRUEBAS DE LA ANATOMIA COMPARADA

La clasificación racional de los seres vivos, se basa en definitiva en esta consideración, admitiendo a priori, que la semejanza estructural y anatómica de los animales y plantas, es el resultado de su parentesco.

Indudablemente, la hipótesis transformista, puede dar una explicación muy lógica de tales semejanzas, pero hay que tener cuidado en la apreciación de los caracteres, pues en los seres vivos, hay analogías puramente circunstanciales, denominadas *de convergencia*, que no se explican ateniéndose al principio de la descendencia. Tales serían por ejemplo, las analogías existentes entre los diferentes tipos de Vertebrados adaptados al vuelo, o entre los de costumbres acuáticas.

Las extremidades de los Vertebrados, por ejemplo, están siempre constituidas siguiendo el mismo plan, y se incluyen en la denominación genérica de *quiridio*. Es fácil reconocer tal estructura, de la que puede servir de tipo la mano del hombre, en la pata de una salamandra, en la de un elefante, en la de una gallina, y con mayor dificultad, por la profunda transformación sufrida, en la

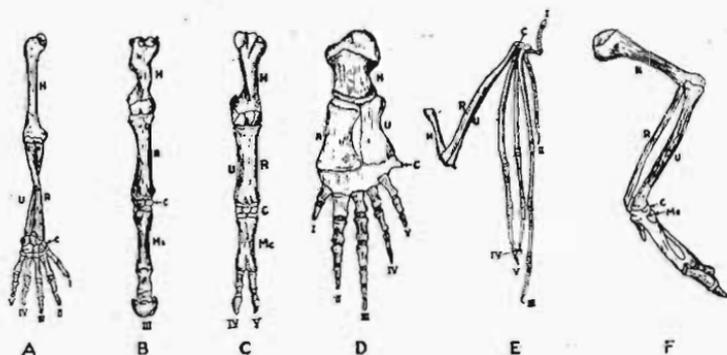


Fig. 6.— Anatomía comparada del esqueleto de los *quiridios* de diversos *Vertebrados* actuales: A, Hombre; B, Caballo; C, Toro; D, Ballena; E, Murciélago; F, Cuervo. (Todas las figuras se refieren a extremidades anteriores; H, húmero; U, cúbito; R, radio; C, carpo; Mc, metacarpo; I, II, III, IV, V, sucesivos dedos de la extremidad). (Según Berryman)

pata de un caballo, en el ala de un ave o en la extremidad anterior de un murciélago (fig. 6).

Con menos seguridad, podemos encontrar semejanzas entre el *quiridio* y las aletas de los peces, pero al menos, sus partes fundamentales, también aquí están presentes, y lo mismo podríamos decir de las extremidades de los reptiles adaptados a la vida acuática (*Plesiosaurus*, *Ichthyosaurus*), que vivieron en la Era Secundaria. Todas estas estructuras parecen estar construídas siguiendo un plan preconcebido, aunque en cada caso posean caracteres especiales en relación con la función a que están destinadas.

Es indudable, que la explicación más lógica de los hechos a que nos referimos, está en el parentesco existente entre tales animales, pues sino es difícil concebir, cómo estructuras tan delicadas y tan complicadas pueden haber resultado originadas independientemente.

Sin embargo, hay que hacer una objeción de peso en contra de un optimismo exagerado, relativamente a esta prueba del transformismo.

Cuando encontramos una serie de estructuras que insensiblemente nos llevan de las más sencillas a las más complicadas, podríamos llegar fácilmente a la conclusión, no siempre verdadera, de que han ido apareciendo en la naturaleza por su orden de complicación, y esto puede muy bien no ser así.

En la mosca del vinagre (*Drosophila melanogaster*), estudiada por Morgan, han aparecido una serie de razas caracterizadas por el diverso desarrollo de las alas, de forma que se puede establecer una serie completa desde los ejemplares con alas normales a otros completamente ápteros, y podría suponerse de primera intención, que la pérdida de alas se ha originado paulatinamente, siendo así que en realidad, cada raza ha hecho su aparición independientemente a las demás, sin guardar ningún orden relativo, a partir de la raza típica.

Muy bien puede haber ocurrido algo semejante en la naturaleza, y entonces ningún valor tendrían las series que puedan esta-

blecerse, que serían más artificiales que reales. El verdadero valor de las pruebas de la anatomía comparada, no radica en estas series de formas más o menos reales que puedan establecerse, sino en los caracteres comunes y casi idénticos que a parte de éstos presentan los seres vivos correspondientes al mismo grupo sistemático, y que son los que se utilizaron para su clasificación dentro de él.

IV.—PRUEBAS EMBRIOLOGICAS

Pueden resumirse en la denominada *ley biogenética*, cuyo enunciado se debió a Haeckel, y según la cual, la *ontogenia* no es sino una repetición abreviada de la *filogenia*, es decir, que a juicio de su autor y de los biólogos que le siguen, todo ser, durante su desarrollo, sufre una serie de transformaciones que recuerdan, con mayor o menor precisión, los sucesivos términos de la serie filogenética de la cual proceden.

Indudablemente, muchos estados embrionarios, nunca han podido representar animales adultos, pero estas fases han sido interpretadas como adiciones embrionarias al tipo primitivo de los antepasados. El amnios y el alantoides de ciertos vertebrados, el saco vitelino de los peces en su fase larvaria, son buenos ejemplos de esto.

A finales del siglo pasado, Weismann, y posteriormente Vialleton y von Baer, han propuesto otra interpretación de los hechos relacionados con la ley biogenética, pretendiendo, que las analogías observadas, lo son realmente entre caracteres correspondientes a los embriones de diferentes animales, y que si en algunos casos persisten en el adulto, esto es puro accidente; no serían sino supervivencias embrionarias.

La analogía de estructuras y de organización comprobada entre los embriones de animales que ocupan distinto lugar en la clasificación, se explica según esta nueva interpretación, admitiendo que descienden de los mismos antepasados comunes.

Ejemplos de la *ley biogenética*, los tenemos por doquier. El em-



brión de un pollo, y en general el de todos los Mamíferos, presentan en un estado temprano de su desarrollo hendiduras branquiales a ambos lados del cuello, como las de los peces, que también aparecen desde estados muy tempranos en el embrión de estos últimos (fig. 7). Parece lo más probable, que el mamífero y el ave

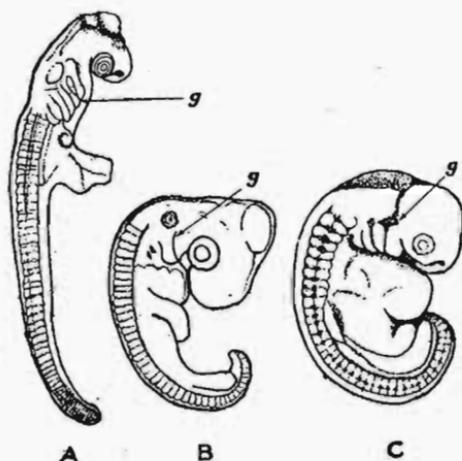


Fig. 7.—Esquema de los embriones de diferentes *Vertebrados*, mostrando todos ellos las hendiduras branquiales (g), en la correspondiente fase de su desarrollo. Estas hendiduras persisten durante toda la vida en los *Peces*, pero desaparecen en los demás: A, Embrión de *Escualo*, B, de *Gallina*; y C, de *Mamífero*. (Según Berryman)

presenten este estado de su desarrollo, porque ha existido siempre en todos los *Vertebrados*, y porque no se ha perdido todavía; en los peces, tal estado de cosas perdura durante toda la vida, y en cambio, en los demás *Vertebrados*, estas estructuras desaparecen con la edad para dar lugar a otras más perfeccionadas y más en armonía con su nuevo género de vida.

Otro ejemplo típico, lo tenemos en la comparación entre el desarrollo de la sutura de los tabiques en un *Ammonitido* triásico, y la complicación de la misma a través del Paleozoico. En la figura 8 se puede observar el paralelismo existente entre las diferentes fases en ambos casos, pero aquí tenemos evidentemente un caso, en

que, como el último estado de complicación embrionaria es el que persiste en los demás tabiques que se forman en el animal adulto cualquiera de las dos interpretaciones antes aludidas puede ser verdad.

Los órganos rudimentarios, que algunas veces encontramos en los seres vivos, son prueba indudable de evolución, pero a condi-

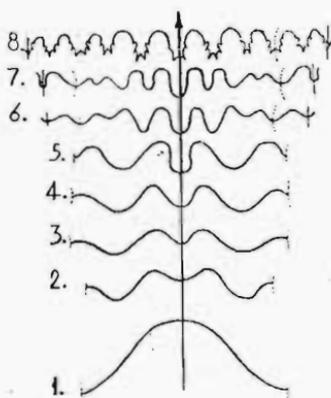


Fig. 8.—Desarrollo ontogénico de la línea de sutura en los sucesivos tabiques de un *Ammonites* triásico. Comparese esta figura con la 4. (Según Branco).

ción de que en el proceso ontogénico se demuestre que tal como aparecen en el adulto son el resultado de una *regresión*, sin confundirlos con órganos no desarrollados.

En los Cetáceos, en estado adulto aparecen únicamente las extremidades anteriores, pero en el embrión se forma el par posterior con sus partes esqueléticas análogas a las de las extremidades anteriores, aunque posteriormente éstas continúan su desarrollo regresivo y aquéllas llegan a atrofiarse casi por completo, reduciéndose a unos pocos huesos incluidos entre los tejidos del animal y sin ninguna función.

Ciertos Cetáceos carecen de dientes en estado adulto, estando substituídos por placas córneas, pero el embrión posee una denta-

dura normal, con numerosos dientes que son reabsorvidos en sus alveolos sin que ni siquiera lleguen a romper la encía.

En los Rumiantes, falta la *clavícula*, lo cual supone una perfecta adaptación a la carrera, pero sin embargo, en el embrión del carnero se forma, e incluso da comienzo su osificación, reabsorviéndose posteriormente hasta que desaparece por completo.

Ejemplos como estos, podríamos encontrarlos numerosísimos en toda la escala animal, pero siempre que se trate de pruebas embriológicas; hay que proceder con sumo cuidado, pues en muchos casos suele desconocerse la verdadera significación de los órganos del embrión; que, por lo general, no han funcionado nunca en la forma en que allí aparecen; en muchos casos, tales órganos no son lo que aparentan, y tienen en cambio una misión distinta a la su-puesta.

V.—PRUEBAS ETHOLOGICAS

Quizá entre las pruebas más concluyentes del transformismo, hayan de incluirse los casos de adaptación al medio ambiente (mimetismo, comensalismo y parasitismo).

Concretamente dentro del *parasitismo*, que es de todas las adaptaciones la que, por su mayor especialización, marca rasgos más acusados en los individuos parásitos, es frecuente que el huésped pertenezca a un grupo geológicamente posterior al que corresponde el parásito, y en este caso, no puede razonablemente admitirse que tal adaptación sea primitiva, sino que se impone por su propio peso la suposición de que las profundas transformaciones que exige la vida parasitaria, resultan de diferenciaciones progresivas en los tipos morfológicos iniciales.

Además, es frecuente que la Paleontología nos revele la existencia de la serie casi completa de tipos intermedios en diferentes grados de adaptación a ese género especial de vida, y en el mismo desarrollo ontogénico, persisten en el parásito casi siempre, formas embrionarias idénticas a las de sus antepasados de vida libre.

VI.—LAS REACCIONES DE LA SANGRE

Han sido llevadas a cabo en lo que va de siglo, especialmente por Nuttall empleando la conocida propiedad de los anti-sueros precipitantes, obtenidos por inyección de suero sanguíneo de un cierto animal, en otro distinto. Estos anti-sueros, permiten identificar cantidades insignificantes de sangre del primer animal, y empleando soluciones de mayor concentración, se puede así mismo precipitar al suero sanguíneo de animales que ocupan un lugar próximo en las clasificaciones establecidas.

Hay que advertir ante todo, que la semejanza en la constitución del suero sanguíneo demostrada por estas reacciones, no es realmente de mayor importancia que la que nos pone de manifiesto la anatomía comparada, pero indudablemente es una modalidad muy interesante de esta última, y aunque por sí misma nada prueba, es un argumento más, convergente como los anteriores a la hipótesis transformista.

En general, los resultados a que se llega concuerdan perfectamente con las deducciones hechas por otros métodos. Así, se demuestra que la relación existente entre las *tortugas* y los *cocodrilos*, es más estrecha que la de éstos con los demás reptiles, y también, que el parentesco entre los *Saurios* y los *Ofidios* es muy próximo. La reacción entre los sueros de las diferentes Aves, es muy intensa, pero entre las Aves y los Reptiles es débil, aunque existe.

Se demuestra también, tal como se deduce de la anatomía comparada y de la paleontología, que el *Limulus* está relacionado con los *Arácnidos* más bien que con los *Crustaceos*.

Entre los Mamíferos, existe relación de consanguinidad entre todos ellos, pero especialmente entre los *Carnívoros*, entre los *Rumiantes*, entre los *Marsupiales*, etc.

VII.—PRUEBAS EXPERIMENTALES DIRECTAS

La experimentación es el método científico por excelencia, cuando se trata de investigar los fenómenos de la naturaleza, y

merced a ella, han podido establecerse las principales leyes porque se rigen los fenómenos que entran en la categoría de la físico-química, pero en el problema que nos ocupa, se tropieza con una dificultad insuperable, cual es la escasa duración de la vida humana y aún de la misma humanidad, en comparación con los millones de años transcurridos desde la aparición de la vida sobre la tierra.

De ser cierta la hipótesis transformista, la evolución del mundo orgánico, de los seres vivos, hasta alcanzar la diferenciación actualmente observada, ha debido realizarse, a través de unos 800 millones de años como mínimo, y ha de tenerse en cuenta, que según cálculos fidedignos, la Era Cuaternaria, apenas tiene algo más de medio millón de años.

De la imposibilidad manifiesta en que nos hallamos, de repetir las experiencias en análogas condiciones a como se ha realizado en la naturaleza, debemos deducir desde un principio, que los resultados obtenidos han de ser muy exiguos, y que si algo puede deducirse de ellos en pro de la teoría que nos ocupa, el solo hecho de no ser la experiencia abiertamente contraria a ella, ya es un argumento en pro de la misma.

Las experiencias llevadas a cabo, por innumerables biólogos, han dado los resultados más diversos. Dos han sido los tipos de variaciones que se han comprobado en los seres vivos:

a) por *variación lenta*, merced a cambios insensibles pero mantenidos durante varias generaciones sucesivas, del medio ambiente en que se desarrollan los seres vivos, tales como la domesticidad, el cultivo, la variación de la salinidad del agua marina o la temperatura, etc., etc. Las variaciones obtenidas, perduran siempre mientras duren las condiciones modificadas del medio ambiente, pero en general, al suprimir la causa de la variación, vuelven a su estado primitivo después de un corto número de generaciones.

Los vegetales son susceptibles de extensas modificaciones mediante influencias externas, tales como la temperatura, la altitud, la humedad o la constitución química del suelo, y estas modifica-

ciones continúan mientras persistan las variaciones introducidas en su medio ambiente, pero desaparecen al volverlas a sus condiciones primitivas.

b) por *variación brusca* o *mutaciones*, que se presentan bruscamente, sin pasar por los estados intermedios, y que por el contrario, se transmiten hereditariamente, dando lugar a pequeñas especies o variedades que una vez aparecidas perduran ya de una manera constante. La *mutación* va asociada a la idea de una transformación en el *gérmen*, la cual se muestra estable, y aparece bruscamente después de un estado de *pre-mutación* cuyo equilibrio llega a romperse dando origen a la *mutación* propiamente dicha.

Un Crustáceo marino, la *Artemia salina*, al aumentar la concentración de las sales disueltas en el agua en que vive, al cabo de varias generaciones pasa lentamente a una forma muy diferente, idéntica a otra que con anterioridad se consideraba como especie diferente. Disminuyendo, por el contrario, la concentración salina, toma gradualmente los caracteres de un género completamente distinto, que vive en agua dulce, pero estas variaciones sólo son estables mientras duran las condiciones creadas artificialmente.

En las *mariposas*, cambiando las plantas que sirven de alimento a sus orugas o la temperatura durante su desarrollo, se han conseguido cambios muy notables. El *Actias luna*, hermosa mariposa oriunda de Texas, al ser llevada a Suiza y alimentada con hojas de una especie distinta de nogal, dió lugar a individuos que fueron reputados como especie nueva, la *Actias bolli*, muy distinta de aquélla por la coloración de sus alas, por el dibujo de las mismas, y aún por su forma. La *Vanessa urticae*, al mantener sus crisálidas a temperaturas considerablemente más bajas de lo normal, dá lugar a variedades de coloración más oscura, siendo lo notable de este experimento, que la segunda generación, obtenida ya en circunstancias normales, presenta un considerable número de mariposas con caracteres modificados.

La raza de ganado vacuno sin cuernos, del Paraguay, tuvo su

origen en un toro mocho nacido en 1770 en una estancia de Corrientes, el cual trasmitió a sus descendientes aquel carácter singular.

En la *Drosophila melanogaster* sometida a experimentación por Morgán en N. América, se ha comprobado la aparición de más de 125 mutaciones diferentes perfectamente hereditarias (fig. 9), y lo

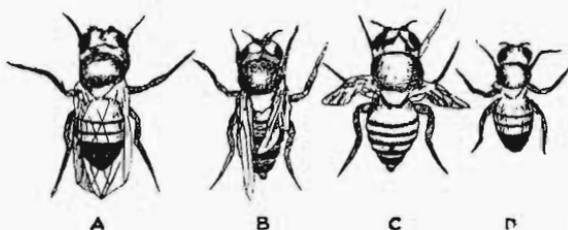


Fig. 9.—Cuatro tipos de mutaciones aparecidas en la Mosca del vinagre (*Drosophila melanogaster*), referentes al tamaño de las alas: A, de alas cortadas, B, alas de muñón, C, de alas vesigiales, D, áptera. (Según Morgán)

propio ha ocurrido con el escarabajo de las patatas *Leptinotarsa* estudiado por Tower en Chicago, y con algunos vegetales, siendo famosas a este respecto las experiencias de Hugo de Vries sobre la *Oenothera biennis*, a quien se debe el concepto de mutación.

La *Zea mais* o maíz, según se desprende de los estudios de Blaringham, es una mutación estable de una planta mejicana, la *Euclyna*, y en general, puede afirmarse que cada uno de los investigadores que se han dedicado a esta clase de estudios, han podido trabajar en una especie distinta, siempre con el mismo resultado.

Puede por todo lo antedicho, admitirse como demostrado experimentalmente, que los cambios en el medio y en las condiciones de vida, de los seres vivos, tanto animales como vegetales, pueden influir en ellos, y determinar la aparición de caracteres nuevos, pero esto casi nunca ocurre por variación lenta, sino que lo general es que tenga lugar por variación brusca cuando ésta afecta a las gonadas y se trasmite al germen dando lugar a la mutación correspondiente.

Todo esto, está por otra parte de acuerdo con lo que nos muestra la Paleontología, pues de una manera general, las especies nuevas se encuentran en los estratos sin que puedan ser ligadas por formas intermedias, unas a otras de una manera continua.

En definitiva, puede admitirse como cierto que las especies animales y vegetales, no son entidades fijas e inmutables, sino que por el contrario son capaces de extensas modificaciones, aún en el corto espacio de tiempo que puede durar una experiencia de esta clase, y esto es indudablemente una prueba de peso en pro de la teoría transformista de que venimos ocupándonos, si bien es verdad que tales transformaciones sólo se demuestran dentro de un grupo muy restringido, al cual podríamos llamar *tipo formal*, que en general puede llegar a corresponder a un *suborden* o lo más a un *orden*, sin que existan pruebas del paso entre distintos *tipos* o *clases*.



RESUMEN.—Ante todo, hemos de tener en cuenta, que por la misma índole del asunto tratado, es sumamente difícil una demostración completa e incontrovertible de la teoría transformista, y que desde luego, en todo caso, tal prueba aun no ha sido encontrada, pero sí podemos, por otra parte, discutir cual de las dos hipótesis antagónicas; transformismo o creacionismo, está más acorde con los hechos observados, deduciendo en consecuencia, cual es la más probable.

Precisamente, lo que da grandes probabilidades a la primera de las dos hipótesis, es la armoniosa coincidencia entre tantas e independientes clases de testimonios, extraídos bien sea de la Paleontología, de la Anatomía y Fisiología comparadas, de la Embriología, de la distribución geográfica actual y pretérita de los seres vivos, y aun de la experimentación, en tanto que ésta es posible. En todos los casos, encontramos que la interpretación más sencilla y menos forzada de los hechos cae del lado de la hipótesis

transformista, y que las probabilidades aumentan considerablemente con el número creciente de indicios en su favor.

Pero no es menos cierto, que tal apreciación se refiere exclusivamente al conjunto de los hechos, y que cuando queremos descender a detalles, se nos escapan a la observación, resultando que la evolución realmente comprobada se refiere a grupos sistemáticos muy restringidos, a los que ya hemos denominado *tipos formales*, que desde los testimonios más antiguos de la paleontología aparecen ya diferenciados, y que según todos los indicios evolucionan por separado.

Si se quiere admitir todo el valor del argumento general, por eliminación completa del creacionismo, hay que convenir en que la aparición de tales *tipos* ha debido ser el resultado de una evolución extraordinariamente larga, casi completamente desconocida actualmente en su proceso y en sus líneas generales y detalles.

En definitiva pues, si bien hay que reconocer que las llamadas *pruebas del transformismo*, que en buena parte no son sino *indicios*, hacen entrar a cierto transformismo moderado dentro de los hechos comprobados y establecidos, no es menos verdad, que el transformismo generalizado, aún limitado a los vegetales y a los animales irracionales, no puede considerarse en la actualidad como científicamente establecido, y, por consiguiente, no pasa de ser una hipótesis.

LAS TEORIAS TRANSFORMISTAS

Admitido en sí mismo el hecho de la evolución orgánica, sin que sea cuestión fundamental la mayor o menor amplitud que haya tenido, han surgido diversas teorías que pretenden explicar el modo como ha tenido lugar tal evolución, y al mismo tiempo, establecer las leyes por las que se ha regido en su proceso.

I.—TEORIAS ANTIFINALISTAS

Excluyen *a priori* como causa de la evolución, toda intervención de causas finales, pretendiendo buscar en el juego de causas eficientes, los llamados *factores mecánicos de la evolución*, la adaptación de los seres vivos al medio en que viven; su ontogénesis, su filogenia, su fisiología, en fin, todo lo que es privativo de tales organismos.

Las diferentes teorías, se diferencian tan sólo por el papel preponderante que asignan a tal o cual *factor*, distribuyéndolos en *factores primarios*, que corresponderían a la acción directa del medio cósmico y biológico, y *factores secundarios*, como la herencia, la selección natural, la selección sexual, la segregación, la hibridación, etcétera.

1.—EL DARWINISMO.—*Teoría de la selección natural*.—Para Darwin, los seres vivos se hallan en perpetua lucha con el medio ambiente, y con los demás organismos de la misma o de distante especie. Por otra parte, supone en los organismos vivos una tendencia innata a la variación, que origina de continuo múltiples *variaciones* de todo género, ligeras diferencias entre los individuos de generaciones sucesivas o entre los correspondientes a una misma generación, produciéndose tales variaciones en todos sentidos, sin un plan determinado.

Cuando las variaciones no son ventajosas para el organismo, o cuando son perjudiciales a su peculiar género de vida, son eliminadas en poco tiempo, pero cuando éstas suponen alguna ventaja

o utilidad al individuo que las posee, determinan el triunfo de éstos en la lucha por la existencia, simultáneamente a la desaparición de los demás, transmitiendo a su descendencia aquellos caracteres que les dieron superioridad sobre sus congéneres, los cuales acentuándose en el curso de sucesivas generaciones, terminan al cabo de cierto tiempo por originar una nueva especie que sustituye a la anterior, por sus mejores condiciones para la existencia en el medio en que vive.

Se puede ver por lo anterior, que para Darwin, es en último término la *casualidad* la razón de la adaptación al medio de vida, ya que las variaciones se producen al azar, sin la intervención de ninguna causa final.

2.—NEODARWINISMO DE WEISSMANN.—Admite este autor la presencia en todas las células del organismo, de dos clases de plasma; el *morfoplasma* y el *idioplasma*, siendo este último el que determina todas las modificaciones de forma y estructura de las células y en último término del organismo.

El *idioplasma* de las células germinativas está compuesto por *idios*, pequeñas partículas integradas por factores *determinantes*, cada uno de los cuales a su vez está formado por *bióforos*.

Según Weismann, la selección natural se efectúa ya en las células germinales entre estos corpúsculos a que nos hemos referido, que son los representantes de los diversos factores hereditarios legados por los padres, y con ello pretende su autor, eliminar de la teoría darwinista toda influencia del medio externo, y el papel desempeñado por el uso y desuso de los órganos, defendido por Lamarck.

Esta teoría, con algunas variaciones, es seguida por otros biólogos, como Naegeli, Eimler, Rosa, etc.

3.—LA PREADAPTACION.—Es en definitiva una variante del Neodarwinismo, propugnado por De Vries, quien denomina *tangenas* a las partículas indivisibles portadoras de los caracteres bio-

lógicos de los individuos, suponiendo que son las *mutaciones*, el método de que se vale la naturaleza para transmitir los caracteres adquiridos por selección de tipo weismanense.

Otros biólogos como Morgán, Cuenot, Devenport, etc., defienden a su vez teorías que no son sino ligeras variantes de ésta.

4.—TEORIA DE LAS CAUSAS ACTUALES.—Es denominada también *Neclamarckismo mecanicista*, por estimar como causa preponderante del mecanismo de la evolución, la herencia de caracteres adquiridos por influencia directa del medio cósmico y biológico en que se desarrolla el individuo, pero suponiendo que tales factores actúan por sí mismos, sin que intervenga ninguna dirección que los encamine a un fin determinado.

Tiene esta teoría en la actualidad numerosos partidarios entre los biólogos contemporáneos; Delage, Wettstein, Goldsmith, etcétera, son sus principales defensores, y unen a sus disertaciones numerosas experiencias, unas de tipo hereditario y otras no, insistiendo de preferencia en la realidad de las transformaciones determinadas sobre los seres vivos por las modificaciones del medio, y reservando el papel principal a los factores primarios de la evolución.

El que todas estas teorías mecanicistas y antifinalistas sean insuficientes para dar cuenta de la evolución orgánica tal como se observa, es debido fundamentalmente a que jamás una teoría de esta naturaleza, puede explicar por el sólo azar, obrando a ciegas, el maravilloso orden de las tendencias que en el ser vivo van en derechura al fin propuesto.

Un conjunto de efectos nunca puede tener una perfección que no se encuentre en el conjunto de las causas que le producen; los seres vivos son un conjunto maravilloso de efectos, en relación con las causas de la evolución, que no pueden haberse formado al azar y sin dirección.

La mejor crítica de estas teorías, la encontramos en las mis-

mas obras de Delage y de Goldsmith, cuando confiesan, a pesar de ser incondicionales defensores del mecanicismo, que tal teoría es de todo punto insuficiente para explicar por qué la evolución sigue siempre una dirección determinada, sin retroceder.

II.—TEORIAS FINALISTAS

En vez de considerar a los seres vivos como meras máquinas que reaccionan ciegamente frente a los agentes externos, suponen en ellos una evolución dirigida hacia un fin de perfeccionamiento.

1.—EL LAMARCKISMO.—Las ideas expuestas a principios del siglo XIX por Geoffroy Saint-Hilaire relativas a las modificaciones que podían sufrir los organismos, especialmente durante su desarrollo embrionario, a causa de las variaciones experimentadas por el medio ambiente, influyeron directamente en las concepciones de su colega Lamarck, hasta el punto de llevarle a exponer la teoría evolucionista que lleva su nombre.

Para Lamarck, todo cambio poco considerable pero mantenido, de las circunstancias en que se desarrolla un animal, opera en él un cambio real en sus necesidades; tal cambio de necesidades precisa para satisfacerlas por parte del animal, otras acciones y otras costumbres, y éstas exigen del animal el empleo más frecuente de ciertos órganos, lo cual los desarrolla y agranda considerablemente, y la atrofia simultánea de otros, que ahora le serían de menor utilidad.

Evidentemente, esta concepción de la evolución, difiere fundamentalmente de las que hemos reseñado, por cuanto excluye en absoluto el factor *casualidad* como razón primordial de ella, y por el contrario, admite una finalidad definida, un fin concreto, perseguido por tal evolución que en definitiva no es otra cosa que una mejor adaptación a las nuevas condiciones de vida en que el organismo se ve obligado a desarrollarse.

Aparte de esto, la falta fundamental de tal teoría, consiste en

atribuir carácter hereditario a los caracteres somáticos adquiridos, y en exagerar el efecto del uso y desuso de los órganos.

2.—TEORIA PSICOBIOLOGICA.—Defendida principalmente por von Hartmann, surge a principios de siglo, enfrentándose con el Darwinismo, por considerarle insuficiente para dar razón de la evolución orgánica.

Pretende buscar un camino intermedio entre las teorías materialistas mecanicistas, y el vitalismo animista teísta, admitiendo la continuidad absoluta en la escala orgánica, no solo en lo que atañe a la organización, sino en el psiquismo, y propugna que allí donde hay vida, existe la que denomina *inteligencia orgánica*, capaz por sí misma de dirigir la evolución en el sentido conveniente de perfeccionamiento.

Esta fuerza vital o principio interno inmaterial, que obra dirigiendo la evolución, recibe diferentes nombres según los autores: Es el «élan vital» de Bergson, la «entelequia» de Driesch, la «aristogénesis» de Osborn, etc.

El punto débil de tales teorías, está en que entre la actividad mecánica de una máquina, y la actividad consciente, hay forzosamente que concebir la finalidad biológica que tiende a fines desconocidos por el ser vivo, pero no por eso menos reales ni menos determinados.

En una palabra, estas teorías, no reconocen que el Autor de la naturaleza es el único que conoce los fines hacia los cuales la ha ordenado, niegan que en su Inteligencia radique la última razón del orden vital, y pretenden en cambio atribuir este orden vital, a un principio inmediato interno, propio de cada ser vivo.

3.—TEORIA ANIMISTA TEISTA.—Es la única posición que puede dar razón verdadera de la evolución orgánica, afirmando que, fuera del ser vivo, existe una Inteligencia Divina, que es la última razón de la finalidad orgánica.

Coloca en el ser orgánico un *principio vital*, que no actúa en el

plan físico-químico, sino en un plano diferente a la materia inorgánica, formando una unidad con los compuestos inorgánicos, y orientando la acción del ser vivo. Tal principio debe ser concebido como una fuerza sintética de orden superior a las fuerzas físico-químicas, capaz de coordinarlas y de influir sobre ellas, pero sin romper ni falsear su determinismo.

Esta teoría, por otra parte, no niega el papel que puedan desempeñar las variaciones en las condiciones del medio ambiente, ni los demás factores que puedan influir en ella, pero parte de la base de que ellos, obrando por sí solos son incapaces de dar razón de la evolución orgánica tal como se nos presenta, dirigida a un fin de perfeccionamiento, que solo puede ser conseguido por la acción coordinadora del *principio vital*.

