

El consumo aparente de energía fósil en los países latinoamericanos hacia 1925: una propuesta metodológica a partir de las estadísticas de comercio exterior*

Mauricio Folchi
Universidad de Chile – Universidad Autónoma de Barcelona

María del Mar Rubio
Universidad Pompeu Fabra (Barcelona)

1. PRESENTACIÓN

El consumo de combustibles fósiles constituye un indicador válido para evaluar y situar históricamente a las economías latinoamericanas en su proceso de modernización económica.¹ El consumo *per capita* de 'energías modernas', y en particular, el de combustibles fósiles (carbón y petróleo), que cada economía realiza, describe una trayectoria a lo largo del tiempo que es muy ilustrativa del nivel de modernización que ésta va alcanzando.

Sobre este tema, la historiografía latinoamericana ha dejado un vacío ostensible que nuestra investigación se ha propuesto abordar. Sólo una pequeña parte de los trabajos que se han desarrollado sobre 'el problema de la energía' en América Latina adoptan un enfoque histórico. Desgraciadamente, éstos no retroceden más allá de 1925 y lo hacen sólo para un puñado de países estadísticamente privilegiados. En consecuencia, en la actualidad se desconoce cuál fue la evolución energética del grueso de las economías latinoamericanas con anterioridad a la década del '40 del siglo XX, y se desconoce por completo, cuál fue esta evolución para el conjunto de los países latinoamericanos con anterioridad a 1925.²

Como un primer resultado de este esfuerzo, el presente estudio ofrece una estimación del consumo aparente de carbón y petróleo hacia año 1925 para cada uno de los países

* Ponencia presentada al *2º Congreso de Historia Económica*, México D.F., octubre de 2004.

¹ Al respecto, véase proyecto de investigación "Importaciones y modernización económica en América Latina, 1890-1960". Convocatoria de ayudas de proyectos de investigación científica y desarrollo tecnológico, 2003. Ministerio de Ciencia y Tecnología de España. Investigador Responsable: Albert Carreras i Odriozola. También Carreras, Albert; André A. Hofman; Xavier Tafunell y César Yáñez (2003): "El desarrollo económico de América Latina en épocas de globalización. Una agenda de Investigación". CEPAL, División de Estadística y Proyecciones Económicas, Centro de Proyecciones Económicas, Santiago de Chile, diciembre de 2003.

² Sí existen estudios con información estadística que se remontan más atrás, pero, además de escasos, son estudios aislados, monográficos y de alcance estrictamente nacional que no permiten su agregación a nivel latinoamericano.

latinoamericanos, con una metodología basada en los datos de las estadísticas oficiales de comercio exterior. Previo a la presentación de los resultados, se discuten los problemas metodológicos que supone la utilización de estas fuentes para a realizar una estimación de este tipo, las cuales se derivan de las particularidades del registro documental empleado y de la características comerciales y contables de los productos en cuestión.

Se ha tomado el año 1925 como año muestra para analizar las fortalezas y debilidades de una metodología que puede aplicarse extensamente (hacia atrás y hacia delante), y con la cual se puede llegar a establecer el consumo aparente de carbón y petróleo para cada uno de los países latinoamericanos desde 1870 en adelante.

2. DISCUSIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. La Historia Económica, la Energía y el consumo de combustibles fósiles.

La importancia del consumo de combustibles fósiles en el estilo de crecimiento económico moderno, que se inauguró con la primera Revolución Industrial, es un hecho que no se escapó a la atención de los propios contemporáneos, entre quienes merece destacarse el economista británico William Stanley Jevons (1835-1882)³, quien, en un texto fundamental de 1865, afirmaba que:

“el carbón no está al lado sino muy por encima de todas las demás materias primas. Es la energía material del país, la ayuda universal, el factor de todo lo que hacemos. Con el carbón casi todas las hazañas son posibles o fáciles; sin él, nos vemos arrojados otra vez a la pobreza laboriosa de los tiempos primitivos”.⁴

En 1934, Lewis Mumford publicó una obra que puede considerarse la primera visión de la historia en clave energética: *Technics and Civilization*.⁵ Siguiendo las ideas Patrick Geddes,⁶ Mumford propuso una lectura de la ‘civilización industrial’ en la que distingue tres grandes etapas: *eotécnica* (1000-1750), *paleotécnica* (1700-1900) y *neotécnica* (1850 →), cada una de las cuales

³ En 1865 Jevons publicó un libro con un título muy expresivo: *The coal question: an inquiry concerning the progres of the nation and the probable exhaustion of our coal mines*, en el que sostenía que el progreso económico británico del siglo XIX (período que él denominaba “la era del carbón”) y su supremacía, estaba basado en el consumo de este combustible. Aplicando el razonamiento maltusiano, llegó al convencimiento de que su consumo se incrementaría geométricamente hasta su agotamiento (en una fecha cercana), lo cual redundaría en un retroceso en el nivel de riqueza y bienestar de la sociedad británica, “si nuestra riqueza y nuestro progreso —afirmaba Jevons— dependen de la alta disponibilidad de carbón, no sólo debemos detenernos, sino que debemos volver atrás” (Citado en Cuervo y Ramos, 2000: 107-112).

⁴ Citado por Cipolla (1994): *Historia económica de la población mundial*, Crítica, Barcelona, pág. 59.

⁵ Mumford, Lewis (1981): *Técnica y civilización*, Alianza, Madrid.

