

ATRASO E INNOVACIÓN TECNOLÓGICOS EN LA SIDERURGIA GUIPUZCOANA DURANTE EL ANTIGUO RÉGIMEN

Technological backwardness and innovation in iron industry of Gipúzcoa during the Ancien Régime

Álvaro ARAGÓN RUANO

Universidad del País Vasco

Correo-e: alvaro.aragon@ehu.es

RESUMEN: Durante décadas la historiografía ha considerado que la siderurgia vasca, y dentro de ella la guipuzcoana, sufrió un claro «atraso tecnológico», anclada en los métodos directos, en un momento de expansión mundial de los sistemas indirectos. El presente artículo hace un análisis diacrónico de la evolución tecnológica de la mencionada actividad entre los siglos XIII y XIX, centrando su discurso, tanto en los intentos e iniciativas innovadoras, tratando de desentrañar las verdaderas razones que llevaron dichos proyectos innovadores al éxito o al fracaso, como en las continuidades. En definitiva, se trata de matizar y relativizar el mencionado concepto.

Palabras clave: ferrerías, Guipúzcoa, siglos XIII-XIX, innovación.

ABSTRACT: During so long, historiography has considered that Basque iron industry, also Gipuzkoan iron industry, suffered a clear «technological backwardness», anchored in direct methods, while the indirect one was wide spreading around the world. The aim of this article is to make a diachronic analysis about the technological evolution of mentioned activity, from the 13th to the 19th centuries, focusing on the innovation attempts, going deep to the real reasons which are behind their success or their failure, and on the continuities. In short, it tries to clarify mentioned concept.

Key words: forges, Guipúzcoa, 13th-19th centuries, innovation.

INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente la historiografía vasca ha venido defendiendo el endémico atraso tecnológico de la industria siderúrgica vasca, sobre todo en comparación con otros modelos europeos más avanzados y precoces; atraso que ha servido de piedra angular para la argumentación de una supuesta crisis de dicha actividad a partir del siglo XVII. Han sido diversas las razones apuntadas para explicar el aparente atraso tecnológico: el régimen de propiedad de las unidades de explotación, las limitaciones marcadas por la geografía y el clima, las vicisitudes experimentadas por la política exterior y comercial española, la competencia extranjera, la escasez de materia prima o la inflación de los precios¹. En esa línea hay autores que, sorpresivamente, afirman que el atraso tecnológico no está motivado por un desconocimiento de la existencia de la nueva tecnología, tampoco por las dificultades de implantación de los nuevos métodos o disponibilidad de capital o materias primas, pues hubo intentos de introducir el sistema indirecto a principios del siglo XVII que fueron rechazados; en su lugar, se buscó compensar la falta de competitividad del hierro vasco con medidas proteccionistas de tipo mercantilista². Sin desmerecer las aportaciones llevadas a cabo por algunos autores ya clásicos, en la actualidad el acceso a nueva documentación puesta al público y un uso alejado del mero cuantitativismo y estadística nos permiten dibujar un discurso argumentativo más amplio y matizado. En esta ocasión y a través de la presente

1. AZPIAZU ELORZA, J. A.: *Sociedad y vida social vasca en el siglo XVI. Mercaderes guipuzcoanos*. San Sebastián, 1990, tomo I, p. 302; BILBAO BILBAO, L. M.: «Transformaciones económicas en el País Vasco durante los siglos XVI y XVII», en VV.AA.: *Historia del Pueblo Vasco*. San Sebastián, 1978, t. II, pp. 111-143; BILBAO BILBAO, L. M.: «La industria siderometalúrgica tradicional en el País Vasco (1450-1720)», *Hacienda Pública Española*, 108-109, 1987, pp. 47-63; BILBAO BILBAO, L. M.: «La siderurgia vasca, 1700-1885: atraso tecnológico, política arancelaria y eficiencia económica», en *Actas del IX Congreso de Estudios Vascos*. Bilbao, 1983, pp. 79-93; BILBAO BILBAO, L. M. y FERNÁNDEZ DE PINEDO, E.: «Auge y crisis de la siderometalurgia tradicional en el País Vasco (1700-1850)», en VV.AA.: *La economía española al final del Antiguo Régimen*. Madrid, 1982, vol. 2, pp. 134-228; CARRIÓN ARREGUI, I. M.: *La siderurgia guipuzcoana en el siglo XVIII*. Bilbao, 1991, pp. 100-107; FERNÁNDEZ DE PINEDO, E.: *Crecimiento económico y transformaciones sociales del País Vasco (1100-1850)*. Madrid, 1974, pp. 29-33; FERNÁNDEZ ALBALADEJO, P.: *La crisis del Antiguo Régimen en Guipúzcoa, 1766-1833. Cambio económico e historia*. Madrid, 1975, pp. 52-65; GONZÁLEZ GONZÁLEZ, A. F.: *La realidad económica guipuzcoana en los años de superación de la crisis económica del siglo XVII (1680-1730)*. San Sebastián, 1994, pp. 206-212, 255-277; URIARTE AYO, R.: *Estructura, desarrollo y crisis de la siderurgia tradicional vizcaína (1700-1840)*. Bilbao, 1988; URIARTE AYO, R.: «Administraciones públicas, iniciativa privada y repoblación forestal en el País Vasco atlántico (1850-1936)», en GONZÁLEZ RUIZ, L. y MATÉS BARRO, J. A. (coords.): *La modernización económica de los ayuntamientos: servicios públicos, finanzas y gobiernos municipales*. Jaén, 2008, pp. 239-268.

2. CARRIÓN ARREGUI, I. M.: *La siderurgia guipuzcoana en el siglo XVIII*. Bilbao, 1991, p. 101.

investigación se pretende sobre todo analizar qué hay de cierto en ese supuesto atraso tecnológico.

La industria ferrona no tardó mucho tiempo en desarrollarse ampliamente en el arco cantábrico vasco. Fue el territorio alavés donde las ferrerías de monte o *haizeolas* tuvieron una mayor implantación hasta el siglo XIII, como parece indicar el hecho de que en los conocidos votos de San Millán el territorio alavés rentara por medio de «rejas» de hierro, mientras que los territorios vizcaínos y guipuzcoanos lo hacían por medio de «...unaquaque, singulos boves...»³, lo que reafirma el predominio de la dedicación ganadera vacuna en dicho territorio para estas fechas. Ello no quiere decir que en Guipúzcoa no existiesen para entonces *haizeolas*, como se ha encargado de demostrar la arqueología en yacimientos como Arbiun (Zarauz), San Esteban de Goiburu (Andoain) y Astigarribia (Motrico), donde han aparecido claros ejemplos de factorías siderúrgicas de los siglos IV y XI d.C.⁴

1. LA GENERALIZACIÓN DE LA ENERGÍA HIDRÁULICA Y EL SUPUESTO RECHAZO DE INNOVACIONES DURANTE LOS SIGLOS XVI Y XVII

Pero a partir del siglo XIII, el empleo de la energía hidráulica –aunque no fue hasta mediados del siglo XV cuando aparecerá perfectamente arraigada en el ámbito vasco–, y la introducción de una serie de innovaciones que se amoldaban perfectamente a las características orográficas y climatológicas de Guipúzcoa permitieron el despegue de la actividad siderúrgica, convirtiéndola en la principal actividad productiva. La aplicación de la energía hidráulica a los ingenios ferrones guipuzcoanos habilitó la ampliación de la producción y trajo consigo la expansión del fenómeno ferrón por toda la provincia, con lo que el número de factorías creció considerablemente⁵. Una muestra clara de esa expansión fue la concesión del Fuero de ferrerías a los ferrones y señores de ferrerías de Irún-Oyarzun de manos de Alfonso XI en 1328, que se haría extensivo al valle de Marquina de Suso en 1335 y a la Merindad de Guipúzcoa en 1338, viendo legalizada una explotación enraizada en el tiempo, «...para que les fuesen guardados sus derechos e vsos e costumbres segund que los ovieron en tiempo de los otros

3. GARCÍA DE CORTÁZAR, J. A.: «La sociedad guipuzcoana antes del fuero de San Sebastián», en *Congreso «El Fuero de San Sebastián y su época»*. San Sebastián, 1982, p. 95.

4. ETXEZARRAGA ORTUONDO, J.: «Paleometalurgia del hierro en el País Vasco Cantábrico: las *haizeolak*. Un estado de la cuestión», *Munibe* (Antropología-Arkeología), 56, 2004, pp. 87-104; PÉREZ CENTENO, J. M. y ALBERDI LONBIDE, X.: «Acometida de aguas en el barrio de Astigarribia (Mutriku)», *Arkeoikuska* 2006, 2006.

5. BILBAO BILBAO, L. M.: «Introducción y aplicaciones de la energía hidráulica en la siderurgia vasca, siglos XIII-XVII. Addenda et corrigenda a una versión historiográfica», *Studia Historica. Historia Moderna*, 5, 1987, p. 67.

reyes onde nos venimos...», que permitía a los ferrones surtirse de madera de los montes de realengo de toda la provincia, exceptuando los montes particulares. Ya existía un precedente, al disponer Alfonso X, en 1262, que las venas de Mondragón se labrasen en la villa, pudiendo abastecerse sus ferrones de todo el carbón y la leña necesarios para ello⁶. Parece que la aplicación del método de forja catalana fue más tardía en el Señorío de Vizcaya, lo cual es lógico porque su expansión parece haberse producido de Este a Oeste desde el Pirineo Catalán. Tal vez eso explique la aplicación tardía del Fuero de ferrerías en el caso vizcaíno, que tuvo que esperar hasta 1440.

