

**LA SIDERURGIA VASCA, 1700-1885.  
ATRASO TECNOLÓGICO,  
POLÍTICA ARANCELARIA Y  
EFICIENCIA ECONÓMICA.**

**D. Luis M.<sup>a</sup> Bilbao Bilbao**  
**Profesor Titular de Historia Económica en la**  
**Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales**  
**de la Universidad Autónoma de Madrid.**

## LA SIDERURGIA VASCA, 1700-1885. ATRASO TECNOLÓGICO, POLÍTICA ARANCELARIA Y EFICIENCIA ECONOMICA.

El progreso y cambio tecnológico es un fenómeno que caracteriza a la sociedad moderna y un criterio que permite discernir a las sociedades desarrolladas de las tradicionales. Pero en relación a este progreso pueden fácilmente constatarse, tanto en el espacio como en el tiempo, enormes distancias en cuanto a la capacidad de las distintas sociedades por generar y/o adoptar innovaciones técnicas. En términos de historia comparada de la tecnología, una de las cuestiones más centrales es, precisamente, esa diversidad de dinamismo tecnológico observable en diferentes experiencias históricas. ¿Por qué determinados países inventaron o innovaron con mayor rapidez que otros? o ¿por qué, incluso, una concreta sociedad experimenta en el curso de su peculiar historia ritmos distintos en la adopción de tecnologías innovadoras?. Esta cuestión, reiteradamente planteada y diversamente respondida por la literatura científica, resulta especialmente pertinente el replantearla en relación a la experiencia histórica de «atraso tecnológico» de la siderurgia vasca durante los siglos XVIII y XIX.

Ciertamente, sea cual fuere el patrón tecnológico con el que intentemos establecer medidas de comparación entre la siderurgia vasca y la europea durante el período que nos concierne, sobresale un hecho básico: su atraso tecnológico. Tanto en la era preindustrial como en la industrial, la siderurgia vasca ostentó al respecto de tecnología rasgos de marcado retraso, incluso en ocasiones de arcaísmo. Y sin embargo de esta posición tecnológica, es obligado reconocer que la siderurgia vasca, internacionalmente reconocida desde épocas medievales, continuó ocupando en nuestro tiempo un cierto lugar de importancia entre los grandes hogares metalúrgicos europeos, pudo además mantener —salvo momentos— su hegemonía en el concierto siderúrgico español y logró sostenerse —al menos durante el siglo XVIII— como industria orientada a la exportación. Lo que es un índice, a pesar de todo, de su virtual eficiencia económica y de su relativa capacidad concurrencial en los mercados internacionales y propios, aunque éstos, en ocasiones, estuvieran —es preciso admitirlo— severamente protegidos. Esta eventual —según períodos— antinomia entre atraso técnico y eficiencia económica y el hecho más general —siempre constante— de la obsolescencia tecnológica de la siderurgia vasca constituyen nuestros principa-

les problemas históricos a elucidar y su resolución ha de pasar previamente por el reconocimiento de algunas premisas factuales y el planteamiento de algunas hipótesis teóricas que enmarquen nuestro ensayo de explicación histórica. Explicación que sólo se pretende tentativa, al tenerse que desenvolver en los confines interdisciplinarios de la Historia con la Tecnología y la Teoría Económica, materias no fáciles de dominar a satisfacción para un estudioso aislado.

Escuetamente, nuestro campo de hipótesis y hechos podría así resumirse:

1) En un mercado de concurrencia suficiente, la capacidad competitiva de un sector económico cara al mercado interior o exterior será función del nivel de productividad alcanzado —dependiente fundamentalmente del desarrollo tecnológico— y de la dotación de recursos. De lo que se deriva que una tecnología ahorradora de recursos naturales y/o trabajo podría no resultar económicamente rentable a una industria que dispusiese de una oferta bastante elástica de dichos factores. En este sentido, es preciso recordar que el País Vasco, como zona de emigración, gozaba de una oferta excedentaria de mano de obra, amén que de una destacada dotación de recursos naturales siderúrgicos, aunque en una gradación de disponibilidades —desde sus abundantes y variadas venas hasta su nulo combustible mineral— no igualmente adaptable a cualquier tipo de tecnología.

2) En un mercado con escasa concurrencia, sujeto a prácticas mercantilistas o proteccionistas, la capacidad competitiva entre industrias desigualmente desarrolladas desde el punto de vista tecnológico será ahora función del diferencial de costes y precios existentes entre dichas industrias y de las cotas de protección practicadas por la política arancelaria imperante. El nivel de protección, incidiendo sobre la tasa de beneficio industrial, podría estimular o desincentivar la innovación tecnológica. Y a este respecto será preciso verificar los avatares del peculiar sistema aduanero que rodeó la actividad económica de las «provincias exentas» y Navarra a lo largo del período que nos atañe, así como la secuencia histórica de la política arancelaria puesta en práctica por la Monarquía hispana en materia siderúrgica durante dicho tiempo.

3) Las condiciones del mercado y la dotación de factores y recursos afectan a la selección

entre tecnologías alternativas y practicables. Es lógico pensar que, para producir unos tipos de bienes determinados exigidos por el modelo de mercado existente, se precisará seleccionar la alternativa tecnológica más apropiada a tal fin productivo, teniéndose además que emplear en ella las materias primas más ajustadas a dicho fin. En este último sentido hay que considerar que, en una tecnología dada y apropiada al fin productivo demandado, su función técnica de producción no admite una relación de sustitución de *inputs* que sea infinita. Las materias primas no son fácilmente intercambiables, si se quiere obtener una variedad de productos muy específica. Técnica y económicamente es obligado concluir en la existencia de una muy definida relación entre tipo de producto demandado, tecnología y materias primas. E históricamente es preciso determinar los diferentes modelos de mercado que funcionan en nuestro período y la más óptima relación existente entre tecnología y recursos disponibles cara a la producción del tipo de *output* demandado por dichos mercados.

Resumiendo, en la diferente conjunción de las líneas de fuerza del mercado, la política arancelaria, la dotación de recursos y las alternativas tecnológicas puede encontrarse alguna clave explicativa a nuestros problemas históricos sobre el atraso técnico de la siderurgia vasca. Al abordarlos históricamente, resulta indispensable distinguir períodos tipificables en función de la coyuntura productiva y de criterios tanto tecnológicos como de política arancelaria.

#### 1700-1790 ANQUILOSAMIENTO TECNOLÓGICO Y VIABILIDAD ECONÓMICA.

Tras la depresión del siglo XVII y en torno a la segunda década del nuevo siglo, el XVIII, la siderurgia vasca dio síntomas de reactivación. No sería aventurado estimar, ante la insuficiencia de informaciones, que entre estas fechas y las de fines de siglo la producción de hierro triplicó, cuando menos, si es que no cuadruplicó. Sin duda alguna, el Setecientos fue un siglo de fuerte incremento de la producción siderúrgica, aunque contemplado desde los mejores momentos del siglo XVI sólo se logrará una recuperación del penoso bache del Seiscientos, seguido de un modesto crecimiento. Esta trayectoria de la producción siderúrgica vasca a lo largo del siglo está trasluciendo las vicisitudes de la demanda no sólo interior sino también internacional. La recuperación del mercado interior, fruto del crecimiento demográfico y agrícola, de la reactivación de los intercambios y de la flota comercial, así como de la reconstrucción de la Armada y la reforma del

ejército, desarrollaron específicos factores de demanda para las industrias derivadas del hierro. Pero la demanda internacional, especialmente la inglesa, perfectamente computable, fue también un factor importante de la inicial reactivación recuperadora. Lo mismo que la demanda colonial, cuya incidencia, sin embargo, será fundamentalmente decisiva a fines de la centuria, cuando se produzca el reflujo y agostamiento definitivos de la demanda exterior. A la altura de los años sesenta y setenta del siglo, se inicia un poderoso declive de las exportaciones vascas, que sólo se verá compensado por la liberación del comercio de la metrópoli con las colonias, sosteniendo esta demanda colonial un relativo tono productivo en nuestra siderurgia.