⁶ Veinte años después (en 1884), uno de los lectores de Jevons, Patrick Geddes (1854-1932), a poca distancia de las ideas de aquél, tuvo el mérito de proponer por primera vez una interpretación de la historia (y de la economía) en clave física, y especialmente, en clave energética, distinguiendo en la historia de la humanidad una “edad de la energía”, consecutiva a la “edad del hierro”. Véase, Martínez Alier, Joan y Klaus Schlupmann (1991): *La Ecología y la Economía*, Fondo de Cultura Económica, México D.F., págs. 116-122.

estaría caracterizada por un “complejo tecnológico”, definido por el empleo de ciertos recursos y materias primas, por unos medios específicos de utilización y generación de energía, y por unas formas especiales de producción y organización del trabajo.⁷ Mumford veía en la historia episodios sucesivos de “liberación de energía” (hidromecánica, eólica, del vapor, etc.), gracias a los cuales se habría producido un incremento continuo de la cantidad de energía disponible para la sociedad, un mejoramiento en la regularidad del suministro, mayor flexibilidad en su distribución, y mayor eficiencia en su aprovechamiento. La sustitución de unas fuentes y formas de energía por otras, habría estado propiciada por la mayor competitividad de las nuevas alternativas energéticas, y en el incremento de la productividad asociado a las mismas. Así, por ejemplo, se refiere al período *paleotécnico* en los siguientes términos:

“Durante el período paleotécnico, los cambios que se manifestaron en todos los sectores de la técnica consistían en su mayor parte en un hecho central: el aumento de la energía [...]. La energía, sin embargo no puede dissociarse de otro factor en juego, es decir, el tiempo. El uso principal de la energía en el período paleotécnico era disminuir el tiempo durante el cual puede realizarse una determinada cantidad de trabajo” (Mumford, 1982: 218).

Las ideas de Mumford pueden considerarse como un esbozo o antecedente de las formulaciones que, 30 años más tarde, plantearían dos prestigiosos exponentes de la historia económica: Carlo Cipolla (1922-2000) y Edward Anthony Wrigley (1931-), respecto del papel que cumple el *input* energético y el cambio en el patrón de consumo energético en el desarrollo económico moderno.

En su *Economic History of World Population* (publicado en 1962), Carlo Cipolla propuso un enfoque de la historia de la humanidad basado en el consumo de energía. Sostuvo que ésta podía dividirse en tres etapas, entre las cuales habrían mediado dos revoluciones. La primera de éstas, la revolución neolítica ocurrida hacia el año 10.000, transformó a los cazadores-recolectores de las sociedades primitivas en agricultores y pastores, lo cual, traducido a términos energéticos, habría constituido un “proceso en virtud del cual el hombre llegó a incrementar y controlar la gama de convertidores biológicos”, esto es, las plantas y animales (Cipolla, 1994: 57). La segunda revolución energética, habría sido la (primera) Revolución Industrial, que Cipolla define como el proceso que “permitió la explotación a gran escala de nuevas fuentes de energía por medio de convertidores inanimados” (Ibíd.), con lo cual aquellos agricultores y pastores de las sociedades agrícolas, se transformaron en “operarios de esos ‘esclavos mecánicos’ alimentados con energía inanimada” que eran las máquinas, que caracterizan a la sociedad industrial (Ibíd.: 34).

⁷ Expresado en términos de energía y materiales característicos, la fase *eotécnica* es un complejo de agua, más el viento y leña, como fuentes de energía, y madera como material, la fase *paleotécnica* es un complejo de carbón como fuente de energía y hierro como material, y la *neotécnica* es un complejo de electricidad, más los combustibles líquidos, que alimentan los motores de combustión interna, como fuentes de energía, y la aleación de metales, y productos sintéticos, como materiales. (Mumford, 1981: 129).

“Al introducir la explotación a gran escala de nuevas fuentes de energía, la Revolución Industrial cambió drásticamente las pautas del presupuesto energético de las sociedades humanas. A nivel agrícola, toda sociedad humana dispone de un suministro de energía per capita muy limitado y que en su mayor parte es de índole fisiológica. A nivel industrial, las disponibilidades de energía son mucho mayores y principalmente de tipo inanimado” (Ibíd.: 65-66)

El significado histórico de esos cambios, y especialmente a partir del desarrollo de la energía del vapor, es que la humanidad habría ganado progresivamente en energía disponible *per capita*, lo cual se tradujo en mayor consumo (en calefacción, iluminación, trasportes terrestres y marítimos, etc.) pero también en “más energía por trabajador” y, por consiguiente, una “mayor la productividad de la mano de obra” (Ibíd.: 65). Gracias a eso, la sociedad industrial entró en una dinámica de crecimiento económico que, a su vez actuó de estímulo para el desarrollo de nuevas formas de energía: “cuanta más energía se producía, más energía se buscaba” (Ibíd.: 63).

La mayor disponibilidad de energía de la Sociedad Industrial, con su consiguiente efecto sobre la productividad, representó una “expansión de los ingresos reales per capita”, lo cual repercutió en mejoras sustanciales de los niveles de vida, “así como la satisfacción masiva de necesidades superiores a las puramente elementales” (Ibíd.: 87), que son las que (debido, principalmente, a las limitaciones de las fuentes de energía que se conocían y explotaban), las sociedades agrícolas del pasado apenas lograban satisfacer. En resumen, “gracias a la explotación de nuevas fuentes de energía, a la mayor abundancia de capital y al empleo más eficiente de los factores de producción, los ingresos reales son superiores en las sociedades industriales que en las agrícolas” (Ibíd: 79).