Se iniciaba así un período de predominio de las actividades siderúrgicas en la economía guipuzcoana que se extendería durante toda la Edad Moderna. A partir de este momento, tanto en Vizcaya como en Guipúzcoa, aunque con diferencias en el tiempo y la forma, se fueron produciendo pequeñas modificaciones y mejoras tecnológicas. Estamos de acuerdo con Valentín Vázquez de Prada cuando asegura que

... no ha de olvidarse que la ferrería, por ser una unidad de producción y enmarcada en un contexto económico y social tan amplio, no permanece igual, sino que vive al compás del tiempo, evoluciona e introduce nuevos métodos surgidos de invenciones surgidas aquí, en el País, o venidas de fuera...⁷.

A comienzos del siglo XVI surgieron los martinetes o ferrerías menores, también conocidas como tiraderas, cuya función esencial era la de estirar los tochos forjados en las ferrerías mayores. La introducción del martinete comportó la necesidad de ampliar el tamaño de la rueda de las ferrerías mayores y modificar el trazado general de las mismas. Entre 1540 y 1570 se produjo y asentó la expansión del sistema *genovés* –cuyo presunto origen era italiano–, que supuso la aplicación de sistemas hidráulicos más eficientes en la mecánica general de las ferrerías dotadas de martinete, acabando de esa forma por mecanizar todo el proceso productivo⁸. Posteriormente, entre el último tercio del siglo XVI y el primer tercio del siglo XVII se perciben algunos cambios, si no tanto tecnológicos, sí en la organización de la producción. Con la introducción del martinete se acabó estableciendo una división del proceso de trabajo entre las ferrerías mayores, dedicadas a la reducción del mineral y a la elaboración primaria del

6. CRESPO RICO, M. A.; CRUZ MUNDET, J. R. y GÓMEZ LAGO, J. M.: *Colección documental del archivo municipal de Mondragón*. San Sebastián, 1992, tomo I, p. 4.

7. VÁZQUEZ DE PRADA, V.: «Las ferrerías tradicionales del País Vasco», *Ernao: Revista de Historia de Euskal Herria*, 12, 1985, pp. 19-35.

8. BILBAO BILBAO, L. M.: «Introducción y aplicaciones...», *op. cit.*, pp. 67-75; BILBAO BILBAO, L. M.: «La industria siderometalúrgica...», *op. cit.*, p. 57.

hierro, y las ferrerías menores, aplicadas a la transformación del producto primario salido de las primeras en hierros comerciales, semiacabados y manufacturados⁹. En realidad, se produjo una concentración de las actividades, de forma que la mayor parte de las instalaciones pasaron a contar con ferrería mayor y ferrería menor, que lógicamente estiraba el hierro tocho producido en las primeras. Junto a estas transformaciones, no obstante, hubo intentos por introducir nuevas tecnologías.

A pesar de lo que afirman algunos autores¹⁰, sobre la negativa a introducir la nueva tecnología indirecta, hacia 1616 en Vizcaya y 1622 en Guipúzcoa, y sobre el rechazo a otras innovaciones como la fandería¹¹, en 1590 y 1616, y el sistema de inyección de aire por trompas, hacia 1623, se debe matizar que en realidad la oposición era a su implantación en régimen de monopolio, que de producirse hubiese provocado una desestructuración de los mercados laborales y económicos de ambos territorios. En 1616 el flamenco Juan de Curcio, apoyado por Ortuño de Ugarte, intentó introducir, primero en Vizcaya y posteriormente en Guipúzcoa, el sistema indirecto, pero el proyecto fue rechazado en ambos por ir contra los Fueros¹², ya que solicitaba una explotación monopolística con concesión de privilegio real en exclusiva, por lo que finalmente se dirigieron a Santander, donde se pusieron en funcionamiento los primeros altos hornos de Liérganes¹³.

No obstante, hubo ciertos antecedentes que la historiografía ha ignorado. En el año 1596, en las Juntas Generales celebradas en Hernani, la villa de Guetaria propuso el establecimiento en la provincia de una fábrica de hierro colado para la confección de artillería. Según las instituciones provinciales, la fabricación de artillería beneficiaría a la corona, porque resultaría más barata que en cualquier otro lugar, y a sí misma. Al parecer, ya se habían llevado a cabo algunos ensayos, como el que debió protagonizar el capitán general de artillería, don Francés de Álava. Una de las potencialidades de Guipúzcoa era que, de establecer la mencionada fábrica, se podrían confeccionar balas de hierro, coseletes, municiones y otras armas, «... por aver aca el metal con que se azen...». Además, frente a Navarra, por entonces principal competidora y que finalmente se llevó el proyecto, Guipúzcoa podía ofrecer facilidades en la fabricación de pólvora,

9. BILBAO BILBAO, L. M.: «La industria siderometalúrgica...», *op. cit.*, p. 57.

10. *Ibidem*, p. 57.

11. Las funciones de las fanderías eran, por un lado, dividir, labrar y cultivar el hierro y, por otro, aplanar, alargar y tersarlo. ODRIOZOLA OYARBIDE, M. L.: «La fandería de Aragoiriola en el siglo XVIII», *Bilduma*, 5, 1991, pp. 51-38; ARTEAGA ARTIGAS, M.: «El complejo siderúrgico...», *op. cit.*, pp. 9-22; CARRIÓN ARREGUI, I. M.: «La fabricación...», *op. cit.*, p. 568.

12. Concretamente el capítulo II del Título XXVIII de los Fueros guipuzcoanos prohibía la formación de ligas, monopolios o monipodios, confederaciones y obligaciones. *Fuero de Guipúzcoa*. Bilbao, 1981, p. 288.

13. CARRIÓN ARREGUI, I. M.: *La siderurgia guipuzcoana...*, *op. cit.*, pp. 101-102.

gracias a la existencia de amplias zonas de avellano y demás materiales precisos para ello. Guipúzcoa inició una verdadera campaña de «marketing» en la corte. En un primer momento, se ordenó a los diputados que se informasen del desarrollo del proyecto, así en Guipúzcoa como en Navarra, escribiendo al veedor de la Real Fábrica de Armas de Plasencia, el capitán Jerónimo de Aibar, y a cuantas personas considerasen oportuno. Una vez recabada la suficiente información, el diputado y el letrado de la provincia redactarían un despacho al agente en corte, para que practicase las diligencias necesarias ante el rey y sus funcionarios. En 1597 los procuradores junteros de San Sebastián, Tolosa, Mondragón, Villafranca, Rentería y Bartolomé de Alzola, en nombre de Elgóibar, enviaron un memorial a Felipe II, sobre la conveniencia de que se estableciese la mencionada fundición de hierro para la fabricación de artillería.

Los mencionados procuradores insistían en la conveniencia del proyecto, puesto que los particulares constructores de naos se veían obligados a importar la artillería desde reinos extraños, incluso aunque no fuese adecuada, a precios en torno a los 6 ducados cada quintal de 100 libras; ganancia que además iba a parar a las arcas enemigas. Por ello precisamente las naos llevaban la mitad de la artillería que debían, siendo además de mala calidad; se calculaba que el rey tenía más de 30.000 ducados en artillería repartida por todo su reino. Aseguraban que en el valle de Alzola y Mendaro, jurisdicción de Elgóibar, existían ferrerías donde establecer la fundición: seis ferrerías que labraban hierro de calidad, del que se abastecía la Real Fábrica de Armas de Plasencia; operarios especializados; y la leña y carbón necesarios. En caso de necesitar hierro basto, se podría transportar por mar desde Rentería, no costando más que el quintal macho de la tierra de 150 libras, que por entonces estaba en torno a 28 reales. Hecha la fundición, habría siempre cantidades importantes de artillería, pudiendo estar artillados todos los bajeles. A los dueños de naos se les podría conceder la artillería fiada, en lugar del préstamo en dinero que se les daba, pues por el precio con el que entonces obtenían seis piezas desde el extranjero, se podrían llevar diez propias. De esta forma los barcos estarían bien artillados con cañones de hierro y no de bronce, pudiendo, cuando el rey lo demandase, añadirles estos últimos. La fundición se podría financiar con los empréstitos que se habían concedido a los constructores navales. Para ello se debería mandar acudir a un especialista o «artífice» fundidor de hierro, para hacer bien la mezcla de minerales. Los dos primeros años podrían ocuparse los ferrones guipuzcoanos, hasta que el rey trajese al artífice. En caso de establecerse en Elgóibar la fundición, el veedor contador y pagador de Plasencia podría acudir a ella con facilidad, teniendo allí una persona de confianza. Al parecer, en la villa de Mondragón en fechas cercanas se había llevado a cabo un ensayo –no sabemos si se trata del mismo en el que participó el capitán general de artillería, don Francés de Álava–, en el que se fundieron dos piezas de artillería: una

de ellas fue de mala calidad, por no habersele dado la cantidad de metal necesaria, pero la otra fue de gran calidad, siendo presentada en la corte. La provincia y algunas villas como Azcoitia trataron de aprovecharse de la mediación de personajes bien instalados en la corte como el cronista real, Esteban de Garibay y Zamañoa; el comendador Francisco de Idiaquez, secretario de Estado; Martín de Idiaquez, caballero de Santiago, secretario de Estado y miembro del Consejo Real, y el secretario Esteban de Ibarra¹⁴.

Vemos por tanto que las instituciones guipuzcoanas, tanto provinciales como locales, no estaban en contra de la introducción de nuevas técnicas, muy al contrario, sino a que se hiciese con un carácter monopolístico y exclusivista. En el caso que nos ocupa, claramente se observa que lo que se propone es una coexistencia, aunque fuese privilegiado el abastecimiento y explotación de la fundición de artillería. El problema del proyecto de Curcio y Ugarte fue precisamente el carácter monopolístico que se le pretendió dar, el cual, además de ir contra el ordenamiento legal vizcaíno y guipuzcoano, hubiese provocado importantes fracturas en el mercado laboral y financiero de ambos territorios.