Este crecimiento se desarrolló en medio de una mejor controlada política prohibicionista de la Monarquía hispánica para con los hierros vascos. Las protestas elevadas por los ferreteros vascongados en 1702 y 1770, recordando el prohibicionismo en el mercado americano, encuadran significativamente la cronología del esplendor del «siglo de las luces» para la siderurgia vasca, así como la política económica en que se desarrolló. No obstante, el hecho de que hasta los años setenta se consiguiera sostener un importante flujo exportador hacia el extranjero es un claro signo de la eficiencia económica de la siderurgia vasca y de su relativa competitividad en los mercados internacionales. Y ello, a pesar de su anquilosamiento tecnológico, fruto de su tenaz adhesión a una técnicas típicamente medievales.

En lo que a tecnología concierne, a lo largo de todo el siglo y hasta la altura cronológica de mediados del Ochocientos, la siderurgia vasca ostentó los rasgos más tradicionales del complejo industria europeo. Durante estas fechas, el predominio de la tecnología del procedimiento metalúrgico directo en la elaboración primaria del hierro, superada ya en Europa desde el siglo XV, era todavía absoluta; y en relación a la transformación secundaria de hierros, a fines de siglo se introdujo tímidamente una invención europea del siglo XVI, la «fandería». El procedimiento metalúrgico indirecto y la trilogía mecánica de hornos altos, de afino y fanderías eran absolutamente desconocidos en el País vasco, mientras eran ampliamente utilizados en numerosas áreas siderúrgicas europeas. En toda la línea del proceso productivo siderúrgico, desde la fusión hasta la elaboración de hierros comerciales, el desalineamiento tecnológico de la siderurgia vasca respecto a la europea era claro y, sin embargo, se producía con capacidad competitiva internacional.

Sería comprometido establecer un cuadro

de razones ponderadas para explicar este anquilosamiento, pero arriesgamos por apostar a favor de razones técnicas y económicas. De entrada, la creencia generalizada sobre que la aplicación del procedimiento metalúrgico indirecto hubiera tropezado en la cuenca mediterránea con problemas de insuficiencias forestales, hace años que fue desmontada por R. Sprandel, apuntando hacia otro género de razones explicativas de carácter esencialmente social e institucional. En este sentido, es indudable que el anquilosamiento tecnológico vasco podría encontrar algunas dificultades de superación en el presumible paro tecnológico generado con las nuevas técnicas, en la forma de propiedad de las ferrerías, sujetas en su mayor parte a mayorazgo, o en el régimen de explotación de las mismas, mayoritariamente indirecto y donde ni propietarios ni ferrones-artesanos ni comerciantes-*Verlager* estaban interesados o capacitados para invertir en capital fijo. Pero, sobre todo, tal anquilosamiento se asentaba en razones de tipo tecnológico y económico.

La ley metálica y la textura física de la vena de Somorrostro, la única prácticamente empleada entonces por las ferrerías vascongadas y navarras, no parecía perfectamente adaptable al procedimiento metalúrgico indirecto. En opinión de expertos de épocas posteriores, «no le es apropiado para los hornos altos . . . con la cualidad de ser muy propio para el trabajo del método usado». Sus cualidades se diluirían en los altos hornos, su *output* devendría «común y corriente», perdiendo así las virtualidades por las que el «fierro vizcaino» era internacionalmente cotizado: su gran maleabilidad —mayor que la del hierro sueco o ruso— que le hacía insustituible para ciertos usos. La opción por la tecnología directa y su corolario de producciones de calidad, pero caras, supondría, desde luego, la pérdida de ciertos mercados. Máxime, cuando la expansión de un consumo masivo de hierro para multiplicados usos demandaba un producto básico de hierro corriente y barato. Pero asegurado el mercado interno y colonial de la competencia exterior por una política casi prohibicionista, aún existía en el exterior un segmento de mercado, de demanda selectiva aunque restringida, para los hierros de muy excelente calidad y caros, insustituibles aún para determinados usos o rentables en su utilización, por no marcarse todavía un suficiente diferencial de precios entre hierros de este origen y los de nueva tecnología. El anquilosamiento tecnológico en breve, resultaba económicamente rentable, bien por medidas protectoras o bien por la existencia de una demanda exigente del tipo de hierro derivado de tal tecnología —que por otro lado maximizaba las cualidades físicas del mineral vasco— y no fá-

cilmente sustituible, en términos técnicos o económicos, por las producciones de los métodos más modernos e innovadores de la siderurgia europea. La antinomia entre atraso tecnológico y eficiencia económica resultaba de momento superable.

La inviabilidad de tal atraso tecnológico comenzó a manifestarse en toda su crudeza —aunque ya antes se dieran los primeros síntomas— a lo largo del último cuarto de siglo, en significativo paralelismo con la retención de la trayectoria del crecimiento productivo, sólo y precariamente sostenido durante estas fechas por la creciente demanda americana. La novísima tecnología inglesa en la elaboración del hierro y el relajamiento de la política de protección arancelaria hicieron tambalear los pilares donde hasta entonces se había apoyado la viabilidad económica del atraso tecnológico. La invención del pudelado (Cort, 1783- 1784) resolvió definitivamente las dificultades de utilización del carbón mineral en todas las fases del proceso productivo de la metalurgia indirecta. El producto resultante, aunque de menor calidad, resultó enormemente barato y los mecanismos de la elasticidad-precios y el efecto sustitución comenzaron a funcionar, iniciándose el consumo masivo de hierro y el predominio internacionalmente indiscutido de la siderurgia británica. Por su parte, del lado ya español, el arancel de 1782 introdujo importantes modificaciones en materia de importación de hierros. Mientras que para otros productos este arancel marcó un claro giro hacia el proteccionismo, en el caso del hierro acabó con la política prohibicionista. Los productos siderúrgicos vascos perdían así su cuasi monopolio en el mercado interior. Pero además, en fechas inmediatas, se impuso el «derecho de extranjería» sobre los géneros vascongados introducidos en las provincias contribuyentes. Aunque el hierro en bruto fue eximido de tales derechos, los semi-elaborados y acabados se regían en materia arancelaria por las mismas tarifas del arancel del 82. De este modo, desde fines de siglo, los territorios peninsulares de la monarquía hispana dejaban de ser un mercado reservado para los hierros vascos y éstos comenzaban a ser considerados como «extranjeros», dejando de ser «exentos». Y todo ello, sin que se hubiese modificado el peculiar sistema aduanero de las denominadas «provincias exentas» y Navarra.

La enorme fisura abierta en relación con las tecnologías anteriores por las recientes innovaciones inglesas y la nueva política arancelaria española en materia siderúrgica y en relación a las provincias exentas plantearon de lleno los términos de la ineficiencia e inviabilidad de la siderurgia vasca. Superarlos pasaba inde-

---

fectiblemente por la modificación de la política económica o la reconversión industrial. Las preocupaciones tecnológicas de la *Bascongada* durante este tiempo y la especie de espionaje industrial practicado por sus miembros viajeros no era puro cientifismo, aunque en el horizonte de sus intenciones no se deja atisbar el más mínimo ensayo de verdadero cambio tecnológico, sino la simple mejora de los procedimientos metalúrgicos de las caducas ferrerías tradicionales. Tales intentos quedarán reservados para la época ulterior.

#### 1790-1848. VACILACIONES EN LA ESTRATEGIA INDUSTRIAL Y PRIMERA MODERNIZACIÓN TECNOLÓGICA.

Las vacilaciones, de todo tipo, tienen su primera manifestación en la coyuntura productiva. Fortísimas fluctuaciones en el curso del período, que contrastan con el escalonado ascenso de la trayectoria de la producción a lo largo del siglo XVIII y deprimen la tendencia general y el nivel medio productivo de esta época en relación con la precedente, pero sin que pueda hablarse, como en ocasiones se ha aventurado, de una defección general del sector. Tras las primeras dificultades, la pérdida de los mercados exteriores y colonial se verá compensada, en el segundo cuarto de siglo, por las medidas proteccionistas del mercado interior, donde la siderurgia vasca ejercerá un auténtico proceso de sustitución de importaciones y pondrá en práctica diversas estrategias industriales para mantener la sobrevivencia de un sector fuertemente amenazado por su incompetividad internacional e interior.