DOS CUESTIONES AL MARGEN DE LA TEORIA TRANSFORMISTA

Al margen hasta cierto punto de la estricta teoría transformista, pero indudablemente en íntima relación, y que para muchos autores quedan espontáneamente englobados en ella, son por una parte el problema de la aparición de la vida sobre la tierra, y por otra el de la aparición del hombre sobre la misma.

Son estas, dos cuestiones, que han de ser tratadas con preferencia desde un punto de vista metafísico, pero que por su misma índole y por estar en realidad relacionadas con el problema de que nos hemos venido ocupando, creemos necesario abordarlas y resolverlas en estas conferencias.

I.—LA APARICION DE LA VIDA SOBRE LA TIERRA

El problema de la aparición de la vida sobre la tierra, es fundamentalmente metafísico. Admitido un estado cósmico primitivo, para la materia, en el cual la vida tal como la concebimos, es imposible, para excluir la intervención divina en su principio, hay que recurrir a la autobiogénesis, es decir, a la generación espontánea de la vida a expensas de la materia inorgánica.

Las experiencias de Pasteur, nos demuestran por otra parte, que actualmente no existe la generación espontánea de la vida, y que todo ser vivo proviene de otro de una manera directa, sin que exista ninguna razón fundada que nos permita suponer que en los remotos tiempos del Arcaico, las cosas hayan podido ocurrir de otra manera.

M. Le Roy imagina, para soslayar esta dificultad, que la vida ha existido siempre, latente y difusa desde el principio del mundo, y que nunca ha *empezado*, pero en este caso, hay que reconocer condiciones cósmicas diferentes a las actuales, capaces de poder originar los seres vivos. Pero es lo cierto que ninguna de las causas físico-químicas conocidas, bastan para explicar la génesis de

los primeros organismos, por lo cual, en último término, también en esta hipótesis habría que recurrir a una intervención extracósmica del Autor de la vida.

El *corte* inicial que separa el mundo vivo de la materia inorgánica, no puede ser salvado sin la intervención divina, necesaria en el origen de los seres vivos, aunque, como es natural, no es preciso que haya producido organismos complejos, análogos a los que actualmente vemos, y que llevan en sí la traza de una génesis natural.

Es muy probable, en efecto, que el autor de la vida haya reallizado, a expensas de la materia inorgánica, asociándola a principios vitales, las primeras células vivas, puesto que la vida orgánica parece exigir, según nuestros conocimientos actuales este mínimo de complejidad estructural.

Si han existido o si existen unidades biológicas inferiores a la célula, como los pretendidos *bioblastos*, es problema aún no resuelto por completo, pero que no modifica en nada los razonamientos expuestos. A tales unidades habrían de trasladarse los hechos consignados, pero el *corte* que separa la materia inorgánica de los seres vivos, subsistiría íntegro.

Por su parte, la Paleontología, no nos ofrece ningún dato que pueda resolernos el problema de cuáles fueron los primeros seres vivos que poblaron el globo terráqueo.

En la primera mitad de la Era Arcaica, solo poseemos algunos indicios de que haya existido la vida. Tales serían el carácter detrítico de los sedimentos que nos prueba condiciones fisiográficas análogas a las actuales y que harían posible la vida, y la intercalación entre las mismas rocas cristalinas de rocas calcáreas y carbonosas, que parecen reconocer un origen remoto orgánico.

El famoso *Eozoon canadense* descubierto en las calizas serpentínicas del Canadá, resultó ser un sencillo accidente mineralógico, y estructuras análogas se han encontrado en otros puntos, en plena Era Secundaria, y aun entre las lavas arrojadas por el Vesubio.

En la segunda mitad del Arcaico, los restos orgánicos son ya

indiscutibles, pero lejos de encontrarnos ante seres verdaderamente sencillos, como correspondería a la hipótesis transformista integral, se nos presentan ya diferenciados la mayoría de los tipos de Invertebrados. *Radiolarios, Espongiarios, Anélidos, Moluscos, Crustáceos, Hidrocorales, Crinoides* y *Algas calcáreas*, junto a trazas de *Bacterias* son los restos que han podido identificarse América del Norte y en Europa.

Decididamente, la vida es de una antigüedad asombrosa sobre la tierra, y si realmente empezó por seres verdaderamente sencillos, es un problema insoluble en el estado actual de la ciencia, sobre el que por lo tanto sólo se pueden hacer conjeturas.

II. - EL ORIGEN DEL HOMBRE

En el plan metafísico, el hombre es el único ser orgánico que tiene ideas abstractas, que generaliza las observaciones relacionando las causas con los efectos producidos, que juzga, que razona, que determina libremente, que posee un lenguaje conceptual, una moral y una religión, por todo lo cual, es imposible desde este punto de vista, que exista un paso gradual por evolución espontánea, capaz de salvar el abismo existente entre el psiquismo animal y el humano.

Para explicar el conjunto de los hechos relacionados con el psiquismo humano, hay que admitirle como resultado de la actividad de un principio inmaterial, de un alma espiritual e individual, cuyo origen requiere evidentemente una intervención divina, creadora de Dios.

Los hallazgos paleontológicos de restos humanos, no nos aclaran nada definitivo sobre el origen del *cuerpo humano*. Los hallazgos de Heidelberg y de Piltdown, por la escasez de restos, y por lo dudoso de su interpretación, no dan ninguna luz sobre el problema. La mandíbula de Heidelberg, parece que puede referirse a una raza humana de tipo negroide; el cráneo reconstruido con los restos de Piltdown, pertenece con toda seguridad a un *Homo sapiens*,

mientras que la mandíbula encontrada en el mismo yacimiento, parece corresponder a un mono, sin relación ninguna entre ambos restos.

Los hallazgos del *Pithecanthropus* en Java y del *Sinanthropus* cerca de Pekin, son indudablemente mucho más interesantes, sobre todo después de los numerosos descubrimientos de restos que han tenido lugar en ambas localidades a partir de 1930. Los caracteres de los cráneos encontrados, son parte chimpanzoides; no así la dentición, que se acerca bastante al tipo humano, aunque presente con ésta claras diferencias, y sobre todo, es característica la falta de otros restos esqueléticos. Algunos trozos de fémures y de húmeros encontrados, presentan caracteres francamente humanos, pero no se puede asegurar que perteneciesen a la misma especie que los cráneos. En definitiva, la conclusión generalmente aceptada por algunos paleontólogos, sobre este particular, es que se trata de un mono gigante, y que los restos de extremidades encontrados, bien pueden referirse a un *Homo* contemporáneo. Para otros, se trata de razas humanas primitivas, de tipo neandertaloide.

Los demás restos que han sido encontrados en diferentes localidades, presentan caracteres francamente humanos, y además, siempre están relacionados con pruebas de la inteligencia de los individuos a que pertenecieron (objetos de su industria, pinturas rupestres, etc.), y nadie duda de que se trata de restos verdaderamente de hombres análogos a los actuales.

Los argumentos extraídos de la anatomía comparada, son también contrarios a un transformismo integral, y en esto están también conformes la gran mayoría de los fisiólogos, llegando a la conclusión, de que por muy lejos que busquemos en el tiempo, los restos humanos no prolongan exactamente por su forma nada de lo conocido con certeza anterior a ellos, y de que por múltiples particularidades referentes a la disposición de los dientes, y a su esqueleto, no se puede pensar que derive de algún mono vivo o fósil conocido con certeza.

Visto pues que no hay ninguna prueba firme en pro de un

transformismo generalizado, por lo que respecta a la constitución del *cuerpo* humano, y que además esta hipótesis tropieza con indudables dificultades dogmáticas, pues una de las principales consecuencias a que se llegaría, es la del poligenismo de la especie humana (a lo cual se oponen taxativamente el texto del Génesis y la universalidad de la redención), por lo que en cierto modo resulta anticristiana, aun cabe una hipótesis intermedia entre aquélla y la creación instantánea de los cuerpos de la primer pareja humana.

Cabría suponer la intervención divina en el origen de la humanidad, no solamente para la creación del alma espiritual, sino para formar en su total perfección el cuerpo humano, de manera que la infusión del alma, hubiese acarreado una cierta transformación orgánica en el organismo preexistente, el cual no hubiera llegado nunca por sí mismo al tipo de perfección humana, abandonado a las leyes naturales.

Habrá pues que atenerse, a la opinión más generalizada, según la cual Dios intervino de una manera especial en la constitución del *cuerpo* de la primera pareja humana, sin que sea necesario especificar «cómo» fué esa intervención. La ambigüedad de la expresión hebrea correspondiente a «LIMO TERRAE» admite en sí perfectamente la interpretación, aun no demostrada, de que esa *materia inferior* fuese el cuerpo de un animal, convenientemente preparado para la infusión del alma.

La Iglesia no condena esta actitud como contraria a la fé, y en definitiva, se atendería a los resultados que la ciencia obtenga en sus investigaciones auténticamente científicas y sinceras, pero en el actual momento histórico, considera que carece de fundamento científico tal aserción, y que por lo tanto, por ahora es temeraria.

NUEVOS PUNTOS DE VISTA EN LA INTERPRETACION Y TRATAMIENTO DE LA CARDITIS REUMATICA

POR EL

DOCTOR GONZALEZ SUAREZ

(De Madrid)

Invitado por los organizadores del Curso de Verano, hemos pronunciado el día 4 de septiembre una conferencia sobre este tema en el Aula Máxima de la Insigne Universidad de Oviedo.

Para nuestro ambicioso empeño de dar la máxima expansión a ideas nuevas que ofrecen a los cardiacos la esperanza cierta de su curación, nos parece demasiado escaso el fruto y la utilidad de ser simplemente oídos por un grupo selecto de personas cultas en el ámbito reducido de un aula.

Queremos dejar constancia escrita, en un resumen que en las páginas de esta Revista pueda alcanzar más amplios horizontes de difusión.

Todo médico conoce los pilares de la tesis clásica formulada por Bouillaud, que tiene más de un siglo de existencia. El reumatismo poliarticular agudo es la causa fundamental de la enfermedad del corazón; el reumatismo no es producido por un virus, con puerta de entrada nosofaringea; la endocarditis debida al reumatismo es una endocarditis simple, enfermedad independiente; y el

sujeto que la padece sufre más tarde otra endocarditis evolutiva o una endocarditis bacteriana subaguda, que se injertan en la primera y que es causada por el estreptococo. El salicilato sódico es el remedio específico del reumatismo poliarticular agudo y por tanto de la carditis.

Si el mérito y la certeza de una doctrina en Patología humana se mide por el valor y la eficacia del tratamiento que propugna, esta vieja doctrina clásica resulta hoy inadmisibile por su esterilidad terapéutica, pues con ninguno de los remedios esgrimidos hasta ahora contra el reumatismo agudo, incluido el salicilato, se ha logrado disminuir el número de cardiacos ni su espantosa gravedad. El tratamiento salicílico, mejor conducido no impide la presentación y evolución progresiva de la carditis, ni evita las recidivas. Todos los cardiacos que sucumben, han sido saturados de salicilato en los episodios agudos.

El error fundamental que invalida esta doctrina, consiste en haber asociado y fundido en un solo concepto (el reumatismo cardiaco) dos procesos patológicos, el reuma y la carditis, estimando que el reumatismo es la causa de la enfermedad del corazón y ésta una lesión más, una simple complicación de aquél. Ni en matemáticas ni en biología se pueden sumar dos conceptos heterogéneos para formar con ellos una unidad conceptual. Deben estudiarse por separado para conocerlas mejor.

Podemos puntualizar cómo y cuándo se inició el error. A principios del siglo XIX Dundas, Odier y Pickterne habían observado que los enfermos del corazón, antes de serlo, padecían episodios de reumatismo agudo. Unos años más tarde el gran clínico francés Bouillaud con gran acopio de datos estableció su doctrina del reumatismo cardiaco, fundado en el «virus reumático», las leyes de coincidencia y un poco después, en el salicilato como remedio específico y eficaz del reuma y la carditis. Hizo sin duda, como sus antecesores, una observación sagaz al relacionar en el mismo enfermo lo articular y lo cardiaco; pero no le acompañó el acierto al dar tan desorbitada importancia a lo reumático, que es lo acciden-

tal, y pasajero del cuadro clínico, en detrimento de la carditis, que es lo permanente, lo que recidiva y mata.

Partió de esta equivocada interpretación: lo primero que aparece en el cardíaco es la inflamación aguda y dolorosa de las articulaciones (el reumatismo agudo); después se presenta la afección cardíaca, y dijo «post hoc, ergo propter hoc». Lo primero es lo articular, luego es causa de lo cardíaco; y estableció una relación causal y de permanencia entre dos factores que son independientes entre sí y originados por la misma causa microbiana. Porque en un cardíaco no es lógico admitir una causa para la poliartritis, otra para el corea, otra para la amigdalitis, otra para la inflamación del miocardio; sino que todo el cuadro clínico obedece, respondiendo cada órgano a su manera, a la misma agresión tóxica microbiana.

Y tampoco es cierto que el factor articular sea anterior al factor cardíaco: son simultáneos en su presentación. Los trabajos del gran investigador Klinge, han demostrado recientemente que ya en los primeros momentos de la inflamación articular existen alteraciones patológicas en el miocardio, comprobadas en el electrocardiograma. De modo que si Bouillaud hubiera dispuesto de este fino y seguro medio de exploración, no hubiera formulado la doctrina apoyada en la falsa relación causal y cronológica entre estos factores clínicos que integran con los demás la enfermedad del corazón.

El reumatismo pierde toda su hegemonía y su concepto de afección articular queda vertido y diluido en este otro más claro, más anatómico de artropatía aguda o artritis aguda, un factor clínico más del síndrome cardiovascular del enfermo del corazón.

La hipótesis del virus reumático desconocido después de incessantes pesquisas en el transcurso de un siglo, se bate en retirada y actualmente está en decadencia irremediable por falta de trabajo alguno que demuestre su existencia, sus mutaciones biológicas, su mecanismo patogénico. Las leyes de coincidencia de Bouillaud fallan tantas veces en la práctica que hoy nadie les da valor. Del salicilato, medicamento que merece la preferencia entre los que re-

median la inflamación aguda de las articulaciones, ya se ha visto que carece de eficacia en la progresiva evolución de la carditis; no evita las recidivas.

Por último, hoy nadie puede sostener que el mismo enfermo del corazón padece primero una endocarditis simple debida al «virus»; luego esta endocarditis y este virus desaparecen de escena para dar entrada a otra carditis llamada evolutiva y luego a otra llamada bacteriana subaguda causada por el estreptococo, que se injertan en la primera, sin aportar una leve razón del cómo, cuándo y por qué de ese peregrino injerto.

La doctrina clásica se derrumba porque como siempre ocurre, lo que se pudo sostener hace un siglo, no puede hoy mantenerse en pie.

Nosotros hemos demostrado en un trabajo llevado a discusión a la Academia Médico Quirúrgica de Madrid en febrero del año 1932, que en un mismo enfermo no hay una carditis reumática simple, después otra evolutiva y otra maligna o lenta, sino que las tres son episodios evolutivos, estadios sucesivos de una misma enfermedad; de aquélla que un día adquirió el paciente y que no le abandonará en los días de su vida. Y los cuadros clínicos, cada vez más complejos y graves que van apareciendo en el dilatado curso de la enfermedad, no representan otra cosa que los estragos de la progresiva lesión cardio vascular, producida por la etiología estreptofocal.

Quien quiera que observe atentamente y cuanto más tiempo y más de cerca mejor, la evolución de esta cardiopatía, comprobará fácilmente que los episodios sucesivos que la integran, son la continuación del primero que inició la enfermedad.

He ahí la unidad del proceso cardiaco base de nuestra doctrina y punto luminoso de partida para la solución de las cuestiones secundarias que reúne el problema de la carditis.

Una vez desarticulada la doctrina clásica, el orden dialéctico de la demostración impone el criterio de elaborar otra, ordenando de otro modo los factores clínicos dispersos, que nos lleve al descu-

brimiento de una terapéutica eficaz. Nuestro sistema de doctrina se funda en los siguientes principios que tienen su raigambre en lo más entrañable de la clínica:

- 1.º La Unidad e Identidad de todas las carditis llamadas reumáticas.
- 2.º La independencia de la carditis como entidad nosológica de insuperable categoría clínica.
- 3.º La condición de enfermedad infecciosa.
- 4.º La lesión peculiar, el nódulo de Aschoff.
- 5.º La modalidad evolutiva por recidivas.
- 6.º La etiología preponderante estreptocócica.
- 7.º La patogénesis focal.
- 8.º La inmunización de los cardiacos por autovacuna previa la extirpación de los focos sépticos.

Brevísimamente glosaremos estos principios, que en forma amplia y apoyados en cerca de medio centenar de casos clínicos están tratados en nuestro reciente libro «La carditis reumática».

La unidad de las carditis queda esbozada en el párrafo anterior. En verdad, el enfermo padece una sola enfermedad desde que se inicia hasta que acaba. Las que se creyeron enfermedades cardiacas distintas, no son más que variedades, formas clínicas de la primera.

La condición de ser una entidad nosológica independiente del reuma y de gran categoría clínica nace de poseer todos los requisitos esenciales que como tal le corresponden: una etiología propia, una riqueza incomparable de síntomas inconfundibles, una lesión peculiar («el nódulo de Aschoff») y, desde nuestros trabajos, cuenta con un tratamiento eficaz.

El ser la carditis enfermedad infecciosa apenas admite discrepancia, si bien recientemente Lichtwite afirma que no es debida a microorganismos o virus específicos sino a una sensibilización para antígenos varios, una «non infectious disease».

La lesión peculiar, el nódulo de Aschoff, es producida por la reacción del tejido mesenquimal y retículo endotelial (fundamen-

talmente una endoteliosis) ante la agresión tóxica microbiana. Presenta tres fases: la primera de imbibición fibrinosa, exudativa; segunda, semanas después, la fase de nódulo propiamente dicho (grupos de grandes células epitelioides con los núcleos orientados en la periferia y penetrando desde fuera en ellos los leucocitos; tercera, la fase de cicatriz.

Las dos primeras son reversibles, es decir, pueden desaparecer sin dejar huella; la última es irreversible e irremediable. Estas tres fases explican ciertos hechos clínicos de la mayor importancia, tales como la desaparición del soplo en algunos casos que los clínicos habían observado y la «restitutio ad integrum» tanto anatómica como funcional de las grandes lesiones inflamatorias de las articulaciones; así como en otros casos la cicatriz permanente en esos y otros órganos.

La modalidad evolutiva por recidivas, que tanto la asemejan a la de la tuberculosis y sífilis, no es objeto de discrepancia.

La etiología estreptocócica preponderante. Cuestión ésta muy debatida pero a la hora actual zanjada casi por unanimidad a favor del estreptococo, ya que el otro rival «el virus reumático desconocido» entra en decadencia irremediable por falta de trabajo alguno en pro de su existencia real.

Decimos etiología preponderante, porque en algunos casos es el estafilócoco el germen responsable, el único que se halla en los focos y en la sangre (un 10 por 100 de los casos).

El estreptococo tiene infinidad de antígenos y cuenta con diferentes razas, todas ellas reversibles, unas en otras, lo que corrobora la unidad estreptocócica, más, las que se encuentran casi exclusivamente en los focos y en la sangre es la raza vividans y la hemolítica; como si tuviesen la exclusiva en los cardiacos de provocar la agresión al tejido mesenquimal y retículo endotelial, a cuyas espensas se forman las lesiones progresivas cardiovasculares.

Infinidad de investigadores lo descubren en la sangre, en la orina y otros productos patológicos en los períodos avanzados de la enfermedad; y en los focos confinados, especialmente garganta y

boca, lo aislamos en el 90 por 100 de nuestros cardiacos en todas las fases de la dolencia.

La mejoría de estos pacientes al extirpar las amígdalas y los granulomas dentarios que contienen esos estreptococos; la explosión de una poliartritis aguda cuando eso se hace imprudentemente en plena flogosis amigdalár; la presencia de estreptolisinas y precipitinas en la sangre de los cardiacos, etc., etc., todo concurre a formar la convicción de considerar al estreptococo como responsable causal de esta enfermedad. Nadie al menos, se decide a demostrar que no sea este microbio, el de más aptitudes patógenas de la Medicina humana, capaz de producir la enfermedad del corazón.

Este germen en unión de otros comparsas (el estafilócoco, pneumococo, catarralis, etc.), para asegurar la supervivencia se fragua una cripta, un espacio confinado, constituida por un tejido conjuntivo que lo aísla y protege contra las agresiones de los anticuerpos y leucocitos. A esa guarida tampoco llegan las sulfámidas ni la pericilina por carecer de vasos el tejido conjuntivo; esta falta de contacto es la razón de su fracaso.

El paso de toxinas y demás elementos agresivos del microbio hacia la sangre está también dificultado pero no impedido por completo. Lentamente el organismo se sensibiliza, entra en situación de alergia, lo que ya constituye un estado de inferioridad defensiva.

Mientras la producción de anticuerpos y la actividad leucocitaria y retículo endotelial son suficientes, se mantiene la convivencia sin manifestación alguna morbosa entre organismo y microbio. Esto caracteriza el estado de latencia clínica.

Cuando se rompe esta especie de *modus vivendi* por disminución de las defensas y aumento paralelo de la virulencia microbiana, estallan las lesiones alérgico-hiperérgicas en el corazón y a distancia en las demás vísceras, dando lugar a los episodios agudos. Tal es el mecanismo patogénico, expuesto en forma esquemática en la carditis recidivante.



Bien podemos hacer una síntesis de esta doctrina definiendo la carditis en forma descriptiva de este modo: «carditis modular estreptofocal recidivante».

Expuestos con amplitud estos puntos de vista en nuestro reciente libro «La carditis reumática», nos limitamos a glosar el más transcendental de ellos desde el punto de vista práctico: la Inmunización de los cardiacos, equivalente a su curación clínica.

La observación reiteradamente comprobada de que algunos cardiacos se curan espontáneamente, nos demuestra que esto, tratándose de una enfermedad infecciosa, solo puede ser porque se inmunizan. Aceptado el estreptococo como causa de la enfermedad, porque se comprueba incesantemente su existencia en los focos y en la sangre de los cardiacos, nos preguntamos: ¿No podríamos inmunizar a los cardiacos por medio de la vacunoterapia estreptocócica polivalente, después de extirpar los focos desde donde aquel germen realiza su agresión patógena? Con ello pretendemos ayudar al organismo en su tendencia natural a inmunizarse, estimulando la producción de anticuerpos y la actividad defensiva leucocitaria y del tejido retículo endotelial.

Convencidos previamente de la importancia de esta idea racional, iniciamos en el año 29 nuestro método vacunoterápico, tratando sin interrupción ni desmayo a gran número de cardiacos, por tiempo indefinido con observación inmediata de los resultados. Requisito indispensable, un diagnóstico precoz y tratamiento inmediato. No se aguarde a que las lesiones del corazón y de otros muchos órganos haga inútil este tratamiento, pues en los casos avanzados en hiposistolia irreductible, poco o nada hay que esperar de las vacunas (estado de anergia negativa). Para alcanzar un alto grado de inmunización es indispensable tratar a los cardiacos durante largo tiempo (años), en forma escalonada, como se hace con la sífilis; ocasión propicia, el periodo de latencia clínica.

Al cabo de 18 años de experimentación, proclamamos *urbi et orbi* la curación clínica de 45 casos, de los 48 sometidos a tratamiento, que permanecen sin recaídas en magnífico estado funcional

del corazón. Otros 34 casos más son publicados ahora mismo en varias revistas de Medicina después de seis años de observación sin recidivas, contando con que todos ellos habían sufrido episodios agudos muy frecuentes antes de iniciarse el tratamiento.

El tiempo y la clínica, los dos aliados más leales y seguros de la investigación, sancionan con su única e indiscutible autoridad la certeza de la doctrina y la eficacia del remedio que propugnamos con tanta convicción.

Júzguese de la importancia de estos hechos teniendo en cuenta que la enfermedad del corazón, adquirida casi siempre en la infancia, adolescencia y primera juventud, alcanza cifras superiores a las de la tuberculosis y el cáncer; y su gravedad es aterradora, pues muere el 85 por 100 de los casos en plena juventud; y que con ninguno de los remedios esgrimidos hasta ahora contra dolencia tan temible, se ha logrado disminuir el número ni la gravedad de estos enfermos.

Nuestro método de tratamiento, expuesto reiteradamente en conferencias y revistas profesionales, dentro y fuera de España, y con detalle en el libro «La carditis reumática», es inofensiva, nada dispendioso y puede practicarse por cualquier médico en cualquier sitio donde ejerza la profesión. Infinidad de médicos lo usan. Y empiezan a llegar del extranjero los primeros trabajos confirmatorios de la eficacia de la vacunoterapia estreptocócica, pero sin citar, claro es, los nuestros tan anteriores.

He ahí un arma formidable que esgrimir en la lucha social contra el reumatismo y las enfermedades del corazón.

«EL ACEITE DE HIGADO DE BACALAO Y SUS NUEVAS APLICACIONES EN TERAPEUTICA VETERINARIA»

Trabajo teórico-práctico original e inédito, por el Ilmo. Sr.

D. ISIDORO IZQUIERDO CARNERO

Decano de la Facultad de Veterinaria de León y Catedrático de Farmacología,
Toxicología, Terapéutica, Medicina legal y Derecho
de contratación de animales

ACEITE DE HIGADO DE BACALAO; Oleum jecoris aselli,
Oleum jecuris gadi, Oleum Morrhuæ.

LEBERTRAN (Alemania).

HUILE DE FOIE DE MORUE (Francia).

GOD LIVER OIL (Inglaterra).

OLIO DI FEGATO DI MERLUZZO (Italia).

OLEO DI FIGADOS DE BACALHAU (Portugal).

Todos estos nombres recibe en los diversos países, esta importante farmaco, que es el aceite obtenido del hígado de bacalao «GADUS MORRHUA» (L), «GADUS AEGLEFINUS» (Linneo) «GADUS LUCEUS, y GADUS MINUTUS» (Moreau), peces teleostemos del orden de los teleosteos, suborden anacantos, caracterizados por tener aletas sin espinas: ventrales delante o debajo de los pectorales; y la caudal soportada por las espinas neurales y hemales de las vértebras.

HISTORIA

Nos atrevemos a remontarnos a tiempos muy lejanos sobre el uso y empleo del aceite de hígado de bacalao. Se atribuye a HIPOCRATES la prescripción de preparados de hígados en el tratamiento de la Hemeralopía.

Entre los personajes bíblicos sabemos que existe un interesante pasaje relacionado con nuestro tema; es aquel del joven Tobías devolviendo la vista y curando de la ceguera, a su padre con el hígado de un pez.

Y es curioso que hoy al cabo de miles de años, productos similares, como el aceite de hígado de bacalao, objeto de nuestro estudio, se emplea con éxito, en todas las enfermedades de los ojos, según sabemos por los trabajos de DARRASPAU y CHELE, de la Escuela de Veterinaria de Tolouse.

Entre los campesinos rusos (HIFT), también eran conocidos los buenos efectos de aquella prescripción en la ceguera nocturna.

En las Indias Holandesas, WILLE ha podido comprobar igualmente los beneficiosos efectos de esta medicación.

El aceite de hígado de bacalao, ya fué empleado al comienzo del siglo XIX y prescribiéndolo en gran escala a mediados de dicho siglo, todos los médicos, en el tratamiento del raquitismo, de la escrófula y de la tuberculosis, sobre todo en la medicina de la infancia. Después se fué abandonando su empleo y en los comienzos de este siglo ha sido casi abandonado su uso, sin duda por los inconvenientes de su sabor y los trastornos que provoca su uso continuado.

Hoy se ha vuelto a emplear sobre todo en Veterinaria en el raquitismo de los animales, osteomalácea, y nosotros queremos destacar la importancia de este fármaco sobre todo en el tratamiento de las *heridas, quemaduras, úlceras de la córnea, y en especial en la vaginitis granulosa, catarro vaginal contagioso de la vaca, en el que tenemos un tratamiento inédito y original nuestro, y en las lesiones ungulares de la glosopeda, bien solo o unido a otros fármacos.*

OBTENCION

El aceite de hígado de bacalao se obtiene principalmente en las costas del Norte del Océano Atlántico, sobre todo en las Islas Lofoten y en Bergen (Noruega) y además en Escocia y Terranova.

El procedimiento más antiguo y más sencillo, que todavía se emplea actualmente, consiste en poner los hígados, con la vesícula biliar, todavía adherida, en grandes depósitos, que a menudo tienen una capacidad de 20.000 litros. Por la propia presión de la masa, escurre una gran parte del aceite contenido en los hígados.

Luego se pasa este aceite a otros depósitos y en ellos se clarifica por sedimentación.

El aceite que primero fluye es bastante claro y de olor débil; pero cuando los hígados van entrando poco a poco en putrefacción va volviéndose oscuro y adquiere olor más pronunciado.

Cuando deja de fluir espontáneamente aceite, se hierve la masa con agua y se prensa. El aceite obtenido por el procedimiento antiguo, se llama aceite de hígado de bacalao natural.

Mucho más apropiado que el antiguo procedimiento, es la calefacción de los hígados frescos con vapor de agua, esto es la obtención del aceite de hígado de bacalao al vapor. Este es el que recomiendan las farmacopeas. La operación se verifica en los mismos barcos, en calderas calentadas con vapor de agua procurando que la temperatura no rebase de 85 grados.

El aceite que fluye se clarifica también por sedimentación y luego se le separan, los glicéridos sólidos, por enfriamiento a -5° o hasta -10° .

El procedimiento de P. MOLLER es emplear calderas cerradas en atmósferas de anhídrido carbónico. Este aceite recibe el nombre de aceite de hígado de bacalao exento de hidróxidos.

SUERTES COMERCIALES: Se distinguen según su color con nombres distintos; aceite de hígado de bacalao a vapor blanco, dorado, pálido y amarillo; aceite de hígado de bacalao natural dorado, amarillo claro pardo.

El valor depende no solo del color, sino también del olor y sabor.

En Europa solo debe ser tenido en cuenta el aceite de hígado de bacalao de Noruega por reunir mejores cualidades y ser más rico en vitaminas.

PROPIEDADES: Es un aceite amarillo pálido, de olor especial pero no repugnante, de peso específico a 20°, 0,920-0,928 (F. germ.) a 0,920-0,930 a 15° (Farm. Brit-Hisp.)

Su índice de yodo está entre 150-180.

Y el índice de saponificación: 184-197.

El aceite de hígado de bacalao figura entre los aceites semiseccantes; expuesto al aire en capa delgada forma un barniz pegajoso.

IDENTIDAD: Además del olor y del sabor, sirve para reconocer el aceite de hígado de bacalao la siguiente reacción: La solución de 1 gota de aceite de hígado de bacalao en 1 cc. aproximadamente de cloroformo, tratada con una gota de ácido sulfúrico concentrado, toma primero hermoso color rojo violeta y después pardo.

Esta coloración procede de la colesteroína y de lipócromos que existe en este aceite en pequeñas proporciones.

Esta reacción no la dan los otros aceites de pescado, que se reconocen por el procedimiento de KREMEL: poniendo 10 o 15 gotas de aceite de hígado de bacalao en una cápsula de porcelana y se añaden de III a V gotas de ácido nítrico fumante, en el verdadero aceite de hígado de bacalao aparecen en los puntos de contacto, una coloración roja que se extiende a toda la masa, pasando a rojo vivo, cuando se agita con una varilla de vidrio, para pasar finalmente en corto plazo a un color amarillo de limón puro.