Meses después, el agente en corte, según informaba en las Juntas Generales celebradas en Tolosa en 1597, acudió a El Escorial, donde presentó ante el Consejo de Guerra cartas y un memorial de la provincia sobre el particular. El mencionado consejo los remitió a Juan de Acuña Vela, capitán general de artillería, a quien no pudo persuadir, al menos de que se hiciese una prueba a costa de la Hacienda Real. Según el mencionado Acuña, el intento realizado en tiempos del mencionado don Francés de Álava fue un fracaso, porque además de no ser buena la calidad del producto obtenido, el costo final resultó más caro que el derivado de la compra de las piezas en el extranjero. Incluso en el caso de Navarra, donde ya funcionaba en Eugui, el costo era alto, y el traslado del proyecto a Guipúzcoa, aunque no imposible, sería dificultoso de no mediar la inversión de la provincia o de algún particular de ella, que garantizase la misma calidad y costos inferiores a aquella. El agente decidió enviar un oficio al veedor de Plasencia de las Armas, para que se informase de qué posibilidades reales existían para que la fábrica se instalase bajo esas condiciones. No obstante, el agente en corte siguió insistiendo ante Acuña, el cual nuevamente se mostró reticente, a pesar de haberle presentado el parecer de Aibar. Acuña alegaba nuevamente el fracaso de intentos anteriores y la mala situación de la Hacienda real y recomendaba la búsqueda de un inversor particular. Aconsejaba a Guipúzcoa que elevase la puja y ofreciese más de lo que había ofrecido Navarra, en caso contrario sería complicado e injusto: esta concedió gratuitamente las instalaciones para establecer el martinete, para la fabricación de pelotería, y la leña para la confección del carbón; además en el

14. Archivo General de Gipuzkoa (AGG-GAO), CO ECI 812.

acarreo de materiales únicamente se cobraba un tercio del precio, por concierto establecido con el Reino de Navarra¹⁵. El asunto todavía pululaba por las Juntas Generales celebradas en Zumaya en 1602 y en Motrico en 1603, donde se ordenaba que el agente en corte, Juan López de Zarauz, buscara las diligencias practicadas en torno al asunto y el memorial que Bartolomé de Alzola, procurador de la villa de Elgoibar, remitió al rey –que ya hemos analizado–, con la intención de reiniciar las gestiones en corte, recomendando la mediación de don Juan de Idiáquez y del secretario real don Esteban de Ibarra¹⁶.

Años más tarde, en 1616, la villa de Deva trató de obtener licencia para una fundería que había construido en su jurisdicción, en régimen de monopolio, es decir, con derecho de exclusividad para que

... por unos algunos años no se haga por otras personas semejantes yngenios pues, además de ser invención nueva y tan provechosa, la dicha villa y sus vecinos saldrán de sus deudas y cargas grandes en que se hallan...

La petición se hizo en dos instancias, la real y la provincial. Diego García de Menaca, en nombre del concejo de Deva, fue quien hizo relación de que en Deva había mucha necesidad de molinos de pan y de ferrerías para adelgazar el hierro, siendo la dicha villa «frontera y puerto de mar», debiendo participar en las conducciones ordinarias que se hacían anualmente para las armadas y estar encabezada en 85 fuegos en los repartimientos ordinarios. Por no tener propios, la villa estaba «... muy alcançada y enpeñada...»: recientemente la villa había servido con cien soldados en los recibimientos de los esponsales reales, en San Sebastián, Irún y en la despedida en Rentería, habiéndose ocupado más de quince días. Para tener algún alivio habían hecho traer de los estados de Flandes, por Antonio y Joan Bautista de Irarrazábal, hermanos y vecinos de Deva, unos ingenios para moler trigo y para hacer ferrerías para adelgazar hierro, lo cual supuso un desembolso de 8.000 ducados. Lo hicieron con la esperanza de que

... abría mas comercio en la dicha villa y tendria mas aprouechamiento para poderse desempeñar y se escusarian los inconbenientes y gastos que de no azerse los dichos molinos y herrerias se les seguirian...

El rey ordenó al Corregidor que fuese a Deva e hiciese información y ayuntamiento a concejo abierto, y si todos se aviniesen y consintiesen diese la Real licencia para que los hermanos construyesen dichos ingenios, con un plazo de 30 años de

15. DÍEZ DE SALAZAR, L. M. y AYERBE IRIBAR, M. R.: *Juntas y Diputaciones de Gipuzkoa*. San Sebastián, 1990-2005, tomo XIII, pp. 197-198, 401, 424-425.

16. *Ibidem*, tomo XV, pp. 309, 552, 707.

monopolio, sin que en ese tiempo nadie de la villa o del resto de la provincia los pudiese erigir. Le pidió así mismo que averiguase si realmente todo lo que decía y solicitaba el concejo era cierto y si, en caso de aplicarse, el nuevo ingenio sería en beneficio de la villa y del resto de la provincia¹⁷.

En el caso de la provincia, en principio, los comisionados enviados a ver el «ingenio» manifestaron que no suponía inconveniente o daño para los intereses reales y de la provincia. Por el momento, las Juntas decretaron que no se contradijese tal construcción, aunque rechazaban el régimen monopolístico y exigían la condición de que la corona no prohibiese que cualquier otro vecino de la provincia pudiese erigir instalaciones similares¹⁸. Sin embargo, el corregidor informó de que la Cédula recibida por la villa de Deva había sido obtenida de forma siniestra y que se le debía denegar. Entre otras causas se alegaba que en Guipúzcoa

... jamas ha habido estanco de cosa de grangeria d'ella con criança y labrança de la cual se ha sustentado y sustenta...; y si alguna vez ha intentado estanco su magestad no ha dado lugar a ello contradiciendo la dicha provincia...

Si se diese lugar a la pretensión, resultarían grandes inconvenientes y daño en la provincia. Solicitó a la provincia que hiciese información del daño que supondría su instalación¹⁹. No parece, por tanto, que este proyecto fructificase, puesto que en 1625 Lope Martínez de Isasti no menciona ninguna fandería en Deva, aunque sí en Oiquina, «... herrería de particular ingenio para tirar el fierro, invención de Flamencos...», en la ferrería de Narruondo, propiedad del doctor Ubillos, pero sin régimen de monopolio²⁰.

Seis años después –volvemos así al comienzo del relato–, en 1622 las Juntas Generales celebradas en San Sebastián recibían una carta real solicitando una lista de los perjuicios que supondría el establecimiento del proyecto de Juan de Curcio,

17. «En las herrerías que ay en estos reinos de España no se ha podido, ni se puede adelgazar, ni desmenuçar el fierro, mas que hasta cierto termino que se usa, al qual fierro assi delgazado se llama fierro sutil y para poderse labrar con el diuersos generos de cosas menudas necesarias en la republica han acostumbrado y es fuerça que los officiales que lo an menester lo hadelgazen y corten a fuerça de braços a costa de mucho trabajo y carbon y merma del mismo fierro y considerando esto y el beneficio que ciertos reynos se les ara en escusar mucha parte deste gasto y trabajo que assi cuesta el adelgazar y desmenuçar el dicho fierro sutil para las cosas que en estos reynos se labran y son neçesarias an puesto Antonio y Joan Bautista de Yrarraçauual vezinos de la villa de Deva en la prouincia de Guipuzcoa cierto ingenio de cortar y desmenuçar el dicho fierro sutil, muy util y prouechoso assi por las causas dichas como porque, por su medio quedara en los dichos reynos lo que demas a mas en el valor del fierro sutil que va a las partes estrangeras...». Archivo Municipal de Legazpi, 871/27.

18. DÍEZ DE SALAZAR, L. M. y AYERBE IRIBAR, M. R.: *Juntas y Diputaciones...*, op. cit., tomo XX, p. 156.

19. AGG-GAO, JD IM 2/21/23.

20. MARTÍNEZ DE ISASTI, L.: *Compendio historial de Guipúzcoa*. Bilbao, 1972, p. 235.

para fundir artillería de hierro colado. Las Juntas decidieron enviar una carta a Vizcaya, con copia de la carta real, para que le comunicase las causas por las que el Señorío rechazó el proyecto. Así mismo se decidió enviar comunicación a las villas de la provincia para que respondieran con su parecer sobre el asunto²¹. Posteriormente, las trompas de agua o «tronperriak» fueron introducidas en el Señorío en 1635, de manos de Antonio de Rivadeneira, aunque este sistema encontró un escaso seguimiento en territorio vasco²². Hacia 1641 el Señorío de Vizcaya trató de contratar tres oficiales ferrones genoveses para que enseñasen e introdujesen «... el ingenio de labrar hierro en las herrerías d' esta tierra sin barquines, al modo de hallá, porque aquí no se acierta en su disposición» –método del que, sinceramente, no hemos encontrado ninguna otra noticia ni referencia documental o bibliográfica–, cuya financiación correría a medias entre el Señorío y las herrerías. Guipúzcoa mostró su interés y acordó que los procuradores de las villas informasen a sus concejos y a los dueños y arrendadores de herrerías y a los tratantes de hierro, para que decidiesen si hacer lo mismo²³. No obstante, la documentación no da más noticias posteriores de ello y parece que no fructificó.