No resulta difícil averiguar la causa de estas enormes variaciones en la producción ni de la depresión de su tendencia productiva. Están reflejando con puntual sincronía —expresa también en la coyuntura de los precios— la incidencia negativa de la serie casi continua de conflictos bélicos que jalonan este período —desde la guerra contra la Convención francesa hasta la primera guerra carlista—, anormalizando la vida económica en general y el comercio exterior en particular, que repercutieron con fuerza en una industria especialmente sensible a las modificaciones del tráfico marítimo. Clausurados los espacios del Norte de Europa para los hierros vascos y dificultadas las relaciones con América por las guerras marítimas y, finalmente, cerrado este mercado por la rebelión y ulterior dependencia de las colonias —aunque con más lentitud que lo que las versiones al uso nos tienen acostumbrados— la siderurgia vasca acabó viéndose recluida a los territorios peninsulares de la Monarquía. A tenor de las simples fuentes oficiales —sin duda de-

fectivas— el reducto del mercado español consiguió compensar las defecciones, por lo menos, del mercado americano. Este efecto de compensación, por aumento del flujo exportador de las provincias exentas a las contribuyentes, no fue fruto de un hipotético incremento del consumo interior en hierros sino producto de la política proteccionista de la Monarquía a lo largo del segundo tercio de siglo, singularísimamente del arancel de 1826, que redujo sensiblemente las posibilidades exportadoras de las siderurgias europeas al mercado español.

La primera estrategia industrial de los ferreteros vascos se orientó precisamente hacia esta búsqueda de protecciones arancelarias que, manteniendo la tasa de beneficio industrial y neutralizando su incompetividad, no incitaban desde luego a la innovación tecnológica. Paralelamente a solicitudes y porfías por la elevación de las tarifas arancelarias, los industriales vascos presionaron, y con éxito parcial, para que se suprimieran los «derechos de extranjería» que gravaban sus productos en su «internación» a Castilla. Sucesivas medidas a este respecto fueron acentuando el diferencial entre los derechos pagados por los hierros vascos a su entrada en las provincias contribuyentes y las tarifas arancelarias exigidas a las importaciones exteriores. Tales medidas protectoras de la industria vasca fueron, sin embargo, ocasión para prácticas fraudulentas de contrabando que los comerciantes en hierro supieron oportunamente aprovecharlas, beneficiándose de los privilegios forales vascos y con grave detrimento para los industriales.

Como las provincias vascas carecían de aduanas en sus costas y las importaciones extranjeras no adeudaban derechos arancelarios en el País, dado el referido desnivel existente entre tarifas generales de aduanas y «derechos de extranjería», el «naturalizar» los hierros extranjeros —mucho más baratos— y expedirlos a Castilla como vascos —mucho más caros y menos recargados arancelariamente— era una oportunidad de negocio lucrativo que pocos comerciantes bilbaínos o donostiarras rehusaron. Esta operación no sólo suponía la pérdida de oportunidades de venta de hierros vascos en el mercado interior, sino el abandono de los ferros por parte de los comerciantes a su suerte financiera, que verdaderamente era escasa. Ante estas circunstancias y la realidad de fondo de la incompetividad de la siderurgia vasca, los ferreteros porfiaron por una solución radical: la vuelta al prohibicionismo. Tema en el que no tuvieron eco alguno, aunque sus reiteradas presiones al respecto les trajeron los beneficios de unos aranceles más protectores, como así lo fueron los de 1826.

Pero no toda la estrategia industrial se orientó en esta línea de posiciones defensivas. Al mismo tiempo, se estaba intentando hacer frente a la competencia exterior de una forma más positiva, mediante la introducción de ciertas mejoras técnicas. Las Diputaciones de Vizcaya y Guipúzcoa —léase al paso, las instituciones públicas ante la defeción de la iniciativa privada— apadrinaron una serie de ensayos tendentes, sobre todo, a conseguir un ahorro de combustible, aunque manteniendo el viejo sistema metalúrgico de las caducas ferrerías, en línea con las iniciativas antecedentes de la *Bascongada*. La idea motriz de estos experimentos, tal y como confesara la Junta de Fomento de Guipúzcoa, con inspiración similar a la de tiempos pasados, era que aún existía un segmento de mercado —industria armamentística de fuego y blanca, entre otras— que seguía requiriendo un producto básico procedente de los métodos metalúrgicos tradicionales. Pero aún en este terreno era preciso ahora producir barato, pues otros hogares siderúrgicos, el francés en concreto, utilizando similares técnicas, lo había conseguido. El modelo a imitar eran las ferrerías galas que utilizaban menos combustible que las vascas. El problema del combustible era, y lo seguirá siendo, el problema central de nuestra siderurgia, que, unido al de una tecnología obsoleta, amplificaba su incompetitividad e ineficiencia. Los ensayos sirvieron de bien poco. Y menos aún cuando, por aquellos días, la indiscutida, hasta entonces, hegemonía vasca en el mercado siderúrgico español se veía por vez primera seriamente amenazada.

Al amparo del arancel protector de 1826 —y aun desde antes—, ante los importantes consumos de hierro en Andalucía, incrementados con la recrecida demanda de flejes para pipería por el aumento espectacular de las exportaciones de aceite y vinos, surgió en aquella región la posibilidad, cimentada sobre capitales ociosos y experiencias siderúrgicas precedentes más o menos frustradas, de sustituir importaciones, creando una siderurgia de nuevo cuño, que como tal nació con una tecnología relativamente moderna. La idea original de una siderurgia orientada hacia la estricta producción de flejes y aros para pipería tomó nuevos rumbos con motivo de la guerra carlista. Inactiva o desmantelada la siderurgia del Norte durante la contienda, la andaluza tuvo ocasión de sustituirla en el mercado nacional, para lo que tuvo que modificar su inicial estrategia industrial, ampliando su gama de producciones hacia todo tipo de hierros comerciales. Tal y como algunos observadores de época supieron ciertamente advertir —González Azaola, entre otros— el mayor peligro para la siderurgia vas-

ca se estaba incubando dentro de los territorios mismos de la Monarquía. Ante este estado de cosas, la renovación tecnológica se hacía urgente.

El problema de la renovación tecnológica era, sin embargo, bastante complejo y su solución, desde luego, no era cuestión de voluntarismo empresarial. El mismo González Azaola lo advirtió y expuso con singular crudeza al plantear el dilema entre la supervivencia de los Fueros o de la industria siderúrgica. «*Fierros y Fuero* debería ser la divisa del País Vascongado; pero fierros antes que Fueros —era solución de Azaola, porque— ¡ Sin fierro no habrá un día Fueros!»). El peculiar sistema aduanero de las provincias exentas y Navarra, amén de la reciente consideración de sus productos como extranjeros en los territorios de la Monarquía, planteaban este trascendental dilema para toda la industria vasca, habida cuenta de su incompetitividad tanto exterior como interior. La renovación tecnológica habría de pasar indefectiblemente por la modificación de ciertos aspectos de los Fueros vascos. El único futuro posible para este ramo industrial en peligro era «Españolizarlo —es la Junta de Comercio de San Sebastián quien habla en 1831— pues no quedándole ya más salida que a España y sus dominios, es de necesidad hacerlo Español». La Diputación del Señorío comprendió idénticamente la situación, aunque poniendo ahora en práctica la derogación parcial, aunque encubierta, del Fuero de Vizcaya, antes que el gobierno central trasladara las aduanas a la costa. En 1840, la Diputación gravó con fuertes tarifas —superiores al arancel general vigente— a los hierros extranjeros destinados a ser consumidos en Vizcaya. Pero este respiro proteccionista, tras la reforma encubierta del Fuero, fue breve. Al año siguiente, con la trasladación ya definitiva de las aduanas y el nuevo arancel del Reino, muchísimo menos proteccionista, la única alternativa que restaba a la siderurgia vasca, una vez que la derogación del Fuero en materia de libre comercio le abría las primeras condiciones de posibilidad para su futura supervivencia, era, ahora, su modernización tecnológica.