En el aceite de «GADUS CARBONARIUS» el punto de contacto es azul; al agitar la mezcla es verde, y solo al cabo de dos o tres horas es amarillo; análogamente se comportan otros aceites de pescado sobre todo el japonés. El de foca solo al cabo de cierto tiempo se pone pardo.

Otra reacción muy característica para investigar otros aceites de pescados es la de GAILIETET, cuyo reactivo es una mezcla de:

Acido sulfúrico de 66 grados..... 7 cc.

Acido nítrico de 40 grados..... 10 cc.

Acido fosfórico de 45 grados..... 12 cc.

Se coloca en un tubo de ensayo 5 cc. de aceite objeto de la investigación y se agrega un cc. de reactivo; se agita brevemente y luego se añade a la mezcla 5 cc. de bencina, volviendo otra vez a agitar. La bencina disuelve el aceite y tomará coloraciones distintas según las clases de aceite. El hígado de bacalao (blanco, amarillo y rojizo), comunica a la bencina color amarillo persistente. El de raya color rojo. Los demás aceites de pescados, color pardo oscuro.

La rosanilina da al aceite de hígado de bacalao coloración roja y no colorea los aceites vegetales no ácidos.

La mezcla de aceite de hígado de bacalao con la de cachalote se pone siempre oscura por el cloro (Beauregard «Matiere medicale Zoologique»).

COMPOSICION QUIMICA

Contiene 70 por 100 de gliceridos del ácido oleico, 25 por 100 de gliceridos del ácido palmítico y pequeñas cantidades del ácido esteárico y ácidos grasos inferiores (acético, butírico, valerianico, cáprico) y los siguientes ácidos especiales:

Acido asélico o aselínico ($C_{19}H_{38}O_2$).

Acido yecórico o yecorínico ($C_{11}H_{20}O_2$).

Acido terapico o terapínico ($C_{17}H_{26}O_2$).

Acido yecoleico o yecoleínico ($C_{19}H_{38}O_4$).

Además coleslerina (0,3-0,6 por 100), indicios de yodo, aproximadamente (0,0002-0,0003 por 100) en combinación orgánica, también indicios de cloro, bromo, azufre, fósforo, hierro (según IONGH), y cantidades de amoniaco, trimetilamina, butilamina, amilamina y hexilamina. Un ácido nitrogenado C H N O que ha

recibido el nombre de ácido morruico o morruínico. En el aceite de hígado de bacalao oscuro se han encontrado algunas bases alcaloidicas: Aselina $C_{25}H_{31}N_4$, Morruina $C_{19}H_{27}N_3$ y Dihidrolutidina ($C_7H_{11}N$) SALKOWSKI llama lipocromos a la substancia contenida en el aceite de hígado de bacalao que toma coloración con el ácido sulfúrico concentrado.

Modernamente se ha demostrado que el aceite de hígado de bacalao contiene vitaminas A y vitaminas D. Un buen aceite de hígado de bacalao debe contener alrededor de 600 unidades internacionales de vitaminas A como mínimun por gramo.

100 gramos de aceite de hígado de bacalao contienen 1.600 a 16.000 U. I. de vitamina D, lo que expresado en miligramos de calciferol es de 0,04 a 0,4 puesto que una unidad internacional corresponde a 0,000025 mgs.

STEEP-KUCHNAN-SCHROEDER («Las vitaminas y sus aplicaciones clínicas», Stutkgart 1939) dan como riqueza en vitamina D de 100 g. de aceite de hígado de bacalao, 5.000 a 30.000 U. I.; esto es: 0,125 mgs. a 0,75 mgs.

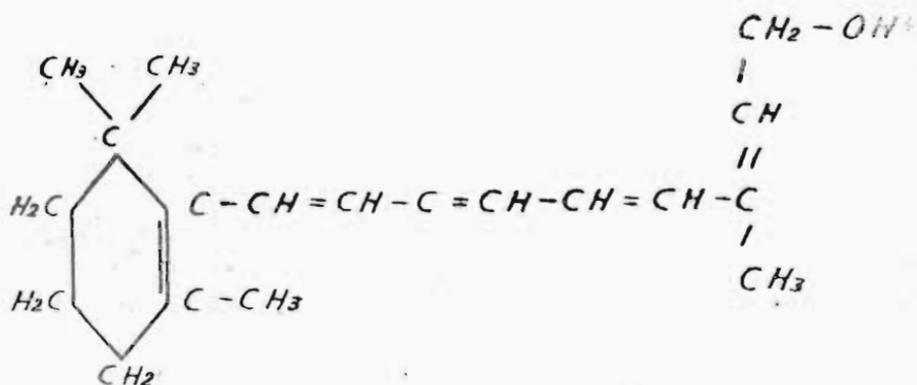
De estas vitaminas podemos decir, que su química está en momentos febrilmente constructivos. Pasaron aquellos rudimentarios conocimientos que sobre estos factores habían en épocas no lejanas (cuando se les suponían elementos incapturables por la investigación, siendo solo advertida su presencia por la contrapartida negativa de los trastornos a que su ausencia daba lugar). Entonces todo lo que se había llegado a adivinar eran las condiciones de solubilidad llegando a aquella división de las vitaminas en liposolubles e hidrosolubles, que aún subsiste en parte.

Hoy se ha llegado a un continuo noticiario teórico-experimental, del que han surgido, como adquisiciones importantes, abundantes nociones bioquímicas, unas definitivas y otras punto de arranque para la labor del porvenir.

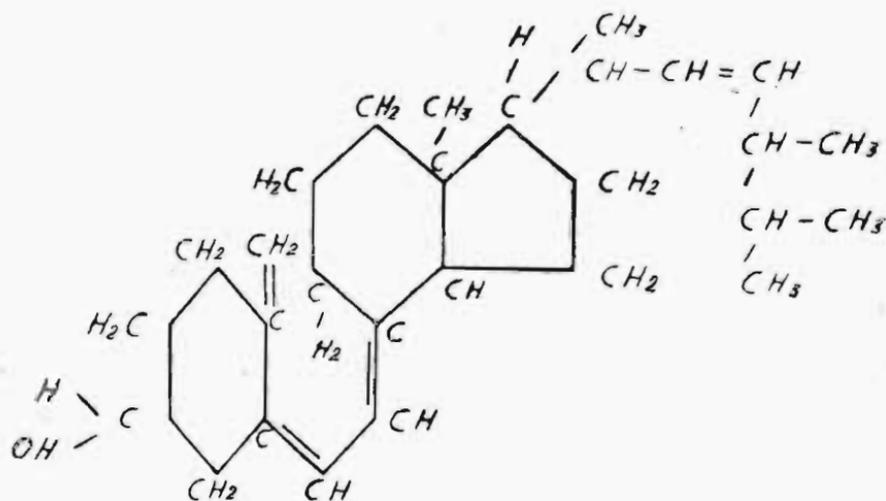
Hoy la química nos dice que la constitución molecular de la vitamina A es la siguiente:

Su condición de cuerpo insaturado, debido a sus dobles enla-

ces, ávidos de saturación, dibujan a este factor como un destacado biocatalizador. La provitamina o predecesor de este factor es el caroteno.

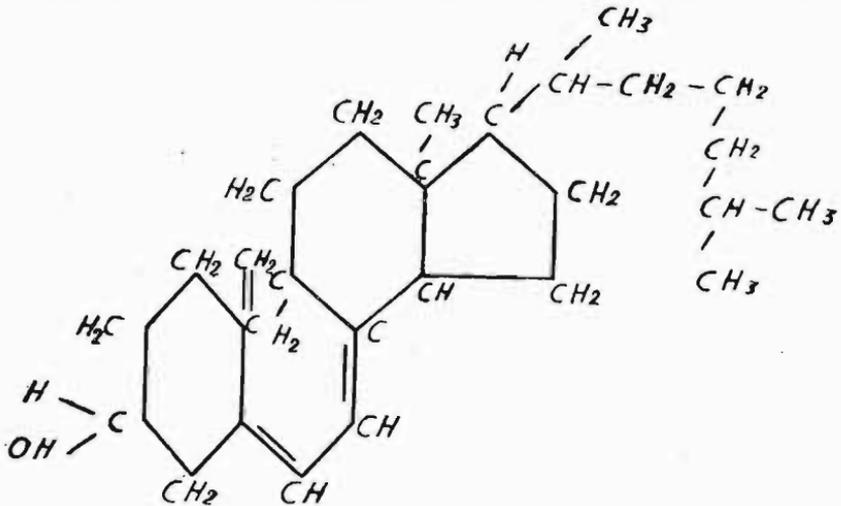


En cuanto a la antigua vitamina D, hoy mejor estudiada, se hace considerándola como un grupo con los elementos activos, de vitaminas D₂ y D₃ de la siguiente constitución.



Vitamina D₂
Ergosterina irradiada.—(Colciferol)

Respecto al origen de estas vitaminas en el aceite de hígado de bacalao constituyen uno de los problemas más importantes en relación con la fisiología, de dichos factores, que se encuentran almacenados en el aceite de hígado del bacalao y de otros peces.



Vitamina D₃

7.—Dehidrocolesterina irradiada

Estas cantidades de vitamina son tan elevadas, que cuenta admitir a primera vista que sean de origen alimenticio. Sin embargo no existen datos que permitan atribuir a estos organismos capacidad para sintetizar en proporción apreciable vitaminas; por ello debemos admitir que toda la vitamina acumulada en el hígado debe proceder de los alimentos, algunos hechos apoyan además, esta opinión; así por ejemplo M^c Pherson observa que los bacalao de Terranova poseen tanta más riqueza vitamínica en su hígado cuanto más viejos son. Por otra parte el *fitoplankton* es la fuente de alimento más importante para muchos especies de animales marinos.

De este *fitoplankton* forman parte las diatómeas muy ricas en caroteno.

KUNT WEFDLENG indica que el bacalao se alimenta de sardinas las que comen pequeños crustáceos; éstos a su vez se alimentan con el fitoplankton formados por esos organismos microscópicos citados, que al flotar en la superficie del mar están expuestos a los rayos solares, por lo que las esterinas que ellos contienen serían transformados en principios antirraquíticos que enriquecen el aceite de hígado de bacalao, explicando así su presencia en este farmaco.

TERAPEUTICA

INDICACIONES CLASICAS DEL ACEITE DE HIGADO DE BACALAO

Es de todos conocido el empleo de este aceite en el tratamiento de raquitismo, la osteomalacia y en todas las enfermedades adinámicas postinfecciosas; por lo que no nos detendremos mucho en esta faceta de la Terapéutica del aceite de hígado de bacalao, debiendo destacar únicamente, que dicho poder antirraquítico (que antiguamente se atribuía al yodo, al bromo y al fósforo, se atribuye hoy día a que contiene las vitaminas ya señaladas); además tiene abundantes lipoides, colessterina y otros esterinas que coadyuban a dicha acción. Estos efectos son mejores cuando los animales que lo toman viven en libertad al aire libre y al sol.

El también *clásico empleo en convalecencias* de enfermedades crónicas, en el *moquillo*, *caquexias*, y *catarros rebeldes* se debe fomentar ya que como medicamento-alimento es un poderoso analéptico en todas esas discrasias, debiendo preferirse siempre este aceite a otros por ser fácilmente digerido, no produciendo trastornos en los animales, y además es casi por completo saponificado y absorbido en el intestino.

Esta propiedad, tan importante y característica de este aceite parece que es debido a la presencia de ácidos grasos libres en el mismo y efectivamente se ha demostrado por NEUMAN que el aceite de hígado de bacalao moreno que contiene mayor cantidad

de ácidos libres, es absorbido más abundantemente que el aceite blanco que contiene menor cantidad de dichos ácidos.

Estos según demostró MERING son saponificados de un modo más rápido ya en las primeras porciones del intestino y los jabones formados favorecen a su vez la emulsión y la saponificación del resto de la grasa. Obra pues este aceite como alimento graso directo y alimento dinamógeno indirecto. En segundo lugar, merece, según la opinión de MARFORI que compartimos, tener en consideración también el hecho de que el aceite que estudiamos y los productos que se forman a expensas del mismo en el tubo digestivo, sirven para lubricar y reblandecer las heces y como resultado final (análogo al de todos los aceites grasos) para regularizar la defecación.

La acción reconstituyente de este farmaco está demostrada, por que en los enfermos, además de la mejoría general del estado de nutrición, con frecuencia se observa también una mejoría de la crisis sanguínea, esto es, un aumento de los glóbulos rojos y de la hemoglobina, comprobado por nosotros, a la vez que un aumento de peso bastante marcado.

Ahora bien, conviene tener en cuenta que cualquiera que sea la afección que se trate, es imprescindible prolongar la administración del medicamento, por espacio de algunas semanas o tal vez de meses, hasta tanto que sus efectos sean ostensibles, pues las tomas aisladas o en corto número no determinan en la economía animal ningún cambio apreciable.

En el caballo que al principio rechaza dicho aceite, es necesario tomar la precaución de darle poco a poco, comenzando por darle de 15 a 20 gramos de aceite de linaza, con avena cocida; y luego reemplazando progresivamente el aceite de linaza por el aceite de hígado de bacalao, aumentando poco a poco la dosis hasta los 100 gramos que deben darse (CAGNI Y GOBERT).

En los rumiantes se deben dar a partes iguales con aceite común en brevaje y en una dosis aproximada de 100 a 150 gr.

En los pequeños animales (perro) se da mezclado con el caldo,

la sopa o la carne a dosis de 10 a 20 gr., pudiéndose dar en aceite yodado de hígado de bacalao al 1 por 1000; dos o tres cucharadas de sopa al día.

En catarros del perro se da unido a la creosota al 10 por 1000, empleándose también en la fórmula que prescriben las farmacopeas, de aceite de hígado de bacalao «fosforado», a cucharadas de café.

Para terminar estas nociones del empleo interno del aceite de hígado de bacalao queremos señalar que según *han comprobado* B. O. Brien y K. Morgareidge, *J. Amer. Med. An.* 1939, vol. 113 núm. 22 p. 1.994 la eficiencia de la acción vitamínica es reforzada por la adición de compuestos orgánicos del fósforo, con este fin es conveniente tratar a la vez que con el aceite con glicerofosfato de sodio que aumenta el triple o cuádruple la acción del fármaco que estudiamos.

NUEVOS EMPLEOS TOPICOS DE ACEITE DE HIGADO DE BACALAO COMO AGENTE CICATRIZANTE

Los usos externos del aceite de hígado de bacalao, han sido hasta ahora muy restringidos.

Los veterinarios belgas lo empleaban en fricciones repetidas como resolutivo *para combatir las enfermedades crónicas articulares y tendinosas de lossolipedos*. Algunos lo usaban de una manera *empírica* en la misma forma, *oontra el ezcema, lus sarnas inveteradas y otras afecciones cutáneas*.

Hoy día la acción de la vitamina A sobre el proceso de regeneración celular ha conducido al empleo de este fármaco (aceite de hígado de bacalao) en las grandes heridas y quemaduras extensas cuya terapéutica vamos a exponer.

HERIDAS: los éxitos obtenidos en esta terapéutica son realmente interesantes según manifestó LOHRR en 1934 en medicina humana, y su empleo parece aconsejarse en los casos que se busque una cicatriz de acción rápida en zonas extensamente atacadas.

Experimentalmente se han practicado a cobayas, heridas bajo narcosis, que curaron rápidamente con aceite de hígado de bacalao; asegurando ORIGALSKI que dicha acción es debida a la vitamina A y que queda hecha en menos tiempo la cicatrización que tratadas por otro procedimiento siendo las cicatrices lisas, regulares y apenas marcadas.

A. LAUBER ha observado también que la administración de aceite de hígado de bacalao en ratas después de la producción de heridas, reduce el tiempo de la cicatrización a la mitad o a la tercera parte del tiempo que tardan en cicatrizar heridas análogas en animales testigos.

APPENZELLER, en los animales ha utilizado con éxito el aceite hígado de bacalao en *las heridas que regeneraban mal*, sobre todo en heridas amplias por arrancamiento, mordeduras, heridas por decúbito, desgarraduras, etc.

Los profesores CUILLE y CHELE de la Escuela de Veterinaria de Toulouse, han obtenido los mismos resultados favorables en *heridas profundas o extensas en los bóvidos* y DARRON y MERY también han comunicado resultados parecidos.

Pero donde hay que destacar la enorme importancia del farmaco que estudiamos es en *las afecciones oculares en toda clase de animales*.

Cuando estas heridas son superficiales y se trata solo de erosiones epiteliales, casi siempre se curan por si solas, presentando gravedad en los casos, que surjan complicación con su curación en cuyo caso se debe emplear siempre el aceite de hígado de bacalao, cosa comprobada por nosotros en cuatro casos tratados e inscriptos en el libro de historias clínicas de la Facultad de Veterinaria de León.

En los rumiantes y en el caballo estas heridas se deben ordinariamente a latigazos, a las espigas en tiempo de verano, a los arañazos, a la mala exploración de la conjuntiva, mordiscos en el caballo, etc. En los perros y gatos casi siempre se deben a arañazos,

teniendo la particularidad de infectarse enseguida, tomando a veces un carácter ulceroso.

En el perro son también muy frecuentes por cuerpos extraños, por las pestañas reinvertidas en las anomalías de los párpados, y otras veces son como consecuencia del moquillo.

En todas ellas podemos asegurar que el único tratamiento que detiene la evolución rápida de estos accidentes es la instilación sobre las córneas de aceite de hígado de bacalao, y a ser posible acompañada de la ingestión.

La técnica de su empleo es además sencilla, consistiendo en limpiar bien la superficie externa del globo del ojo y los fondos de saco conjuntivales del pus que contengan, dejando caer a continuación, 4 o 5 gotas de aceite de hígado de bacalao inmovilizando la cabeza de los animales con objeto de que el medicamento esté el mayor tiempo posible en contacto con la herida. Estos lavados e instilaciones deben ser renovados; desapareciendo con ello la supuración, suprimiendo casi inmediatamente el dolor ocular y la fotofobia; cuya desaparición permite el perfecto tratamiento del enfermo resultando una rápida mejoría, en toda herida ulcerada, obteniéndose una cicatrización regular que suele ser total en algunos días. Repetimos que la mejoría se activa con el tratamiento simultáneo al interior.

QUEMADURAS

Después de los trabajos publicados por GEY en «Med Klinik», 1941 núm. 25 p. 643 comprobando que el aceite de hígado de bacalao es superior al tanino en toda clase de quemaduras, sean de primero, segundo o tercer grado y los de SAEGESSER, ZBL, HAUT-U-Geschlechtskrankh, 1941 vol., 67 p. 75 nosotros hemos ensayado el tratamiento en las quemaduras con resultados verdaderamente sorprendentes. Hemos empleado algunas veces la pomada siguiente:

Aceite de hígado de bacalao a
100 g.
Vaselina esterilizada a

Y mejor resultado nos ha dado la siguiente fórmula:

Sulfoictiolato amónico	15 g.
Tanino	5 g.
Esencia de eucaleptus	1 g.
Aceite de hígado de bacalao	150 g.

Siguiendo la recomendación de ROBSON y VALLACE (Schweiz. Med. Wschr. 1941 núm. 28, pág. 346) hemos comprobado los buenos efectos de la asociación sinérgica entre las sulfamidas y el aceite de hígado de bacalao en toda clase de quemaduras. Hemos empleado la composición siguiente: 5 gramos de sulfamida acetilada, se mezcla con 80 gramos de glicerina, y se calienta durante media hora hasta disolución total. A la solución todavía caliente se añaden 40 gramos de aceite de hígado de bacalao y la cantidad de caolín puro para formar una pasta blanca; se emplea en las quemaduras además con éxito porque además es analgésica.

La técnica de las curas es la corriente en estos casos, limpieza de las porciones quemadas y aplicación en forma de unguento de las fórmulas teniendo también la ventaja de que se puede emplear por personal poco instruído.

Desde el punto de vista teórico es discutible, según GRANDE, si la acción del aceite de hígado de bacalao en estos casos es debida exclusivamente a la presencia de la vitamina A, o si influye en ello la vitamina D y otras substancias existentes en el aceite como ácidos grasos y saturados, etc. Nosotros compartimos esta opinión ya que los iones I-Br. Ph. sin duda han de influir beneficiosamente en la cicatrización y regeneración celular por lo que no creemos acertado el sustituir el aceite de hígado de bacalao en estos tratamientos por las vitaminas concentradas que por otra parte en Veterinaria resultarían tratamientos caros.

MASTITIS CRONICAS CON ABSCESOS siguiendo las indicaciones de PAGLIAI, (Dtsch, Med. Wschs) 1940 núm. 41, página 1.118, nosotros hemos empleado en la clínica de la Facultad de Veterinaria el aceite de hígado de bacalao en las mastitis, practicando la punción de los abscesos, y llenando la cavidad de los mis-

mos con aceite de hígado de bacalao y empleando después compresas húmedas calientes, con una emulsión de Rivanol al 1 0/00 y aceite de hígado de bacalao.

El tratamiento resulta así acertado, quedando bien cicatrizado sin apenas señal en la mama, además tiene la ventaja de que los focos piógenos pueden ser tratados uno por uno, y así se conserva la capacidad funcional del resto de la glándula, este tratamiento lo consideramos importante y digno de tenerse en cuenta debiendo seguir su ensayo.

VAGINITIS GRANULOSA O CATARRO VAGINAL CONTAGIOSO DE LOS BOVIDOS.—Aunque en esta enfermedad no tiene la importancia hoy día que tenía hace años, es de tener en cuenta por su cronicidad, y porque puede producir esterilidad en las vacas, toriondez y aborto.

Todos los tratamientos clásicos han sido problemáticos, en el caso más favorable, algunos abrevian algo el curso, pero otros que conocemos hasta pueden producir agravaciones.

Se han empleado un gran número de farmacos; caolín, ácido bórico, lavados vaginales con creolina, lisol, bacilol al $2\frac{1}{2}$ % pincelaciones con pioctanina, etc., etc. Nosotros hemos ensayado un *tratamiento original*, del que esperamos, grandes resultados, según los buenos efectos obtenidos en los pocos casos tratados.

Nuestro tratamiento se hace con la técnica siguiente: 1.º)—una irrigación vaginal de un litro de agua con solución de permanganato potásico al 1 por 4.000.

Seguido de una inyección de 40 cc. de aceite de hígado de bacalao, con el 10 por 100 de Gomenol.

Nos basamos para la preparación de nuestro método, en la acción regenerativa del epitelio por el aceite de hígado de bacalao, debido según sabemos a la vitamina A. (Considerada por ALECHINUSKY como un gran «agente reparador de los tejidos» y por DRIGALSKI vitamina protectora del epitelio y que la vitamina D es igualmente cicatrizante y anti-infecciosa) y en el empleo de un antiséptico tan ligero como el gomenolcuyo poder bacteri-

zida aunque está mal determinado (MANCUAT) es lo suficiente para ejercer una acción antiséptica, poco tóxica y poco irritante, a la vez que es ligeramente analgésico.

Nuestro método basado en el aceite de hígado de bacalao esperamos que sea confirmado por más ensayos, tiene además la ventaja de ser muy económicos.

FIEBRE AFTOSA-GLOSOPEDA: Aprovechando la última epizootia que ataca a casi todo el ganado bovino de la provincia de León en especial a las reses de la capital y pueblos limítrofes, hemos hecho algunos trabajos, sobre el tratamiento de esta enfermedad, pudiendo asegurar que en más de 25 casos hemos acertado el período de la misma, y en especial las lesiones ungulares.

En dicho tratamiento hemos empleado el tanino y aceite de hígado de bacalao, para unciones locales; y al interior colessterina en emulsiones o semi-soluciones de aceite de hígado de bacalao para inyecciones subcutáneas e intramusculares. Basando nuestro tratamiento, en buscar una acción desintoxicante, imbuídos de la sospecha de que dicha enfermedad, sino es debida totalmente a una intoxicación alimenticia, pudiera ser dicha intoxicación coadyuvante de la acción del virus aftoso. Pues aunque valorando en todo su significado real, la hipótesis de la existencia de un virus como agente etiológico de la fiebre aftosa de los bóvidos, hemos concebido la sospecha de un paralelo significado puramente tóxico de esta enfermedad, que tanto redundó en perjuicio de la economía de todos los países, como consecuencia de los estudios que venimos realizando sobre la existencia, valoración y toxicología de alcaloides y glucósidos, cardioactivos en su mayor parte, en varias especies vegetales que se encuentran frecuentemente en las praderas naturales. Es digno de notar que la época de la aparición de la enfermedad coincide con la de la fructificación de muchas de estas especies, y que los años de escasez cuando el pequeño instinto de selección del alimento de estos animales se ve aminorado aún por la necesidad se presenta más grave, con mayor porcentaje de muertes y siempre la persistencia de los síntomas supera al tiempo

corriente de duración. Las opiniones que sobre estos hechos pudiera darse desde el punto de vista aceptado corrientemente, pueden ser, asimismo, convincentes. No es nuestro propósito entrar por ahora en discusiones que no podríamos acompañar de las eficientes pruebas experimentales, aunque son varios los puntos oscuros que aclararían nuestra manera de ver y muchas coincidencias superar la probabilidad de un hecho fortuito. Si hemos de decir, no obstante, el tratamiento, acorde con nuestras opiniones aplicado a más de un núm. de 25 animales en la pasada última «epizootia» ha dado en *todos los casos* brillantes y sorprendentes resultados y también es necesario no olvidar los últimos resultados logrados en la bioquímica de los virus y sobre todo, los nuevos problemas pendientes de solución que dichos resultados han abierto a su vez en el campo de estudios de su naturaleza química, y los datos suministrados por el microscopio electrónico, la homogeneidad y en algunos casos la cristalizabilidad de tan curiosas entidades biológicas etc., que hacen posible la complementación en cierto modo de ambas hipótesis.

Séanos permitido el anterior inciso para reafirmar que el aceite de hígado de bacalao unido a otros medicamentos, puede ser un buen fármaco para tratar o ayudar a curar las lesiones ungulares de la glosopeda.

Como resumen de nuestro trabajo después de las observaciones recogidas hasta el día de nuestros propósitos ensayados, teniendo además en cuenta la facilidad de empleo, el bajo precio del aceite de hígado de bacalao, obtenerse excelentes resultados donde otros fármacos fracasaron y demostrada perfectamente su eficacia en el tratamiento de heridas tórpidas, de la córnea y escleróticas, quemaduras, etc., nos atrevemos a llegar a la siguiente conclusión:

QUE ES NECESARIO REVALORIZAR EL ACEITE DE HIGADO DE BACALAO COMO FARMACO, EN TERAPEUTICA VETERINARIA, CONSIDERANDOLO COMO UNO DE LOS MEJORES AGENTES PLASTICOS EN LAS ENFERMEDADES

POSTINFECCIOSAS. EL MEJOR AGENTE ANTIRRAQUITICO QUE MERECE SER AMPLIAMENTE UTILIZADO EN VETERINARIA COMO CICATRIZANTE, DEBIENDO CONTINUARSE SUS ENSAYOS EN LAS ENFERMEDADES CITADAS.

SUSTITUCION DE LOS ACEROS AL Cr-Ni, EN LAS ARMAS AUTOMATICAS POR ACEROS AL MAN- GANESO

POR

MARIA TERESA RUBIO REYNOSO

ESTA TESIS COMPRENDE LAS PARTES SIGUIENTES

- 1.º *Antecedentes.*
- 2.º *Estudio general de los aceros al Mn.*
- 3.º *Descripción de los Laboratorios mecánicos metalográficos.*
- 4.º *Estudio completo del acero al Cr-Ni.*
- 5.º *Estudio de diferentes aceros al Mn.*
- 6.º *Resultados.*

PRIMERA PARTE.—ANTECEDENTES

La contienda actual que determina innumerables dificultades en la importación de materias primas, ha emplazado a los técnicos de todos los países a la resolución de multitud de problemas relacionados con la sustitución de ciertas primeras materias, por otras de más fácil adquisición y que se encuentran en el suelo nacional en cantidades suficientes para satisfacer sus necesidades.

Consecuencia de la escasez de cromo-niquel, metales que dan a los aceros características mecánicas excelentes para su empleo en la construcción de armas automáticas, ha habido que pensar en las fábricas de armamento en la sustitución por otros elementos que, abundando en el mercado nacional, den a los aceros características aproximadas a los primeros consiguiendo previo tratamiento térmico adecuadas cifras mecánicas dentro de límites aceptables.

Los órganos de las máquinas que no requieren cifras de dureza muy elevada y no precisan por tanto tratamiento térmico, son fácilmente sustituíbles por aceros al carbono de buena calidad; no ocurre lo mismo con las piezas que por la clase de esfuerzo a que durante el funcionamiento del arma están sometidas, exigen altas cifras de dureza, resiliencia y tracción, que únicamente elementos especiales pueden proporcionar.

El elemento que cumple mejor las condiciones que anteceden es el manganeso, y por lo mismo a esta categoría de aceros orientamos preferentemente nuestras investigaciones sobre el particular.

SEGUNDA PARTE.—ESTUDIO GENERAL DE LOS ACEROS AL MANGANESO

La influencia del manganeso en los aceros es muy semejante a la del níquel, elevando considerablemente la resistencia a la tracción con cifras de dureza relativamente bajas.

Los aceros al manganeso se clasifican metalográficamente con arreglo a la riqueza manganeso-carbono en tres grupos:

- 1.º Aceros perlíticos.
- 2.º De constitución martensítica.
- 3.º Austeníticos.

a las que corresponden características mecánicas completamente diferentes.

El diagrama de Guillet pone de manifiesto las estructuras de los tres grupos en estado de recocido.

Vamos ahora someramente a examinar los tres grupos con el

fin de ver en cual de ellos debemos principalmente fijar nuestra atención, para la elección del material que deseamos.

AUSTENITICOS: Se incluyen en este grupo aceros que tienen una dosis de manganeso superior al 12 por 100. Su estructura microscópica es la de la austenita pura, semejante a un hierro también puro.

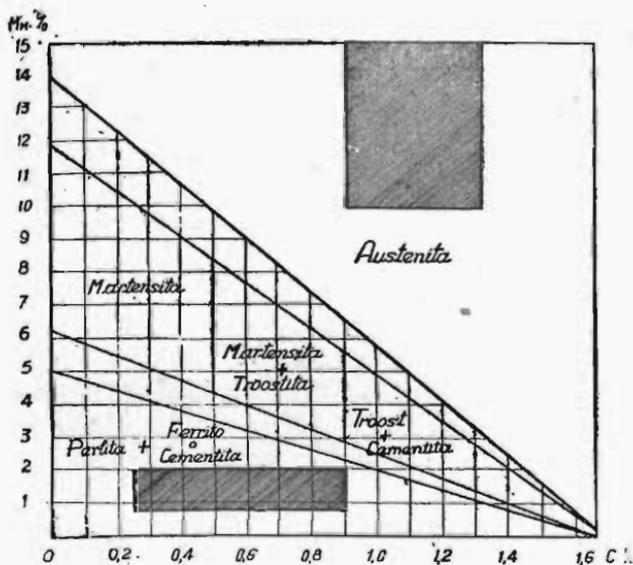


Diagrama de los aceros al manganeso (Guillet)

En este grupo, los aceros poco carburados, no tienen aplicación práctica por no adquirir dureza por el temple, y en cuanto a los de mayor dosis de carbono si bien proporcionan excelentes características mecánicas, alargamiento, resiliencias y resistencia a la tracción, su límite elástico es excesivamente bajo, lo que está en oposición a las condiciones exigidas por los órganos sometidos a esfuerzos de fatiga, en los que el límite elástico ha de estar muy próximo al de rotura y ser además elevado. Esta última cualidad por sí sola hace a los aceros de esta categoría inservibles para los fines propuestos.