2. LA APLICACIÓN DEL MODELO INTEGRAL Y LOS INTENTOS DE INTRODUCCIÓN DE LOS ALTOS HORNOS DURANTE EL SIGLO XVIII

Durante toda la segunda mitad del siglo XVII, de la antigua división de trabajo entre herrerías mayores y herrerías menores o martinetes, se pasó a una integración total del proceso productivo. Primero se fueron extendiendo las *cearrolas*, como declaraba Bernardo Villarreal de Bériz en su *Máquinas hidráulicas* el año 1736²⁴. La aparición de las *cearrolas*, a lo largo de la segunda mitad del siglo XVII y comienzos del siglo XVIII, respondió a un doble intento: por un lado, el de acabar con la división de trabajo, entre las mayores que fundían y las pequeñas que

21. DÍEZ DE SALAZAR, L. M. y AYERBE IRIBAR, M. R.: *Juntas y Diputaciones...*, op. cit., tomo XXII, p. 5.

22. LEGORBURU FAUS, E.: *La labranza del hierro en el País Vasco. Hornos, ruedas y otros ingenios*. Bilbao, 2000, p. 75.

23. DÍEZ DE SALAZAR, L. M. y AYERBE IRIBAR, M. R.: *Juntas y Diputaciones...*, op. cit., tomo XXVIII, p. 114.

24. «... desde fines del siglo pasado (en referencia al siglo XVII) dieron en ponerlas mayores (las herrerías menores), a las que llaman Cear-olas, que funden y tiran, sin valerse de las herrerías menores, labrando un hierro muy grueso de dos arrobas y media, y mas cada barra: y aun todavía ay algunas herrerías de estas; pero las mas se han reducido a Herrerías menores, en que fundiciones de a cinco arrobas, y tiran las barras de buena proporcion, porque siendo los mazos menores, que en Cear-olas, y todo no tan torpe, ni fuerte, se hace todo con mas curiosidad: y el aver dexado el antiguo modo de labrar tocho, ha sido porque el hierro no era tan bueno, y después que se ha establecido esta forma, es mejor el hierro: a estas herrerías llaman tiraderas...». VILLARREAL DE BÉRIZ, B.: *Máquinas hidráulicas de molinos, y herrerías, y gobierno de los árboles, y montes de Vizcaya*. Madrid, 1736, pp. 48-49.

tiraban, reduciendo de esa forma el número de operarios y el consumo de carbón y sustituyendo dos ferrerías por una integral y, por otro, el de mejorar los rendimientos a través de la fundición de coladas mayores. Sabemos de la existencia de una ferrería *cearrola* ya en 1643, concretamente se trata de la ferrería de Urbieta, en la jurisdicción de la villa de Azpeitia²⁵. Ignacio Carrión sitúa *cearrolas* en Carquizano en la jurisdicción de Elgóibar en 1685, en Acelain en Soravilla-Andoain y en Lasarte a comienzos del siglo XVIII²⁶. Al parecer, la aplicación de este sistema supuso la pérdida de calidad de los productos, lo que obligó a reducir el tamaño de la colada de 20 arrobas a 5, bajo la fórmula de las denominadas *tiraderas*, que dieron continuidad a la solución integral aunque con menores dimensiones, siendo las que predominarán hasta la desaparición de las ferrerías en el siglo XIX²⁷. Luis María Bilbao propone un triple modelo integral: primero las ferrerías mayores, después las ferrerías menores y, finalmente, las «nuevas ferrerías», consolidadas en el siglo XVIII, antes de 1750²⁸.

A mediados del siglo XVIII, ante el encarecimiento de la leña que se inició a partir de la década de los años treinta²⁹, se buscaron alternativas para «tostar la vena» o «arragar», utilizando por ejemplo argoma, con lo que se conseguía ahorrar un tercio de combustible. Gracias a este proceso también se reducía 2/9 el peso de la arragoa. En este sentido, las instituciones provinciales establecieron en 1798 un acuerdo para que los ferrones de Cegama fabricasen hornos de calcinación de la vena, en lugar de utilizar troncos de haya cortados por el pie, llamados «pagandas». El nuevo método no utilizaba «pagandas», sino argomas, abarras (ramas de deshecho) y leña delgada. En las cuatro ferrerías de Cegama y en muchas del País Vascongado se acostumbraba a calcinar la vena al descubierto, sin horno, y aunque existían ciertas dudas sobre el mejor método, se acabó optando por el nuevo método ya que en el horno la vena se cocía con más igualdad y con el ahorro de un tercio de la leña, pudiéndose calcinar más cantidad, abaratando de esa forma el precio del hierro³⁰.

Otra de las soluciones fue la introducción, durante la primera mitad del XVIII, de algunas partidas de carbón mineral en Guipúzcoa. En 1739, cuando Juan Fermín de Guilisasti inició la fabricación de anclas en sus instalaciones de Arrazubía, Felipe de Urioste –quien hizo gestiones en Asturias para obtener ciertas

25. AGG-GAO CO LCI 1109. Fernández de Pinedo sitúa una evolución similar para el caso de Vizcaya, donde ya para 1651 se constata que en la Merindad de Durango en las ferrerías menores se empezaba a fundir y a tirar. FERNÁNDEZ DE PINEDO, E.: *Crecimiento económico...*, op. cit., p. 33.

26. CARRIÓN ARREGUI, I. M.: *La siderurgia guipuzcoana...*, op. cit., pp. 120-121.

27. ARBIDE ELORZA, I. et al.: *Ferrerías en Legazpia*. San Sebastián, 1980, pp. 210-216.

28. BILBAO BILBAO, L. M.: «La industria siderometalúrgica...», op. cit., p. 60.

29. ARAGÓN RUANO, A.: *El bosque guipuzcoano durante la Edad Moderna: aprovechamiento, ordenamiento legal y conflictividad*. San Sebastián, 2001.

30. AGG-GAO, JD IM 2/21/94.

partidas de hulla— le proporcionó 1.200 quintales de carbón de piedra³¹. Posteriormente, con el establecimiento de la Real Fábrica de Anclas en Hernani (Fagollaga, Picoaga, Ereñozu y Oyanederra), se importaron partidas de carbón mineral inglés³². Concretamente, en el año 1750 Andrés de Zugasti, que poseía otra fandería en Lasarte, hizo traer a Juan de Bousignac, comerciante francés afinado en San Sebastián, dos barcos cargados de un total de 674 barricas llenas de carbón mineral; a Antonio de Beldarrain, dueño de la fandería de Saría, 414 quintales de 100 libras por 2.956,5 reales, y a José de Veroiz Zubiaurre 2.000 quintales de carbón piedra (3 reales de vellón/quintal macho), cuyo costo ascendió a 30.000 reales —incluidos la compra, acarreo y braceaje—, para mezclarlo con el carbón vegetal³³. También parece que utilizó carbón mineral la fandería de Rentería, concretamente de Newcastle y Escocia³⁴. Sin embargo, estos envíos fueron meramente testimoniales y no hubo una continuidad en la importación de carbón de piedra, tal vez porque sus cualidades no se adecuaban bien a las exigencias de la fabricación de anclas. Más bien parece que la introducción del carbón mineral siguió siendo testimonial durante el siglo XIX, como demuestran los registros del Consulado de San Sebastián, donde aparecen pequeñas partidas de este producto, que tuvieron un destino esencialmente doméstico³⁵.

Algunas de las mejoras realizadas se produjeron, sin embargo, en la infraestructura hidráulica y no en el proceso siderúrgico como tal. Uno de los mayores errores que se cometía durante el siglo XVIII en la mejora y nueva construcción de las instalaciones ferronas era el de la desproporción de los saltos de agua y los aparejos, que llegaban a romper los mangos. Para evitar estos problemas, Pedro

31. CARRIÓN ARREGUI, I. M.: «La fabricación de grandes anclas de navíos en el siglo XVIII en Guipúzcoa», *Itsas Memoria*, 2, 1996, p. 554.

32. DíEZ DE SALAZAR, L. M.: «Importación de carbón mineral inglés para las ferrerías de Guipúzcoa (siglo XVIII)», *Boletín de Estudios Históricos de San Sebastián*, 13, 1979, pp. 331-340.

33. Archivo Municipal de Hernani, C, 5, III, 3. CARRIÓN ARREGUI, I. M.: «La fabricación...», *op. cit.*, p. 566.

34. URTEAGA ARTIGAS, M.: «El complejo siderúrgico de Fandería (Rentería). Una laminación hidráulica en la vanguardia del siglo XVIII», *Bilduma*, 9, 1995, pp. 14 y 23.

35. La compañía «Viuda de Bermingham e hijos» hizo traer en el año 1802 1.095 tinas en el bergantín inglés *Elisa*, es decir, 1.163 quintales métricos de carbón mineral, cuyos compradores fueron: en 1802, 13 Qm a Dominique Boyes herrero de San Sebastián, en diferentes fechas; 3 Qm a un herrero de San Martín a 20,5 reales; 3 Qm a un clavetero de San Sebastián a 20,5 reales; 8 Qm a Juan Manuel de Ibarrola de Usúrbil a 16 reales; 8 Qm a Juan Miguel de Zatarain de Usúrbil a 16 reales; 47,5 Qm a Larume de Orio a 16 reales; en 1803 (todos a 16 reales/Qm), 38 Qm a Ibarrola de Usúrbil en diferentes fechas; 8 Qm a Juan Miguel de Zatarain en diferentes fechas; 80 Qm a José Antonio de Zatarain en diferentes fechas; 19 Qm a Agustín de Goicoechea de Usúrbil en diferentes fechas; 250 Qm a Juan Bautista de Izaguirre; 60 Qm a José de Zornoza; 8 Qm a Miguel Domingo de Zatarain; en 1804, 2 Qm a Ibarrola; 60 Qm a José Francisco Echenique Churreategui; 20 Qm a José Esteban de Labiano; 255 Qm a Dominique Boye; 10 Qm a José Zornoza. Archivo Municipal de San Sebastián. Fondo Consulado, Junta de Comercio y Tribunal de Comercio, 24.

Villarreal de Berriz construyó y proyectó seis presas con contrafuertes, principalmente en Vizcaya, aunque su modelo se extrapoló más tarde a Guipúzcoa. El ejemplo más clarificador es el de la ferrería de Bengolea, en la que se rompieron 21 mangos en los tres primeros meses de actividad, hasta que Pedro Villarreal de Berriz modificó los canales, dándoles 12 pies de diámetro. También se quejaba Villarreal de Berriz de lo desproporcionado de las barquineras o fuelles³⁶.