El mismo año que apareció el libro de Cipolla, E. A. Wrigley, publicó un artículo titulado “The supply of raw materials in the Industrial Revolution”,⁸ en el que comenzó a delinear la tesis que puede encontrarse acabada en su libro: *Continuity, chance, and change: the character of the Industrial Revolution in England*, y que es muy cercana a las ideas de Cipolla.⁹

Para Wrigley, la Revolución Industrial es un proceso de transformación de la industria y de la economía en su conjunto, caracterizado por un aumento amplio y sostenido de los ingresos reales *per capita*, como consecuencia de las mejoras en la productividad, lo cual vino a significar un tipo de crecimiento económico completamente nuevo (Wrigley, 1993: 20-23). Este hito de la historia económica constituye el paso de lo que Wrigley identifica como la fase de “economía orgánica avanzada”, a la “economía basada en la energía de origen mineral”.

⁸ Wrigley, E. A. (1962): “The supply of raw materials in the industrial revolution”. *Economic History Review*, 2ª Serie, XV, pp. 1-16.

⁹ Wrigley, E. A. (1993): *Cambio, continuidad y azar: carácter de la revolución industrial inglesa*. Barcelona, Crítica. [Original en inglés de 1988].

El enfoque de Wrigley se basa en un argumento muy sencillo: "cualquier incremento en el *output* de la industria [...] debe tener como contrapartida un incremento equivalente en el *input* de materias primas en el otro extremo del proceso de producción" (Wrigley, 1962: 2). De acuerdo a eso, el elemento clave de este cambio de etapa es la sustitución de las materias primas de origen orgánico (tales como el cuero y las fibras vegetales, pero especialmente de la madera en su doble función, como material y como fuente de energía), por materias primas de origen mineral. Ese cambio fue lo que permitió un nuevo tipo crecimiento, que escapaba a la 'Ley de rendimientos decrecientes', permitiendo el aumento sostenido de la producción, con mejoras constantes en la productividad que se tradujeron en un incremento progresivo del ingreso real *per capita*.

"Por primera vez en la historia de la humanidad, el ingreso real por cabeza [...] pudo aumentar sustancial y progresivamente en todas las clases de la sociedad. La producción pudo sobrepasar a la población, la producción pudo dejar atrás la reproducción. Por primera vez en la historia de la humanidad, la pobreza dejó de ser una característica necesaria de la condición humana para el grueso de la población" (1993: 46).

En la etapa de la "economía orgánica avanzada", la disponibilidad de las materias primas, dependía de la productividad de la tierra y, por lo tanto, estaba sujeta a la ley de los rendimientos decrecientes. Esto significaba que las restricciones físicas y la escasez relativa de las mismas actuaban como freno a la expansión de la producción. La utilización de materias primas de origen mineral en cambio —cuya disponibilidad era infinitamente superior, y por una cuestión de escala, ilimitada en la práctica— significó romper con esa dependencia física, que actuaba como factor limitante del crecimiento (Wrigley, 1993: 38).

Entre estas "nuevas" materias primas, la más relevante fue el carbón mineral, que sustituyó a la madera como fuente de energía calorífica, lo cual fue decisivo en el desarrollo de la industria siderúrgica, pero también en el de industrias de otros materiales, tales como el ladrillo, el vidrio y la cerámica, cuya producción era intensiva en calor (Wrigley, 1962: 5-6). Indirectamente, este cambio en el origen de las materias primas, también fue determinante para las industrias que seguían empleando materias de origen vegetal, como la industria del algodón, la que, no obstante, pudo expandirse gracias a los avances en otros sectores que sí ocupaban materias primas minerales, especialmente el del transporte interior (Wrigley, 1962: 13 y 14).

"En una economía basada en la energía mineral, libre de la dependencia de la tierra para conseguir materias primas, podía existir una realimentación positiva en un sector amplio, y creciente, de la actividad económica. Cada paso que se hacía facilitaba el siguiente. El sistema en su conjunto podía conseguir una velocidad de crecimiento ascendente". (Wrigley, 1993: 42)

Por otra parte, la Revolución Industrial supuso una revolución de la productividad. Los economistas clásicos habían señalado que las mejoras en ésta provenían de la especialización de funciones asociada al desarrollo comercial y de los avances técnicos. La Revolución Industrial

consiguió mejorar la productividad por otra vía: el desarrollo de nuevas fuentes y formas de energía, que permitían un mayor uso de energía por trabajador. La magnitud de trabajo que una persona puede llevar a cabo —puntualiza Wrigley— está fuertemente condicionada por la cantidad de energía de la que dispone. Como es obvio, un agricultor que prepara la tierra provisto de una pala impulsada sólo por su propia fuerza, tiene una productividad muy inferior a la de quien hace el mismo trabajo con un arado asistido por la fuerza de un caballo.

Durante la fase de la economía orgánica avanzada el grueso de la energía que se utilizaba, en la mayoría de los procesos de producción, procedía de fuentes orgánicas (combustible vegetal y fuerza animal). La energía mecánica y calorífica que se obtenía de las fuentes orgánicas se conseguía en una escala relativamente pequeña, era cara, y a menudo, no era fiable. En consecuencia, “los niveles de productividad que se podían conseguir en amplias zonas de la actividad económica eran necesariamente bastante modestos” (Wrigley, 1993: 40).