MARTENSITICOS: Constituyen este grupo aquellos aceros

que contienen una dosis de manganeso entre 5 y 11 por 100, tienen en estado de recocido semejante estructura a los aceros ordinarios templados y esta constitución los hace extremadamente frágiles y difíciles de trabajar, por cuya razón tampoco se prestan a los fines que nosotros perseguimos.

PERLITICOS: Forman este grupo los aceros que contienen menos de 3 por 100 de manganeso. Su estructura es la de los aceros ordinarios al carbono en estado de recocido.

Se caracterizan los aceros de este grupo por que el límite elástico y la resistencia a la tracción crecen con el aumento en manganeso bajando, aunque muy poco, el alargamiento y estricción, lo que les hace algo frágiles; la dureza apenas es variada por la dosis en manganeso.

Por el temple se comportan como los aceros ordinarios al carbono, es decir, presentan la estructura martensítica aunque adquiriendo una dureza más elevada y menor resiliencia; con un revenido que hace pasar parte de la martensita a sórbita, aumenta considerablemente la resiliencia perdiendo muy pocas cifras la dureza.

Examinados ya los tres grupos con vista a una posible utilización en las armas automáticas de los materiales comprendidos en ellos deducimos que los que únicamente pueden tener aplicación son los perlíticos por cuya razón comenzamos a preparar muestras de aceros incluidos en esta clasificación para someterlos a tratamientos diversos hasta lograr cifras que se aproximen a las que presentan los aceros al níquel.

Como es sabido que el manganeso proporciona a los aceros mayor fragilidad que el níquel, pensamos en la conveniencia de eliminar, o reducir por lo menos al mínimo, aquellos elementos que entrando como componentes usuales en los aceros les comunican fragilidad; entre éstos destaca el azufre, por cuya razón hemos procurado siempre escoger para nuestros trabajos los aceros muy pobres en este elemento.

Dentro de este grupo, nos propusimos realizar las investiga-

ciones sobre aceros de contenido variable en carbono y manganeso.

Empezamos por preparar cinco aceros, en los cuales la proporción de carbono era prácticamente constante, mientras que la de manganeso variaba según se detalla a continuación.

Su composición química determinada por los métodos que indicamos más adelante era:

(A)—C=0'42 Mn= 0'75 % Si= 0'25. P= 0'04 % S=0'025 %

(B)—C=0'45 % Mn=1'00 % Si= 0'23. % P= 0'034 % S=0'025

(C)—C= 0'39 % Mn= 1'50 % Si= 0'25 % P= 0'05 % S=0'024 %

(D)—C= 0'41 % Mn= 2'0 % Si= 0'20 % P= 0'035 % S=0'028 %

(E)—C= 0'42 % Mn= 2'7 % Si= 0'30 % P= 0'05 % S=0'027 %

Prescindamos del estudio de aceros con menor contenido en carbono, toda vez que aquéllos en que la proporción es inferior a 0'35 por 100, toman con dificultad el temple.

Sobre cada uno de estos aceros llevamos a cabo un estudio completo para poder conocer con precisión la temperatura ideal de recocido, que le coloca en las mejores condiciones de recibir el temple, la temperatura a que debe realizarse éste, y por último la más conveniente a emplear en el revenido.

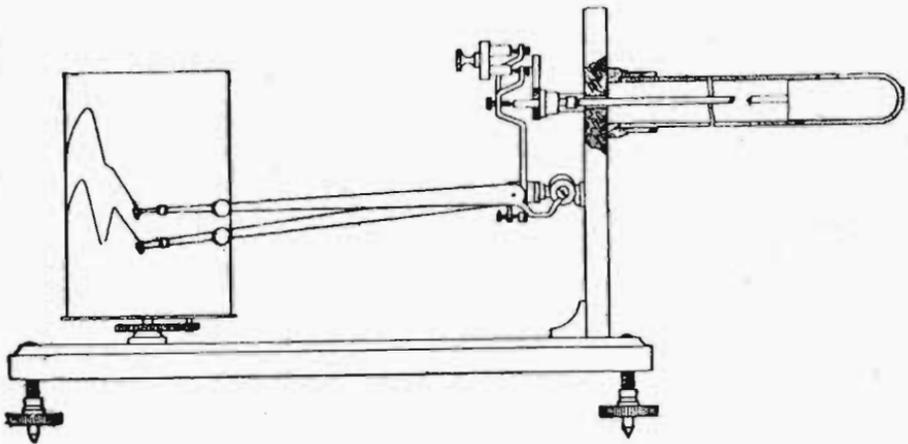
Estas investigaciones sobre recocido, temple y revenido, fueron precedidas de un análisis térmico indispensable para determinar por el conocimiento de los puntos críticos e histeresis, las temperaturas de recocido y temple, y la velocidad de enfriamiento, respectivamente.

A pesar de conocerse ya en la Fábrica el tratamiento a que debía someterse el cromo-niquel para su empleo en la construcción de las piezas objeto de este trabajo, hemos preferido realizar sobre él un estudio completo que no existía, a fin de lograr que el acero capaz de sustituirle, sea semejante a él, no solo a la temperatura en que presentamos las características exigidas, sino, también, a otras distintas con lo cual se afianzaría mucho más su empleo como sustituyente.

TERCERA PARTE.—DESCRIPCION DEL LABORATORIO MECANICO-METALOGRAFICO

Consta este Laboratorio de dos secciones, integrada la primera por el aparato de análisis térmico y el microscopio metalográfico, y la segunda por la sala de pruebas metalográficas. En esta última se encuentra la máquina de tracción, el péndulo medidor de la resiliencia y la máquina de durezas Rockwell.

ANALIZADOR TERMICO DE CHEVENARD.—Se representa en la figura 2.^a y consiste en un aparato dilatométrico, que pre-



Analizador térmico CHEVENARD

senta la ventaja de registrar automáticamente a un mismo tiempo dos curvas, una indicadora de tiempos y dilatación y otra de tiempos y temperatura. Los diagramas obtenidos presentan, como todos los aparatos de este género, ordenadas curvilíneas e indican las temperaturas en grados centígrados, y las dilataciones en milésimas de milímetro. Las abcisas señalan tiempos. El aparato consta de un hornito eléctrico de resistencia, un juego de agujas amplificadoras y un tambor que gira uniformemente, donde se coloca el papel registrador. Para medir la temperatura se emplea un pirómetro de dilatación.

Las dilataciones experimentadas por la muestra cuyos puntos

críticos se quieren determinar y la de la muestra testigo, se registran simultáneamente sobre el tambor. Las inflexiones de la curva inferior, (dilatación-tiempo), denuncian los fenómenos críticos y la temperatura a la cual se efectúan se lee en la curva superior, (temperatura-tiempo).

Las transformaciones sufridas por el acero, son claramente denunciadas por las anomalías de la curva. La temperatura a que corresponden estas anomalías, se determinan haciendo coincidir estos puntos sobre la curva, por medio de arcos paralelos a la ordenada de origen. La inflexión en la curva ascendente, corresponde a la transformación Ac, y la de la descendente a la transformación Ar. Si el acero no experimentase ninguna transformación, la marcha de la curva de dilatación sería regular, pero como podemos considerar que cambia de estado, al ir calentando y llegar al punto crítico, se produce un fenómeno de carácter endotérmico o sea que roba calor al horno, enfriándose, por lo que experimenta una contracción, que es la inflexión observada. Este calor latente de transformación es restituído en el enfriamiento, convirtiéndose en fenómeno exotérmico, que origina otra anomalía en la curva descendente que es el punto Ar. Es sabido que estos puntos no se presentan a la misma temperatura, y que la histeresis originada aumenta con la cantidad del elemento especial agregado.

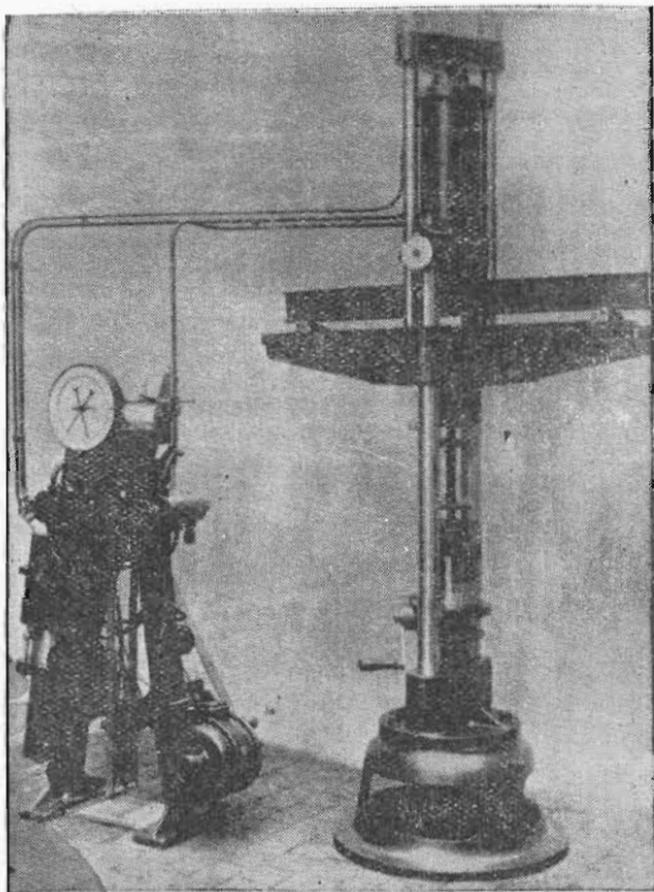
En este estudio, que es esencialmente comparativo, hemos procurado realizar todos los ensayos en las mismas condiciones, o sea que todos los aceros fueron calentados hasta 950°, con enfriamiento lento dentro del horno, a fin de evitar así, la influencia que los factores, temperatura final, tiempo de enfriamiento y velocidad del mismo, ejercen sobre la posición de los puntos críticos.

En los tratamientos térmicos a que sometimos las muestras, seguimos el mismo criterio, es decir, realizarlos en lo posible, en las mismas condiciones. La temperatura de recocido la elegimos en cada caso de acuerdo con el resultado del análisis térmico y el enfriamiento lo efectuamos siempre lentamente dentro del horno.

Para determinar la temperatura de temple acudimos también a

conocer los puntos críticos, pero, efectuando siempre algún ensayo a temperatura inferior a la indicada, con el fin de estudiar todo el proceso de formación de los constituyentes de temple. Debido al bajo valor que como es lógico tratándose de aceros especiales, tiene el punto crítico Ar, no es necesario realizar un temple muy enérgico, por lo que empleamos en todos los casos baño de aceite para el enfriamiento. La temperatura de revenido empleada en cada caso, depende de la óptima de temple. El enfriamiento lo realizamos siempre al aire para poder comparar mejor los resultados.

LABORATORIO DE PRUEBAS MECANICAS.—*Máquina de*



Máquina de tracción «Amsler» de 20 toneladas

tracción Amsler de 20 toneladas.—La fuerza necesaria para el ensayo es ejercida por una bomba de aceite funcionando según el principio de la prensa hidráulica. El pistón de la bomba está ajustado en el cilindro con tal precisión que se hace innecesaria cualquier garnición. El roce infinitamente pequeño existente entre el pistón y el cilindro permite una ligera infiltración del aceite que hace el movimiento muy suave, suprimiendo todas las rozaduras y permitiendo medir la fuerza con una gran precisión.

El cilindro de la prensa está situado en la parte superior de la máquina y el conjunto móvil que lleva las cabezas de sujeción superiores, está suspendido libremente al pistón de esta prensa por medio de unas columnas ligadas entre sí por una traviesa que descansa sobre el testero del pistón. La base del cilindro está sujeta por unas barras sólidas al pié de la máquina.

La cabeza de sujeción inferior está montada al extremo de un tornillo que sirve para regular rápidamente la altura inicial.

Si la presión del aceite hace subir al pistón en el cilindro, la cabeza de sujeción sube, y entonces la probeta se encuentra sometida al esfuerzo de tracción.

Esta fuerza está medida por un dinamómetro colocado al lado de la máquina y que lleva los mandos de la misma. Una aguja señala en un círculo, la fuerza ejercida en cada instante, mientras que la otra, loca, muestra la máxima alcanzada. El dinamómetro, lleva un registrador automático, donde se obtiene una gráfica que relaciona la deformación de la muestra y el esfuerzo producido.

Mediante este ensayo determinamos: La resistencia a la tracción o sea, la carga de rotura por m/m^2 de sección, que representamos en los gráficos por R.

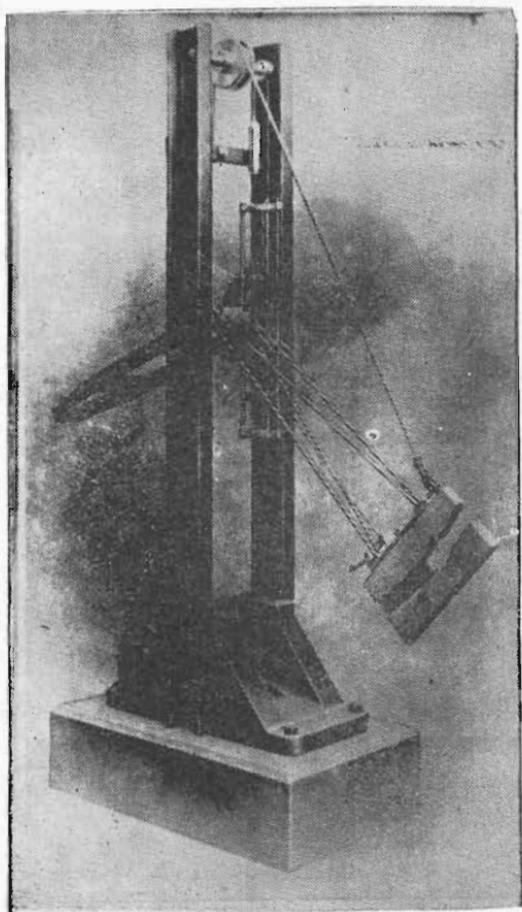
El límite elástico aparente, que representamos por E, que es la carga por m/m^2 de sección a partir de la cual los alargamientos crecen muy rápidamente; se conoce este punto por el cambio de dirección experimentado por la curva del diagrama.

El alargamiento después de la rotura, que determinamos unien-

do los trozos producidos en la operación y que en los gráficos va expresado por 100 y representado por A.

Finalmente, la estricción, o sea la disminución de la sección determinada de la misma forma que el alargamiento y también por 100, que representamos en los gráficos por ϵ .

MARTILLO PENDULAR AMSLER.—Para determinar la resi-



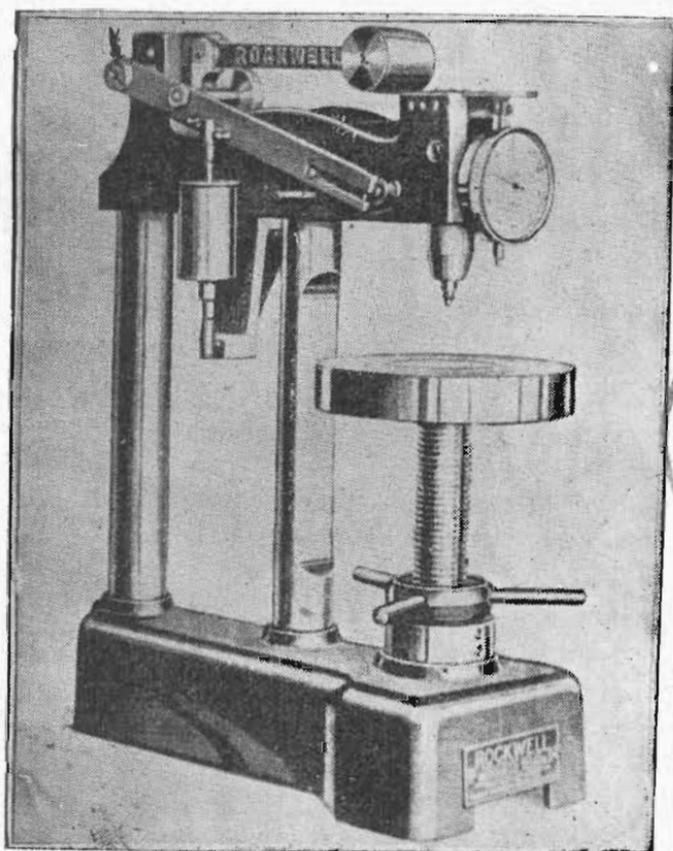
Martillo pendular de 30 kilogrametros

liencia, empleamos el martillo pendular Amsler, representado en la fotografía. La barreta de ensayo se coloca entre dos apoyos que dejan entre sí un espacio libre. Al soltar el martillo, viene en el curso de su caída, a golpear con el filo contra la barreta de ensa-

yo, en la parte situada entre los apoyos y provoca su rotura. Una parte de la fuerza viva del martillo es absorbida por el trabajo de rotura, el resto, hace subir el martillo al otro lado de la vertical, que pasa por el punto de suspensión, hasta que se consume toda la energía residual. Durante su curso ascendente, el péndulo arrastra hacia arriba, un cursor en una escala vertical, que queda inmóvil a la altura máxima alcanzada e indica directamente, la energía empleada para la rotura de la barreta de ensayo (y no la de la energía residual del martillo).

El valor obtenido en cada caso, lo representamos en los gráficos mediante la letra S.

MAQUINA DE DUREZAS ROCKWELL.—Para la determina-



Máquina de durezas «Rockwell»



ción de la dureza elegimos la máquina Rockwell representada en la fotografía.

Este método consiste en la determinación de la profundidad de la huella producida en la superficie del material, por un cono de diamante en ángulo de 120° bajo una presión de 150 kilos. En el caso de materiales blandos puede emplearse, en vez del cono, una bola de acero, de 1,59 m/m de diámetro y 100 kilos de carga. El indicador directo de dureza colocado en la misma máquina, lleva por tanto dos escalas; una la llamada C, referida al cono de diamante, y otra B, para cuando se emplea la bola.

Esta máquina tiene la ventaja de ser muy precisa y de proporcionar automáticamente la cifra de dureza, lo que evita los errores producidos por el distinto coeficiente personal. Además como la huella es muy pequeña, basta con realizar la experiencia en una superficie reducida.

En los gráficos el valor de la dureza lo representamos por la letra A.

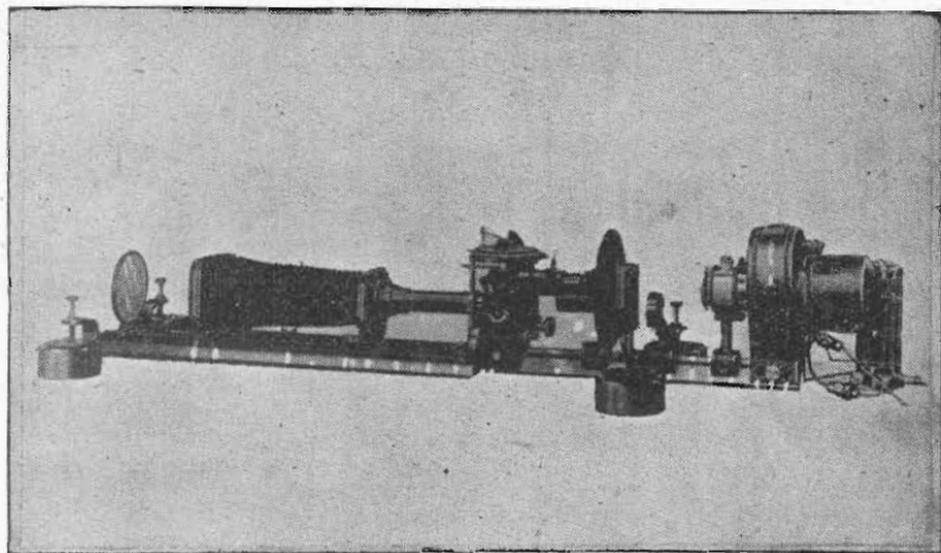
En todas las pruebas mecánicas y para que el estudio resulte verdaderamente comparativo, hemos puesto especial empeño en realizar las correspondientes a los distintos aceros en las mismas condiciones. De igual modo procederemos en lo que se refiere a procedimiento de fusión de los aceros y preparación de las barretas.

En los ensayos de recocido y revenido, investigamos todas las características mecánicas citadas anteriormente, en el de temple, solo efectuamos pruebas de dureza y resiliencia, por ser esto suficiente, para caracterizar dicho estado.

MICROSCOPIO METALOGRAFICO.—El examen metalográfico, con el fin de evitar que por emplear distintos métodos, pudiera haber algún error en la comparación de las estructuras, lo realizamos preparando todas las muestras en la misma forma. Después de desbastadas con esmeril de creciente finura de grano, se pulimentaron con alúmina. El ataque lo efectuamos con solución alcohólica de ácido pícrico, empleando en los ensayos de obtención de cementita globular, el picrato de sodio.

Para la observación directa y obtención de microfotografías empleamos el microscopio metalográfico «Zeiss Neophot», representado en la fotografía, provisto de platina móvil y pantalla de proyección, iluminación por arco voltaico y suspensión elástica.

Antes de sacar las fotografías, observamos directamente las muestras empleando distintos aumentos. Efectuamos las fotografías en las zonas donde mejor se apreciaban los constituyentes, empleando aumentos de cien diámetros, en los estudios de recocido y de trescientos o más en algún caso particular, en los de revenido y temple.



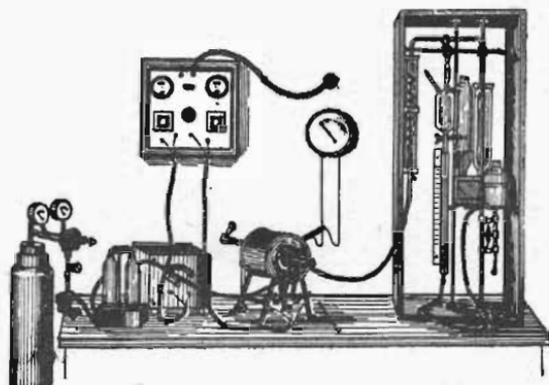
Microscopio metalográfico Zeiss-Neophat

En lo que se refiera a la apertura del diafragma es variable en cada caso pues depende de la luminosidad de la probeta. A fin de determinar con exactitud la composición de los aceros estudiados, realizamos en cada uno de ellos un análisis químico.

MÉTODOS DE ANÁLISIS EMPLEADOS.—Para la determi-

nación del carbono empleamos el aparato de Ströhlein, que representa el dibujo.

El fundamento es el mismo que en todos los aparatos corrientes de combustión, es decir, transformar todo el carbono contenido en la muestra en anhídrido carbónico determinado el contenido en dicho elemento volumétricamente. El aparato consta de un horno eléctrico para introducir en él, un tubo de cuarzo con la navicilla portadora de la muestra. La combustión se realiza en corriente de oxígeno. Los productos de ella se recogen en una

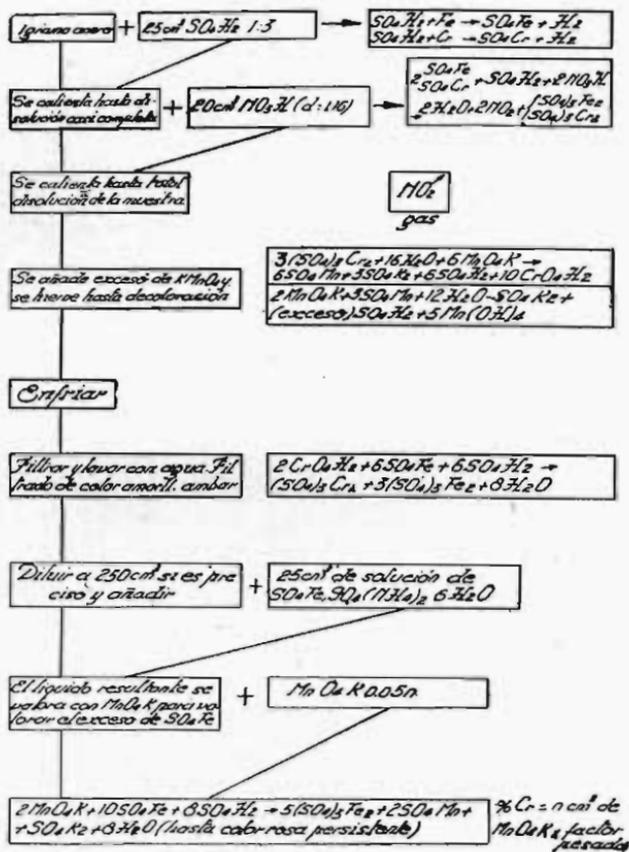


Aparato Ströhlein para la determinación del carbono

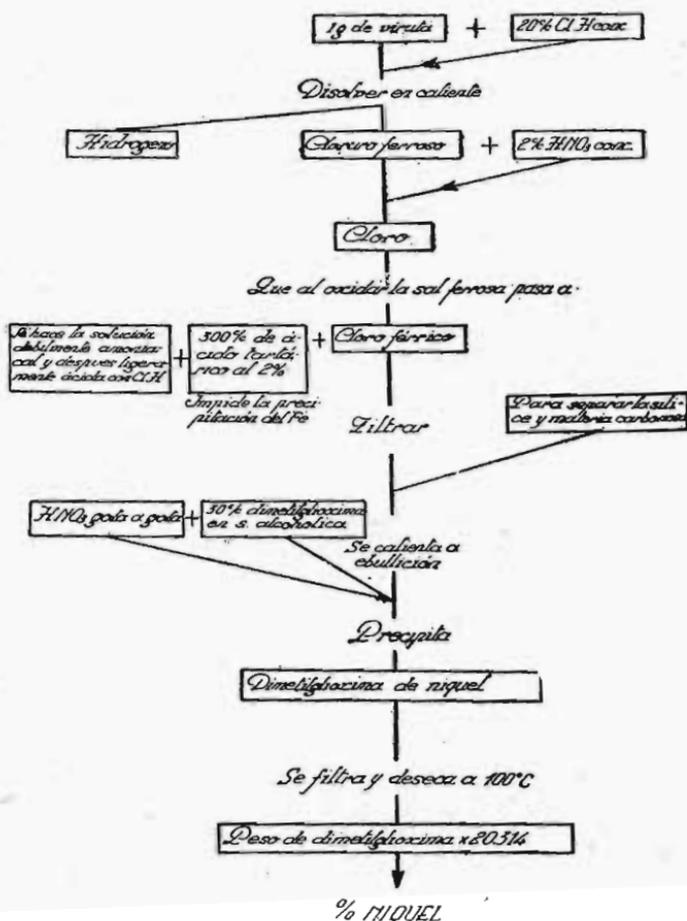
bureta medidora de gases llena de agua, que baja de nivel, a medida que van llegando el anhídrido carbónico y el exceso de oxígeno. Una vez llena se cierra la llave de paso y se hace una lectura; después se hace pasar todo el contenido a unos vasos que contienen solución concentrada de potasa, destinada a absorber el anhídrido carbónico. El oxígeno se hace volver a la bureta y entonces se realiza una nueva lectura. Por la diferencia entre los dos, se determina el anhídrido carbónico producido y por tanto el porcentaje de carbono en el acero.

El procedimiento además de su exactitud, tiene la ventaja de la rapidez, pues empleando un gramo de viruta, la escala viene graduada de forma que, la diferencia de lecturas, da ya el porcentaje, sin necesidad de efectuar ningún cálculo.