La técnica del alto horno que se había venido expandiendo desde el siglo XVI por toda Europa también se conocía en los territorios vascos y en Guipúzcoa. Existieron algunos ejemplos significativos como los de las fanderías de Rentería e Iraeta, ambas al carbón vegetal³⁷. En la primera de ellas, el Marqués de Iranda construyó en 1770 dos hornos de reverberación para calentar y ablandar el hierro. La construcción de esta fandería tuvo repercusiones más allá del propio territorio guipuzcoano. En Cantabria en 1775 se intentó la construcción de una fandería, pero la oposición de los dueños de ferrerías de la región y la presión de las instituciones vizcaínas y guipuzcoanas, cuyas fanderías se verían perjudicadas por esta nueva competencia, paralizaron el proyecto³⁸. De todas formas, el hierro fundido en los altos hornos fue hasta el siglo XIX un hierro de baja calidad, con muchas impurezas que lo marginarán a manufacturas no delicadas, pues éstas se siguieron forjando. Por su parte, en el caso del acero, parece que todavía a fines del siglo XVII se trabajaba a fuerza de brazo, aunque Pedro Bernardo de Villarreal de Berriz (1670-1740) fue testigo de la aplicación de la energía hidráulica. El acero mondragonés tuvo que hacer frente desde 1740 a la aparición y expansión del acero al crisol –método desarrollado por Benjamín Huntsman que utilizaba coque, crisoles de piedra caliza, arcilla y fundentes–, que inundaría los mercados con acero de Sheffield; aunque esto no se produciría hasta bien entrado el siglo XIX, con la aparición del convertidor de Bessemer en 1856³⁹. En las décadas centrales del siglo XVIII se acabó generalizando el uso de «fundentes» en el proceso de reducción en el territorio guipuzcoano, para lo que se utilizaban piezas blancas de cuarzo y de espato calizo, que mejoraban el ahorro del combustible, la calidad del hierro y la escorificación. Incluso la propia Real Sociedad Bascongada de Amigos del País llevó a cabo un estudio y recomendó el uso de cuarzo procedente de las canteras de Hernani. La extracción de importantes sumas de dinero destinadas a la compra de acero en el extranjero parece, en principio, estar detrás del interés por hacerse con el método de conversión del hierro en acero que ya venía aplicándose en el extranjero.

Desde 1776 ya funcionaban dos hornos de cementación de acero en Vergara, al horno construido en la ferrería de Azcue de Ibarra por Pedro de Allanguí

36. LEGORBURU FAUS, E.: *La labranza del hierro...*, op. cit., p. 75.

37. *Ibidem*, p. 118.

38. CEBALLOS CUERNO, C.: *Arosas y ferrones: las ferrerías de Cantabria en el Antiguo Régimen*. Santander, 2001, pp. 162-164.

39. LEGORBURU FAUS, E.: *La labranza del hierro...*, op. cit., pp. 75-143.

desde 1750, se le añadió en 1775 un horno de cementación, y, por último, en 1778 se construyó lo que los Extractos de la Bascongada consideraban un alto horno, pero que era en realidad un horno de cementación, en Alegría de Oria por parte de Ignacio Zavalo Zuazola⁴⁰. Es éste un episodio al que la historiografía apenas ha dado importancia, pero que pone de manifiesto nuevamente los verdaderos obstáculos para poner en marcha simultáneamente un gran número de hornos y otras innovaciones en Guipúzcoa, más aún en régimen de exclusividad. En el año 1779 se inició a petición de la provincia de Guipúzcoa un proceso instructivo a consecuencia de la Real Orden de la Junta General de Comercio y Moneda librada sobre el privilegio exclusivo concedido a don Ignacio Zavalo Zuazola, para que únicamente él pudiese trabajar acero cementado, colado y refinado⁴¹.

Ignacio Zavalo Zuazola, vecino de Vergara, gracias a la intermediación de la Real Sociedad Bascongada de Amigos del País, de la que era socio, obtuvo la Real Orden el 17 de septiembre de 1777. Posteriormente pretendió demandar a Pedro de Allanegui, vecino de Ibarra, por haber iniciado la construcción de un horno para hacer acero cementado. En dicha Real Orden se explicaba el proceso de invención:

La represento con las repetidas pruebas que havia ejecutado con las instrucciones y auxilios de dicha sociedad, havia logrado sacar vn acero de superior calidad con que se podía livertar al estado de los perjuicios que lo ocasiona acudir por este genero a Paises estrangeros haviendo conseguido no solo trabajarle excelente por medio de la cementazion del fierro y aumentarle grados de perfeccion, por la refinadura sino tambien fundirlo, segun lo practican los Ingleses haciendo de ello vn misterioso secreto. Que los crecidos dispendios que ha ocasionado dichas pruebas y las mayores que exige la construccion de Hornos prevencion de materiales y demas pertrechos necesarios le imposibilitarian refundir desde luego en beneficio de la nacion la utilidad que produjese su inbento, cuio grande consumo era causa de vno de los principales ramos de extraccion de caudales de estos dominios...

Por supuesto, esta última parte del alegato cargaba en exceso las tintas, presentando un panorama mucho peor y más oscuro de lo que en realidad era, en un momento de un cierto estancamiento del sector⁴², y que pretendía dar argumentos a la petición. En sus alegaciones Zavalo Zuazola mantenía que debiendo ser públicas las oficinas donde se fabricase el acero, el inventor se expondría al riesgo de que lo practicasen otros, lo que arruinaría y cortarían los progresos. Estamos

40. *Ibidem*, pp. 150-151.

41. AGG-GAO, CO LCI 3829.

42. CARRIÓN ARREGUI, I. M.: *La siderurgia guipuzcoana...*, *op. cit.*, p. 283.

hablando por tanto de un problema de monopolios, no de rechazo de las innovaciones, como se ha querido ver. Pero la Real Sociedad Bascongada de Amigos del País informó de que dos de sus socios habían hecho ensayos con éxito. A pesar de ello, la Real Orden le concedió «privilegio privativo» para ocho años, nada menos que en Guipúzcoa y Vizcaya, eso sí, con la condición de que

... haya de manifestar el secreto de la transmutación de fierro en Azero para custodiarlo en la Secretaria de la referida mi Junta General de Comercio y moneda y la de que enseñe a algunos oficiales el modo de ejecutarlo con perfeccion, dando cuenta de sus resultas a la propia Junta por medio de la misma sociedad.

En uso del privilegio, Zavalo Zuazola trabajó su horno y fábrica en Alegría, mientras, por su parte, Pedro de Allanegui estaba reparando y perfeccionando un horno en frente de la ferrería Azcue que le tenía arrendada a Juan Francisco de Mendizábal Azcue en Ibarra⁴³. En todo este asunto, surgieron ciertas disensiones entre las oligarquías guipuzcoanas, propietarias en su mayoría de ferreterías, pero con sentimientos e intereses opuestos. La Diputación manifestaba lo perjudicial de la exclusividad de Zavalo para la libertad de la provincia, y reprochaba a la Real Sociedad Bascongada de Amigos del País, o al menos a un sector dentro de ella, el apoyo que le daba a aquél:

No puede persuadirse la Provincia que la Sociedad Bascongada que con tanto celo fomenta la industria de aquellas Provincias haia apoiado vn medio destructivo de ella y contrario a la nativa libertad que compete a las mismas Provincias y sus naturales... y recela justamente que algunos particulares abrogandose el titulo y autoridad de la sociedad haian sido los que han favorecido el proieto; pues consta a la sociedad, que no ha sido el expresado Zavalo el vnico ni primero que en guipuzcoa ha vsado de la transmutacion del Yerro en Acero por medio de la cementacion por ser constante que Don Joseph Angel de Aranguren vicesecretario de la misma Real Sociedad Bascongada y miembro suio agregado a la comision de Ciencias y artes vtiles hizo varias tentativas hasta lograr una perfecta conversion de yerro en Acero por medio de la cementazion, habiendo sido este el primero que perfecciono la obra de la cementacion, no solo como yndividuo de la sociedad, sino por si solo...

43. Pedro Allanegui compartió con Pedro Larrumbide en 1799 el encargo de suministrar 6.000 y 9.000 chapas anuales de hierro forjado, respectivamente, destinadas a la fabricación de vasijas de hierro para el envase del mercurio que se enviaba a México, Buenos Aires y Perú para la obtención de plata. En 1801 Allanegui ofreció 28.000 vasijas anuales completamente terminadas y obtuvo la contrata en exclusiva hasta 1806, cuando falleció. DÍAZ-TRECHUELO, M. L.: *La Real Compañía de Filipinas*. Sevilla, 1965, p. 245.

Al parecer, Zavalo había ayudado a Aranguren en la construcción de otro horno donde alternativamente cementaban el hierro. Era público, además, que Allanegui había convertido algunas barras, aunque varias tenían una defectuosa fabricación. Por su parte, don Antonio Tastet, vecino y comerciante de San Sebastián, erigió otro horno de cementación en Navarra, antes de que Zavalo lograra la concesión del privilegio. No era por tanto una novedad pues

... llega ya a cuarenta años el conocimiento que se tiene en Guipuzcoa del arte de Fabricar Acero y por consiguiente es cierto que el expresado Zavalo no es inbentor de la cementacion, ni el primero que la ha perfeccionado, y no puede cumplir con la condicion de manifestar el secreto de la transmutacion de yerro en Acero, para custodiarlo en la Secretaria de la Junta por no ser ya secreto, sino publico o medio conocido por muchos y ha obtenido dicho Priuilegio con notorios vicios de obrrepcion y subrrrepcion.