Los horizontes de la productividad media individual, y paralelamente, de los ingresos reales *per capita* variaron de forma sustancial cuando tuvo lugar un cambio hacia fuentes minerales de obtención de energía mecánica. En este sentido, la aparición y posterior difusión de la máquina a vapor (que dada su ineficiencia inicial era una consumidora intensiva de combustible, al punto que su uso habría sido insostenible empleando leña o carbón vegetal) hizo posible, más que ningún otro adelanto, el incremento de la productividad *per capita*.

2.2. La Teoría Económica: el crecimiento económico y el problema de la Disponibilidad de energía.

En un artículo reciente, Toman y Jemelkova (2003), afirman que la mayor parte de la literatura sobre energía y desarrollo está dedicada al análisis de cómo desarrollo económico afecta el uso de energía en vez de al efecto que la disponibilidad de energía tiene sobre el crecimiento económico. A efectos de nuestro trabajo, sin embargo, lo que nos interesa destacar es que tanto los trabajos teóricos como la evidencia empírica indica que existe una relación estrecha entre la disponibilidad de energía y el nivel de producción, como queda demostrado en el repaso de la literatura que hacen Stern y Cleveland (2004), quienes otorgan a la energía un papel un papel central en el proceso de crecimiento económico.

Dado que nuestra intención es utilizar el uso de energía como indicador aproximado del grado de modernización de una serie de países en ausencia de indicadores macroeconómicos más explícitos, debemos apoyarnos en la literatura existente sobre la relación que existe entre energía y producción para poder sostener suficientemente nuestros argumentos.

Son muchos los trabajos que han intentado probar si el uso de energía impulsa el crecimiento económico o si es el uso energético está determinado por el nivel de producción

(e.g. Kraft and Kraft, 1978; Akarca and Long, 1980; Yu and Hwang, 1984; Abosedra and Baghestani, 1991; Yu and Choi, 1985; Erol and Yu, 1987; Ammah-Tagoe, 1990). En general, los resultados de los test bivariantes fue poco concluyente, y es probable que esto se debiera a la omisión de variables —trabajo, capital, cambio tecnológico— (Stern y Cleveland, 2004: 26-28). De hecho, trabajos más recientes que incluyen estas y otras variables demuestran que el uso energético es significativo a la hora de explicar el nivel de producción (Stern 2000; Oh and Lee 2004).

Estos resultados nos empujan a pensar que nuestro trabajo se asienta sobre bases firmes, y que en ausencia de mejores indicadores, el uso energético es un indicador válido para distinguir el nivel de modernización de distintos países en el tiempo.

2.3. Los Estudios sobre la Energía en América Latina

Los estudios sobre la energía anteriores a los años '70 son relativamente escasos en comparación a los que se desarrollaron con posterioridad a esa fecha, es decir, después de que se declara la "crisis de la energía", hito que marca un momento de inflexión en los estudios sobre la energía desde la economía política, decididamente orientados a establecer una "política energética", buscar fuentes alternativas al petróleo e impulsar el desarrollo energético. América Latina, naturalmente formó parte de ese empeño y desde entonces tenemos varios estudios, que abordan distintos aspectos del problema energético, no obstante, ninguno de ellos efectúa una revisión histórica del mismo.

Con anterioridad a la eclosión de los '70 contamos con dos trabajos monográficos sobre energía en América Latina y uno que, aunque dedicado al estado de la economía en los países latinoamericanos, dedica espacio al consumo energético. A estos hay que agregar el primer estudio histórico a escala mundial sobre producción y consumo energético que se publicó en 1971.

El primer monográfico sobre energía en América Latina del que tenemos referencia es un trabajo del Departamento de Comercio de los Estados Unidos publicado en 1931.¹⁰ Su premisa es que la energía moderna actúa como agente modernizador y que para estimar, de manera aproximada, el nivel de industrialización presente y futuro de un país basta con observar el uso que hace de la mecánica moderna y la disponibilidad de energía (carbón, hidroelectricidad y petróleo). Aunque su objetivo fundamental era el de explorar los mercados Latinoamericanos para los carbones y petróleos estadounidenses, este trabajo nos ofrece un repaso interesante, aunque muy desigual en cobertura, de la disponibilidad de energía en Argentina, Brasil, Bolivia, Chile,

¹⁰ U.S. Department of Commerce by Bradley, J.R., *Fuel and Power in Latin America*, United States Government Printing Office (Washington 1931)

Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, Guatemala, Honduras, las Guayanas, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Perú, Puerto Rico, República Dominicana, Salvador, Uruguay, Paraguay, Venezuela, y varias de las islas menores del Caribe (Indias Británicas, Holandesas y Francesas y las Islas Vírgenes). En algunos casos los datos no van mas allá de informar sobre la existencia o no de producción nacional, pero en la mayoría de los casos se ofrecen datos adicionales sobre las importaciones realizadas en algún año de la década de los veinte, de las cargas hechas a buques, de la existencia o no de ferrocarril u otras instalaciones que pudieran hacer uso de carbones o petróleos, y sobre el desarrollo de energía hidráulica en el país. Para la mayoría de los países, se ofrece una estimación puntual del consumo de carbón y fuel-oil en 1928 (U.S. Department of Commerce, 1931:44), usando datos del propio Departamento de Comercio. Aunque informativo a los efectos de los exportadores estadounidenses, la disparidad de los datos utilizados hace incomparables los estudios para los diferentes países, como reconoce el mismo estudio en su primera página.