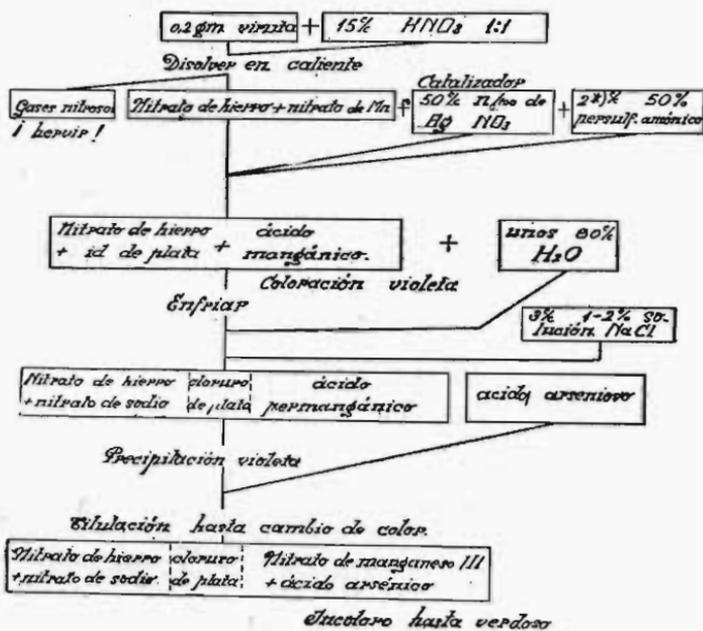
Para la determinación de los restantes elementos, empleamos los procedimientos que se detallan en los gráficos siguientes:



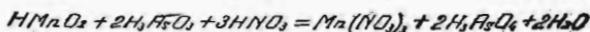
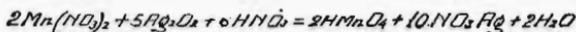
Determinación del cromo en los aceros



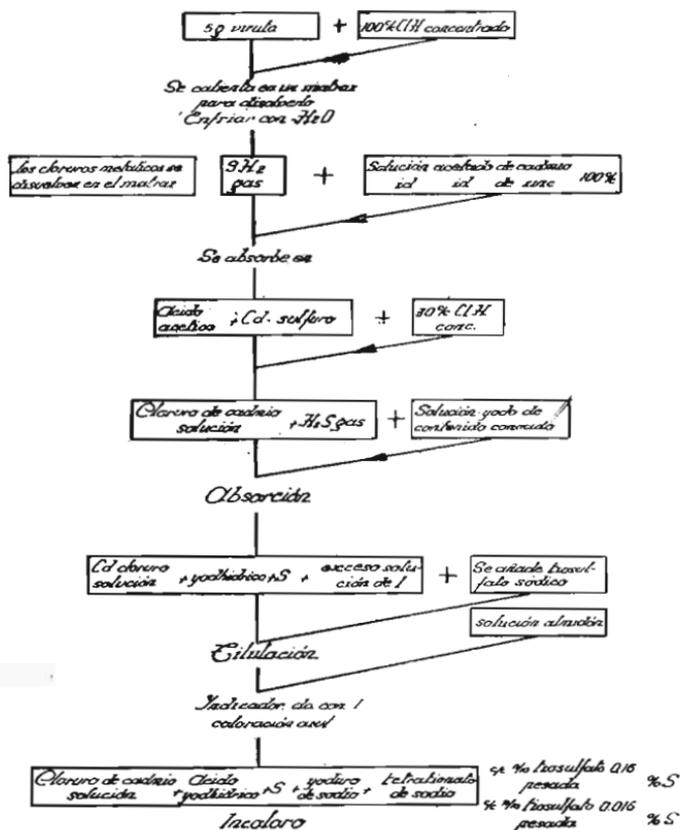
Determinación del níquel en los aceros



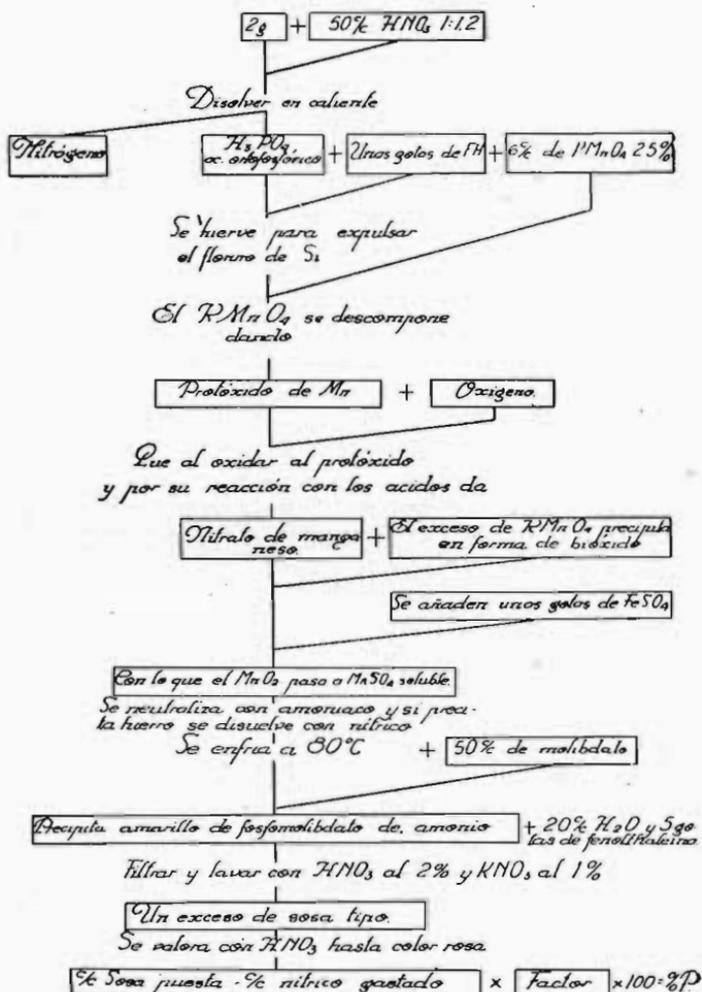
$$\frac{\% \text{Fe}_2\text{O}_3 \text{ titula}}{\text{pesada}} = \% \text{Mn}$$



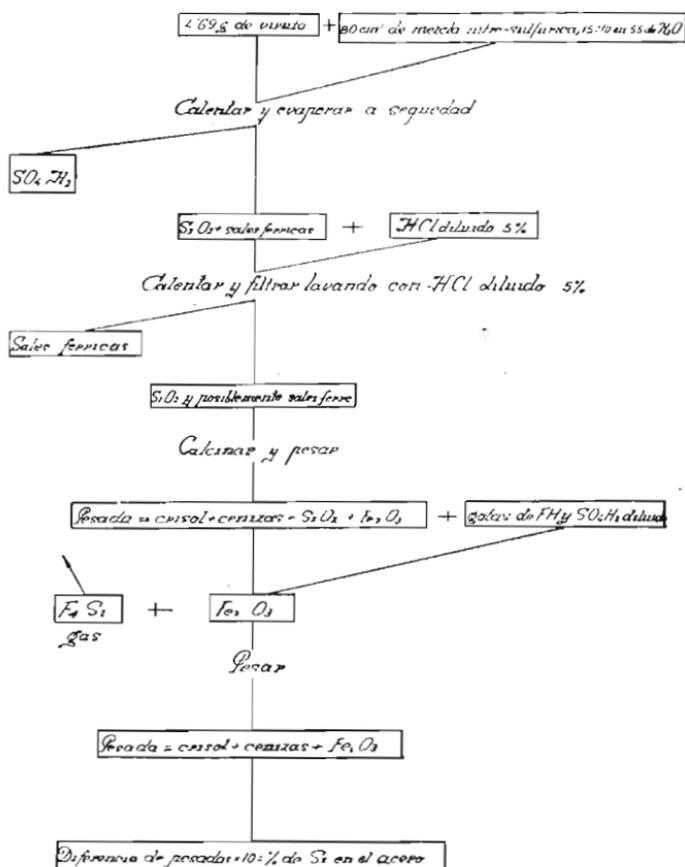
Determinación del manganeso en los aceros



Determinación del azufre en los aceros



Determinación del fósforo en los aceros



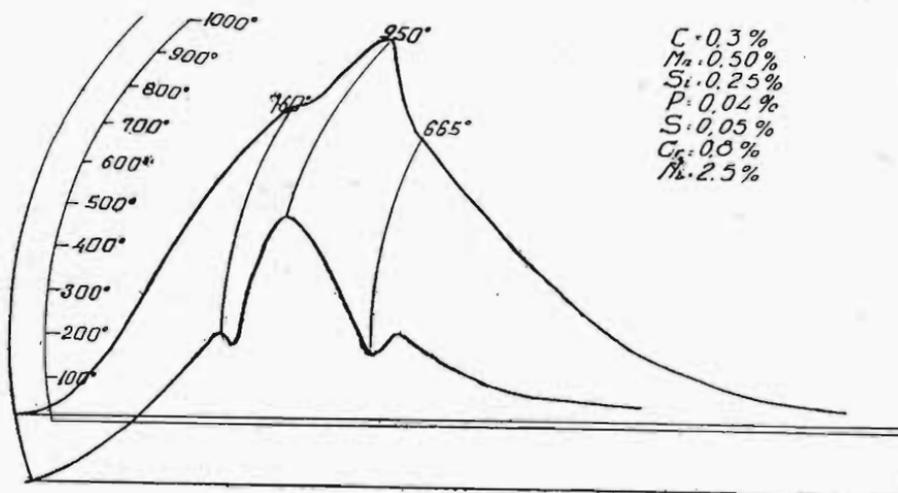
Determinación del silicio en los aceros

CUARTA PARTE.—ESTUDIO COMPLETO DEL ACERO AL Cr — Ni

Detallados los métodos empleados en los ensayos de los materiales, pasamos a hacer un estudio a fondo del acero Cr-Ni, que pretendemos sustituir.

Se investigaron los tres estados de recocido, temple y revenido.

RECOCIDO DEL ACERO CROMO-NIQUEL.—Recordemos que la operación de recocido consiste en calentar el acero a temperatura superior a la zona crítica, mantenerle en ella durante un cierto tiempo y enfriar después lentamente.



Análisis térmico del cromo-niquel

Una vez alcanzada una temperatura superior a la zona crítica, el acero estará constituido por austenita, de grano tanto más grueso cuanto más elevado sea el calentamiento. Después del enfriamiento, las dimensiones del grano de perlita dependerán de las del austenítico, por cuya razón debe evitarse un calentamiento excesivo. Esto no quiere decir que el horno deba tener una temperatu-

ra muy próxima a la crítica, pues en tal caso pudiera el consumo de calor debido a la transformación, no permitir llegar la temperatura unos grados por encima del punto crítico.

La duración del calentamiento depende de diversas causas especialmente de las dimensiones de la pieza.

La velocidad del enfriamiento ha de ser lenta pues debe dar lugar a que el acero quede perlítico, y para esto hay que emplear el tiempo necesario a la realización de todas las transformaciones alotrópicas.

En este caso por tratarse de un acero hipoeutectoide, a la perlita acompañara ferrita libre. Si se aumenta la velocidad de enfriamiento, el acero puede quedar, al menos en parte, sorbítico.

Mediante el recocido si bien disminuye la dureza, se logra disminuir las tensiones internas en el metal obteniéndose un grano más fino y aumento de ductilidad.

Del resultado del análisis térmico se deduce que la temperatura de recocido debiera ser 875-885°, ya que es conveniente sobrepasar en 50 o 60° el punto A_3 . No obstante efectuamos varios ensayos, por duplicado para mayor exactitud, a partir de 800°, aumentando la temperatura de 25 en 25° hasta 950. La duración del calentamiento fué de 30 minutos.

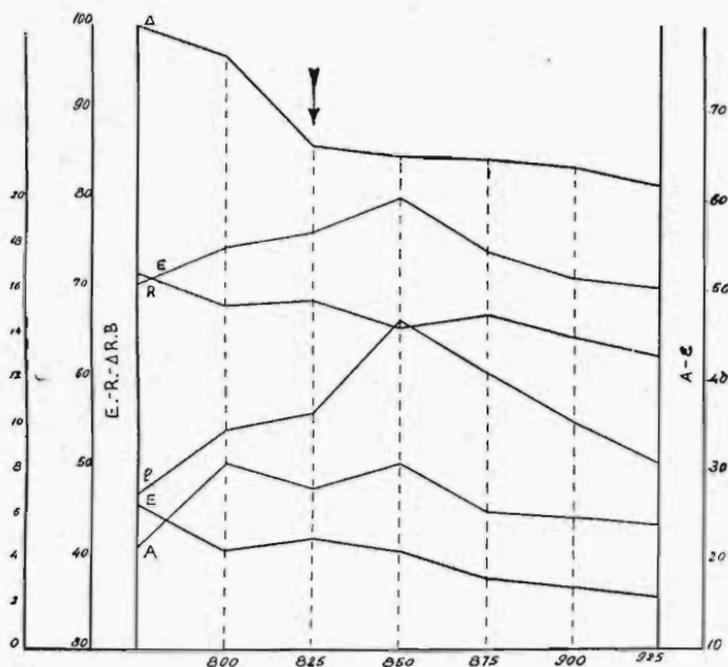
En el gráfico se observan claramente las variaciones de las características mecánicas del acero, con los sucesivos tratamientos.

Como los órganos de las máquinas automáticas en que se emplea este material exigen durezas considerables que solo por el temple pueden conseguirse, el ensayo de recocido ofrece únicamente interés desde el punto de vista de mejorar las condiciones de trabajo del material, condiciones éstas que requieren bajas cifras de dureza y buena resiliencia aún a expensas de sacrificar algo las características de tracción.

En estado de recepción, el material tiene una resistencia y límite elástico bastante elevados $R = 88$ y $E = 71$, dureza no excesiva de 102 Rc, B. La resiliencia no es muy baja 6,62; todas estas cifras son adecuadas para su empleo sin tratamiento ulterior.

A 800° C. disminuyen la resistencia a la tracción y la dureza obteniéndose en cambio aumento en el valor de la resiliencia. En la fotografía número 1, se observa una repartición irregular de ferrita y perlita.

A 825° C. continúa el descenso de la dureza pero aumenta más]la resiliencia y se consigue conservar constante la resistencia.



Acero al cromo-níquel. Estudio de recocido

La estructura fotg. n.º 2, ha mejorado notablemente, pues aunque sean como es natural los mismos constituyentes, se encuentran más uniformemente repartidos siendo además su grano de menor tamaño. El resto de las cifras mecánicas, puede verse en el gráfico, son aceptables.

A 850° C. Se obtiene el máximo valor de resiliencia y una dureza casi igual que en el ensayo anterior, pero presenta un valor

más bajo para la resistencia y límite elástico. La estructura fotográfica número 3, es muy parecida.

A 875°-900° y 925° C. Se observa una regular disminución de la resiliencia, dureza y resistencia a la tracción. En las fotografías número 4, 5 y 6, puede verse de acuerdo con esto un progresivo aumento en el tamaño del grano.

La simple observación del diagrama en lo que se refiere a la dureza pudiera conducir a error, pues se ve que es la mínima a 950° C. y probablemente sería menor a temperatura más elevada pero observando al mismo tiempo el valor de la resiliencia, vemos que baja paralelamente, lo que pone de manifiesto una disminución progresiva de la tenacidad. La observación microscópica o simplemente el examen de la fractura de estas probetas ponen en claro este hecho. En efecto, las últimas temperaturas consideradas, dan lugar a la formación de grandes granos de ferrita y perlita, de lo que resulta una fractura cristalina, que da también lugar a que la bola de la máquina Rockwell se introduzca en el material no por aplastamiento o plasticidad, sino por separación o disgregación de los cristales, lo que da lugar a que la dureza señalada sea aparente y no real. Como consecuencia de todo lo expuesto deducimos debe elegirse como temperatura de recocido, la de 825°, a la que si bien no corresponde el máximo valor de resiliencia, se obtienen buenos valores de dureza y resistencia a la tracción, así como del resto de las características mecánicas. La estructura presenta también buen aspecto.

ACERO AL CROMO-NIQUEL.—Temple.—Consiste este tratamiento, en calentar la muestra a una temperatura superior a su punto de transformación A_3 y enfriar después rápidamente para evitar las transformaciones inversas que tienen lugar en el enfriamiento lento. A la temperatura citada se ha alcanzado el estado estable en caliente y todo el carbono o carburo de hierro se encontrará uniformemente disuelto en la masa; para lograr que esta disolución uniforme continúe en frío, se precisa un brusco enfria-

miento, permitiendo obtener a la temperatura ordinaria un acero martensítico.

Mediante este tratamiento aumentamos la dureza ya que cambiamos los constituyentes ferrita y perlita por martensita, mucho mas duro, aumenta también la resistencia ya que a la temperatura de temple (50° sobre el A_3) el tamaño del grano es el mas pequeño, y como lo conservamos a la temperatura ordinaria, habremos aumentado la cohesión; ahora bien, debido al desequilibrio molecular producido, la resiliencia disminuye. Por esto un temple demasiado enérgico puede producir grietas.

En los resultados que se obtengan hay dos factores que influyen notablemente, uno la temperatura de calentamiento que no debe ser muy elevada porque obtendríamos un acero de grano grueso y austenítico, cosa que no es conveniente, y la duración de dicho calentamiento, ya que si se calienta poco tiempo pudiera ocurrir no se alcanzase en toda la masa el tamaño normal del grano y si por el contrario se calienta demasiado tiempo pudiera haber oxidación en la superficie lo que ocasionaría una disminución de dureza.

Una vez obtenida la temperatura deseada debe procederse al enfriamiento.

Para obtener mucha homogeneidad debe templarse con la máxima velocidad en baño muy frío, pero hay que tener en cuenta que aumentaría la fragilidad y las tensiones podrían llegar a producir grietas. Por lo tanto el baño de temple debe determinarse en cada caso de acuerdo con las condiciones del acero.

En este caso por tratarse de un acero al níquel, elemento que aumenta la histéresis no será preciso un temple muy enérgico.

El punto crítico de A_{c_3} para el acero cromo-níquel nos dá la temperatura de temple de 700° C., no obstante teniendo en cuenta el calor que ha de perder desde su salida del horno a su inmersión en el baño de enfriamiento, es aconsejable la práctica de aumentarla en 50° .

Esta temperatura no es sin embargo la correcta de temple, si-

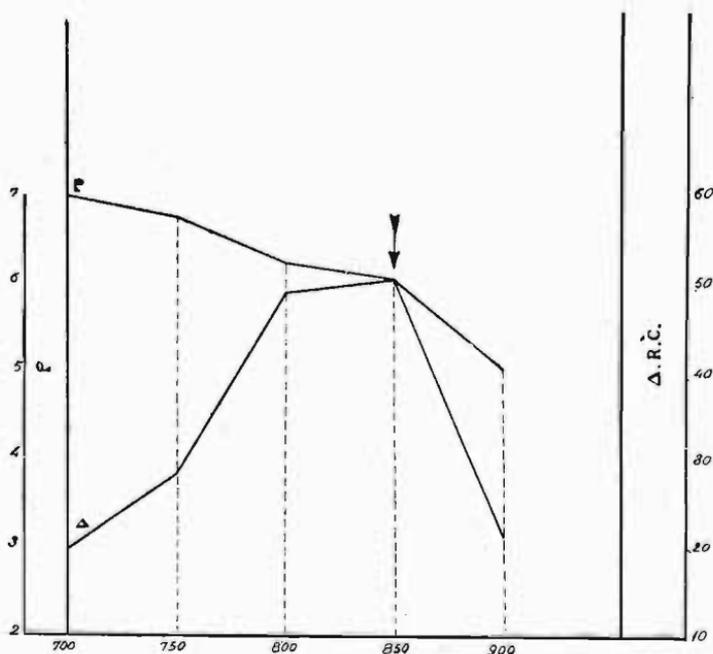
no la mínima capaz de enderezar el material, como consecuencia de ello y para mayor exactitud se hicieron ensayos de 700 a 950° C. con intervalos de 50 en 50° sobre barretas recocidas a 825° C. durante 30 minutos, hasta conseguir la mayor temperatura.

Debido a la gran histéresis observada, empleamos baño de aceite.

Por referirnos a un tratamiento de temple observamos solamente las características, dureza y resiliencia, que junto a la observación microscópica le definen por completo.

El gráfico pone de manifiesto las variaciones sufridas.

A 700° C. No ha habido cambio alguno, siendo sus cifras má-



Acero al cromo-níquel. Estudio de temple

ximas semejantes a las de recocido; lo mismo que su estructura microscópica, donde aparecen repartidos con uniformidad los granos de perlita y ferrita. Fotografía núm. 7.

A 750° C. Aumenta la dureza al mismo tiempo que se acusa un ligero aumento en la resiliencia, conforme con su estructura metalográfica en que ya los granos se agrandan sensiblemente, como iniciación de su paso a la constitución martensítica. Fotografía núm. 8.

A 800° C. Se consigue un aumento considerable en la dureza, al mismo tiempo que un ligero descenso en la resiliencia. Acusa la observación microscópica la presencia de grandes zonas de agujas martensíticas y en menor proporción núcleos troosticos perfectamente definidos. Fotografía núm. 9.

A 850° C. Prosigue un ligero aumento de dureza con pequeñísimo descenso de la cifra de resiliencia. Metalográficamente tiene una estructura característica de un temple perfecto, o sea, agujas finísimas y uniformemente repartidas de martensita, con la desaparición completa de los núcleos de troostita. Fotografía núm. 10.

A 900° C. Desciende notablemente la dureza y más acusado aún el descenso de resiliencia. La micrografía aclara estos hechos con la aparición de mayores agujas de martensita gruesa con iniciación de granos austeníticos, originados por un calentamiento a temperatura demasiado alta. El descenso de la dureza se debe a la presencia de la austenita constituyente más blando que la martensita; y en cuanto al descenso de la resiliencia tiene por causa la intersección de los granos de austenita que obran a modo de secciones de rotura y facilitan por lo tanto la separación intercristalina. Fotografía núm. 11.

A 950° C. Continúan en mayor grado los descensos de dureza y de resiliencia. El análisis metalográfico acusa más la formación de granos de austenita, con desaparición casi completa de la martensita. Como consecuencia de estos ensayos podemos elegir como tratamiento de temple la temperatura de 800—850° C. con la que se consiguió la mayor homogeneidad y finura de grano de martensita, al mismo tiempo que su máximo de dureza y no escasa resiliencia.

REVENIDO.—La operación de temple tratada en el capítulo precedente, comunica al acero:

- 1.º El grano lo más fino posible.
- 2.º La dureza máxima.
- 3.º La máxima resistencia a la tracción.
- 4.º La ductilidad mínima.
- 5.º Tensiones internas.

El acero simplemente templado es frecuentemente más duro de lo que es necesario y generalmente muy frágil, estando sometido a tensiones muy importantes que no permiten sea utilizado en dicho estado.

Para reducir las tensiones internas, disminuir la fragilidad y dar nuevamente al acero alguna ductilidad conservándole una dureza y resistencia suficientes, se le hace en general experimentar un revenido, consistente en someter el acero templado a un calentamiento a temperatura inferior a la del punto A_3 , enfriándole después lenta o rápidamente. Con esto se consigue devolver al acero parte de sus anteriores propiedades.

Elegida como temperatura de temple la de 825° C. en aceite se sometieron a este tratamiento una serie de barretas, para realizar después en ellas ensayos, por duplicado, de revenidos sucesivos a partir de 350° C. hasta 600° C. con intervalos de 50° C. El calentamiento duró 20 minutos.

A 350° C. No pudieron ser rotas en nuestras máquinas de tracción, las dos barretas sometidas a esta temperatura, por exceder el esfuerzo total necesario para su rotura, de la potencia de la máquina. No obstante las cifras de dureza y resiliencia que no han sufrido mucha variación, indican claramente que sobre las cifras de temple, ha influido escasamente el revenido. En la fotografía número 12, puede verse que la estructura solo ha sufrido aumento en el tamaño del grano, pero la calidad de los constituyentes no ha sido modificada.

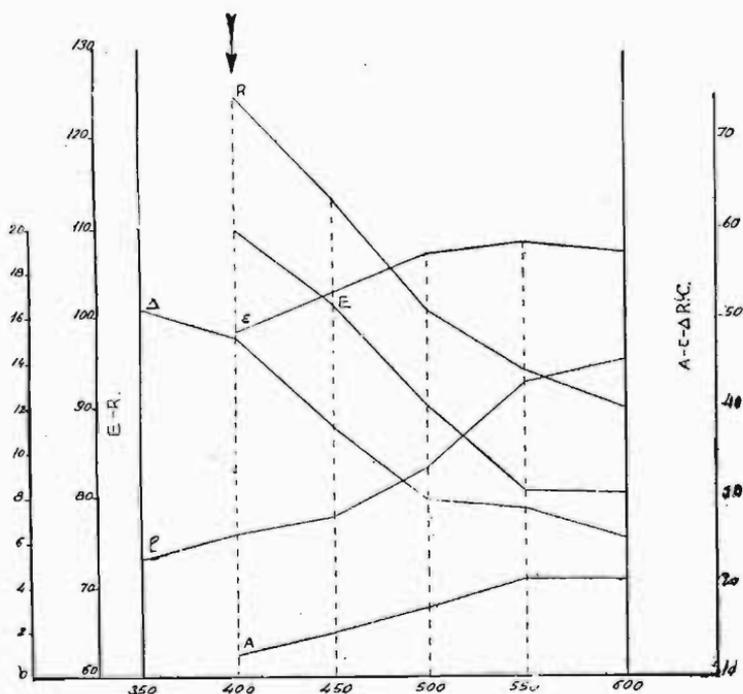
A 400° C. Ha disminuido la resistencia a la tracción y la dureza, pero se gana en resiliencia. La observación microscópica acusa la presencia de nódulos sorbíticos. Fotografía núm. 14.

A. 450° C. Continúa la disminución de la resistencia y dureza

en la misma proporción que en el revenido anterior, con un aumento ligero de la resiliencia. Microscópicamente aumenta la estructura sorbitica. Fotografía número 13.

A 500° C. Bajan notablemente el límite elástico y la resistencia y de modo más sensible aún la dureza; las cifras de resiliencia se aproximan a las de recocido. En el microscopio empiezan a verse zonas de ferrita y perlita. Fotografía núm. 15.

A 550 y 600° C. Pierde toda característica de temple; confirmando este hecho la franca aparición de la estructura de recocido ferrita-perlita. Fotografías núms. 16 y 17. Como consecuencia de

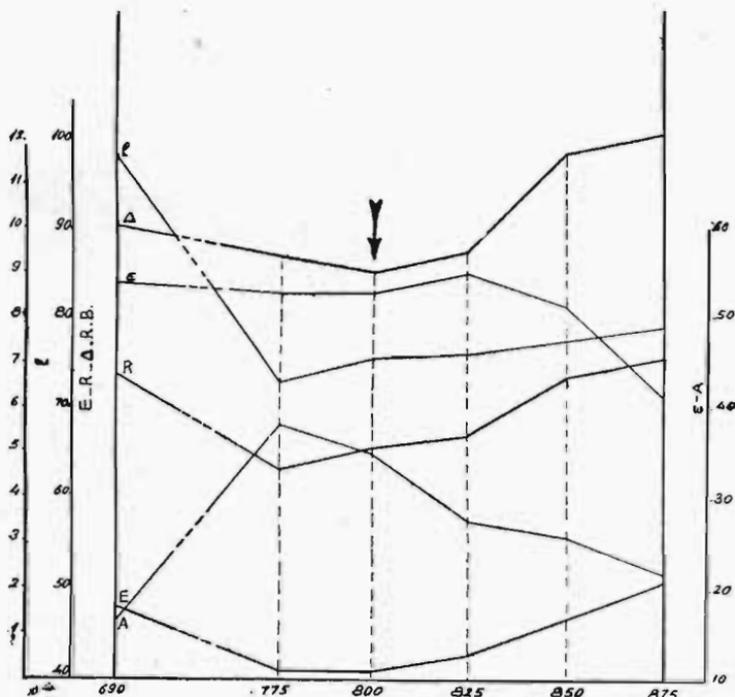


Acero cromo-níquel. Estudio de revenido

estas investigaciones, puede afirmarse que la temperatura mas conveniente es la de 400° C., con la que conservando casi la misma dureza de temple, se eleva sensiblemente la resiliencia es decir,

análisis térmico, los puntos críticos de este acero son 775 y 690°, por tanto, la temperatura de recocido debe ser 775°. Para alcanzar mayor precisión y con objeto de que por escaso calentamiento, no se consigan los fines propuestos, o por un exceso se llegue a un sobrecalentamiento, realizamos ensayos por duplicado a distintas temperaturas a partir de 775° hasta 875° con intervalos de 25° C.

Realizamos también un ensayo de recocido a la temperatura de 690° C durante cinco horas con objeto de obtener cementita globular, pero no se lograron resultados satisfactorios en ninguno



Acero al manganeso A. Estudio de recocido

de los aceros. A esta temperatura, puede observarse en el diagrama un valor elevado de la resiliencia, lo que indica que al menos

en parte se consiguió la formación del constituyente citado pero ni el examen micrográfico, fotografía núm. 18, ni las otras características mecánicas, salvo la resistencia a la tracción, atestiguan buenas condiciones en el acero.

A 775°. La resiliencia y la resistencia a la tracción disminuyen considerablemente, debido a que han desaparecido las anteriores condiciones, la microestructura, fotografía núm. 19, acusa una disminución en el tamaño del grano, apreciándose claramente, la perlita. Los granos de ferrita son muy gruesos.

A 800°. Sigue la disminución en la dureza, originándose ya, un aumento de la resiliencia y resistencia a la tracción. En la fotografía núm. 20 puede verse que la estructura es mucho más fina.

A 825°.—850° y 875° C. Siguen aumentando la resiliencia y resistencia, ligeramente lo hace también la dureza. Las fotos números 21, 22 y 23, indican un progresivo aumento del tamaño del grano, siendo por esto la estructura cada vez menos correcta.

De las anteriores investigaciones se deduce que la temperatura más conveniente de recocido, será la de 800° en la que con aceptables cifras mecánicas, se obtiene sin género de duda la mejor estructura micrográfica.

TEMPLE.—Este acero tiene su punto crítico Ac_3 a 775° C° que con 50° C° sobre esa temperatura nos dá la inferior de temple, no obstante hemos seguido el mismo criterio que en el cromo-niquel, o sea templar muestras a temperatura inferior, con el fin de obtener la serie sucesiva de constituyentes, de recocido, de transición y temple. El baño de enfriamiento no ha presentado dudas, pues la histeresis de 85° C. no aconseja un enfriamiento demasiado rápido, por ejemplo en agua; ni tampoco uno demasiado lento como se realiza al aire.

Las microfotografías nos muestran los resultados conseguidos con el tratamiento de temple.

A 775° C. La dureza aumentó ligeramente y la resiliencia disminuyó algo. La micrografía n.º 24 presenta casi la estructura de recocido con sus constituyentes de ferrita y perlita.

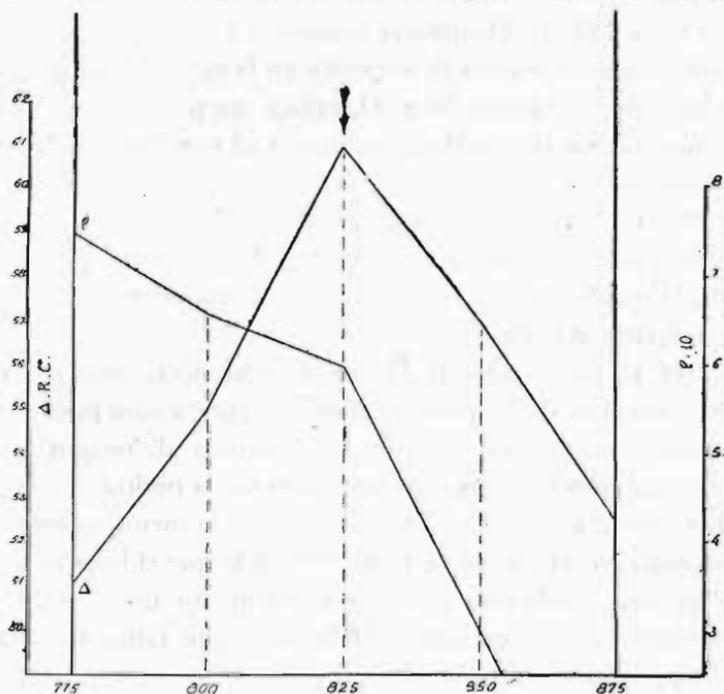
A 800° C. Se acusa el aumento de dureza a la vez que la resiliencia baja en la misma proporción. En la micrografía n.º 25 se ve la tendencia a la disgregación de la ferrita-perlita iniciándose el paso de martensita y gránulos de troostita.

A 825° C. Se alcanza la máxima dureza (61 R. C.) mientras que la resiliencia ha disminuido muy poco. De acuerdo con estas cifras está la micrografía n.º 26 que nos presenta la estructura del temple más correcta con la repartición de agujas finas de martensita como consecuencia de la disolución completa del C. o del CFe_3 en el hierro.

A 850° Disminuye notablemente la dureza y más aún la resiliencia. Asimismo la estructura, micrografía n.º 27, nos representa la iniciación de la formación de austenita constituyente más blando y frágil que la martensita.

A 875° C. Se acrecienta la disminución de la dureza y la resiliencia es mínima, lo que está de acuerdo con la micrografía n.º 28 en la que se aprecia en mayor grado el tamaño demasiado grueso de su constituyente y la aparición de poliedros austeníticos e incluso grietas de rotura.

La temperatura de temple correcta para este acero es la de



Acero al manganeso A. Estudio de temple

825° C. ya que en ella conseguimos alcanzar el máximo de dureza, con un buen valor para la resiliencia, que inmediatamente después inicia su rápido descenso. Asimismo la estructura es perfecta.

ACERO AL MANGANESO—A—REVENIDO.—Del estudio de temple realizado en este acero, hemos llegado a conocer que presenta sus mejores características, cuando se realiza a la temperatura de 825° C. De acuerdo con esto al hacer investigaciones sobre el revenido, sometimos cinco muestras, previamente templadas a dicha temperatura, a calentamiento desde 200° a 300°, con intervalos de 25°. El calentamiento y enfriamiento se efectuaron en las mismas condiciones que en el acero Cr-Ni.