Establecer en sus exactas dimensiones esta primera modernización del sector, exige volver la atención hacia Europa, paradigma de la nueva siderurgia, y medir las exactas distancias existentes entre la modernización vasca y los patrones tecnológicos europeos. A este respecto, el patrón canonizado suele ser el inglés, aunque resulta imprescindible hacer referencia al patrón continental, diferente al británico y más parecido al vasco. En esencia, el patrón tecnológico de la siderurgia inglesa radica-

ba en la utilización de una nueva fuente de energía, el carbón mineral, tanto para el estadio primero de fundición en altos hornos, como para el segundo de afino en los hornos de pudelado. La solución inglesa, nuevo combustible más la trilogía mecánica de hornos altos, *pud-dler* y trenes de laminación se ha constituido en punto de referencia insoslayable para medir el nivel de renovación técnica de cualquier siderurgia hasta la aparición de los convertidores de acero. Tales innovaciones se generalizaron, prácticamente, en Gran Bretaña antes de finalizar el siglo XVIII —fecha en la que la tecnología de los altos hornos alimentados con carbón vegetal y las tradicionales afinerías, usando también el mismo combustible, era ya absolutamente marginal— pero con la advertencia importante de que, en la cronología de este proceso innovador, primero fue la aplicación del coque a la fusión y luego, tras el invento de Cort, la utilización del carbón en el afino del colado. El reto planteado por la siderurgia inglesa se tradujo en el Continente en apuestas por la renovación tecnológica. El desarrollo innovador de la industria continental siguió, sin embargo, otro rumbo, abriéndose en dos direcciones. Por un lado, se mejoraron las instalaciones tradicionales con intentos de reducir al máximo el consumo de combustible vegetal. De otro, comenzaron a introducirse y difundirse las nuevas técnicas inglesas. Pero, en contraste con Inglaterra, donde el pudelado se introdujo medio siglo después que la fusión al coque, los países continentales aprendieron primero las técnicas del pudelado y laminado, manteniendo sus primeras fundiciones al carbón vegetal y/o importando lingote inglés como «materia prima» para afinarlo y transformarlo en las propias industrias nacionales. El triunfo definitivo del combustible mineral en todo el proceso productivo y su utilización para la fusión en altos hornos no se alcanzaría en el Continente hasta los años sesenta o setenta del siglo, en vísperas de la aparición de los primeros convertidores de acero.

La experiencia histórica vasca en cuanto a modernización tecnológica va a encontrar en el patrón continental un modelo, sin duda, más próximo, aunque tampoco falten aquí distancias y retrasos. Sobre todo, porque —recordemos— a la altura de mediados del Ochocientos, la siderurgia vasca no había superado aún el estadio tecnológico primitivo del procedimiento directo, situación prácticamente residual en la Europa de aquellos días. Sin embargo, desde fines del siglo XVIII y a lo largo del primer Ochocientos, no faltaron en el País vasco impulsos materializados de renovación. Así, el censo industrial de 1848 revela, aparte de la presencia mayoritaria de las ancestrales ferre-

rías, la existencia también en el País, concretamente en Navarra y Alava, de algunos hornos altos —al carbón vegetal por supuesto—, amén de «reverberos de afinación». La denominación última no deja de ser confusa, pero por fuentes adyacentes es necesario pensar que tales innovaciones no eran sino la réplica de los altos hornos y afinerías de la Europa preindustrial. De cualquier forma, es obligado reconocer que los primeros ensayos de sustitución de las ferre-rías tradicionales se produjeron en las zonas más periféricas e interiores del País Vasco, donde la distancia y las dificultades del transporte podían servir de protección natural a la competencia exterior pero donde la más difícil disponibilidad de recursos minerales vizcaínos obligaba a instalar técnicas capaces de utilizar también minetas próximas y baratas con las que poder hacer frente a la competencia interior. La línea, sin embargo, más fundamental de avances técnicos discurrió durante esta época por otros caminos. Unos seguían pautas de renovación dentro de la tecnología más tradicional, como la mejora citada de las ferrerías, para el ahorro de combustible, o la mecanización del labrado a base de «fanderías». Otros avances se orientaron hacia la fundición, o segunda fusión, por medio de cubilotes -6 en Vizcaya y 1 en Alava según el propio censo de 1848— para el moldeo de tochos procedentes de las ferrerías del País y de lingotes de Sargadelos o, más bien, de Inglaterra, utilizando para ello carbón asturiano. Un último rumbo se dirigió, en línea similar a lo anterior, a pudelar y laminar lingote también importado. De cualquier modo, ninguna de estas vías de modernización implicaba práctica y significativamente a la producción *primaria* del hierro, que mayoritariamente seguía elaborándose según sistemas tradicionales y arcaicos. La modernización del sector tan sólo afectó a la transformación *secundaria* de hierros semielaborados, a base de *pudblers* y «cilindros» de laminación, o de productos acabados, fruto de la segunda fusión en cubilotes de moldería. Si en este segundo aspecto el progreso tecnológico vasco se asimilaba en parte al continental, en el primero se distanciaba considerablemente, y en el conjunto, el patrón tecnológico inglés se situaba en la lejanía de lo casi inalcanzable.

Aunque algunas de estas renovaciones técnicas se dieran con relativa prontitud, el arancel de 1841 significó el toque de partida en la aceleración de este proceso, al romper, con sus bajísimos aranceles, la posible vinculación entre la demanda interna y los productores autóctonos. La competencia con las producciones primarias inglesas era imposible para las ferrerías tradicionales, a la vista de las tarifas del nuevo arancel. Las únicas alternativas posi-

bles se reducían a utilizar tales producciones como materia prima secundariamente transformable, como así se hizo, o a ensayar un cambio tecnológico definitivo con la introducción del procedimiento indirecto merced a altos hornos, *puddiers* y trenes de laminación, iniciándose una primera aproximación a los patrones tecnológicos continental e insular de la Europa avanzada.

#### 1848-1885. LENTO PROCESO DE RENOVACION EN LA TECNOLOGIA DEL HIERRO Y RAPIDA ADOPCION DE LA DEL ACERO.

El año de 1848 es una fecha, aunque tardía, más que significativa en la historia de la siderurgia vasca. En junio de dicho año se encendió el alto horno de la primera planta verdaderamente moderna en el País Vasco, *Santa Ana de Bolueta*, iniciándose con ella un ciclo de renovación tecnológica que se cerrarán entre 1880 y 1885, quinquenio acotado por la puesta en marcha de las fabricas de *San Francisco*, de la concentración siderúrgica de *Altos Hornos y Fábricas de Hierro y Acero de Bilbao* y de *Me-*

*talurgia y Construcciones de Vizcaya*, con sus secciones, en las dos últimas, de convertidores de aceros.

Este encuadre cronológico, comparándolo con la secuencia temporal de nuestros patrones, desvela, ya en primera instancia, una serie de hechos significativos en relación a nuestra siderurgia: de un lado, su retraso en el arranque de renovación, de otro, la brevedad de este ciclo y, finalmente, la rapidez, casi sincronía, en la adopción de la nueva tecnología del acero. Pero una penetración más pormenorizada en la secuencia y contenido de las innovaciones implantadas en el País Vasco nos permitirá mejor medir el alcance de las distancias y sincronías con nuestros patrones tecnológicos.

Una primera aproximación a esta secuencia y contenido nos puede venir sugerida por esta serie temporal punteada en los momentos hito de encendido y/o apagado de hornos modernos de primera fusión y de viejas ferrerías, serie que muestra la cadencia de renovación de las instalaciones siderúrgicas.

#### HORNOS DE PRIMERA FUSION EXISTENTES EN EL PAIS VASCO

|         | VIZCAYA      |       |                 |                    | ALAVA, GUIPUZCOA y NAVARRA |              |            |
|---------|--------------|-------|-----------------|--------------------|----------------------------|--------------|------------|
|         | P. INDIRECTO |       | PROCED. DIRECTO |                    |                            | P. INDIRECTO | P. DIRECTO |
|         | c. veg.      | coque | modernos        |                    | antiguos                   |              |            |
|         |              |       | Chenot          | Gurlt<br>Tourangin | Ferrerías                  | c. veg.      | Ferrerías  |
| 1848-49 | 1            | -     | -               | -                  | 21                         | 5            | 68         |
| 1859-60 | 4            | 1     | 8               | 9                  | 21                         | 9            | 53         |
| 1871-72 | 4            | 3     | 8               | 10                 | 5                          | 10           | 19         |
| 1880-82 | 6            | 7     | -               | 7                  | -                          | 7            | 9          |

Fuentes: *Gaceta de Madrid* (29/7/49), *Estadística(s) Minera(s) e l. de GOENAGA*, «El hierro de Vizcaya», R.M.M., 1883, pp. 296 y ss.