Zavalo era consciente de esta situación, puesto que él mismo reconocía que habían sido otros los inventores, siendo acusado por la provincia por haber ocultado la mencionada Real Orden hasta fines de 1778, usando de ella únicamente a partir del pleito. En la provincia no había ejemplo de semejante privilegio, aunque la villa de Deba había pretendido obtener del Real Consejo en 1716 –en realidad en 1616– un privilegio para construir un «ingenio de adelgazar y sutilizar el hierro», pero la provincia se había opuesto, como parece que seguía haciendo en esta ocasión.

En el alegato final lanzado por la provincia podemos vislumbrar la verdadera razón de su postura y su oposición al establecimiento de un monopolio de estas características:

... la subsistencia de dicho Priuilegio exclusibo, no solo es opuesta a las libertades de la provincia, sino perjudicialisima a la industria de sus naturales y a la causa publica hallandose la cementacion tan conocida y vsada que para sus adelantamientos requiere unicamente la competencia y emulacion, mediante que no puede haver dificultad en la salida y consumo a precio razonable.

Las instituciones provinciales, por último, solicitaban recoger el privilegio, esto es, denegararlo. Por su parte, la Real Sociedad Bascongada, a pesar de haber sido convocada, llevaba dos años sin presentar alegaciones a la querrela elevada por las autoridades provinciales; se les había notificado el 5 de marzo de 1781 y todavía en 1783 no habían respondido. El conde de Peñaflores alegaba que él, aun siendo el presidente, no debía ni podía tomar una decisión, ya que eso le competía a la Junta General⁴⁴. Esta era la excusa perfecta para no enfrentarse al

44. AGG-GAO, CO LCI 3829.

conflicto y que Zavalo siguiese fabricando su acero con exclusividad; de hecho, éste mantuvo activa su factoría hasta la década de los ochenta, surtiendo de acero a Castilla, Navarra, Aragón y a alguna manufactura real de armas⁴⁵. Zavalo produjo en su horno acero con el que consta que abasteció a la fábrica de espadas de Toledo, tal y como afirma Pascual Madoz en su Diccionario, donde se dice que empleaba «el acero de Vizcaya llamado de zavalo»⁴⁶. Vemos, por tanto, que existían una gran cantidad de intereses en torno a la fabricación de acero, un producto estratégico en sí mismo y que podía haber creado un agravio comparativo con las factorías que seguían fabricando el hierro forjado, de haberse ejercido en régimen de monopolio. Por un lado, se situaba la Corona, interesada en gestionar el monopolio de un invento que podía tener importantes repercusiones militares, industriales y hacendísticas. La Corona, tal vez inconscientemente, favoreció los intereses de una parte importante de la Real Sociedad Bascongada de Amigos del País, algunos de cuyos miembros –los más poderosos (Peñaflores, Lili, Berroeta, Zavalo, etc.), que contaban con suficiente capital como para llevar a cabo las precisas inversiones, como ya anunciaba la mencionada Real Orden– se verían beneficiados por la medida, mientras que otros, la mayoría, quedaban perjudicados y relegados, alineando sus intereses a los de las autoridades provinciales, que trataban de velar por los intereses de la mayoría de los ferrones guipuzcoanos y sobre todo de los consumidores, puesto que la fabricación del acero en régimen de monopolio hubiese disparado los precios de los productos férricos tradicionales y hundido a la industria tradicional guipuzcoana.

El posicionamiento de la Real Sociedad Bascongada de Amigos del País –que ha tenido una influencia vital en la historiografía vasca– debe ser entendido dentro de su programa de fomento industrial de las provincias vascas iniciado a fines de los años sesenta del siglo XVIII, y que trataba de aplicar modelos foráneos. Mientras en Álava y Vizcaya el fomento se centraba en la especialización de la industria textil y pesquera, respectivamente, en Guipúzcoa la política de fomento industrial se centraba en la siderurgia, cuyo primer diagnóstico fue realizado en 1768 por Narros; interés que provocó la convocatoria de diez premios sobre la siderurgia y la minería del carbón. Los esfuerzos tuvieron siempre dos objetivos: sustituir un modelo técnicamente extensivo por otro intensivo y evolucionar desde la siderurgia primaria a la del acabado. Para ello la Real Sociedad Bascongada de Amigos del País dirigió un estudio sobre las ferrerías mayores y menores, combinándolo con la información que aportarían los viajes de algunos socios por Europa Central y Nórdica, tratando de determinar las técnicas más adecuadas para la mejora de rentabilidad de las ferrerías y la reducción de los costes de

45. ASTIGARRAGA, J.: *Los Ilustrados vascos. Ideas, instituciones y reformas económicas en España*. Barcelona, 2003, p. 167.

46. LEGORBURU FAUS, E.: *op. cit.*, p. 151.

producción. A partir de 1767 estimuló el análisis de los sistemas de calcinación de la vena de hierro, los sistemas de alimentación de aire, recomendando el uso de trompas en vez de barquines de madera o cuero, el estudio del fogal, la tobera, etc. Ante el problema del abastecimiento y precios del carbón vegetal, estableció en 1779 y 1780 sendos premios para la obtención de métodos que abarataran su costo, y trató de extender el uso de «fundentes» y de hallar carbón mineral. En esa línea hay que incluir también el fomento de nuevas iniciativas y de nuevas plantas productivas, como la ya mencionada fandería de Rentería que en 1770 fundó el socio marqués de Iranda, y la Compañía de Cuchillos de Vergara, cuyos principales socios fundadores eran Peñafiorida, Narros, Olaso, Lili y Berroeta, que acabó siendo poco rentable ante la competencia de productos extranjeros, cuya entrada en el mercado español era libre⁴⁷.

Además, no se debe perder de vista que en esta época era ya manifiesta la preocupación de parte de las elites de las tres provincias (Álava, Vizcaya y Guipúzcoa) en torno a la evolución de la industria del hierro. A partir de 1766 parece que empieza a tener algún efecto sobre la siderurgia guipuzcoana la prohibición de saca de venas establecida por el Señorío de Vizcaya. Los problemas de abastecimiento y la dependencia de las minas vizcaínas fueron una cuestión recurrente a lo largo del siglo XVIII e incluso en el XIX. En 1791 las Juntas Generales de Elgóibar concedieron una comisión a don Joaquín de Barroeta y don Pedro Martín de Larrumbide para encontrar soluciones a los obstáculos que se presentaban para la importación de vena desde Vizcaya y buscar la exoneración de los derechos impuestos a las manufacturas de hierro en su introducción en Castilla. La comisión incluía hablar con Juan Bautista de Eguía, todavía veedor del hierro en Cádiz. La Junta, por medio de los comisionados, encargaba al veedor que obtuviese relación de los quintales de hierro que se consumían en España e Indias; en caso de que la producción cubriese esa demanda, se instaba a pedir la prohibición de importación de hierro extranjero a la península. Además las Juntas aconsejaban a los comisionados negociar con el subdelegado de Vitoria la obtención de un arancel de los derechos que se cobraban en aquella aduana sobre manufacturas de hierro de Guipúzcoa. Por último, debían hacer recurso para lograr la abolición de los derechos que se exigían a la entrada en Aragón y Castilla, además de recordar la prohibición de hierro extranjero, desde la Real Provisión de 1625.

47. ALMUNIA, J.: *Contribución de la Real Sociedad Vascongada al progreso de la siderurgia española*. Madrid, 1951, pp. 17-94; CARRIÓN ARREGUI, I. M.: «Ignacio Zabalo Zuazola y la fabricación de acero cementado», en *II Seminario de Historia de la Real Sociedad Bascongada de los Amigos del País*. San Sebastián, 1989, pp. 87-99; GÁRATE OJANGUREN, M.: «Los cambios tecnológicos de la siderurgia europea; la respuesta de los ilustrados vascongados», en *V Seminario de Historia de la Real Sociedad Bascongada de Amigos del País*. Madrid, 1999, pp. 263-499; LEGORBURU FAUS, E.: *op. cit.*, pp. 158-166.

En cuanto a la importación de venas, les compelió a escribir al Señorío para que suspendiese la prohibición de libre salida de venas. Gracias a la labor de los comisionados, el Señorío anuló los decretos de las cofradías de Plencia y Mundaca sobre el aumento de fletes de venas desde 1790 y se exceptuó de la prohibición a los dueños de ferrerías que tuviesen asientos con Reales Fábricas. El 27 de enero de 1792 el subdelegado de aduanas de Vitoria enviaba a Larrumbide la relación de derechos y los productos libres del pago de tasas, que ya habían sido establecidos con anterioridad; concretamente el 26 de enero de 1789 se había establecido un arancel particular para las manufacturas de las provincias exentas y Castilla que declaraba libre de derechos al hierro en bruto a su entrada en Aragón y Castilla y debiendo pagar el manufacturado los mismos derechos que el extranjero, pero por Real Orden de 29 de enero de 1790 además se cobraba el derecho del «cinco por ciento de ynternacion» del que estaban exceptuados las herramientas para la agricultura y Marina y el acero de las provincias exentas⁴⁸.

En 1774 vemos a los poderes públicos guipuzcoanos, pero también vizcaínos y alaveses, preocupados por la falta de control de los mercados indianos para sus hierros. Un año de después y a consecuencia de la mencionada preocupación, se produjo la primera conferencia de las tres provincias vascongadas, gracias a cuyo esfuerzo en 1776 se consiguió renovar la prohibición de exportar hierro extranjero a América. Relacionado con ello, las tres provincias y el Condado de Oñate nombraron a don Juan Bautista de Eguía como veedor de hierro en Cádiz, para así controlar directamente los embarques⁴⁹. Posteriormente, en la década de los ochenta Vitoria intentó establecer un Consulado, entre otras cuestiones, para

... fomentar la fabrica... de fraguas, para todo genero de Balaustreria, erraxe, erraduras, Bisagras, y otras Maquinas, para la construccion de todo xenero de clabazon para Nabios, edificios, La de ollas, cacerolas, Platos de fierro, y demás de esta materia que se trabajan y fabrican en la Ciudad, con una continuada demanda, no solo para el uso, y servicios del exercito, sino tambien para la America, y otras partes, por lo ventajoso del genero, y equidad con que se trabaja por tener en sus mediaciones, y en lo interior de la Provincia abundantes ferrerias mayores que producen los correspondientes materiales⁵⁰.