Raúl Prebisch, en su *Estudio Económico de América Latina 1949*, incluyó para cada uno de los 4 países que analizó con detalle (Argentina, Brasil, Chile y México), un apartado dedicado a la energía. El interés de CEPAL por la disponibilidad energética en América Latina se tradujo pocos años más tarde en un monográfico que, bajo el título *La energía en América Latina*, se publicó en 1956 y que ambicionaba ofrecer las series de producción y consumo energético para la mayoría de los países latinoamericanos. A escala mundial el primer estudio histórico que recoge series de producción, importación, exportación y consumo de energía desde 1925 lo dirigió Joel Darmstadter en 1971 y en él se incluyen estimaciones para 11 países de América Latina. Estos tres trabajos se analizan con detalle en la siguiente sección en cuanto a su metodología y cobertura.

La Comisión Económica para América Latina, CEPAL (1975),¹¹ vuelve a interesarse seriamente en el tema con un estudio titulado: *América Latina y los problemas actuales de la energía*. Este trabajo es una reacción a los cambios del mercado de combustibles ocurridos en 1973 (la 'crisis mundial de la energía', provocada por alza pronunciada de los precios del petróleo), que afectó negativamente a la gran mayoría de los países latinoamericanos, deficitarios en combustible (especialmente petróleo). El volumen es una compilación de trabajos en los que se pasa revista a al estado de desarrollo de las distintas fuentes de energía en la región, tanto primaria (carbón) como secundaria (electricidad); se analizan los impactos económicos (en sectores como el transporte, y la agricultura) y financieros (balanza de pagos e inflación) del aumento del precio del petróleo, y se discuten estrategias y programas de acción para superar la crisis. Los datos estadísticos que

¹¹ CEPAL (1975): *América Latina y los problemas actuales de la energía*. Comisión Económica para América Latina. México, Fondo de Cultura Económica.

aportan los distintos estudios, son secundarios y escasos, y no retroceden más allá de 1960. La importancia del libro radica en su especificidad latinoamericana para abordar la problemática energética.

El estudio de Joseph W. Mullen (1978)¹², *Energy in Latin America: the historical record*, tiene un título engañoso, pues abarca un período de tiempo relativamente corto, sólo 25 años (desde 1950 a 1975) y no aporta series continuas de datos estadísticos para el conjunto de países, sino cortes decenales: 1950, 1960 y 1970. Difícilmente podría clasificarse este documento como un estudio de análisis histórico, no obstante, ofrece una visión sinóptica que puede tener interés respecto de la evolución y características de los sectores energéticos principales, con cierto énfasis en el petróleo. Los sectores que analiza son la industria del petróleo, el gas natural, el carbón y la generación de electricidad.

El libro de Dunkerley, Ramsay, Gordon y Cecelski (1981), *Estrategias energéticas para los países en desarrollo*,¹³ no ofrece muchos datos estadísticos, ni aporta series en el tiempo, sino algunos cortes en los que sólo aparecen algunos países latinoamericanos: Argentina, Brasil, Colombia, México y Venezuela. La fortaleza del trabajo es presentar un análisis muy exhaustivo de las pautas típicas de consumo de energía en los países en desarrollo en contraste con las pautas del mundo industrializado. Todos los datos y los análisis se enmarcan temporalmente en el período posterior a la crisis energética de 1973, no obstante, es un estudio muy útil para aproximarse teóricamente a la especificidad del problema del consumo energético en los países en desarrollo, que tienen una estructura productiva diferente (con mayor pesos relativo del sector agrícola), una oferta energética distinta (en la que ocupan un lugar importante los combustibles no comerciales que tienen muy poco peso en el mundo desarrollado), y un patrón de consumo determinado institucional y culturalmente que también resulta particular.

El libro de Dunkerley, Ramsay y Cecelski (1979), *Household Energy and the poor in the Third World*,¹⁴ se adentra en la zona menos frecuentada de los estudios sobre la energía: las fuentes no comerciales de consumo masivo en el ámbito doméstico (cocina, calefacción e iluminación) entre los sectores de la población de menos recursos. La pobreza de los datos disponibles sobre este aspecto impide que los autores hagan una revisión sistemática del consumo de energía doméstica entre los pobres del mundo, no obstante, el libro contiene un interesante esquema de análisis para abordar el problema de las fuentes y formas de energía no comercial, y la factibilidad de potenciar el desarrollo de estas alternativas para elevar el nivel de consumo

¹² Mullen, Joseph W. (1978): *Energy in Latin America: the historical record*. Cuadernos de la CEPAL, Naciones Unidas, Santiago de Chile.

¹³ Dunkerley, Joy; William Ramsay; Lincoln Gordon y Elizabeth Ceselski (1985): *Estrategias energéticas para los países en desarrollo*. Buenos Aires, Aragón. [Original en inglés, 1981]

¹⁴ Ceselski, Elizabeth; Joy Dunkerley y William Ramsay (1979): *Household energy and the poor in the Third World*. Resources for the Future, Washington. [Hay edición en español, *Los Recursos de la pobreza en el tercer mundo*, Buenos Aires, Ediciones Corregidor, 1984]

energético de la población urbana y rural en situación de pobreza y conseguir así mejorar su calidad de vida.

3. LAS ESTADÍSTICAS HISTÓRICAS DE CONSUMO ENERGÉTICO EN AMÉRICA LATINA: UNA VALORACIÓN DE SU COBERTURA Y METODOLOGÍA.

Como se mencionó en la sección anterior, son tres los trabajos que aportan series históricas de consumo energético en América Latina. Estos son los trabajos de Prebisch (1951), CEPAL (1956) y Darmstadter *et al* (1971). Esta sección analiza la cobertura y metodología de estos tres estudios y demuestra que dejan suficiente campo abierto como para aventurarse a realizar nuevas estimaciones en el periodo anterior a 1930.