La lectura de la tabla apunta con suficiente claridad hacia un hecho mayor: la caída, hasta su desaparición, del número de las tradicionales ferrerías y el ascenso contrapuesto de los nuevos hornos. Pero este fenómeno de sustitución no se limitó a los más conocidos y convencionales hornos altos en los que tenía lugar la aplicación del procedimiento metalúrgico indirecto para la obtención de hierro, sino que, al menos en Vizcaya -e intentos hubo en Guipúzcoa que la guerra carlista frustró—, se levantaron modernos hornos-esponja, de patente generalmente francesa, que obtenía el hierro directamente y por reducción gaseosa en forma de «esponjas» que se remataban en hornillos de forjado. Tales eran los hornos Chenot, con los que se inauguró la fábrica del *Carmen* en 1857 y que permanecieron encendidos hasta

1872, y los hornos Gurlt o Tourangin, que comenzaron a experimentarse en 1860 en las instalaciones de algunas viejas ferrerías, con éxito tal que les permitió una vida más prolongada que a los Chenot.

Aparte esta singularidad del aferramiento de la siderurgia vasca al proceso directo, aunque modernizado, que en la tabla se detecta, la misma nos sugiere que en el procedimiento indirecto el predominio estaba de la parte de los hornos alimentados con carbón vegetal. El primer horno con fusión al coque se levantó en el *Carmen* a fines del año 1859 y durante bastante tiempo funcionó de modo mixto, alternando o combinando combustibles minerales con vegetales. Los siguientes hornos, el 2 y el 3 de la misma fábrica, se encendieron en 1865 y 1872,

funcionando siempre al coque. Ni tan siquiera con la puesta en marcha; a fines de 1880, de los cuatro hornos de *San Francisco*, el número total de inhalaciones que fundían con combustible mineral superaba el de las alimentadas con carbón vegetal. Digno es de reseñar, sin embargo, que tales innovaciones, las más modernas, sólo se dieron en Vizcaya. El resto de los territorios históricos del País jamás se inició durante este período en la fusión al coque.

En cuanto a la tecnología del afino, el País vasco desconoció las afinerías tradicionales de la Europa preindustrial, por la simple razón de que hizo caso omiso durante aquel período histórico del procedimiento metalúrgico indirecto. En el ciclo de renovación tecnológica que analizamos pudo así implantar directamente el afino en hornos de bola *puddler* y trenes de laminación, ahorrándose el discurrir por aquella fase de la tecnología europea. Tan sólo alguna de las viejas instalaciones navarras y las más recientes de Alava mantuvieron, durante cierto

tiempo, alguna de sus afinerías tradicionales. Por lo general, la tecnología del pudelado con carbón mineral dominó y prevaleció, como signo, el más destacable, de modernidad y alineamiento tecnológico con la Europa avanzada.

Esta impresión primera puede, sin embargo, quedar reforzada, y también matizada, si ensayamos otra forma de aproximación, más rigurosa, al tema, a través no ya de la secuencia de implantación de modernas instalaciones, sino del volumen del producto elaborado en cada uno de estos tipos de instalación con procedimientos metalúrgicos diferentes.

El apéndice final, resumido en adjunto cuadro, pone de manifiesto bien a las claras que la mayor parte del producto del colado obtenido en los altos hornos, con anterioridad a 1880, no tenía otro destino que el afino para su conversión en hierro dulce, siendo más bien escasas las partidas de colado dedicadas al moldeo, a la venta interior o a la exportación.

**PRODUCCION Y DESTINO DEL COLADO**

(en t.m. y %)

|           | VIZCAYA          |                             | ALAVA, GUIPUZCOA, NAVARRA |       |            | TOTAL            |                  |
|-----------|------------------|-----------------------------|---------------------------|-------|------------|------------------|------------------|
|           | PRODUCCION ANUAL | DESTINO<br>afino lingotería | PRODUCCION ANUAL          | afino | lingotería | PRODUCCION ANUAL | afino lingotería |
| 1862-1879 | 12.186           | 67 33                       | 7.936                     | 60    | 40         | 20.122           | 64 36            |
| 1880-1886 | 75.326           | 28 72                       | 15.172                    | 63    | 37         | 90.498           | 34 66            |

Fuentes: *Estadística(s) Minera(s)*.

Como bien puede apreciarse, tan sólo desde 1880 las proporciones del destino del colado se invierten, en sincronía con el fuerte incremento de su producción. De igual manera que cambian, definitivamente, los porcentajes de arrabio obtenido con combustible mineral y vegetal. La exclusiva del hierro colado obtenido al carbón de madera resiste hasta 1865, pasándose en el decenio de los setenta hacia un relativo equilibrio que se quebrará desde 1880 a favor de la hegemonía de la fusión al coque para la

obtención de arrabio. Pero ello, conviene seguir recordando, exclusivamente en Vizcaya, dado que el resto de las provincias mantuvieron sus instalaciones alimentadas con combustible vegetal.

Reduciéndonos al producto final dominante, el hierro forjado, la lectura del presente cuadro nos empuja hacia conclusiones dignas de reseñar.

**ESTRUCTURA DE LA PRODUCCION DE H. FORJADO SEGUN PROCEDIMIENTOS TECNICOS (en %)**

|                                | VIZCAYA      |              |              |              | ALAVA, NAVARRA Y GUIPUZCOA |              |              |
|--------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------------------|--------------|--------------|
|                                | 1849-1859    | 1860-1871    | 1872-1880    | 1881-1886    | 1864-1871                  | 1872-1880    | 1881-1886    |
| <b>Procedimiento directo</b>   | <b>59,70</b> | <b>30,75</b> | <b>23,08</b> | <b>10,20</b> | <b>28,92</b>               | <b>15,55</b> | <b>1,76</b>  |
| ant. —ferrerías                | 45,98        | 5,25         | 0,58         | 0            | 28,92                      | 15,55        | 1,76         |
| mod. —Tourangin                | 0            | 13,86        | 22,50        | 10,20        | 0                          | 0            | 0            |
| —Chenot                        | 13,72        | 11,64        | 0            | 0            | 0                          | 0            | 0            |
| <b>Procedimiento indirecto</b> | <b>40,29</b> | <b>69,25</b> | <b>76,02</b> | <b>89,80</b> | <b>71,08</b>               | <b>84,45</b> | <b>98,24</b> |
| —c. vegetal                    | 38,78        | 26,05        | 39,53        | 58,27        | 71,08                      | 84,45        | 98,24        |
| —coque                         | 1,51         | 46,28        | 0            | 0            | 0                          | 0            | 0            |

Fuentes: *Estadística(s) Minera(s)* y I. de GOENAGA «El hierro de Vizcaya», *R.M.M.*, 1883, pp. 296 y ss.

Hasta 1859, el predominio productivo de hierro forjado recae sobre tecnologías de procedimiento directo y más concretamente sobre las ferrerías tradicionales que aún seguían produciendo tanto como las modernas plantas con sus altos hornos recién puestos en funcionamiento. Su porvenir, sin embargo, estaba desahuciado, como se manifiesta en las siguientes décadas, aunque su resistencia no fue pequeña en Guipúzcoa y Navarra, donde en la década de los 60 aún producción estos ingenios casi el 30% del total de hierro forjado. Tan sólo a la altura, otra vez, de los años 80 la hegemonía en la producción de hierro forjado pasa a las tecnologías de procedimiento indirecto, aunque con la advertencia, importante a retener, del peso decisivo que en la obtención de este hierro detentaban aún las instalaciones con combustible vegetal. Y entre medio, 1860-1880, la heterogeneidad de métodos con la relativa importancia de los directos, tradicionales o modernos, y la diversificación de la estructura productiva aparecen como la norma de unos ensayos de tanteo tras la búsqueda de una solución tecnológica definitiva para nuestra siderurgia.