A 200° C. Se observa alguna alteración en las propiedades mecánicas, pero la estructura, fotog.^a n.º 29, es todavía la de temple, compuesta casi totalmente de martensita, con pequeños núcleos de sorbita.

A 225° y 250° C. Disminuye la dureza y la resistencia a la tracción consiguiéndose notable aumento en la cifra de resiliencia. La estructura, fotog.^a núms. 30 y 31, indica un progresivo aumento en la proporción de sorbita, creciendo el tamaño de las agujas martensíticas.

A 275° C. Con un ligero decrecimiento de la resistencia y límite elástico se conservan casi constantes el resto de las características. En la fotog.^a correspondiente n.º 32, aparecen ya junto a la sorbita, ferrita y perlita.

A 300° C. Descienden la dureza y resistencia, consiguiéndose notable aumento de resiliencia, debido a que como puede verse en la fotog.^a n.º 33, la estructura es ya propia de recocido, pues se observan grandes granos de ferrita, entre la perlita.

De todos estos ensayos se deduce, que la mejor temperatura de revenido en este acero es la de 250°, a la que si bien es verdad no se ha conseguido una estructura totalmente uniforme, se obtienen buenas cifras mecánicas. Debe darse por tanto a este acero el siguiente tratamiento:

Recocido: 800° C.

Temple: 825° C. en aceite.

Revenido: 250° C. al aire.

Cifras mecánicas:

$E = 80$ Kgs.

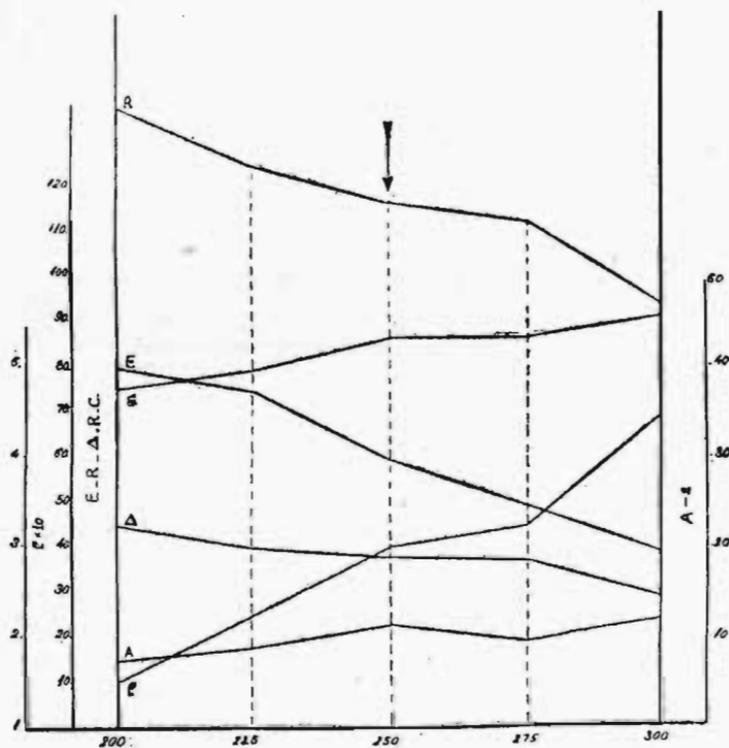
$R = 135$ Kgs.

$A \text{ ‰} = 10$

$E \text{ ‰} = 38$

$\Delta, R. C. = 45$

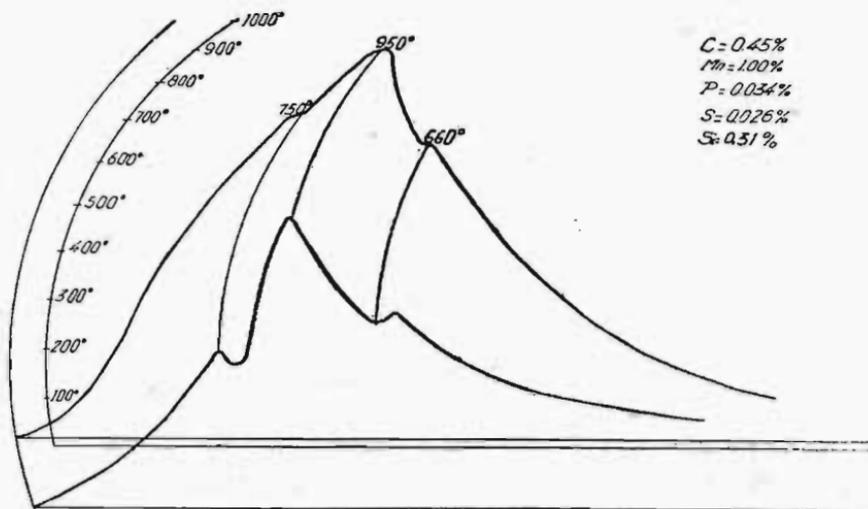
$\rho = 1,5$



Acero al manganeso A. Estudio de revenido

ACERO AL MANGANESO—B—RECOCIDO.—El análisis térmico de este acero pone de manifiesto que tienen sus puntos críticos los valores de 750° y 660° C. De acuerdo con esto llevamos a cabo ensayos por duplicado a las temperaturas de 800°, 850° y 900°

C. La fotograf.^a n.º 34 sacada antes de someter la muestra a tratamiento, acusa una estructura de grano grueso e irregular. Las ca-



Análisis térmico del acero al manganeso B

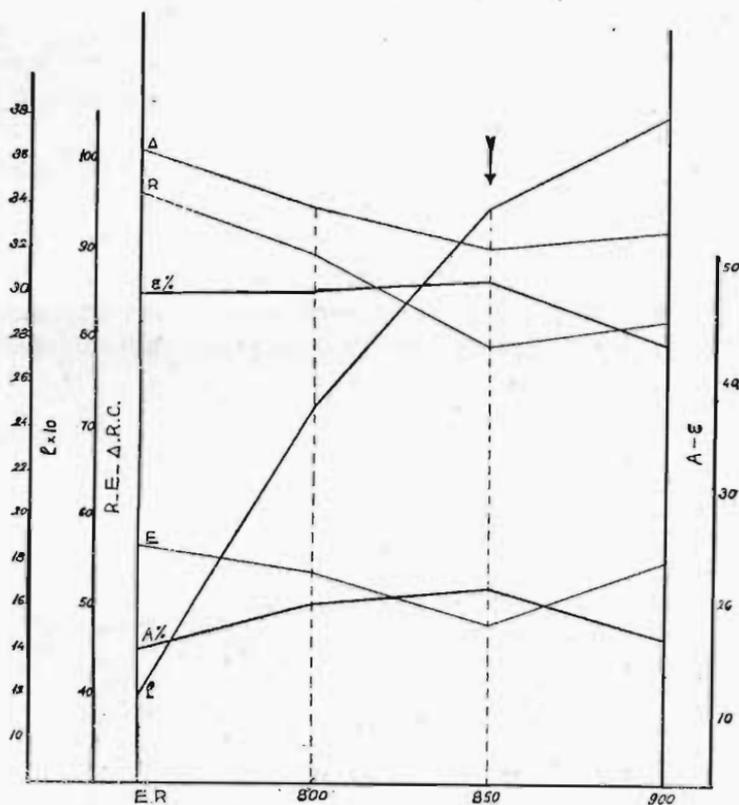
racterísticas mecánicas, como indica el gráfico, tampoco son muy buenas.

A 800° C. Disminuyen la resistencia y la dureza, pero se obtiene un considerable aumento en la resiliencia. La estructura, como indica la fotograf.^a n.º 35, es más fina en lo que a la perlita se refiere.

A 850° C. Se obtiene muy buena resiliencia, pero la dureza y sobre todo la resistencia disminuyen. La estructura, fotograf.^a n.º 36, es muy buena, apareciendo los granos más finos y uniformemente repartidos.

A 900° C. Se obtienen parecidas cifras mecánicas, pero siendo la estructura menos perfecta, ya que aumenta considerablemente el tamaño del grano, consideramos como la temperatura más conveniente en este caso la 850°.

ACERO AL MANGANESO—B—TEMPLE.—Los puntos críticos de este acero son 750° en el calentamiento y 660° C. en el enfriamiento. Como se observa algo más bajos que en el acero anterior, lo que es natural, debido a su mayor dosificación en manganeso; al mismo tiempo también resultó mayor su histéresis, por lo cual para el baño de enfriamiento se ha elegido el aceite.



Acero al manganeso B. Estudio de recocido

Todas las probetas fueron recocidas previamente a 750° , temperatura que ya indicamos ser la más favorable para este tratamiento. Realizamos seis ensayos a distintas temperaturas, comprendidas entre 750° y 950° .

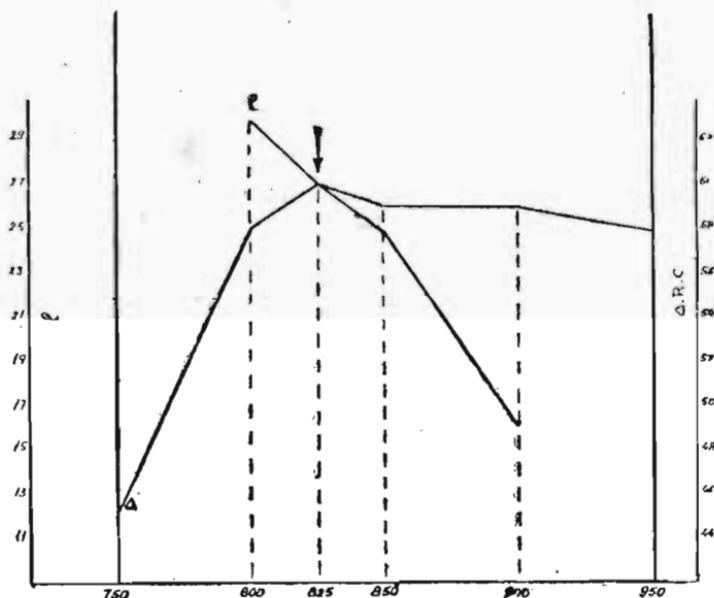
A 750° C. La resiliencia tiene un valor muy elevado, siendo la dureza muy escasa. Su estructura, fotog.^a n.º 38, no acusa modificación de importancia en los constituyentes, aunque sí una movilidad en los mismos.

A 800° C. Se observa gran aumento de dureza con disminución en la resiliencia; en la estructura, fotog.^a n.º 39, se pone de relieve una gran variación en sus constituyentes, pues ya se inicia la formación de martensita y aparecen zonas troostíticas.

A 850° C. Se obtiene el máximo de dureza siendo la estructura fotog.^a n.º 40 la normal de temple, han desaparecido por completo las zonas de ferrita-perlita y troostita, y solo se observan agujas de martensita uniformemente repartidas.

A 850°, 900° y 950° C. Se observaron grandes disminuciones de resiliencia y ligeras de dureza. En las fotog.^a núms. 41, 42 y 43 puede verse que hemos pasado la temperatura de temple, pues se comprueban ya formaciones de autenita, en particular en la última en que se ven perfectamente, polígonos de este constituyente.

La mejor temperatura de temple, será según indican los ensa-

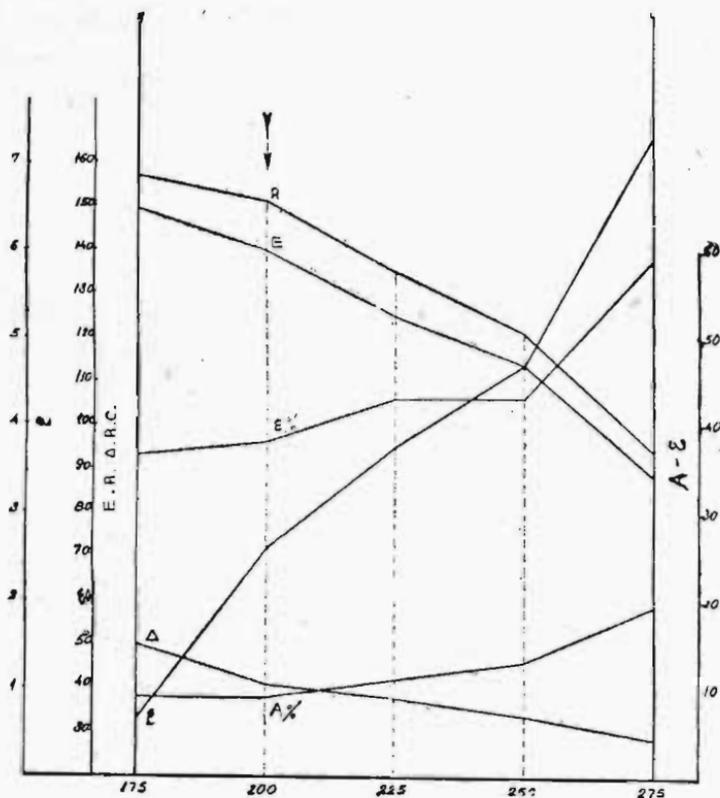


Acero al manganeso B. Estudio de temple

yos anteriores, la de 825° a la que con el máximo de dureza, se obtiene aceptable resiliencia y una correcta estructura.

ACERO AL MANGANESO -B- REVENIDO.—Siendo la temperatura de temple de este acero, 825° sometimos para este estudio sobre el revenido, las barretas, a temperaturas crecientes de 25 en 25° a partir de 175° C.

A 175° C. Apenas ha sido modificada la estructura de temple



Acero al manganeso B. Estudio de revenido

como puede verse en la fotografía núm. 44, las características mecánicas han variado aunque no con mucha intensidad.

A 200° C. Con el inevitable descenso de dureza, y resistencia a

la tracción, se obtiene gran aumento de resiliencia. En la foto: número 45, se observan las agujas martensíticas, apareciendo a la vez, núcleos sorbíticos.

A 225° C. Varían en la misma forma las características mecánicas, mientras que aparecen, fotografía núm. 46, formaciones de ferrita-perlita.

A 250° y 275° C. Se obtienen buenos valores de resistencia pero en conjunto el acero presenta malas condiciones mecánicas, debido a que como puede verse, en las fotografías números 47 y 48, su estructura es la de un revenido muy poco perfecto. De este modo se deduce que la temperatura más conveniente será la de 200° C.

Tratamiento térmico:

Recocido: 850° C.

Temple: 825° C. en aceite.

Revenido: 200° C. al aire.

Características mecánicas:

E = 148 Kgs.

R = 157 Kgs.

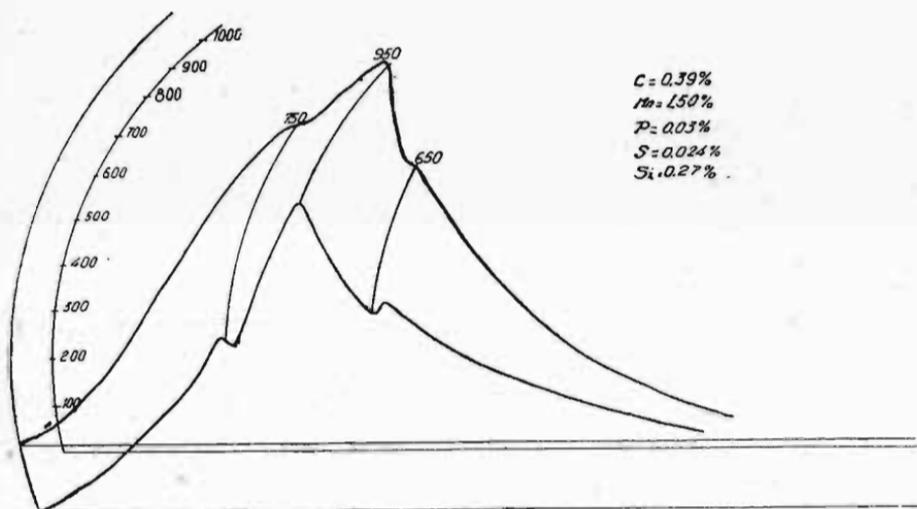
A % = 10

ϵ % = 38

$\Delta R. c.$ = 50

ρ = 2,3

ACERO AL MANGANESO -C- RECOCIDO.—El análisis tér-

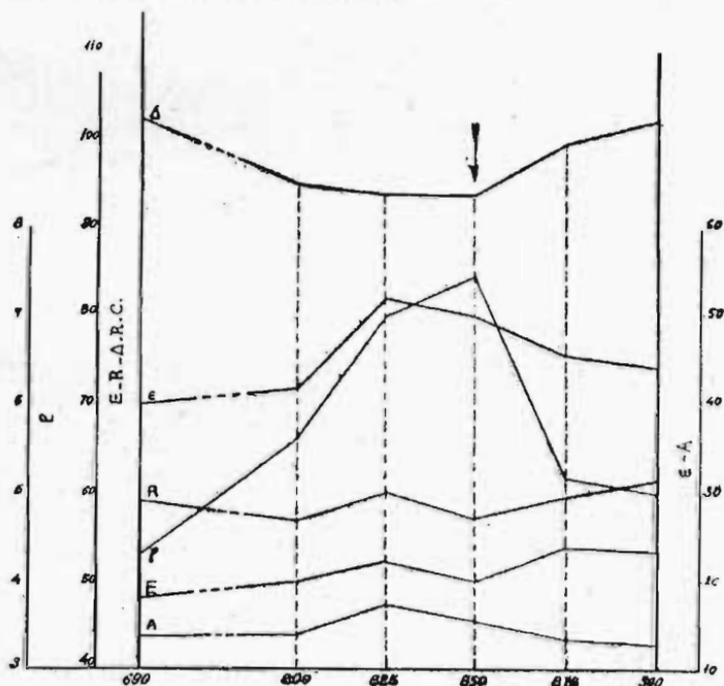


Análisis térmico del acero al manganeso C

mico pone de manifiesto que los valores de los puntos críticos para este acero son 750° y 650° . Sometimos cinco muestras a recocidos, a temperaturas comprendidas entre 800 y 900° . Intentamos nuevamente la formación de cementita globular, pero aún nos resultó peor que el acero—A—ya que como indica el gráfico ni siquiera se obtuvo un buen valor para la resiliencia. La estructura, fotog.^a n.º 49, indica también muy malas propiedades por su irregularidad.

A 800° C. Hay poca variación en las características mecánicas, excepción hecha de la dureza y resiliencia. La estructura, es más fina que antes, pero conserva su irregularidad, en la distribución de los constituyentes. Fotog.^a n.º 50.

A 825° C. Aumenta la resiliencia y la resistencia, bajando algo la dureza, la estructura mejora, fotog.^a n.º 51, pues es más uniforme.



Acero al manganeso C. Estudio de recocido

A 850° C. Con aumento de resiliencia y conservándose casi iguales las restantes características, se obtienen en conjunto buenas cifras mecánicas. La estructura fotog.^a n.º 52, es correcta, aún cuando no se aprecia bien en la prueba por estar hecha con pocos aumentos.

A 875° y 900° C. Con ligeros aumentos de dureza y resistencia a la tracción, se obtienen valores muy bajos de resiliencia, de acuerdo con la estructura observada en las fotog.^a núms. 53 y 54 en las que se nota el aumento del tamaño de los granos de ferrita y perlita

De todo lo anteriormente expuesto, se deduce que la mejor temperatura de recocido, será la de 850° pues a pesar de que a otras temperaturas podría lograrse mayor dureza, aquí obtenemos el mejor valor de la resiliencia, acompañado de una buena estructura.

ACERO AL MANGANESO—C—TEMPLE.—Como indica el gráfico correspondiente los puntos críticos de este acero son 750° y 650°, luego calculando unos 50° para el enfriamiento al salir del horno, la temperatura de temple debe ser 800° C. Siguiendo la misma marcha que anteriormente realizamos seis ensayos, por duplicado, sobre barretas recocidas a la temperatura ya fijada antes de 850° C. Como la histeresis es aun mayor utilizamos el mismo baño, que servirá también para los restantes aceros.

A 775° C. La estructura es todavía propia de recocido, los únicos constituyentes, ferrita y perlita, fotografía número 55, aparecen algo aumentados de tamaño en relación con su estado anterior. En el gráfico se observa escasa dureza y buena resiliencia.

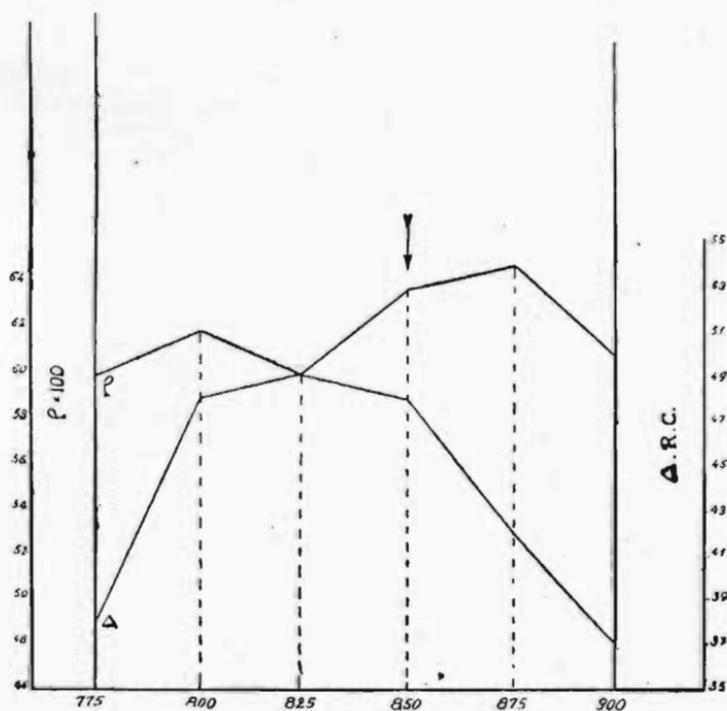
A 800° C. Fotografía número 56, los constituyentes no han variado, pero su tamaño ha disminuido. Aumenta la dureza y un poco la resiliencia.

A 825° C. Puede observarse en la fotografía número 57 un profundo cambio estructural. Aparecen grandes núcleos de troostita, rodeando las agujas de martensita, lo que indica que el temple no

es aún perfecto. Comienza el decrecimiento de la resiliencia, mientras que la dureza tiene un pequeño aumento.

A 850° C. Se observa en la fotografía número 58, la desaparición de las zonas trostíticas. Las agujas de martensita afinan su estructura, siendo este el único constituyente que en ella puede apreciarse. Se trata de un temple perfecto. De acuerdo con esto la dureza sufre un nuevo aumento, descendiendo ligeramente la resiliencia, lo que motiva que en este acero se haya alcanzado un estado de temple más perfecto que en los anteriores, ya que a pesar de la buena estructura y dureza conseguidas la fragilidad no ha aumentado exageradamente.

A 875° C. Las agujas de martensita. fotografía número 59, aparecen ahora aumentadas de tamaño y se observa la formación de

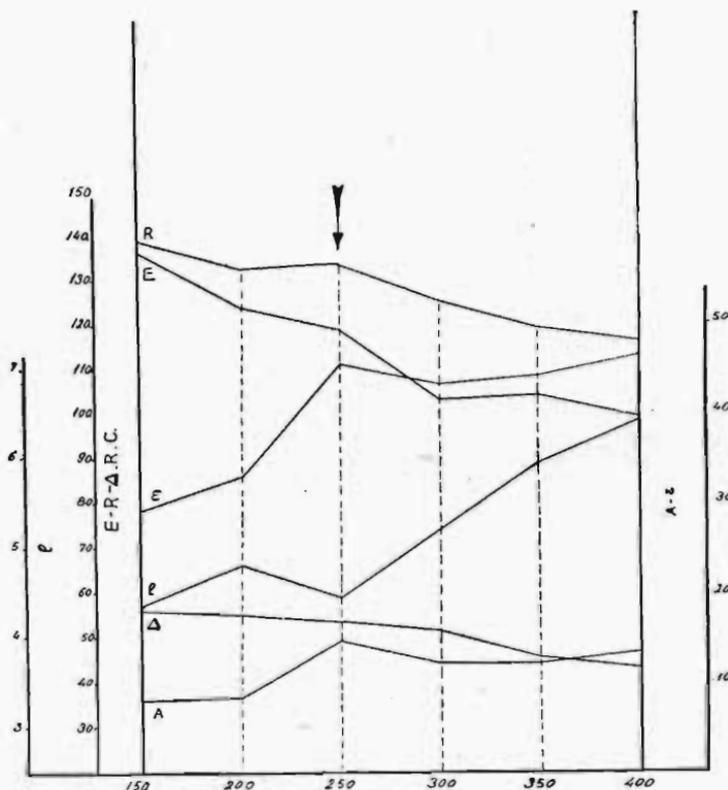


Acero al manganeso C. Estudio de temple

poliedros de austenita, esto es la causa del brusco descenso de la resiliencia, sobre la dureza aun no se nota la influencia.

A 900° C. Las agujas de martensita, siguen aumentando de tamaño, creciendo también la proporción de austenita. Resultado del excesivo calentamiento, el acero se ha hecho tan frágil que en la fotografía número 60, puede apreciarse la formación de una grieta. Consecuencia de ello la resiliencia baja bruscamente y la dureza desciende también debido al escaso valor que alcanza en la austenita.

Resultado de estas investigaciones es que la temperatura más



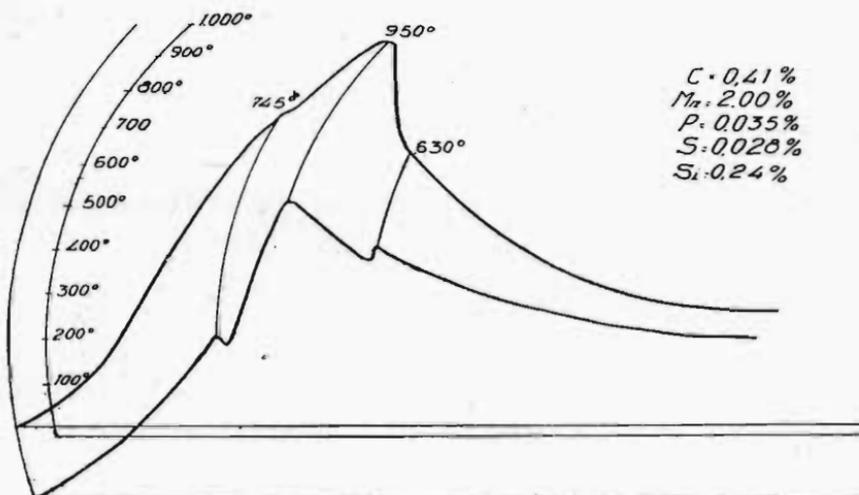
Acero al manganeso C. Estudio de revenido

conveniente de temple, puede afirmarse será la de 850° C., en la que con excelente dureza se conserva una buena resiliencia. La estructura, como dijimos antes es la de un temple perfecto.

ACERO AL MANGANESO —C—.REVENIDO.—De acuerdo con lo acabado de manifestar templamos a 850°. Las barretas destinadas a realizar estos ensayos. Las sometimos a calentamientos a temperaturas crecientes de 50 en 50° a partir de 150°.

A 150° C. Se observa una variación de las características mecánicas. La estructura, fotografía número 61, también ha sido alterada, presenta además de inclusiones de sorbita, causa de la disminución de dureza observada en el gráfico, las finísimas agujas de martensita originadas en el temple.

A 250° C. Conservándose constante la dureza y con un ligero aumento de la resistencia a la tracción, se obtiene una estructura, fotografía número 63, perfecta por su uniformidad. Los constituyentes, son los mismos que a la temperatura anterior, pero su re-



Análisis térmico del acero al manganeso D

parto y tamaño indican que han sido eliminadas las tensiones internas.

A 300°.—350° y 400° C. Se produce un aumento de resiliencia con decrecimientos regulares de la resistencia, límite elástico y dureza, es decir nos aproximamos a las cifras propias de recocido. En las fotografías correspondientes, números 64, 65 y 66, puede observarse la formación de zonas cada vez mayores de ferrita y perlita.

Resulta por tanto que en este acero la temperatura más adecuada para el revenido será la de 250° C., a la que con buenas cifras mecánicas, se obtiene una correcta estructura.

En consecuencia el tratamiento adecuado será el siguiente:

Recocido: 850° C.

Temple: 850° C. en aceite.

Revenido: 250° C. en aceite.

Cifras mecánicas:

$$E = 120 \text{ Kgs.}$$

$$R = 138$$

$$A \% = 15$$

$$\varepsilon \% = 48$$

$$\Delta. R. c. = 56$$

$$\rho = 4,4$$

ACERO AL MANGANESO—D—RECOCIDO.—El análisis térmico da como valores de los puntos críticos para este acero 745° y 630°.

Sometido a un recocido a la temperatura de 690° con el fin de obtener cementita globular, se llegó en lo que a la estructura se refiere, a mejor resultado que en los casos anteriores, según puede verse en la fotog.^a n.º 67; sin embargo las características mecánicas no han sido tan recomendables como pudiera esperarse del examen micrográfico.

A 800° C. Las características mecánicas, conservan casi los mismos valores. La estructura, fotog.^a n.º 68, varía en el sentido de que los granos de perlita son más finos, lo que constituye una prueba de mejoramiento en la calidad del acero.

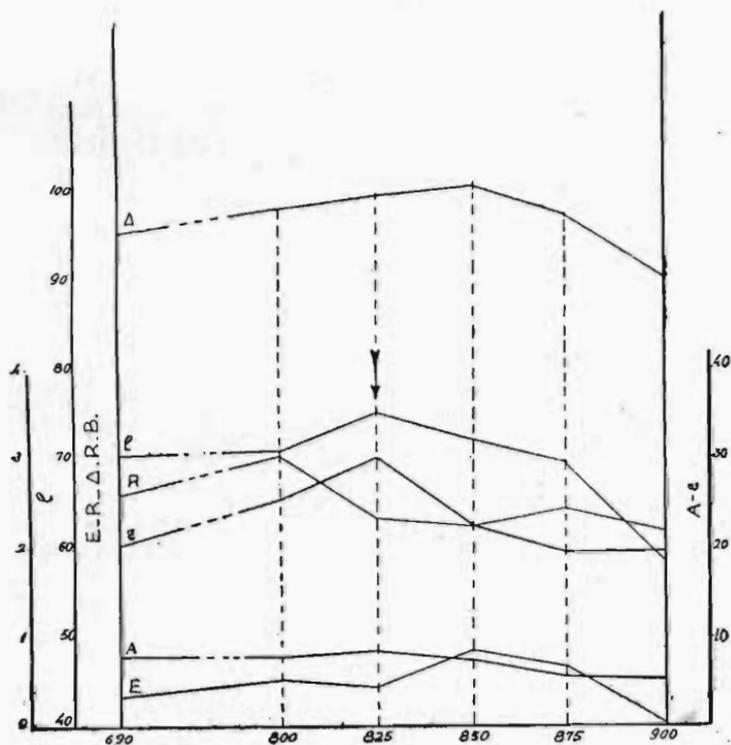
A 825° C. Mejora ligeramente la dureza y bastante la resiliencia, la resistencia a la tracción disminuye, lo mismo que el límite elástico. La estructura es mucho más fina y uniforme, fotog.^a nú-

mero 69 debido a que se alcanza una formación perfecta. Aunque a 800° C. presentaba granos mayores, contra toda lógica, se debe a que no se habían formado los constituyentes de una manera correcta.

A 850° C. Encontramos un perjudicial aumento de la fragilidad del acero, conservando las demás características buenos valores. En la fotog.^a n.º 70, se observa un aumento en el tamaño del grano.