Como bien demuestra este texto, el hierro vasco tenía su propio segmento de mercado por sus especiales características. Corroboración esta afirmación un informe anónimo aparecido entre 1775 y 1777, remitido desde Cádiz, que no ve

48. AGG-GAO, JD IM 1/13/46.

49. CARRIÓN ARREGUI, I. M.: *La siderurgia guipuzcoana...*, op. cit., pp. 78, 108-109.

50. ANGULO MORALES, A.: *Del éxito en los negocios al fracaso del consulado: La formación de la burguesía mercantil de Vitoria (1670-1840)*. Bilbao, 2000, pp. 417-432.

un peligro en la exportación de hierro extranjero a América, porque desde allí se demanda el hierro vasco, «dócil» y «suave», perfecto para fabricar herramientas, aunque resulte algo más caro, por su mejor calidad; razón por la que los extranjeros lo adquirirían también en las lonjas de San Sebastián y de Bilbao. Por su parte, el hierro extranjero, más barato y elaborado, tenía acaparado el mercado de la fabricación de rejas de ventanas y balcones, chapa y clavazones⁵¹. En 1778 se estableció la libertad de comercio a América para algunos puertos, entre los que no estaban los vascos, y en 1779 las provincias sufrieron un nuevo varapalo cuando en julio se advirtió que los géneros de Navarra, Vizcaya, Guipúzcoa y Álava serían reputados por extranjeros en América, mientras no se estableciesen las aduanas en el mar. Finalmente, en 1782 este proceso culmina con el establecimiento del arancel, completado con sendas reales órdenes en 1783 y 1787, que gravaba las manufacturas de hierro vasco, permitiendo la entrada de hierros foráneos⁵².

A pesar de lo descrito hasta aquí, la historiografía sigue manteniendo que fue la Real Sociedad Bascongada de Amigos del País, bajo la dirección de Narros, quien entre 1768 y 1775 venía realizando experimentos para la conversión de hierro en acero, por medio del método de la cementación, y desde entonces con las técnicas más modernas del refinado y la fusión, siguiendo los métodos de los franceses Réaumur y Jars, culminando en 1777, cuando desde Vergara Ignacio Zavalo, su supuesto inventor, anunció haber logrado desentrañar el misterio de la fusión y recibir la mencionada Cédula. El acero, como muy bien ha puesto de relieve Jesús Astigarraga, era un material muy cotizado en el mercado español y colonial, al tratarse de un elemento íntegramente de importación, traído esencialmente desde Alemania, que abría enormes posibilidades de explotación industrial, no sólo para la Bascongada. Esta, vistas las aplicaciones que el acero tenía en la manufactura de armas, pretendía lograr del Ministerio de Guerra el encargo para el surtimiento del acero para las reales manufacturas de armas. La Bascongada tuvo que hacer frente al corregidor de Guipúzcoa, quien pretendía suspender el monopolio de la explotación concedido, como ya hiciera antaño su antecesor en el caso de Deva⁵³.

La mayoría de los autores⁵⁴ coinciden en asegurar que ya en el siglo XVIII el sector siderúrgico tenía problemas relacionados con la oferta –derivados de la falta de innovaciones tecnológicas y del crecimiento de los costes de producción, motivado por el aumento del precio del carbón vegetal– y la demanda –progresiva

51. CARRIÓN ARREGUI, I. M.: *La siderurgia guipuzcoana...*, *op. cit.*, p. 110.

52. *Ibidem*, p. 113.

53. ASTIGARRAGA, J.: *op. cit.*, pp. 167-168.

54. BILBAO BILBAO, L. M. y FERNÁNDEZ DE PINEDO, E.: «Auge y crisis de la siderometalurgia...», *op. cit.*, pp. 134-228; URIARTE AYO, R.: *Estructura, desarrollo y crisis de la siderurgia tradicional vizcaína (1750-1840)*. Bilbao, 1988; CARRIÓN ARREGUI, I. M.: *La siderurgia guipuzcoana...*, *op. cit.*

dificultad de colocar sus productos en los mercados europeos-, y estaba necesitado de una profunda reconversión –ya que el peso de la siderurgia primaria era superior al de la de transformación-. Sin embargo, lo que no alcanzan a explicar es cómo una actividad, a la que prácticamente se le había dado la extremaunción en el XVIII, pudo sobrevivir hasta las décadas finales del siglo XIX, con estadios de competitividad ciertamente dignos. La documentación obliga a matizar muchas de esas afirmaciones. En un reciente trabajo demostrábamos la razón de semejante pervivencia y su relación con la riqueza forestal de la provincia guipuzcoana⁵⁵. Se debe tener en cuenta que no fue un caso aislado: durante los siglos XVIII y XIX asistimos a un renacimiento de la industria siderúrgica en los territorios limítrofes a Guipúzcoa y Vizcaya, con etapas realmente dinámicas, que suponen la reconstrucción, renovación e inversión de capitales en ferrerías de Navarra –en este caso, en ocasiones de origen guipuzcoano- y Cantabria⁵⁶, y en zonas no tan alejadas, como el Ariège francés⁵⁷.

Según Luis María Bilbao Bilbao, en contraste con Gran Bretaña, donde el pudelado se introdujo más de medio siglo después de la fusión con coque, los países del continente aprendieron primero las técnicas del pudelado y laminado, manteniendo entre tanto sus fundiciones al carbón vegetal e importando como «materia primas» lingote inglés –también belga- para afinarlo en las propias industrias nacionales. La experiencia vasca encontró en el modelo continental un punto de referencia tipológico más próximo. La modernización del sector no fue improvisada, sino que recogía los frutos de un proceso dilatado, que se abrió en el siglo XVIII y discurrió por caminos diferentes. Unos siguieron pautas meramente «reformistas» de la tecnología más tradicional, como la mejora de las instalaciones de las viejas forjas o la mecanización de ciertos ramos ligeros de la siderurgia, mediante el modelo de la fandería. Otros avances más «revolucionarios» se orientaron a relabrar los tochos procedentes de las ferrerías –lo cual significaba para éstas una importante demanda- o la lingotería importada a base de cilindros, hornos de reverbero, puddlers y modernos trenes de laminación. Y otros, finalmente, se dirigieron, dentro de la misma línea de cambio, avanzando hacia las modernas técnicas de la fundición o segunda fusión. Hasta 1848 el cambio tecnológico de la siderurgia vasca se asemejó más bien al patrón continental, aunque con

55. ARAGÓN RUANO, A.: «Retraceso forestal, desamortizaciones y atraso tecnológico en la industria guipuzcoana del hierro durante el Antiguo Régimen», *Obradoiro de Historia Moderna*, 18, 2009, pp. 119-149.

56. GARCÍA SANZ, A.: «El aprovisionamiento de carbón en las ferrerías de Elcorri. Cálculo de su consumo y precios», *Cuadernos de Etnología y Etnografía de Navarra*, 39, 1982, pp. 395-420; CEBALLOS CUERNO, C.: *op. cit.*, pp. 58-59, 163-167; CORBERA MILLÁN, M.: *La siderurgia tradicional en Cantabria*. Oviedo, 2001, pp. 30-68.

57. CANTELAUBE, J.: *La forge à la catalane dans les Pyrénées ariègeoises, une industrie à la montagne (XVII^e-XIX^e siècle)*. Toulouse, 2005, pp. 448-449.

matices, sin afectar fundamentalmente a la elaboración primaria, que era obra exclusiva de la siderurgia tradicional autóctona y de la moderna siderurgia extranjera.

La agonía de las ferrerías vascas se produjo tras la II Guerra Carlista (1872-1876): las últimas en Guipúzcoa fueron Mirandaola, Bengolea, ambas en Legazpi, y –¿casualmente?– Azcue, en Ibarra, que recordemos había contado con un horno de cementado, en 1880-81, y en Vizcaya Aranekola, en Durango, y Poval, en Galdames, en 1867. Pero hasta entonces consiguieron convivir con modelos más avanzados. En 1848 Antonio Larrea fundó una fábrica de hierro colado al carbón vegetal en Araya (Álava)⁵⁸. La fundición de San Pedro de Elgoibar nació en 1877 basada en hornos de carbón vegetal y de pudelado, aunque fue renovada en 1905 con dos hornos Martín-Siemens ácidos. La fábrica de hierros de San Martín en Beasain refleja la continuidad de la tradición del hierro en la economía vasca, desde los modos tradicionales hasta la actualidad. Su historia es un testimonio del tránsito de la ferrería a la fábrica grande. La iniciativa partió de dos ferrones, Domingo de Goitia y Martín Usabiaga, explotadores de las ferrerías de Yurre y Yarza. En 1860 se asociaron con José Francisco de Arana, vecino de Beasain dueño del término llamado «Urbietta», que acabará constituyendo el núcleo de la Compañía Auxiliar de Ferrocarriles (CAF). En 1862 Goitia, Usabiaga y Arana levantan en la fábrica de hierros de San Martín el primer alto horno moderno de la provincia, pero de carbón vegetal, con mineral de Cerain y Mutiloa. Tres años más tarde ponen un segundo horno. Tras la II Guerra Carlista, en 1878 se aplica el método Bessemer, que producirá los primeros aceros en 1885⁵⁹.