El *Estudio Económico de América Latina 1949* que Raúl Prebisch publicó en 1951, era como su propio nombre indica, de naturaleza fundamentalmente económica. El estudio de la energía entra sólo como una sub-sección dentro de los análisis particulares de Argentina, Brasil, Chile y México, como refuerzo al argumento dependentista que se desarrolla en todo el texto. Prebisch no hizo un análisis comparativo de los tres países, si no que cada uno de ellos se presenta por separado y de hecho la presentación por tipos de energía y las unidades usadas son diferentes para cada país:

- toneladas equivalentes de petróleo de combustibles producidos en el país e importados para Argentina de 1925 a 1948;
- carbón producido, combustible importado y energía hidroeléctrica todo ello en millones de kilovatios-hora para Brasil de 1920 a 1949,
- energía hidroeléctrica, carbón, leña, petróleo y gasolina consumidos en millones de kilovatios hora para Chile de 1925 a 1948
- carbón, petróleo, gas natural y electricidad consumidos en millones de kilovatios hora para México de 1925 a 1948

La diversidad de fuentes utilizadas hace difícil que los datos sean comparables entre sí. Toda suerte de fuentes se mezcló para conformar estas series. Desde el Comité Argentino de Energía al Instituto de Estudios Económicos del Transporte (Argentina), pasando por las estimaciones de la Conferencia Mundial de la Energía, sumados a datos de anuarios estadísticos de comercio exterior y estimaciones particulares de estudiosos de la época, de las compañías eléctricas, etc. Tampoco queda claro como se establecieron las equivalencias entre los distintos tipos de energía, ni como se calcularon los consumos aparentes para los países en que sólo aparece el dato final (p.e. para México y Chile). En algunos casos los datos se citan como estimaciones de la

propia CEPAL, pero su fiabilidad queda en entredicho cuando la propia organización deshecha las estimaciones que aparecen en el Estudio Económico en su monográfico sobre energía publicado apenas cinco años más tarde.

La CEPAL publicó en 1956 *La energía en América Latina*, que reúne datos de consumo de energía para 20 países latinoamericanos y caribeños, con diferentes grados de calidad tanto en la cobertura temporal como en la desagregación de las series (véase Figura N°1). Para la mayoría de países las series se ofrecen desde mediados de la década de los 30 y hasta 1955, pero sólo para 7 de ellos se aventuran estimaciones anteriores a 1930. Llama poderosamente la atención la ausencia de Brasil de este último grupo, cuyos datos se ofrecen desde sólo desde 1939, desechando por completo las estimaciones de Prebisch. (Véanse los gráficos de la serie 3.2)

La investigación no levantó información original sino que recurrió a las series estadísticas que ya estaban publicadas. Por esta misma razón, las fuentes que emplea el estudio son diversas entre los países. El estudio agrupa a los países en tres categorías de acuerdo a la calidad y detalle de la información estadística disponible. En un primer grupo se incluyen los países que mejor información proporcionan: Argentina, Brasil, Colombia, Chile y México, países que al año 1975 contaban con un acervo estadístico y estudios sectoriales apreciable, aunque no fueran más atrás de 1925. En general puede decirse que los datos que ofrece para estos países son los más fiables, o por lo menos, los más sustentados y más refinados.¹⁵ El segundo grupo está formado por Cuba, Perú, Uruguay y Venezuela. En este caso se recurre a los anuarios estadísticos nacionales (especialmente de comercio exterior) combinados con las estadísticas internacionales tales como el *Statistical Yearbook*, de las Naciones Unidas, y algunas monografías sectoriales para el caso de los productores (Perú y Venezuela) e informes de los departamentos públicos de energía de los países. Un tercer grupo de países para los que se ofrece información considerablemente más pobre, son: Bolivia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Haití, Honduras, Nicaragua, Panamá, Paraguay y República Dominicana. Para estos países se recurre escasamente a las estadísticas nacionales (sólo algunos anuarios) y se recurre, en cambio masivamente a las publicaciones estadísticas de las Naciones Unidas: el citado *Statistical Yearbook*, más los *Statistical papers* (Serie J, *World Energy Supplies*).

El estudio que ofrece estimaciones anteriores a 1930 para más países latinoamericanos es *Energy in the world economy; a statistical review of trends in output, trade, and consumption since 1925* que dirigió Joel Darmstadter y fue publicado en 1971. Aunque sólo propone dos estimaciones puntuales para antes de 1930 (1925 y 1929), construye estimaciones para 11 países latinoamericanos. El de Darmstadter es un estudio cuidadoso y detallado, ofreciendo las series básicas (producción

¹⁵ En caso de Argentina, por ejemplo, el estudio incorpora los datos que, desde 1925 publicaron el Comité Argentino de la Conferencia Mundial de la Energía y el Instituto de Estudios Económicos del Transporte, y a partir de 1944, la Dirección Nacional de Energía.

nacional, exportaciones e importaciones de productos energéticos, cargas a buques , producción hidroeléctrica) que se usan para elaborar las series de consumo aparente de energía, hace explícitas las conversiones utilizadas para convertir los distintas formas de energía a toneladas equivalentes de carbón y también el modo en que se agrega la hidroelectricidad (traducida en el valor calorífico de la electricidad producida en vez de por la cantidad equivalente de carbón necesaria para producir esa electricidad). El punto más débil del trabajo, si es que se puede considerar así, es el uso de fuentes secundarias tanto para los datos de comercio, fundamentalmente de Naciones Unidas (incluida la propia CEPAL) y la Liga de Naciones, como para las series de producción nacional que se basan casi exclusivamente en el Bureau of Mines estadounidense y el Institute of Geological Sciences británico.