A 875° y 900° C. Disminuyen la resiliencia y dureza; el acero es cada vez peor calidad, como puede verse en las fotog.^a números 71 y 72, que presentan estructuras más groseras e irregulares.

Las mejores condiciones de recocido, se obtienen pues a temperatura de 825° C., es decir donde se presenta el máximo valor de resiliencia acompañado de una correcta estructura.



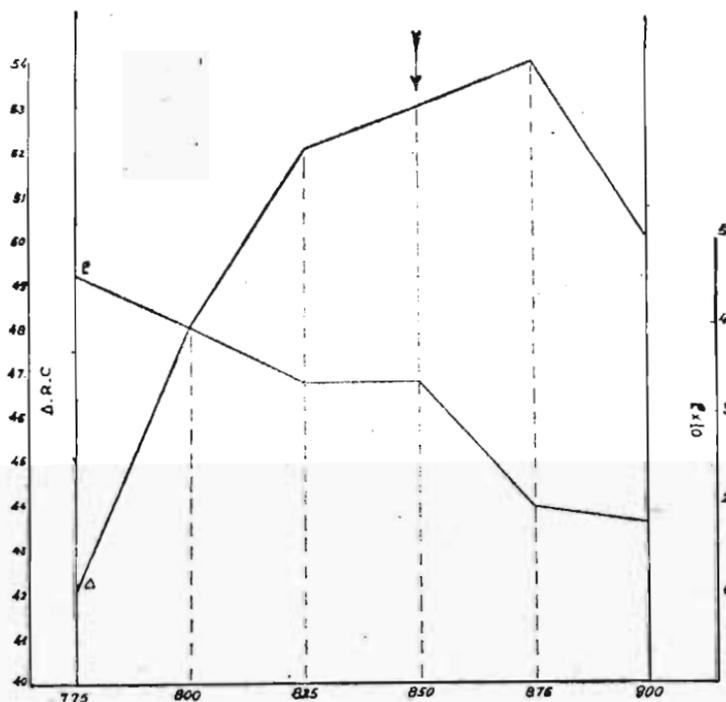
Acero al manganeso D. Estudio de recocido

ACERO AL MANGANESO—D—TEMPLE.—Este acero tiene como puntos críticos 745° y 630°

Continúa el aumento de la histeresis en relación con los casos anteriores; por lo cual empleamos el mismo baño.

A 775° C. Todavía no puede afirmarse que se haya alcanzado la temperatura de temple. El valor de la resiliencia es muy alto, escasa la dureza y en lo que se refiere a estructura, en la fotografía n.º 73, puede verse que tan solo aparecen los constituyentes propios del recocido.

A 800° C. Disminuye ligeramente la resiliencia con gran aumento de dureza. La estructura microscópica, fotog.^a n.º 74, presenta variaciones solamente en lo referente al tamaño del grano, es de-



Acero al manganeso D. Estudio de temple

cir, está formada por ferrita y perlita, muy entremezclados.

A 825° C. Se obtiene ya un buen valor para la dureza, pero aumentando como es natural la fragilidad. En la fotog.^a n.º 75 se observa mayor finura de grano y la aparición de agujas de martensita.

A 850° C. A pesar de continuar el aumento de dureza, no crece la fragilidad, toda vez que la cifra de resiliencia es la misma que a la temperatura anterior. La estructura, fotog.^a n.º 76, es claramente martensítica, aún cuando no se trata de un temple muy correcto ya que las agujas no son muy finas.

A 875° C. La estructura es menos fina y aumenta mucho la fragilidad la dureza prosigue su aumento. Fotog.^a n.º 77.

A 900° C. La resiliencia se conserva casi igual, originándose un rápido decrecimiento de la dureza. La observación microscópica lo explica, pues se observa la formación de austenita, constituyente más blando. Fotog.^a n.º 78.

La temperatura más conveniente para el temple de este acero deducida de las experiencias que anteceden, resultaba de 850°, a la que obteniéndose, casi el valor máximo de dureza, no se hace demasiado frágil; la estructura aunque no muy fina, es aceptable. A 875° se obtiene grano más fino y más dureza, pero, la resiliencia es demasiado baja, para los fines de empleo en las armas automáticas.

ACERO AL MANGANESO — D — REVENIDO. — Para estas experiencias sometimos a revenidos a temperaturas crecientes de 50 en 50°, a partir de 150° C., barretas previamente templadas a 850° C. temperatura corriente según anteriormente encontramos.

A 150° C. No observamos casi variación en las características de temple, pero logramos un valor bueno para la resistencia a la tracción. La estructura, fotog.^a n.º 74, aparece modificada, en relación con la anterior de temple, en el sentido de apreciarse algunas inclusiones sorbíticas.

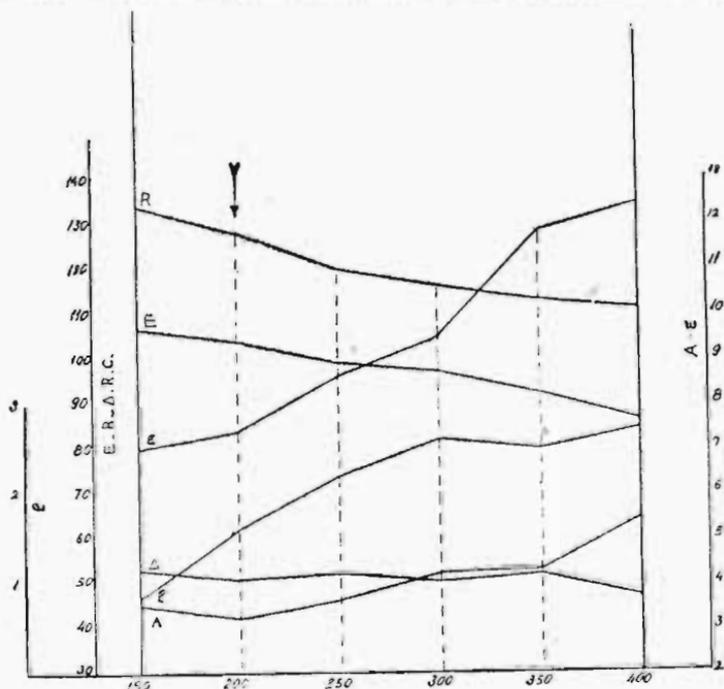
A 200° C. Con ligera disminución de dureza y buen aumento

en la resiliencia, se nos presenta una estructura, fina y regular, claramente de revenido. Fotografía número 80.

A 250° C. Se consigue un gran aumento de la resiliencia, conservándose constante la dureza, pero en conjunto el análisis mecánico no dá resultados aceptables debido al descenso experimentado por la resistencia a la tracción. La estructura, fotografía número 81, es muy parecida a la de la temperatura anterior, pero se inicia ya el paso, hacia los constituyentes de recocido.

A 300°, 350° y 400° C. Prosigue la disminución de la resistencia a la tracción, con aumento de la resiliencia. La estructura, representada en las fotografías números 82, 83 y 84, presenta, cada vez en mayor escala, formaciones de ferrita y perlita, es decir propias ya de recocido.

Deducimos pues que este acero precisa un revenido bajo y que las mejores condiciones se obtienen en los dos primeros ensayos



Acero al manganeso D. Estudio de revenido

si bien atendiendo a los valores de la resiliencia, creemos más conveniente elegir la segunda temperatura.

Tratamiento:

Recocido: 825° C.

Temple: 850° C. en aceite.

Revenido: 200° C. en aire.

Datos mecánicos:

$$E = 105 \text{ Kgs.}$$

$$R = 128$$

$$A \% = 3,5$$

$$\epsilon \% = 7,2$$

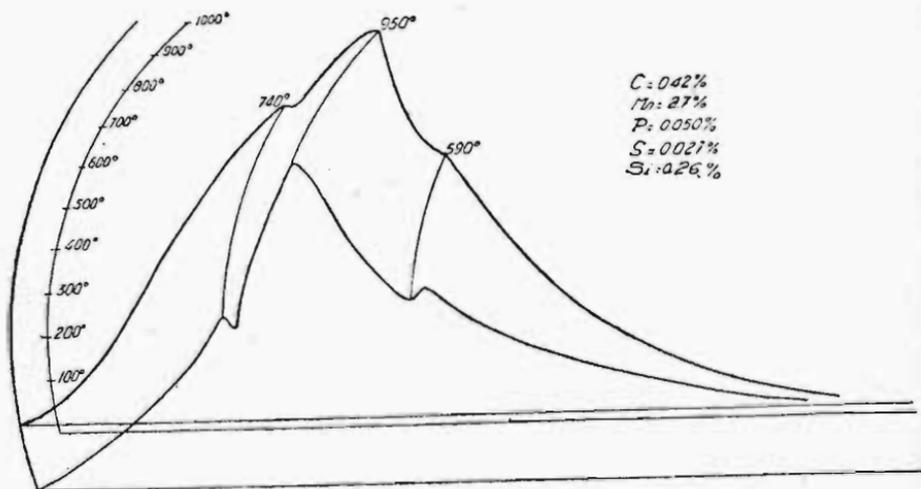
$$\Delta R. c. = 49$$

$$\rho = 0,8$$

ACERO AL MANGANESO —E—.RECOCIDO.—Los puntos críticos de este acero deducidos como siempre de su análisis térmico son 749° y 590°.

Realizamos cinco ensayos por duplicado, sometiendo las baquetas a temperaturas crecientes de 25 en 25° a partir de 800° C.

Primeramente practicamos el ensayo de obtención de cementita globular, con resultado negativo, según indica el bajo valor de la resiliencia que puede observarse en el gráfico y fotografía número 85.

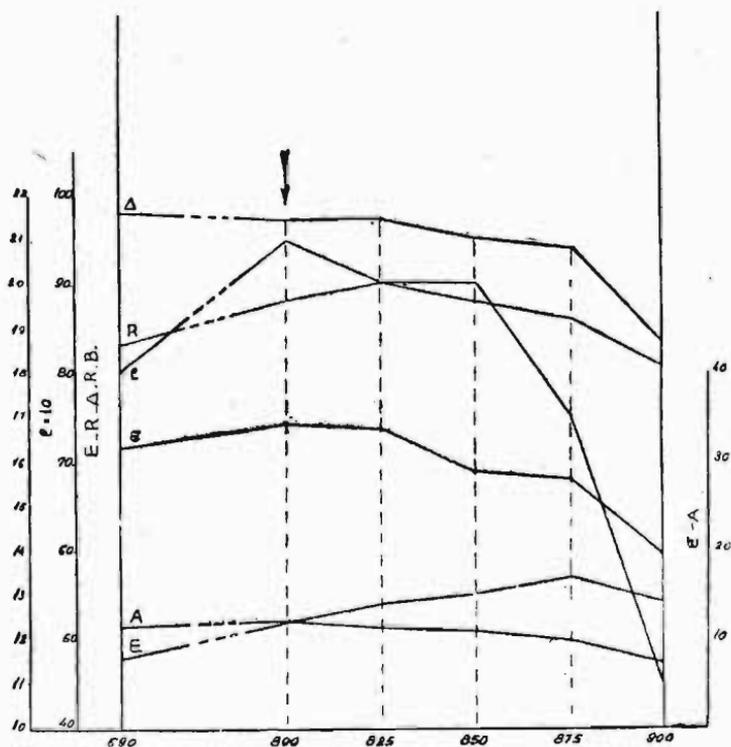


Análisis térmico del acero al manganeso E

A 800° C. Con escasa disminución de la dureza, se obtienen aumentos en la resistencia a la tracción y resiliencia. La microestructura, fotografía número 86, no es muy buena, pero acusa mejoría respecto al anterior ensayo.

A 825° C. La resiliencia sufre un brusco descenso, conservándose poco alteradas las restantes características. En la fotografía número 87, se observa mayor uniformidad en la distribución de los granos de ferrita y perlita, pero en cambio aumenta su tamaño.

A 850°, 875° y 900° C. Descienden la dureza y la resistencia casi paralelamente, y con mucha rapidez la resiliencia. Por esta



Acero al manganeso E. Estudio de recocido

causa las microfotografías números 88, 89 y 90 presentan un grano cada vez más grueso.

Deducimos de todo ello que la temperatura más conveniente para el recocido, será la de 800° C. a la que obtenemos el mayor valor de resiliencia y aceptables cifras de las otras características.

ACERO AL MANGANESO — E — TEMPLE.— Ya indicamos ser los puntos críticos de este acero 740° y 590° .

El temple lo realizamos en las mismas condiciones que en el acero anterior.

A 775° C. Se obtienen bajos valores de dureza y de resiliencia. La estructura, fotografía número 91, presenta granos de ferrita y perlita. El aspecto es el de recocido.

A 800° C. Aumenta rápidamente la dureza, pero lo hace también paralelamente la resiliencia, lo que indica una variación con el comportamiento de los restantes aceros estudiados. La fotografía número 92, muestra casi exclusivamente ferrita y perlita, con pequeñas formaciones martensíticas.

A 825° C. Continúa el aumento de dureza y más intensamente el de la resiliencia. Microscópicamente, fotografía número 93, se observa gran aumento en la proporción de martensita que por no ser muy fina y por ir acompañada de los constituyentes propios de temperaturas más bajas, da lugar al buen valor que en este acero conserva la resiliencia.

A 850° C. Prosigue el aumento de la dureza. pero el acero se hace mucho más frágil ya que como puede observarse en el gráfico, la resiliencia experimenta un brusco descenso. De acuerdo con esto presenta una estructura, totalmente compuesta por martensita muy fina. Fotografía número 94.

A 875° C. La dureza no aumenta, continuando la resiliencia su rápida disminución, de acuerdo con la estructura fotografía número 95 en la que se observa aumento en el tamaño de las agujas martensíticas y aparición de austenita, lo que impide el crecimiento en la cifra de dureza.

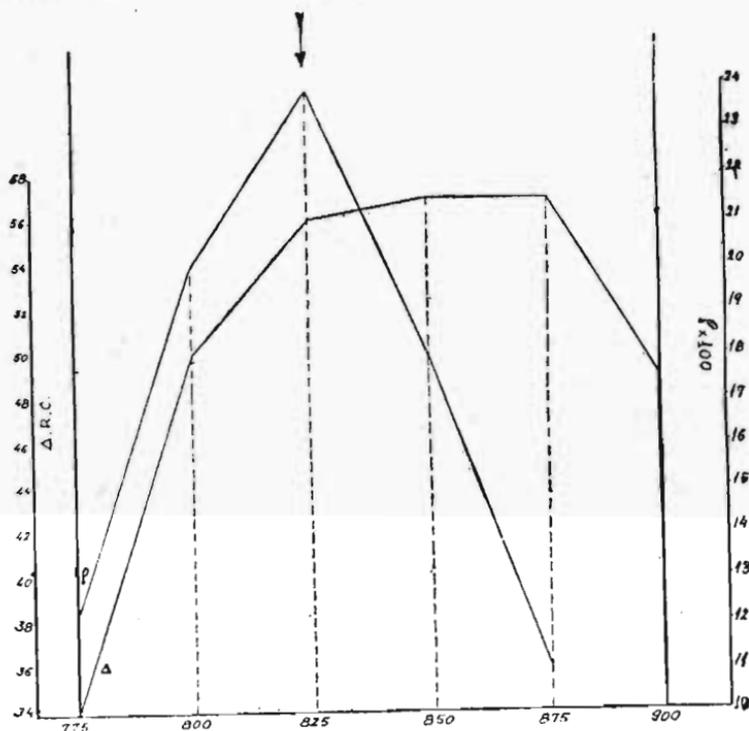
A 900° C. La resiliencia es bajísima y la dureza disminuye rá-

pidamente, debido a que como indica la fotografía número 96 la austenita forma grandes zonas poligonales, dando lugar a un acero blando y frágil.

La temperatura más conveniente será por tanto la de 825° C.

ACERO AL MANGANESO —E— REVENIDO.—Siendo la temperatura de temple en este acero la de 825° C. elegimos para las de revenido, las comprendidas entre los 150° y 400° C. con intervalos de 50°.

A 150° C. Como puede verse en la fotografía número 97, apenas ha sido modificada la estructura de temple, aparece en la muestra, martensita fina uniformemente distribuida. De acuerdo con esto la resiliencia es muy baja.

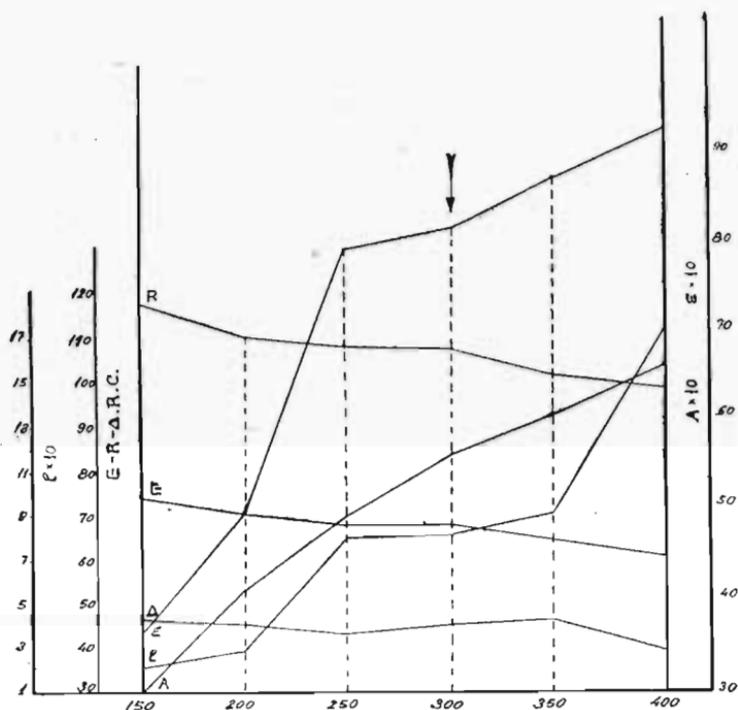


Acero al manganeso E. Estudio de temple

A 200° C. Se ven ya pequeñas formaciones sorbíticas, fotografía número 98 pero el grano se conserva aún muy fino y como la dureza apenas disminuye y baja la resistencia, se comprende que habrá peligrosas tensiones internas.

A 250° C. Mejora el conjunto de características mecánicas, pues perdiéndose poco en dureza y resistencia, se obtiene un gran aumento de resiliencia. En la fotografía número 99, se observa el aumento del grano.

A 300° C. Puede decirse que las características más importantes no han variado, pero mejora bastante la estructura, fotografía número 100, ya que las zonas de sórbita han aumentado y la martensita, aunque más fina que en los otros aceros estudiados, aumentó en el tamaño de sus agujas.



Acero al manganeso E. Estudio de revenido

A 350° y 400 C. Se obtienen mayores valores de resiliencia, pero las demás cifras disminuyen casi todas. En las fotografías números 101 y 102 se ven ya zonas de perlita y ferrita es decir se aproximan a estructuras propias de recocidos.

De lo anterior se desprende, que atendiendo en particular a la estructura, la temperatura más conveniente para el revenido de este acero será la de 300° C.

Tratamiento:

Recocido: 800° C.

Temple: 825° C. en aceite.

Revenido: 300° C. al aire.

Datos mecánicos:

$$E = 66$$

$$A \text{ } \rho\text{/}\rho = 3$$

$$\Delta R. c. = 47$$

$$R = 109$$

$$\rho\text{/}\rho = 8$$

$$\varepsilon = 0,15$$

SEXTA PARTE

RESULTADOS.—Estudiados con el mayor detalle el acero al Cromo-Niquel y un grupo de aceros al manganeso preparados con la intención de sustituir al primero vamos ahora a examinar cual de estos últimos satisface mejor el fin que perseguimos.

Examinado el gráfico construido, tomando como abscisas los valores de las características mecánicas en estado de temple y revenido y uniendo los puntos correspondientes al mismo acero, pueden compararse fácilmente los resultados.

En las condiciones de empleo en las armas el Cr-Ni tiene las siguientes características:

$$E = 110 \text{ Kgs. } R = 125 \text{ Kgs. } A \text{ } \rho\text{/}\rho = 15. \varepsilon \text{ } \rho\text{/}\rho = 47$$

$$P = 5$$

$$\Delta R. C. = 52$$

Los aceros al manganeso E y A deben ser eliminados por la siguiente razón:

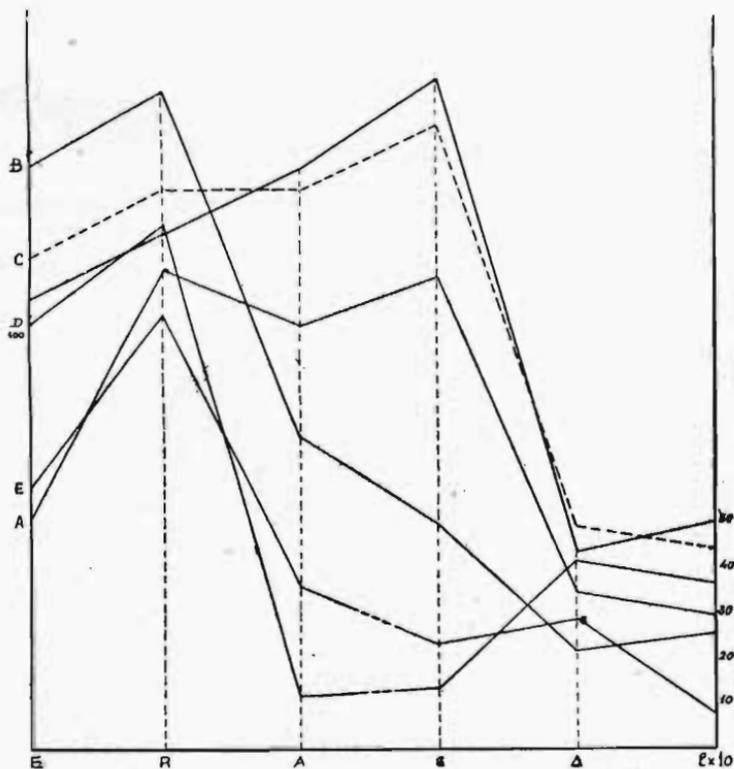
El límite elástico de estos aceros es muy inferior al del Cr-Ni (66 y 80 Kgs. respectivamente). La resistencia a la tracción del Mn-A es muy buena (solo 3 Kgs. inferior) y la del Mn-E algo baja (105 Kgs.) El alargamiento de estos dos aceros es en todos los casos muy inferior al del Cr-Ni. A la estricción le ocurre lo propio.

La dureza es muchísimo más baja. Estos dos aceros son francamente frágiles.

Las micrografías de los mismos están de acuerdo con ello, pues las correctas de revenido son en cualquiera de los dos casos muy inferiores en calidad a las presentadas por el Cr-Ni (fotos n.º 31 referente al A y n.º 100 referente al E).

El acero al Mn-D podría emplearse como sustitutivo del Cr-Ni por lo que a su límite elástico y carga de rotura se refiere, pero su resiliencia infinitamente más pequeña le hace inutilizable. La estricción, el alargamiento y la dureza son muy inferiores.

Examinada la micrografía del Cr-Ni en el estado de temple y revenido, fotograf.^a n.º 14 y la misma del Mn-D se observa claramente que en la correspondiente al Mn-D hay más confusión, no dis-



Estudio comparativo entre los diferentes aceros al manganeso y al cromo-níquel

tinguiéndose bien unos componentes de otros; en cambio en la del Cr-Ni la diferencia es completa.

En cuanto al Mn-B su límite elástico y carga de rotura son muy superiores al Cr-Ni, pero en cambio su dureza es muy baja y la resiliencia más aún. Esto lo hace inútil ya que es preciso conseguir un acero muy resiliente aún cuando presenta dificultades dado que el Mn comunica fragilidad a los aceros. El alargamiento no es muy inferior, pero la estricción, con 10 cifras de diferencia, no hace más que confirmar lo indicado anteriormente.

Tampoco es muy favorable la micrografía n.º 45, que muestra el acero en las condiciones óptimas; comparada ésta con su homólogo del Cr-Ni su inferioridad es manifiesta.

Por lo que se refiere al Mn-C reúne casi de modo perfecto todas las características precisas; a saber: buena carga de rotura con límite elástico elevado y resiliencia próximo a la del Cr-Ni. La estricción de este acero se diferencia en una unidad. El alargamiento es el mismo, o sea:

	<u>Cr-Ni</u>	<u>Mn</u>	<u>Diferencia</u>
E. m/m ²	110	120	+ 10
R. m/m ²	125	138	+ 13
A °/o	15	15	0
ε °/o	47	48	+ 1
Δ. R. c.	52	56	+ 4
ρ	5	4,4	- 0,6

Solamente se observa en el cuadro ser más frágil el acero al Mn que Cr-Ni. Sin embargo las demás cifras mecánicas son iguales (alargamiento) o superiores. Cabe preguntar por que razón este acero que parece de calidad superior no se empleó hasta ahora en la construcción de armas en lugar del Cr-Ni. No hay otro motivo sino el que la resiliencia, tan importante en las piezas sometidas a esfuerzo de fatiga es algo inferior a la del Cr-Ni aparte la ma-

yor dificultad en los trabajos de mecanización (torno, fresa) que siempre los aceros al manganeso presentan.

La micrografía n.º 63 que corresponde a la mejor temperatura de revenido de este acero, comparada con la 14, que es la óptima de revenido del Cr-Ni, indica que la primera es de grano un poco más grueso, lo que se traduce por una menor resiliencia, como acabamos de indicar.

Confirmación de todo lo anteriormente expuesto fueron los ensayos que se hicieron en la Fábrica Nacional de Armas de Oviedo, de la que solicitamos que hiciesen una pieza importante de cualquier clase de arma automática.

Accedieron amablemente a ello, comprometiéndose a construir un émbolo de la ametralladora ligera A. L. F. A., con el material y tratamiento térmico, que nosotros le habíamos indicado. A continuación comunicó la dirección de la citada Fábrica que el resultado había sido satisfactorio, pero haciendo observar dos cosas:

1.º Que la mecanización había sido más lenta por tener que emplear velocidades de corte más pequeñas que para la construcción de esta clase de piezas se requiere cuando se trata de aceros al Cr-Ni.

2.º Que el tiempo de calentamiento de esta pieza en el tratamiento de temple había tenido que ser un poco más prolongado que para el acero al Cr-Ni.

Estas dos observaciones no influyen grandemente en el coste de la pieza, pudiéndose decir que, prácticamente, el precio del émbolo con una y otra clase de material es el mismo. Además hicieron presente que hechas las pruebas en fuego con este émbolo se pudieron hacer 15.000 disparos, vida normal en un émbolo de acero al Cr-Ni, sin que se observara la más mínima anormalidad.

En un apartado comunicaban que procederían a construir con acero al Mn émbolos para la ametralladora ligera y quizá otras piezas de esta misma arma que antes se hacían con acero al Cr-Ni.

Con esto dan fin todas nuestras experiencias, pues claramente demostramos que mecánicamente, metalográficamente y en la mis-

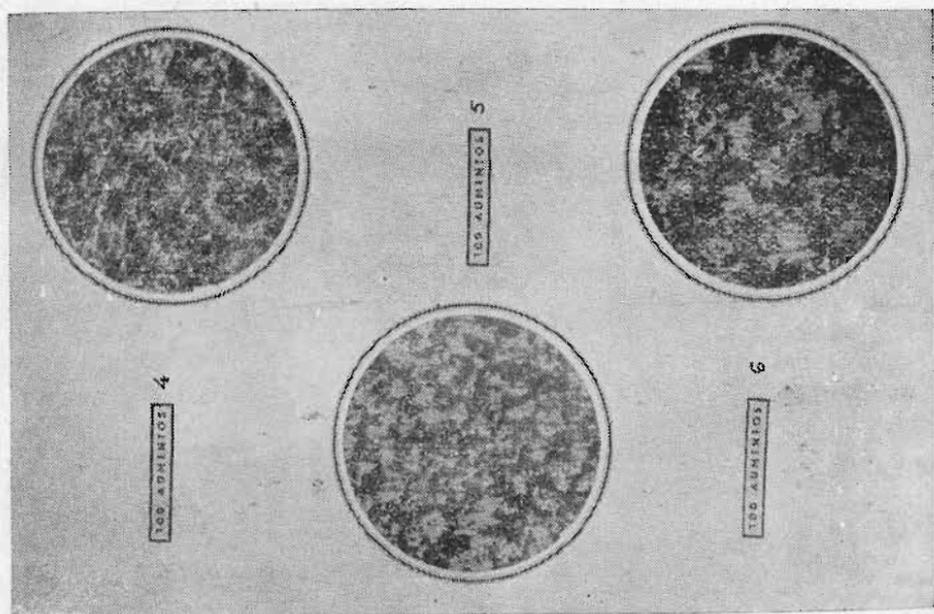
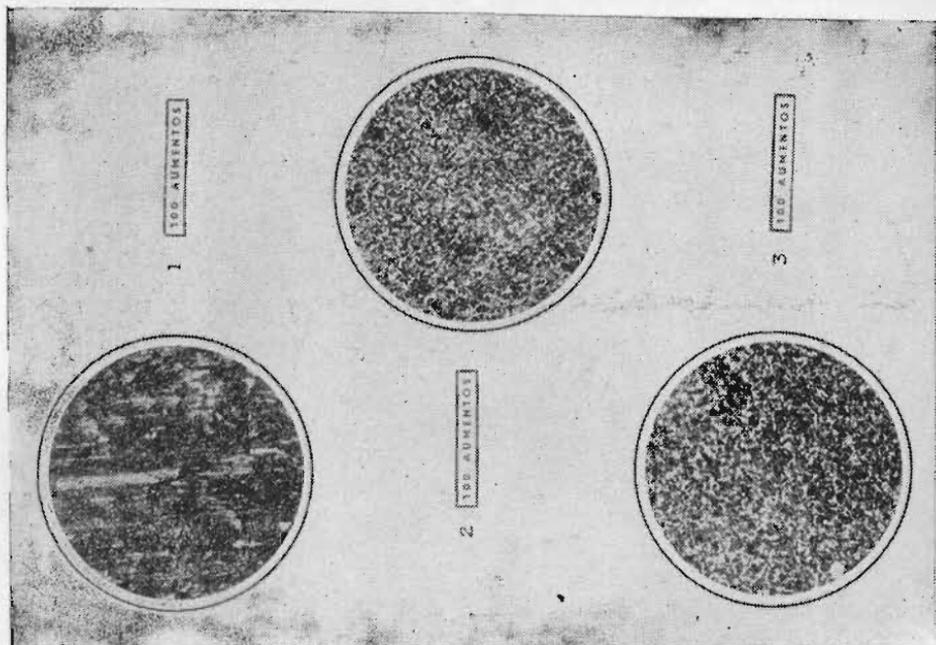


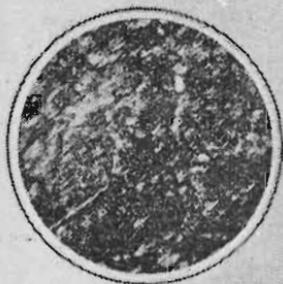
ma arma, este acero al manganeso sustituye al Cr-Ni, objeto de la presente tesis.