Todos los «parámetros» desplegados apuntan a confirmar que lo conseguido en Inglaterra para comienzos de siglo y en el Continente rebasada la media centuria, en el País vasco no se alcanzó hasta después de 1880. El salto cualitativo -tecnológico y cuantitativo-productivo no se realizó hasta esas fechas, como es bien sabido. Pero ello, volvemos a advertir, tan sólo en Vizcaya. El ciclo de renovación y sustitución de la arcaica tecnología de los tradicionales ingenios, que se abrió en 1848, siguió en el País vasco, aunque con desfase cronológico en su arranque, las pautas del patrón tecnológico continental, caracterizado por la heterogeneidad y diversificación de la estructura productiva y por la primacía innovadora de la utilización de la nueva fuente de energía, el carbón mineral, en el pudelado antes que en la primera fusión. Pero tras el ciclo de reconversión, la fase de tecnología completamente moderna, en sus dos estadios, del hierro fue singularmente breve. Los convertidores de acero llegaron pronto, con escaso retraso respecto a Europa, penetrando de lleno el País Vasco en la «era del acero», aunque en los nuevos tiempos aún seguirán persistiendo elementos arcaizantes de la fase anterior.

En el momento de buscar relaciones causales a esta trayectoria de la tecnología siderúrgica vasca durante este período es preciso considerar muy atentamente el campo de hipótesis inicialmente esbozado y aplicarlo a la realidad económica del momento, iniciando por recono-

cer la situación del mercado español siderúrgico. Independientemente de toda valoración de causas, lo cierto, de hecho, es que tal mercado presentaba en comparación con sus similares europeos peculiaridades muy específicas por sus numerosas imperfecciones. La primera y principal característica, sus limitadas dimensiones. Limitadas, en principio, por el escaso grado de desarrollo de la economía española en la época y reducidas, aún más, por la fácil competencia de algunos productos extranjeros, dada la progresiva liberalización de la política arancelaria en aquel tiempo época de relativo librecambismo—, y por el desvío hacia empresas exteriores, por razón de franquicias y tarifas especiales, de la demanda ferroviaria, de la naval, de servicios urbanos y de ciertas industrias de transformados metálicos. Con la peculiaridad, reseñable por demás, de que el consumo de estos sectores se orientaba hacia determinados productos de la gama siderúrgica: laminados de gran sección, chapa y lingotera de fundición; productos de escasa calidad metalúrgica, de los más baratos —a excepción de la chapa— de la gama y donde mejor podían probar su eficiencia las modernas tecnologías del hierro. Ante este estado de cosas, la industria nacional, y dentro de ella la vasca, se veía —insistimos que de hecho— recluida a un determinado segmento de mercado, impulsado por la demanda de unos concretos ramos de actividad: la agricultura, principalmente, y, secundariamente, la industria armamentística y la metalurgia del cobre. La demanda de estos sectores se dirigía ahora hacia una lingotera con altas propiedades metalúrgicas y hacia los laminados finos y medios; productos, todos ellos, portadores de materias primas de gran valor y de una importante acumulación de trabajo, por tanto necesariamente caros —y por cierto innecesariamente protegidos— y donde la eficiencia de las instalaciones no era tan fácilmente demostrable. Se había, así, establecido una división del mercado español, según productos, entre industria nacional y extranjera, dadas las relaciones de competitividad —aupadas a veces por la protección, en el caso español— entre ambas industrias.

Este mercado, además, resultaba estar muy diversificado y desarticulado. Eran muchas las clases de hierro que la siderurgia española se veía obligada a fabricar en cantidades pequeñas, con las consiguientes repercusiones en el trabajo suplementario que el constante ajuste de los trenes de laminación suponía. La falta de integración del mercado español, fruto del grave problema del transporte que los siderúrgicos, todos, denuncian con conforme insistencia, tampoco facilitaba en exceso la división nacional del trabajo siderúrgico, viéndose obli-

gada cada región a producir «un poco de todo». Estrechez, demanda cualificada y diversificación/desintegración serían, en breve, las características generales del imperfecto mercado español en general y del segmento, en especial, reservado a la siderurgia nacional. Modelo de mercado que podía entrar en contradicción con las más modernas tecnologías, productoras de bienes muy estandarizados y de consumo masivo y podía también poner en entredicho la viabilidad de economías de escala, tan propias de los nuevos ingenios, exigentes, por demás, de un alto grado de capitalización. De hecho, con la potencia instalada, la sobrecapitalización del sector se manifestó en repetidas ocasiones por la vida intermitente o el cierre de determinados hornos y plantas.

La siderurgia vasca se dispuso a producir para este específico mercado, diseñando la renovación tecnológica ya conocida. La racionalidad del proceso es preciso ahora desmontarla advirtiendo las disponibilidades de recursos con que contaba y su optimización económica en las distintas tecnologías practicables cara a las específicas demandas del mercado. La producción de hierros en las variedades más cualificadas era técnicamente posible tanto por procedimientos directos como por indirectos. Pero a condición, en este último caso, de que los *inputs* empleados fuesen de calidad: minerales de relativa riqueza metálica y, sobre todo, carbones vegetales. La siderurgia vasca contaba en este sentido y momento con los siguientes recursos en gradación de disponibilidades: reinetas muy abundantes y ricas, bosques, al menos y aun suficientes y una asequibilidad física a dos importantes centros productores de carbón —Asturias y Gran Bretaña-, aunque el problema del transporte y de la política arancelaria podía limitar económicamente esta relativa disponibilidad física. Las alternativas siderúrgicas a seleccionar, contando con esta dotación de recursos en escala de disponibilidades, podían engendrar, y de hecho engendraron, un auténtico combinatorio de materias primas y tecnologías en vista a la más ajustada cobertura del mercado. Pero advirtiendo previamente que, para este combinatorio, la dotación del País en cuanto al *input* mineral era, como es bien sabido, no sólo abundante en cantidad y rica en calidad sino, cosa que en ocasiones se olvida, bastante variada. Y esta variedad de minerales no era homologable por un mismo rasero de resultados. La relación de sustitución de los *inputs* no era ni infinita ni indeterminada. Para la obtención de las diferentes variedades de *output* de la gama siderúrgica, según procedimientos metalúrgicos, se aprendió empíricamente a emplear una determinada clase

—o mezclas— de mineral que no eran fácilmente intercambiables.

Las ferrerías tradicionales, por ejemplo, desde siempre habían utilizado la mena dulce de Somorrostro. Utilización que fue continuada en aquellos días por los modernos hornos de metalurgia directa. Había, no obstante, entre estos dos sistemas un diferencial tal de costes, a causa del ahorro de combustible, que, a relativa igualdad de sus *outputs* respectivos, las diferencias de precios eran más que sensibles. El fin de las pluriseculares ferrerías era predecible. Las diferencias de capital también actuaban, sin embargo, sobre las distintas posibilidades de sobrevivencia de los modernos sistemas directos. Las pocas modificaciones que un horno Tourangin suponía respecto a las antiguas ferrerías no significaban una carga financiera inicial tan gravosa que repercutiera en la elevación de los precios finales de sus producciones. No así en los Chenots, cuya mayor exigencia en capital —tanto como la de un horno alto— y sus mayores complicaciones técnicas aconsejaron no prolongar la experiencia, sustituyéndolos por tecnologías indirectas, más rentables. Pero entre la alternativa de la fundición en estos altos hornos con carbón fósil o de madera, la siderurgia vasca optó, mayoritariamente y por tiempo, por el combustible tradicional, al ser tal solución económicamente más viable, mientras no se modificaran las disponibilidades del País en carbón mineral.

Estos hornos de carbón vegetal se sirvieron preferentemente de los oligistos de Ollargan. Todos los altos hornos de carbón vegetal del País, sin excepción, lo beneficiaron o en exclusiva o mezclados con los de otra procedencia. Jamás, sin embargo, emplearon ni «campanil» ni «rubio», que eran las variedades que se exportaban. Las razones de esta opción preferente radicaban en la alta fusibilidad de estos oligistos —bien acoplados así a la menor potencia calórica del carbón vegetal, reduciendo con ello su consumo— y en la «calidad superior de hierro que en definitiva se obtiene y que compite por su maleabilidad con los mejores de las ferrerías y de los hornos de hierro -esponja».