Como se desprende de esta breve descripción de las estadísticas históricas de consumo de energía, sólo existen estimaciones anteriores a 1930 para algo menos de la mitad de los 20 países Latinoamericanos y sólo una (Trinidad y Tobago) para los Caribeños, y en muchos de los casos sólo contamos con un par de estimaciones puntuales. Hay por tanto, campo suficiente para adentrarse en la estimación del consumo energético en América Latina y el Caribe en el primer tercio de siglo. En este sentido la primera estimación que hacemos en este artículo para 1925 es un punto de enganche con las series existentes, ya que más atrás en el tiempo, no existen estimaciones comparables. Nuestra intención en el largo plazo es completar las series Latinoamericanas usando para el resto de los años la metodología que se deriva del presente artículo en cuanto al uso de las fuentes del comercio exterior.

4. LAS ESTADÍSTICAS DE COMERCIO EXTERIOR Y EL CONSUMO APARENTE DE ENERGÍA FÓSIL DE LOS PAÍSES LATINOAMERICANOS AL AÑO 1925.

4.1 Observaciones metodológicas.

Como se ha dicho antes, la metodología de este estudio se basa en los datos de las estadísticas oficiales de comercio exterior. Esta opción metodológica se justifica en que, hacia el año 1925, la mayor parte de los países latinoamericanos son importadores de carbón y petróleo, y que dichos combustibles procedían, en su mayor parte, de tres países: EE.UU., Alemania y Gran Bretaña. Este flujo puede captarse satisfactoriamente en dos fuentes alternativas o complementarias: las estadísticas de comercio exterior de los exportadores y las estadísticas de comercio exterior los importadores. Unas y otras presentan ventajas y desventajas en cuanto a su disponibilidad, riqueza y fiabilidad. Para los países de la región que son a la vez productores, exportadores e importadores de carbón o petróleo (México, Argentina, Chile, Perú y Venezuela), las estadísticas del comercio exterior deben complementarse con los datos de producción nacional y

exportación.¹⁶ Con toda esa información se llega a estimar el consumo aparente de carbón y petróleo en cada uno de ellos.

De los 20 países que conforman América Latina es, 18 elaboraron estadísticas de comercio exterior (al parecer, ni Panamá, ni Honduras lo hicieron). De los restantes países, sólo son aprovechables las estadísticas de 17 países, ya que las de Paraguay ofrecen unos datos muy defectuosos. Desde el lado de los exportadores principales: EE.UU. (petróleo y carbón), Inglaterra (carbón), Alemania (carbón), y Bélgica (carbón), se consigue una desagregación de países de destino bastante más detallada, que llega a 32 en el caso de EE.UU. (o 33 si se incluyera Puerto Rico), en las que aparecen 12 pequeños estados y territorios: Bermudas, Honduras Británica (Belice), Barbados, Jamaica, Trinidad y Tobago, las antillas y las guayanas. A efectos de agregar los países latinoamericanos, en los casos donde el ejercicio se ha hecho con los datos de los exportadores principales, se incluyen 32 países para los totales y sólo 25 en los cálculos *per cápita* a falta de información sobre población en algunos casos. En los casos en que el ejercicio se hace con la información de los importadores, o se contrasta la información de ambos, se incluyen los siguiente 17 países:

Argentina	Guatemala
Bolivia	Haití
Brasil	México
Colombia	Nicaragua
Costa Rica	Perú
Cuba	República Dominicana
Chile	Uruguay
Ecuador	Venezuela
El Salvador	

Las fuentes que sustentan nuestro estudio presentan algunos inconvenientes y desafíos metodológicos que comentamos a continuación.

a) Desagregación de productos y unidades de medida, el caso del carbón.

Desafortunadamente, las estadísticas de comercio exterior no ofrecen una desagregación exhaustiva ni coincidente de las variedades de carbón comercializado, de tal manera que permitan establecer la cantidad exacta de calorías disponibles, ni una valoración (precios) que guarde una relación precisa con la calidad de los carbones importados. En general, puede decirse que los países exportadores desagregan más que los importadores, tres o cuatro categorías (véase cuadro 4.1.1), mientras que muchos de éstos establecen una única denominación inclusiva, y otras, si bien

¹⁶ Para este segmento, en el caso del carbón, hemos recogido la información publicada por Mitchell (1994) quien recoge la información estadística oficial de los países latinoamericanos productores. Para el petróleo se han usado los datos del American Petroleum Institute (1937).

desagregan, lo hacen con criterios infrecuentes, como Haití y República Dominicana que distinguen entre "coal" y "all other" (véase Cuadro 4.1.2). Esta pobreza de información plantea ciertas restricciones metodológicas a efectos de realizar agregaciones y comparaciones en términos de funcionalidad del combustible o poder calorífico exacto, que pueden llegar a ser bastante amplias (cuatro toneladas de antracita, perfectamente, pueden contener más poder calorífico que seis de lignito).