Y nos cabe la satisfacción de haber logrado cual era nuestro propósito llegar a preparar un acero autártico sustituyendo al cromo níquel de importación realizando características muy poco inferiores a este último, que era hasta ahora el único empleado en la fabricación de las partes esenciales de la ametralladora antiaérea.

Hemos de expresar a nuestro Profesor el Catedrático Dr. DON JOSE MARIA FERNANDEZ-LADREDA que nos señaló el tema y nos orientó con sus valiosos consejos y advertencias, así como también al Jefe del Laboratorio de la Fábrica de Armas Comandante D. LUIS LATORRE, Maestro D. FRUTOS QUIROS y Licenciado en Ciencias Químicas D. JOSE MARIA ESTRADA que tanto y con tanto acierto y cariño nos ayudaron en la realización de este trabajo nuestra gratitud, y terminando haciendo presente al Director de la Fábrica Coronel CASTILLO nuestra admiración y el gratísimo recuerdo que conservamos de la Fábrica modelo en todo, en técnica, en medios y en cortesía.

Oviedo, 10 de febrero de 1945.



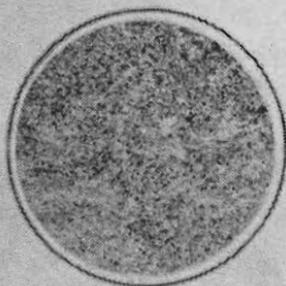


7

100 AUMINIOS

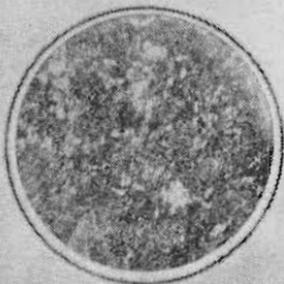
8

100 AUMINIOS



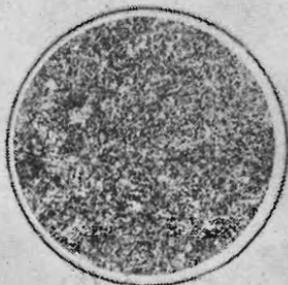
9

100 AUMINIOS



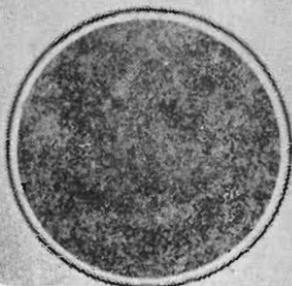
100 AUMINIOS

10



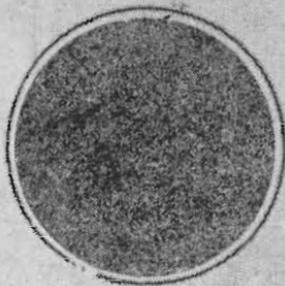
100 AUMINIOS

12



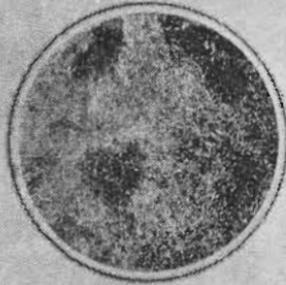
100 AUMINIOS

11



300 ADMINTOS

13



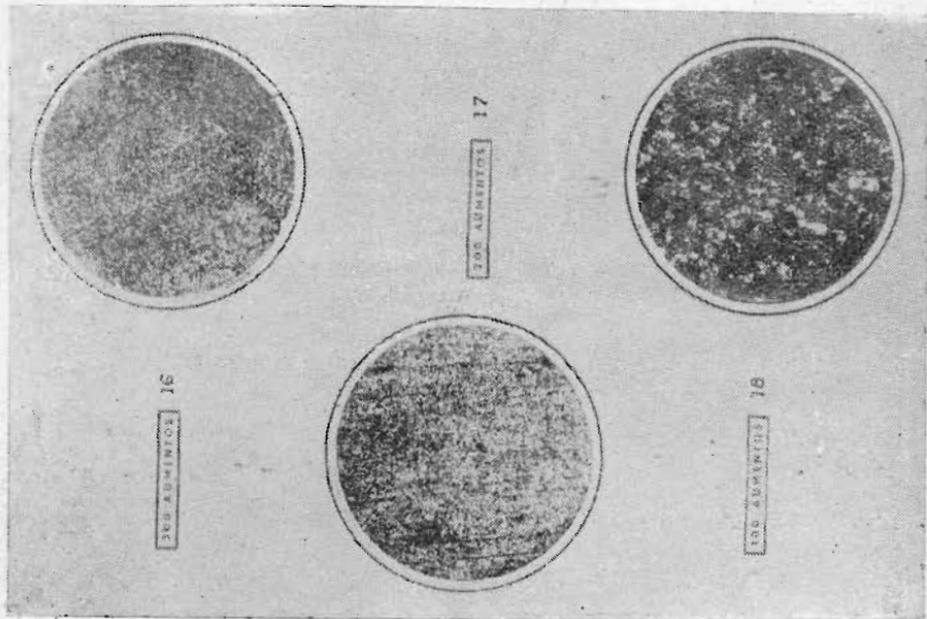
300 ADMINTOS

15



300 ADMINTOS

14

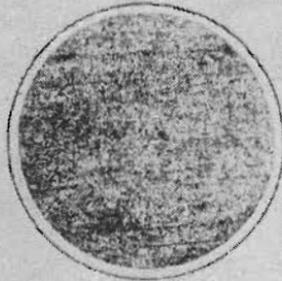


300 ADMINTOS

16

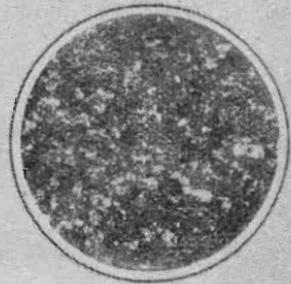
300 ADMINTOS

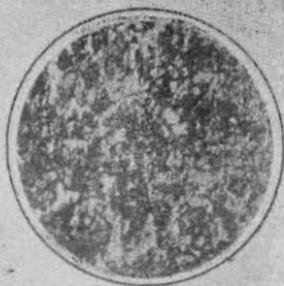
17



300 ADMINTOS

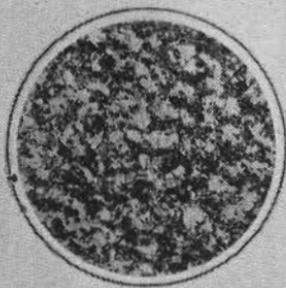
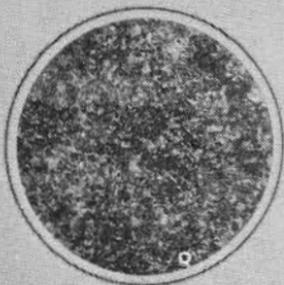
18





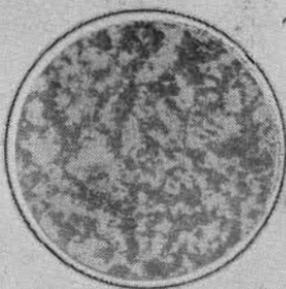
19
100 ASMINITOS

20
100 ASMINITOS

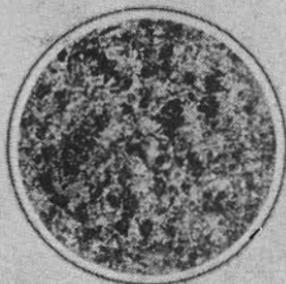


21
100 ASMINITOS

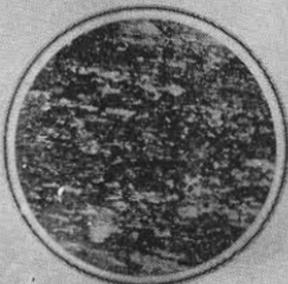
22
100 ASMINITOS



23
100 ASMINITOS



24
300 ASMINITOS



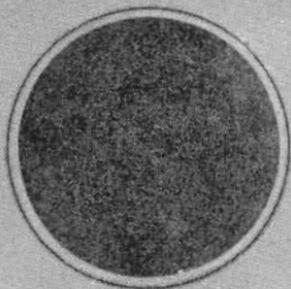
300 AUMENTOS

25



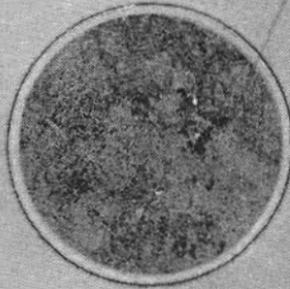
300 AUMENTOS

26



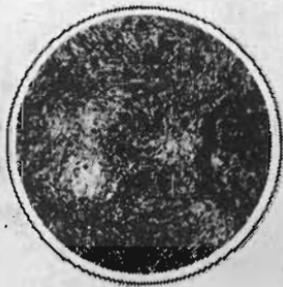
300 AUMENTOS

27



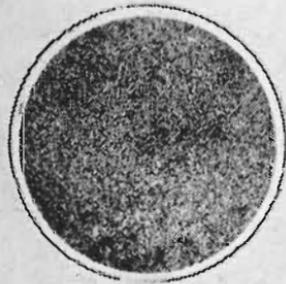
300 AUMENTOS

28



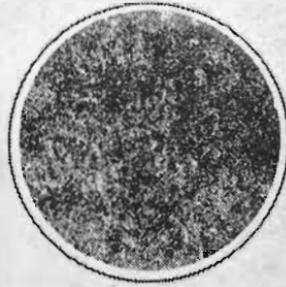
300 AUMENTOS

29



300 AUMENTOS

30





31 100 KUMINICK

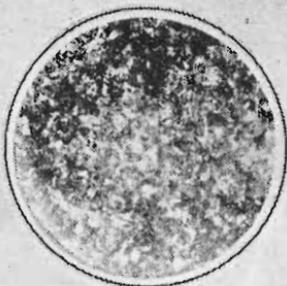


32 100 KUMINICK



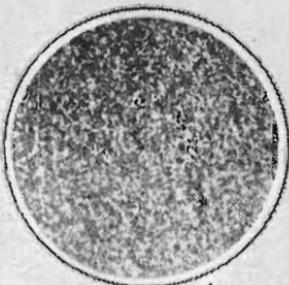
33 200 KUMINICK

34 100 KUMINICK



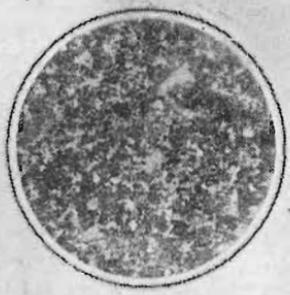
35 100 KUMINICK

36 100 KUMINICK



100 ADMINIOS

37



100 ADMINIOS

39

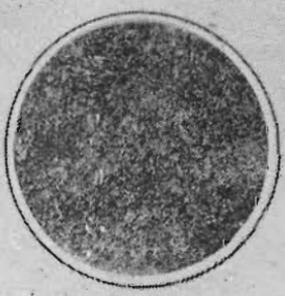


100 ADMINIOS

38

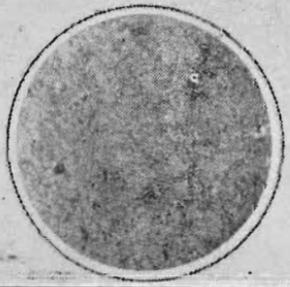
100 ADMINIOS

40



100 ADMINIOS

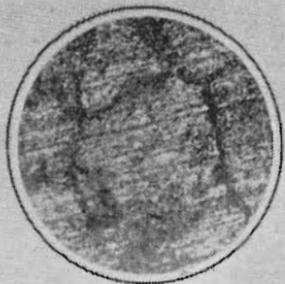
41



100 ADMINIOS

42



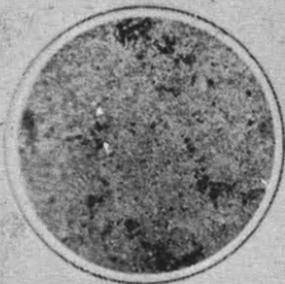


43

300 AUMINTOS

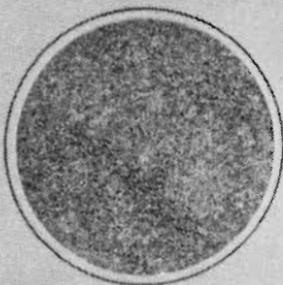
44

300 AUMINTOS



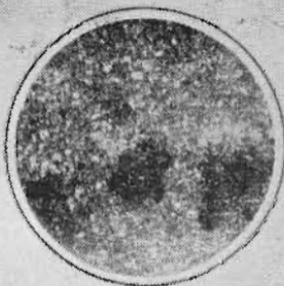
45

300 AUMINTOS



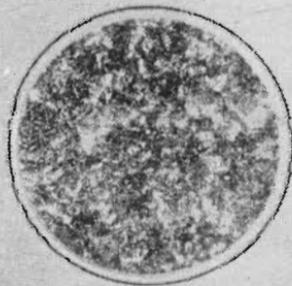
300 AUMINTOS

46



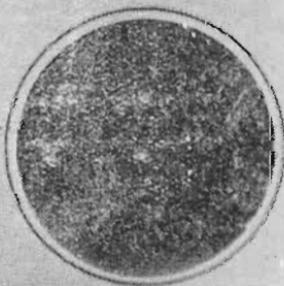
300 AUMINTOS

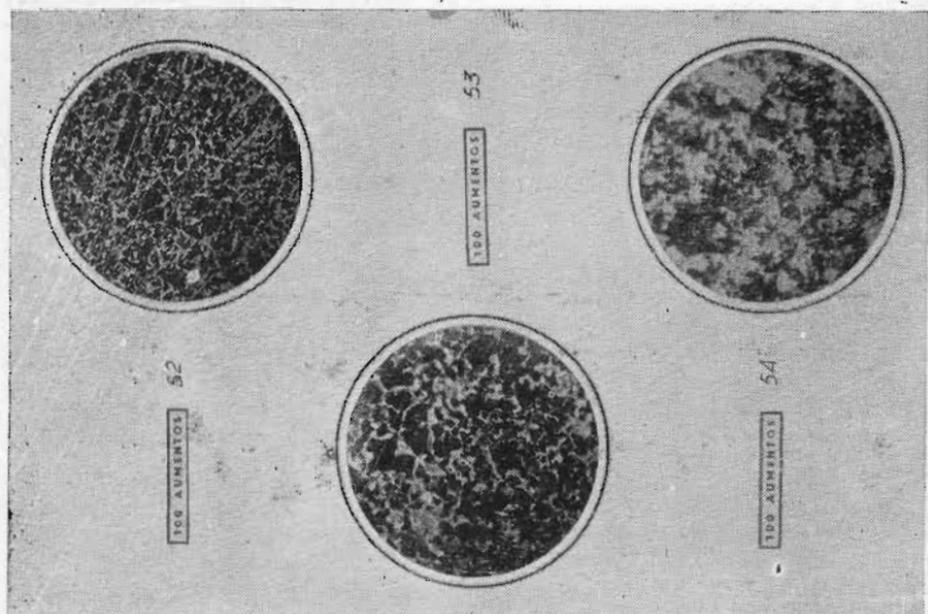
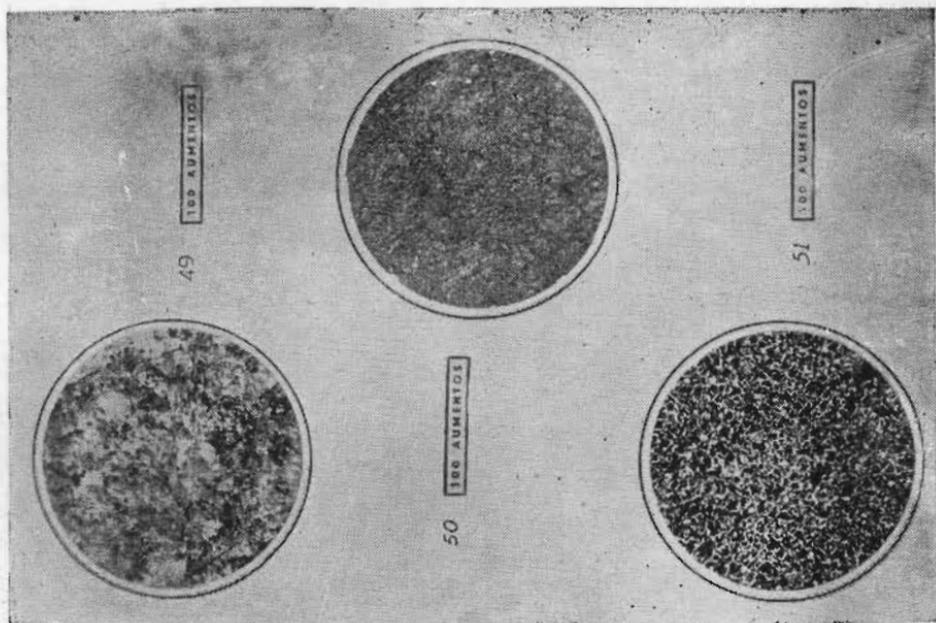
48

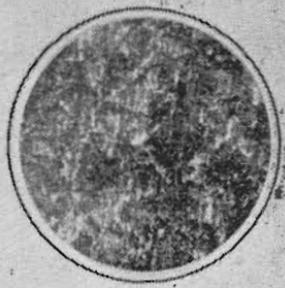


300 AUMINTOS

47

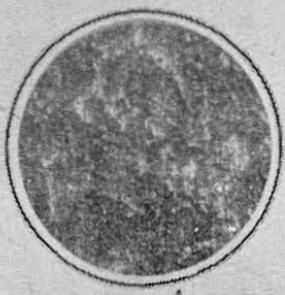






55

100 AUMINIOS



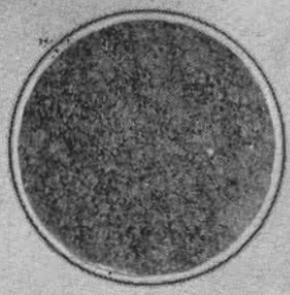
56

100 AUMINIOS



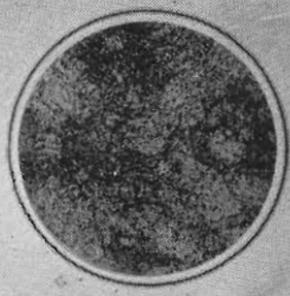
57

100 AUMINIOS



58

100 AUMINIOS



59

100 AUMINIOS

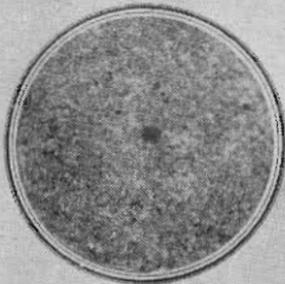
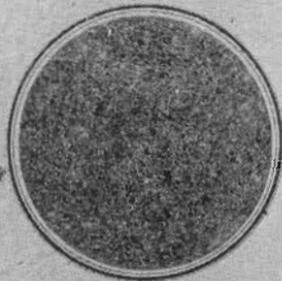


60

100 AUMINIOS

300 AUMENTOS

61



62

300 AUMENTOS

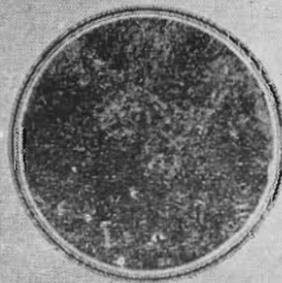
300 AUMENTOS

63



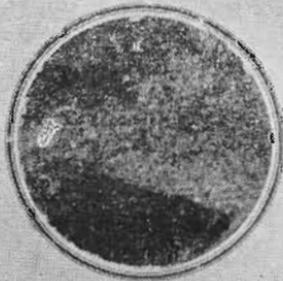
64

300 AUMENTOS



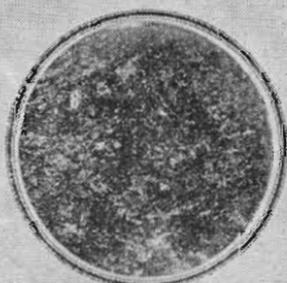
65

300 AUMENTOS



66

300 AUMENTOS



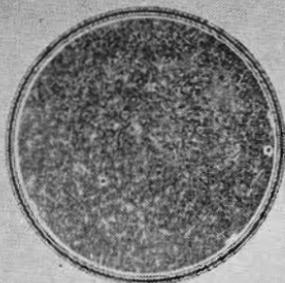


67

100 AUMINIOS

100 AUMINIOS

68

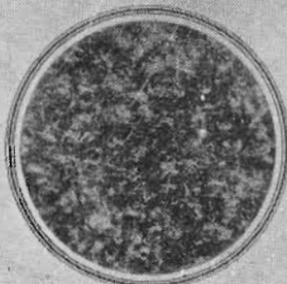


69

100 AUMINIOS

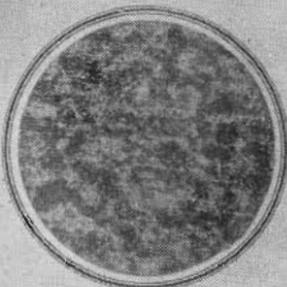
100 AUMINIOS

70



71

100 AUMINIOS



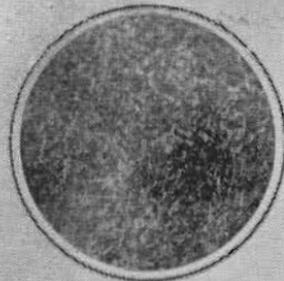
100 AUMINIOS

72



300 AUMINTOS

73

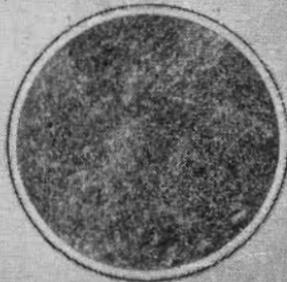


300 AUMINTOS

74

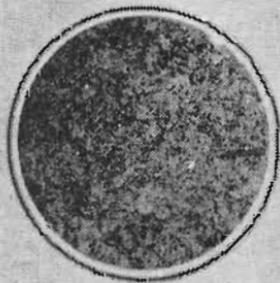
300 AUMINTOS

75



300 AUMINTOS

76



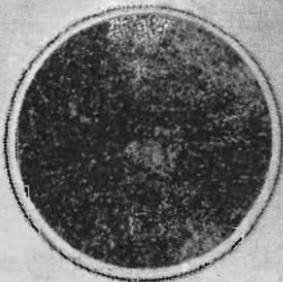
300 AUMINTOS

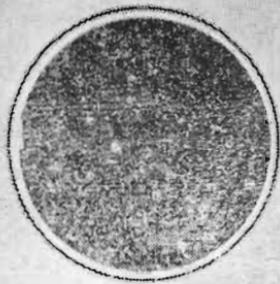
77



300 AUMINTOS

78



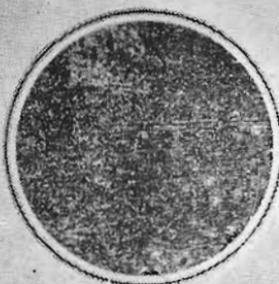
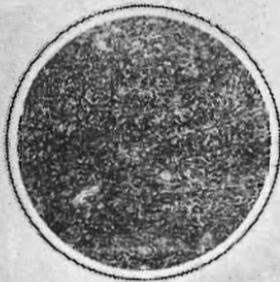


75

100 ADMIN 100

80

100 ADMIN 100



81

100 ADMIN 100

100 ADMIN 100

82



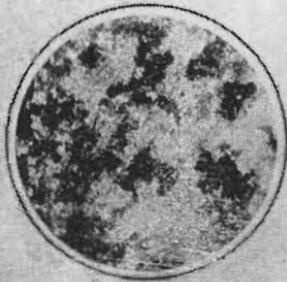
100 ADMIN 100

83



100 ADMIN 100

84



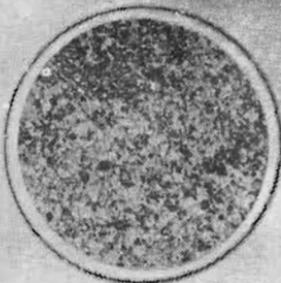
100 AUMENTOS

85



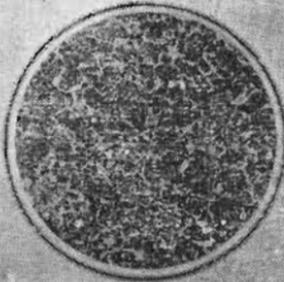
100 AUMENTOS

86



100 AUMENTOS

87



100 AUMENTOS

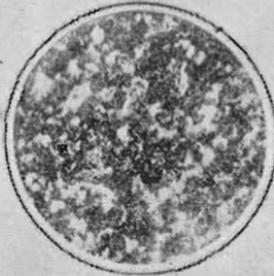
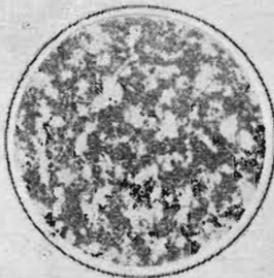
88

100 AUMENTOS

100 AUMENTOS

89

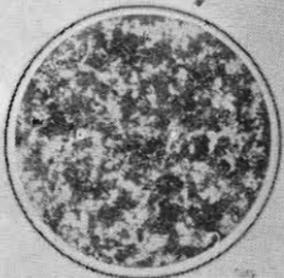
100 AUMENTOS



100 AUMENTOS

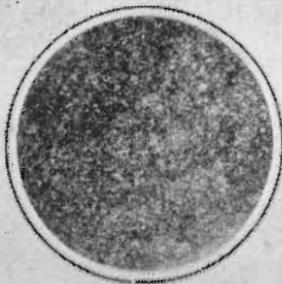
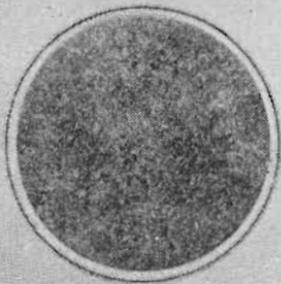
90

100 AUMENTOS



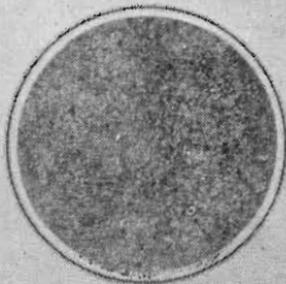
388 ADUNITOI

97



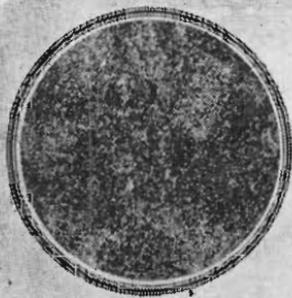
388 ADUNITOI

98



388 ADUNITOI

99

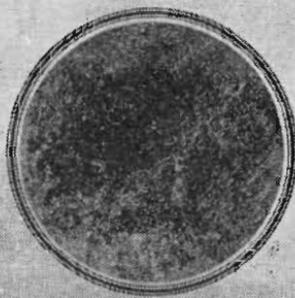
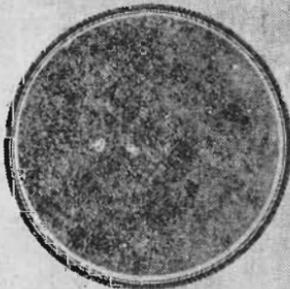


100

388 ADUNITOI

388 ADUNITOI

101



102

388 ADUNITOI

CITAS BIBLIOGRAFICAS

- Precis de Metallographie Miroscopique et Macrografie.—L. Guillet et A. Portevin.
- Metallographie et traitement thermique du fer de l'acier.—A. Sauveur.
- Trempe, recuit et revenu de l'acier.—Guillet.
- Revue de Metallurgie.—1935.
- Comptes rendus de l'Academie des Sciencies.—1922.
- Communication de plusieurs auteurs aux III^e Congres de Fonderie.—Londres, 1929.
- Contribution a l'etude des alliages.—De Charpy 1932.
- Metallurgie.—Janecke, 1929.
- Compte rendu du Congres de Bruxelles: Industrie Minerale, 1926.
- Iron and Steel, 1936.
- Institute of British Foundrymen, 1929.
- American Society for Metals National: Metals Handbook, 1933.
- Iron Age.—Anderson, 1928.
- Iron and Steel Institute.—Andrew and Green, 1939.
- Probenahme und Analyse von Eisen und Stahl, 1922.
- Kristallisieren und Schmelzen.—Tamman, 1937.
- Stahl und Eisen, 1907-1936.
- Materialienkunde.—Martens und Heyn.—Tomo 2 A.
- Ferrum.—Ruer und Goerens, 1917.

SOCIEDAD METALURGICA
"DURO-FELGUERA"

==== (COMPAÑIA ANONIMA) ====

CAPITAL SOCIAL: 125.000.000 DE PESETAS

CARBONES gruesos y menudos de todas clases y especiales para gas de alumbrado -- COK metalúrgico y para usos domésticos -- Subproductos de la destilación de carbones: ALQUITRAN DESHIDRATADO, BENZOLES, SULFATO AMONICO, BREA, CREOSOTA y ACEITES pesadas LINGOTE al cok -- HIERROS Y ACEROS laminados -- ACERO moldeado -- VIGUERIA, CHAPAS Y PLANOS ANCHOS -- CHAPAS especiales para calderas -- CARRILES para minas y ferrocarriles de vía ancha y estrecha TUBERIA fundida verticalmente para conducciones de agua y electricidad, desde 40 hasta 1.250 mm. de diámetro y para todas las presiones -- CHAPAS PERFORADAS VIGAS ARMADAS -- ARMADURAS METALICAS DIQUE SECO para la reparación de buques y gradas para la construcción, en Gijón.

Domicilio Social: MADRID -- Barquillo. 1 -- Apartado 529
Oficinas Centrales: LA FELGUERA (Asturias) " 1



LIBRERIA

"CIPRIANO MARTINEZ"

(Sucesora: Enedina F. Ojanguren)

Plaza de Riego, 1

OVIEDO



FABRICA DE
MIERES
SOCIEDAD ANÓNIMA

MIERES - (ASTURIAS) - Apartado 20
Telf.º 5 - MIERES - Telog. "Fabricas" Mieres

CARBONES - Gruesos, menudos
y finos, para todas las aplicaciones

COK - Metalúrgico y para uso doméstico.

SUBPRODUCTOS - Sulfato
amónico Alquitrán, Brea, Creosetas,
Naftalina, Antraceno, Benzoles y Tolual.

SIDERURGIA - Lingotes de fundición
y de afino Acero Siemens-Martin Palan-
quilla Laminados Vigas, Us, Angulares, Teo,
Redondos, Cuadrados, etc. Carriles de mina.

METALURGIA - Construcciones
metálicas: armaduras, columnas, postes
y todo clase de estructuras. Forja y
Estampación Tornillería. Piezas de
hierro fundido Acero moldeado

PROYECTOS Y PRESUPUESTOS



ACADEMIA ALLER

MOREDA (Asturias)

PREPARACION. TECNICOS INDUSTRIALES, BACHILLER,
COMERCIO, TAQUIGRAFIA, CAPATACES Y VIGILANTES
DE MINAS, ETC.

*Toda la correspondencia relacionada con donativos,
anuncios, suscripciones, etc., debe ser dir-
gida al Secretariado de Publica-
ciones de la Universidad
de Oviedo*

*Fué impresa esta Revista en los
Talleres de la Imprenta «La Cruz»,
sita en la calle de San Vicente, de
la Ciudad de Oviedo, en el mes
de junio de 1948.*