CONCLUSIONES

El presente artículo ha tratado de analizar las innovaciones y continuidades tecnológicas que se aplicaron en las ferrerías guipuzcoanas, y de calibrar hasta qué punto fue cierto –como mantiene la historiografía tradicional– el atraso tecnológico de la misma durante los siglos XVI al XIX. Según dicha línea historiográfica, mientras a partir del siglo XVI Europa asistía a la expansión de los altos hornos, Guipúzcoa mantuvo sus ferrerías hidráulicas tradicionales sin apenas mejoras ni innovaciones tecnológicas. Pero a lo largo del texto se ha visto que esto no es cierto. Las ferrerías guipuzcoanas fueron aplicando innovaciones propias y foráneas, en función de sus necesidades. Estas ciertamente nunca fueron importantes, por lo que las reformas introducidas tampoco fueron radicales. La

58. SÁEZ GARCÍA, M. A.: *Una contribución a la historia de la siderurgia española: la fábrica de San Pedro de Araya (1848-1935)*. Vitoria, 1998.

59. BILBAO BILBAO, L. M. y FERNÁNDEZ DE PINEDO, E.: «Auge y crisis de la siderometalurgia...», *op. cit.*, pp. 167-168, 201-203.

estructura de explotación de las ferrerías tradicionales no exigía grandes inversiones en construcción, mantenimiento ni mejora; con una baja inversión de capital se mantenía un alto rendimiento. Lo prueba el hecho de que algunas ferrerías no trabajasen durante el estiaje, por falta de agua, el abandono de otras durante períodos determinados y prolongados de tiempo, ante la necesidad de reparos o reformas, su falta de competitividad o la intención del propietario de reconducir sus inversiones hacia otras actividades más lucrativas, o incluso la recuperación de la actividad tras períodos políticos convulsos, como son la Guerra de la Convención, la Guerra de Independencia o la primera Guerra Carlista. A pesar de que en épocas de dificultades e invasión de productos extranjeros y foráneos, este rendimiento pudiera reducirse, las factorías siderúrgicas prefirieron mantener bajos inputs. Por tanto, no se practicaron grandes innovaciones, porque estas no fueron necesarias; únicamente cuando se llegó a la certeza de la necesidad de renovación se empezaron a dar los pasos necesarios de una manera progresiva, que provocó la convivencia de los viejos y los nuevos métodos, incluso con los de última generación, lo cual nos lleva a hablar más de una reconversión que de una crisis.

El régimen de propiedad, en muchos casos indirecto, y la imposibilidad de llevar a cabo grandes inversiones por parte de la mayoría de propietarios y arrendadores de ferrerías, hizo que el propio mercado fuese el que regulase la evolución del sector, de forma y manera que aquellas instalaciones menos competitivas iban desapareciendo, dejando su cuota de mercado a las más competitivas, lo que permitía a estas seguir sobreviviendo. Únicamente aquellos sectores bien situados económicamente, y que podían contar con importantes sumas de dinero y liquidez, esto es, tan sólo unos pocos, podían aventurarse a llevar a cabo fuertes inversiones y mejoras tecnológicas. En este caso, el intento por parte de esas oligarquías de apropiarse de las suculentas perspectivas que se anunciaban con la aplicación de nuevas tecnologías hizo reaccionar al resto de propietarios, representados y defendidos por las autoridades provinciales, que ante las nefastas repercusiones que, se preveían para la industria y los consumidores, prefirieron oponerse a la posibilidad de llevar a cabo tales innovaciones en régimen de monopolio.

Esto nos lleva a plantear la pregunta de una forma diferente a la que habitualmente se ha practicado. En vez de preguntarnos por qué las instituciones trataron de evitar la implantación de proyectos monopolísticos alegando su contrafuero, nos deberíamos preguntar por qué dichos proyectos se plantearon en términos de exclusividad y monopolio. Encontramos casos, como el de Oiquina, en los que las innovaciones fueron llevadas a cabo, pero sin mediar monopolio o exclusividad, sin embargo, parece que fracasaron y tuvieron un corto recorrido. Ello mismo nos demuestra que, teniendo en cuenta las características del mercado guipuzcoano, el establecimiento de innovaciones tecnológicas en la siderurgia vasca no hubiese sido viable sin la premisa del monopolio, puesto

que sus productos no hubiesen podido competir con la calidad de los hierros producidos por el método directo. Esas innovaciones, relacionadas con la aplicación del método indirecto, únicamente fueron viables a partir del siglo XIX, como también muestra el caso de la ferrería de Azcue, en Ibarra.

Fueron por tanto la avaricia y las perspectivas de enriquecimiento, a través de la mejora de *outputs* y rendimientos, de aquellos que decían velar por la revitalización de su Patria, lo que impidió el establecimiento de innovaciones tecnológicas que hubiesen generalizado en Guipúzcoa la siderurgia de altos hornos. Hasta finales del siglo XIX no se dieron las condiciones empresariales, financieras y de inversión necesarias para llevar a cabo una empresa de tales características⁶⁰. Hasta entonces fueron únicamente algunos casos aislados los que tuvieron la capacidad de arriesgar sus inversiones, aunque éstas acabaran frustrándose, como ya ocurrió con el proyecto de la Compañía de Cuchillos de Vergara. Estos inversores fueron abandonando el ámbito siderúrgico paulatinamente, dejando éste en manos de pequeños propietarios y explotaciones de régimen familiar, para invertir su dinero en actividades más lucrativas; lo cual explica también su longevidad.

A ello se debe sumar la existencia de un mercado propio para los productos forjados vascos, que no será realmente puesto en peligro hasta el último cuarto del siglo XIX, cuando ante la evidencia las ferrerías tradicionales deberán paulatinamente dejar su lugar a otro tipo de sistemas. El establecimiento de altos hornos cuya producción estuviese destinada al mercado español no será rentable hasta 1848, lo que, unido a la falta de calidad de los productos de acero y hierro colado hasta la aparición del método Bessemer, explica la tardanza de la aplicación de industrialización moderna en el ámbito siderúrgico. Como reconoce el propio Luis María Bilbao⁶¹, el hierro forjado vasco seguía siendo insustituible para determinados usos, especialmente en la industria naval, de la herramienta y la ornamentación. Junto a ello, no son razones de menos calado la política aduanera o la liberalización de las riquezas minerales y de los mercados nacionales.

Pero por encima de esos factores hay uno que en nuestra opinión resultó clave. Todo ello no hubiese sido posible de no contar con un acceso fácil, barato y rentable a las materias primas. Ello fue posible, entre otras cosas, gracias al monopolio y control que las autoridades locales y provinciales, muchas de las cuales tenían importantes intereses e inversiones en la industria de las ferrerías, ejercieron sobre los recursos forestales, lo que permitió a las instalaciones

60. Véase también GONZÁLEZ PORTILLA, M.: *La siderurgia vasca (1880-1901). Nuevas tecnologías, empresarios y política económica*. Bilbao, 1985, pp. 9-13.

61. «En el segmento cualificado del mercado siderúrgico, los productos de las nuevas tecnologías, por baratos que fuesen, no podían competir con los hierros producidos por el sistema directo, dado que su sustitución no era ni técnicamente posible ni económicamente rentable». BILBAO BILBAO, L. M.: «La industria siderometalúrgica...», *op. cit.*, p. 56.

siderúrgicas contar con un combustible de calidad y barato, que dio la oportunidad de mantener los costes de producción a niveles rentables y hacer de la siderurgia tradicional guipuzcoana una actividad competitiva prácticamente hasta mediados del siglo XIX. Precisamente, cuando en el siglo XVIII el mercado de la leña estaba llegando a su límite, por la imposibilidad de mantener una doble demanda dirigida a cubrir las necesidades de la industria siderúrgica y naval, que fue lo que disparó la inflación de precios entre mediados del siglo XVIII y comienzos del XIX, la coyuntura política vino a salvar la situación permitiendo finalmente la entrada de grandes cantidades de leña y madera en el mercado, gracias a los procesos desamortizadores, que facilitaron la continuidad de las factorías siderúrgicas, que fueron sufriendo una continua criba, en pos de la rentabilidad y viabilidad, en un momento en el que tuvieron que convivir con metodologías más modernas, con las que se disputaron sobre todo el acceso al combustible. Sin embargo, la escasa viabilidad de los productos de hierro colado y acero, prácticamente hasta finales del siglo XIX, permitió a los productos forjados mantener su mercado y sobrevivir.

En definitiva, los cambios no se producen de la noche a la mañana y tienen su proceso en el tiempo. Como señala Joel Mokyr⁶², para poner en práctica una nueva tecnología se debe producir una interacción entre el innovador y su entorno humano, formado por competidores, clientes, proveedores, autoridades y vecinos. Una de las principales condiciones para que una innovación sea asumida son la tolerancia y diversidad, puesto que en toda sociedad existen fuerzas estabilizadoras que protegen el *statu quo*, y son estas reticencias las que se deben superar. Es posible que una sociedad sea conservadora aunque sus individuos no lo sean; los principales obstáculos para que una innovación triunfe son la tradición, la costumbre, la rutina y la adhesión al pasado. Además se han de tener en cuenta los costes sociales derivados de su aplicación, puesto que el cambio tecnológico conmociona el mercado laboral, altera el entorno físico, deja obsoletos el capital humano y físico y reduce el excedente de producción de los competidores del innovador: especialidades que quedan obsoletas, migración forzosa de trabajadores, cambios en la organización de los sistemas de producción e, incluso, el desempleo provocado por la nueva tecnología. Se ha de tener en cuenta que el procedimiento directo no fue un fenómeno específico del Pirineo, sino que fue habitual en zonas como Liguria, Córcega, la cornisa cantábrica, ciertas zonas de Italia, Suiza, Estiria, Carintia, Noruega o Suecia. Como afirma Jean Cantelaube, la siderurgia directa no representa necesariamente el arcaísmo, ni la siderurgia indirecta el progreso⁶³.

62. MOKYR, J.: *La palanca de la riqueza. Creatividad tecnológica y progreso económico*. Madrid, 1993, pp. 27-28, 194-195, 225.

63. CANTELAUBE, J.: *op. cit.*, p. 250.