Al primer horno vizcaíno que utilizó coque y minerales de Somorrostro en la fundición, no le auguraron los contemporáneos buenos resultados y menos aún capacidad competitiva con los productos asturianos. O bien porque las cualidades de aquel mineral se diluían con las modernas tecnologías, produciendo un hierro «común y corriente» realmente irrentable ante sus posibilidades alternativas de utilización en otras tecnologías, o también porque el combus-

tible empleado, de procedencia astur o británica, repercutía tanto en los costes que lo hacía incompetitivo. Así, la siderurgia vasca fue diseñando en la relación producto-tecnología-materias primas un concreto cuadro de combinaciones en el que la tecnología se fue ajustando a la proporción de factores disponibles: mena de Somorrostro —carbón vegetal— procedimientos directos; oligistos de Ollargan —carbón vegetal— procedimiento indirecto y, minoritaria y tardíamente, minerales de Somorrostro —coque (importado)— procedimiento indirecto. Y se fue dibujando, también, una tácita división nacional del trabajo siderúrgico: Asturias, hierros algo más comunes y País vasco, hierros de mayor calidad, en razón de las incompetitividads cruzadas entre productos fabricados por regiones con disposición diferente de recursos. A medida que los precios del combustible mineral situado en el puerto de Bilbao fueron descendiendo en el transcurso del período histórico a que nos referimos, aquellas combinaciones y la heterogeneidad de la estructura productiva fueron centrándose sobre la tecnología más moderna hasta convertirla en hegemónica. Tras la aparición de la tecnología de los convertidores de acero, con la posibilidad de utilización masiva de minerales poco fosforados, como eran los de Somorrostro, y con los importantes ahorros que comportaban, tanto

en mano de obra como, sobre todo, en combustible, el salto hacia la «era del acero», fue relativamente pronto y la competitividad internacional de la siderurgia vasca volvió a renacer.

Uno de los problemas más cruciales de la siderurgia vasca fue siempre el del combustible. Y el gran diferencial de disponibilidad relativas entre minerales y combustibles, una de las razones más poderosas de su atraso tecnológico. Todos los mejores empeños de los empresarios se orientaron hacia la economía del combustible, cuestión en la que no escatimaron recursos. Primero fue la inyección directa de aire caliente en el horno y luego sería el aprovechamiento de los gases desprendidos en la boca del horno, reemplazándolos para el calentamiento del «viento» introducido por las toberas, aunque la experiencia de pérdida de calidad del producto así resultante desaconsejó en ciertos casos —como en el de Bacaicoa— el empleo de las estufas de aire caliente. Con el advenimiento de los convertidores, el «problema carbonífero» se alivió enormemente. En la función técnica de producción, el coeficiente de los *inputs* para la producción de un producto mínimamente homologable se contrajo más que sensiblemente, como lo patentiza la tabla adjunta. Ahorro que también se produjo, relativamente, en la mano de obra.

COEFICIENTE DE LOS INPUTS SIDERÚRGICOS EN DISTINTAS TECNOLOGÍAS

| FABRICAS      | FERRERIAS NAVARRAS | ARAYA                | EL CARMEN | A. H. BILBAO     |           |
|---------------|--------------------|----------------------|-----------|------------------|-----------|
| producto      | h. en barras       | h. pudelado en bruto |           | acero en lingote |           |
| carbón        | vegetal            | vegetal              | mineral   | (M. Siemens)     | (Besemer) |
| coef. mineral | 2.88               | 2.64                 | 2.41      | 2.39             | 2.23      |
| coef. carbón  | 4.32               | 2.32                 | 2.32      | 1.75             | 1.37      |

Fuentes: *Información sobre el derecho diferencial de bandera y sobre los de aduanas*. T. II. Hierros. Madrid, 1867 y *La reforma arancelaria y los tratados de comercio*. T. I. Madrid, 1890.

La reducción de los coeficientes del carbón con los convertidores —«da manufactura del hierro sin combustible»—, unida al descenso del precio del coque traído de Gran Bretaña —gracias a la liberalización de la política de importaciones de carbón— y al ahorro de mano de obra, aconsejaban la rápida adopción de la nueva tecnología que sustituía trabajo y recursos naturales por capital, optimizando, además, el empleo de unos minerales de los que Vizcaya disponía de forma oligopolística. El declive del resto de los distritos industriales vascos y españoles era preconizable y la hegemonía siderúrgica se recondujo una vez más hacia Vizcaya, dadas las altas cotas de competi-

tividad —reflejadas en los precios— alcanzadas por este distrito dentro del mercado español. Inclusive, esta competitividad le permitió renovar su capacidad de penetración en los mercados exteriores.

La recuperación de las seculares glorias de la siderurgia vasca —para el caso, ahora vizcaína— se produjo, sin embargo, en momentos de nuevo cambio tecnológico y de política económica. El giro generalizado hacia el proteccionismo en la economía mundial, a las postrimerías del siglo, y la innovación aportada por el método Gilchrist Thomas para el empleo de minerales fosforados en la producción de acero al-

teró bruscamente la ventaja comparativa que disfrutaba Vizcaya en el mercado nacional e internacional. La vuelta a la política proteccionista era otra vez indispensable para preservar esta pérdida de competitividad. La reserva de un mercado nacional donde pudiese desplegar una política de sustitución de importaciones permitió continuar —como así lo fue— el renovado esplendor de la siderurgia vasca, cara al menos a su propio mercado.

El atraso tecnológico de la siderurgia vasca, fenómeno histórico constante de su plurisecular historia, difícilmente puede atribuirse, tanto en la era preindustrial como en la industrial, a ninguna presumible incapacidad del pueblo vasco en cuestiones técnicas o a su tradicionalismo atávico, ni a la falta siquiera de conocimientos teóricos o de medios financieros. Tal atraso encuentra sus fundamentales razones en instancias económicas. Durante tiempo, en la era preindustrial, el atraso fue resultando compatible con un nivel mínimo de eficiencia económica, gracias a la riqueza de los minerales vascos y a las virtudes de sus productos o a la política económica practicada que neutralizaba su incompetitividad internacional. Cuando con el advenimiento del librecambismo

y de la nueva tecnología, en la época industrial, se pusieron a la intemperie los problemas de fondo de nuestra siderurgia, obligándola a modernizarse para sobrevivir, la renovación tecnológica fue conducida con una ágil y prudente estrategia de adaptación a las condiciones del mercado y de los recursos económicamente más disponibles para la selección evolutiva de entre las tecnologías más acordes, aunque no fueran las más modernas, a las variaciones del mercado. Una estrategia modernizadora más acelerada no hubiera entonces conducido, previsiblemente, a nada más que a la sobrecapitalización irrentable del sector. Sólo a partir del momento en que se contó con una tecnología acorde con la disponibilidad de factores del País, ahorradora del recurso natural más defectivo, el combustible mineral —momento que coincidió con una asequibilidad mayor a tal recurso—, la siderurgia vasca acertó distancias en su atraso tecnológico, alineándose con los países más avanzados de la Europa del momento. Su atraso o vanguardismo tecnológico obedecen, en suma, a razones esencialmente de rango económico, resumibles en la interadecuación entre tecnologías practicables y disponibilidad relativa de factores y recursos frente a la naturaleza y condiciones del mercado, que condicionan la viabilidad económica de tal ajuste y adecuación.

#### BIBLIOGRAFIA sumaria de referencia.

ALMUNIA, J., *Contribución de la Real Sociedad Vascongada al progreso de la siderurgia española del siglo XVIII*, C.S.I.C., Madrid, 1951.

BILBAO, L. M., «Renovación tecnológica y estructura del sector siderúrgico en el País Vasco durante la primera etapa de la industrialización (1848- 1880). Aproximación comparativa con la industria textil de Cataluña». Comunicación al *Primer Coloquio vasco-catalán de Historia*. Sitges, 20-22 de Diciembre de 1982 (en prensa).

BILBAO, L.M. y FERNANDEZ DE PINEDO, E., «Auge y crisis de la siderometalurgia tradicional en el País Vasco (1700- 1850)», en *La economía española al final del Antiguo Régimen*, t. II, *Manufacturas* (Tedde P. editor). Alianza Editorial/Banco de España, Madrid, 1982, pp. 135 a 228.

FERNANDEZ DE PINEDO, E., «Nacimiento y consolidación de la moderna siderurgia vasca

(1849-1913): el caso de Vizcaya», en *Información comercial española*, 598 (1983), pp. 9 a 19.

GONZALEZ PORTILLA, M. *La formación de la sociedad capitalista en el País Vasco (1876-1913)*, L. Haranburu edtr., San Sebastián, 1981.

LANDES, D. S., *Progreso tecnológico y Revolución industrial*. Ed. Tecnos, Madrid, 1979.

NADAL, J., *El fracaso de la Revolución Industrial en España, 1814-1913*. Ed. Ariel, Barcelona, 1975.

ROSENBERG, N., «Technological Progress and Economic Growth» in *Technical Change, Employment and Investment. (Theme A 3 at the International Economic History Congress, Budapest 1982)*, (Jorberg, L. and Rosenberg, N. eds.). University of Lund, 1982, pp. 7 a 27.

SANCHEZ RAMOS, F., *La economía siderúrgica española*. C.S.I.C., t. I, Madrid, 1945.

PRODUCCION DE HIERRO EN EL PAIS VASCO (1844-1886)

ALAVA, GUIPUZCOA y NAVARRA

VIZCAYA

|      | HIERRO FORJADO |       |        | HIERRO COLADO        |         |        |         | HIERRO FORJADO |         |       | HIERRO COLADO  |         |         |         |
|------|----------------|-------|--------|----------------------|---------|--------|---------|----------------|---------|-------|----------------|---------|---------|---------|
|      | (1)            | (2)   | (3)    | TOTAL<br>(4+5) (6+7) | (4)     | (5)    | (6)     | (7)            | (1)     | (3)   | TOTAL<br>(1+3) | (4)     |         | (6)     |
| 1844 | 3.484          | -     | -      | 3.484                | -       | -      | -       | -              | (8.405) | -     | 8.405          | 2.219   | -       | -       |
| 1845 | 3.384          | -     | -      | 3.384                | -       | -      | -       | -              | (5.708) | -     | 5.708          | 4.278   | -       | -       |
| 1848 | 3.650          | -     | -      | 3.650                | -       | -      | -       | -              | (9.748) | -     | 9.748          | 4.484   | -       | -       |
| 1856 | -              | -     | -      | 3.196                | 3.158   | -      | -       | -              | -       | -     | 5.943          | 2.161   | -       | -       |
| 1861 | -              | -     | -      | 9.465                | -       | -      | -       | -              | -       | -     | 5.461          | (3.016) | -       | -       |
| 1862 | -              | -     | -      | 10.849               | 8.658   | -      | -       | -              | -       | -     | 7.419          | 7.138   | -       | -       |
| 1863 | -              | -     | -      | 12.918               | 12.556  | -      | -       | -              | -       | -     | 8.141          | 6.814   | -       | -       |
| 1864 | 336            | 4.200 | 8.920  | 13.456               | -       | -      | 8.444   | 4.456          | 2.960   | 4.621 | 7.581          | 5.227   | 890     | -       |
| 1865 | 91             | 3.770 | 6.110  | 12.900               | -       | -      | -       | -              | 2.384   | 3.432 | 5.816          | 6.384   | 4.350   | 2.600   |
| 1866 | 91             | 3.010 | 8.140  | 11.241               | 9.759   | -      | 8.149   | 1.610          | 1.327   | 3.984 | 5.311          | 7.676   | 6.730   | 946     |
| 1867 | 0              | 3.240 | 6.340  | 9.580                | 10.000  | -      | (6.200) | (3.800)        | -       | -     | 6.173          | 9.956   | -       | -       |
| 1868 | -              | -     | -      | 9.164                | 11.110  | -      | -       | -              | -       | -     | 7.083          | (9.258) | -       | -       |
| 1869 | 0              | 3.632 | 7.400  | 11.032               | 10.420  | -      | 3.660   | 6.760          | -       | -     | 7.083          | (9.258) | -       | -       |
| 1870 | 572            | 3.450 | 8.300  | 12.322               | 12.310  | 10.760 | 5.010   | 7.300          | 1.286   | 4.950 | 6.536          | 10.110  | 6.900   | 3.210   |
| 1871 | 346            | 3.970 | 8.918  | 13.234               | 15.455  | -      | -       | -              | 1.241   | 5.314 | 6.555          | 10.948  | 7.284   | 3.664   |
| 1872 | 0              | 4.290 | 8.880  | 13.180               | 14.800  | -      | -       | -              | 1.241   | 5.082 | 6.323          | 10.380  | 6.520   | 3.860   |
| 1873 | 0              | 2.300 | 5.000  | 7.300                | 9.065   | -      | -       | -              | 1.166   | 2.110 | 3.276          | 6.302   | 2.775   | 3.527   |
| 1874 | 0              | -     | 1.000  | (1.000)              | 1.440   | 0      | 1.440   | 1.383          | 748     | 1.977 | 2.725          | 4.250   | 0       | 4.250   |
| 1875 | 0              | -     | 2.000  | (2.000)              | 2.900   | -      | -       | 2.900          | 286     | 0     | 286            | 1.756   | 0       | 1.756   |
| 1876 | 0              | 1.800 | 7.636  | 9.436                | -       | -      | -       | -              | 700     | 1.600 | 2.300          | -       | -       | 1.178   |
| 1877 | 250            | 2.878 | 10.300 | 13.480               | 21.906  | -      | 4.906   | 17.000         | 528     | 5.030 | 5.558          | 8.446   | 6.158   | 2.288   |
| 1878 | 250            | 3.270 | 10.130 | 13.650               | 17.460  | -      | 5.460   | 12.400         | 526     | 5.982 | 6.508          | 13.474  | 8.205   | 5.269   |
| 1879 | (20)           | 2.708 | 11.300 | 14.028               | 20.542  | -      | -       | -              | 456     | 6.100 | 6.556          | 14.647  | 8.719   | 5.928   |
| 1880 | 0              | 2.871 | 12.500 | 15.371               | 34.202  | -      | -       | 18.120         | 386     | 4.900 | 5.286          | 15.356  | (6.370) | (8.956) |
| 1881 | 0              | 2.999 | 13.169 | 16.168               | 62.995  | -      | -       | 18.813         | 0       | 7.458 | 7.458          | 13.104  | 10.654  | 2.450   |
| 1882 | 0              | 1.500 | 18.080 | 19.580               | 58.923  | -      | 14.779  | 44.144         | 160     | 7.950 | 8.110          | 14.207  | 11.257  | 2.950   |
| 1883 | 0              | 1.840 | 15.455 | 17.295               | 85.233  | -      | -       | 22.079         | 140     | 8.067 | 8.207          | 14.600  | 12.083  | 2.517   |
| 1884 | 0              | 1.500 | 16.723 | 18.223               | 68.139  | -      | -       | 23.890         | 175     | 4.499 | 4.674          | 15.484  | 6.428   | 9.056   |
| 1885 | 0              | 1.500 | 16.162 | 17.662               | 108.291 | -      | -       | 23.089         | 161     | 4.787 | 4.948          | 15.642  | 6.748   | 8.894   |
| 1886 | 0              | 1.288 | 13.912 | 15.200               | 109.503 | -      | -       | 19.874         | 127     | 9.083 | 9.210          | 14.555  | 12.976  | 1.579   |

(1) Hierro forjado obtenido por procedimiento directo en sistemas antiguos de forja a la catalana (ferrerías).

(2) *Ibidem* ..... en sistemas modernos (Chenot, Gurlt y Tourangin).

(3) Hierro forjado obtenido por procedimiento indirecto (afino del colado).

(4) Hierro colado obtenido como producto primario, en hornos altos al carbón vegetal.

(5) *Ibidem* ..... en hornos altos al coque.

(6) Hierro colado (fracción del total primario obtenido) destinado al afino.

(7) *Ibidem* ..... remanente como producto final (para venta en lingotes o para fundición).

(a) Una fracción, desconocida (pero probablemente no superior al 15%), procede del afino realizado en Navarra.

- Sin información.

( ) Información dudosa.

Fuentes: 1844-1848, *Anales de Minas*; 1856-1886, *Estadística(s) Minera(s)*.