Respecto de las cifras nacionales de producción, un primer problema es que no están desagregadas por tipo de producto, y el segundo, que están expresadas sólo en cantidad y no en valor, lo cual exige el desarrollo de unos procedimientos específicos para valorar adecuadamente dicha producción en términos energéticos y monetarios. En cuanto a las unidades de medida todas emplean unidades de peso. En el cuadro 4.1.2 puede apreciarse el nivel de desagregación de los respectivos grupos de países.

b) Desagregación de productos y unidades de medida, el caso del petróleo.

Con más incidencia que en el caso del carbón, al contrastar las estadísticas de importación de productos petrolíferos de los países Latinoamericanos con su contrapartida estadística de los países que vendieron dichos productos, el investigador se enfrenta a una amplia variedad de clasificaciones existentes así como la utilización de diferentes unidades de medida (véase cuadro 4.1.3).

Las clasificaciones no sólo agregan productos de manera distinta, sino que además un mismo término define cosas distintas según el país. Así gasolina, benceno, nafta, ligroína y bencina que podrían tomarse por sinónimos del combustible para vehículos, aparecen según países bajo una o varias entradas de la estadística. Los aceites para iluminación toman también una variedad de nombres (aceite mineral para alumbrado, kerosenos, petróleo lampante, kerosene), pero también aparecen incluidos dentro de 'otros aceites minerales' o simplemente 'petróleos refinados'. La parafina por su parte tiene usos combustibles diversos como la fabricación de velas y cirios o en líquido para lámparas y estufas (en Chile en particular) pero también se usa en el revestimiento de envases, para el recubrimiento de quesos y como elemento de algunos medicamentos. La mayor parte del petróleo producido en los años 1920 se utilizaba para la producción de gas-oil y fuel oil. Empleados fundamentalmente como combustible en barcos, locomotoras, motores pesados y generadores eléctricos, gas-oil y fuel-oil aparecen como un solo elemento de la estadística estadounidense, mientras que no es posible identificarlos en muchos de los países latinoamericanos. En otros casos es posible identificarlos bajo nomenclaturas diversas: 'aceites minerales combustibles' (México); 'aceites para buques o usos industriales' (Perú) ; 'Crude oils for fuels' (Haití y Rep. Dominicana); 'Petróleo para combustible' (Cuba). Esta variedad de nomenclatura

y agregación exige, para poder realizar contrastes, la suma de todas las partidas para así poder comparar los totales de importación de productos petroleros al no ser posible el contraste producto a producto.

El cálculo de la importación total y el contraste de fuentes se enfrenta a las diversas unidades de medida utilizadas por los distintos países. Mientras que los EEUU sistemáticamente expresan la cantidad exportada en volumen –galones-, los países latinoamericanos usan tanto unidades de peso (tonelada métrica, kilo) como, en menor medida, medidas de volumen (litros, galones, hectolitros, metros cúbicos). Para poder establecer los cálculos que nos hemos planteado hemos elegido la tonelada métrica como la unidad de peso común. La relación entre peso y volumen depende de la densidad del producto del que se trate. Así, un barril de keroseno (42 galones) pesa menos que un barril de fuel-oil al ser éste último más denso: una tonelada contendrá unos 1273 litros de keroseno, pero sólo 1050 litros de fuel-oil. Por su parte, una tonelada de petróleo crudo contiene entre 6,6 y 8 barriles de petróleo dependiendo de la densidad (gravedad) del mismo. Por tanto las conversiones serán tanto menos exactas cuanto más agregada sean las categorías en las estadísticas. Los valores medios usados para las conversiones en este trabajo se muestran en el cuadro 4.1.11.

Obsérvese que no todos los productos incluidos en estas clasificaciones tienen usos energéticos. Así por ejemplo, ni los aceites lubricantes, ni los asfaltos tienen como destino la generación de energía. Mientras los asfaltos son siempre identificables y se pueden excluir de nuestros cálculos, los aceites lubricantes no son siempre posibles de identificar y separar. Por tanto estarán incluidos en nuestros cálculos energéticos. La implicación inmediata para el cálculo será una ligera sobrevaloración del consumo energético de productos petroleros por parte de aquellos países que cuenten con más maquinaria y por tanto con más necesidad de aceite lubricante. Sin embargo, como se verá más adelante, los aceites lubricantes representan en general un pequeño porcentaje de la importación total de productos petroleros.

c) La discrepancia de los datos entre exportadores e importadores, el caso del carbón (por cantidad y valor desde los importadores y desde los exportadores).

Otro de los problemas metodológicos serios que debe enfrentar la investigación es la discrepancia de los datos del comercio bilateral que ofrecen los exportadores y los importadores, lo cual puede explicarse por un conjunto de razones tales como: los costos del transporte (valores CIF v/s valores FOB), las pérdidas en el transporte, el desfase temporal en el registro, la formas de valoración, deficiencias o diferencias de criterio en la notación de las mercancías, etc. Estas

discrepancias significan la existencia de un error estadístico que debe ser controlado y explicitado metodológicamente.

Considerado el total de carbón importado por los países latinoamericanos desde el G4 (Inglaterra, Alemania, EE.UU. y Bélgica), contabilizado en unidades físicas (TM) se aprecia un grupo de países con un cuadro bastante cercano: Argentina, Brasil, Colombia, Cuba, Ecuador, Nicaragua y República Dominicana, que fluctúan entre un 2 y un 6%. Luego, un segundo grupo de países con un cuadro relativamente insatisfactorio: Chile, El Salvador y Perú que rondan el 20%, y finalmente, un grupo de países con un cuadro muy deficiente que son: Bolivia, Costa Rica, Haití y México, cuyas notables discrepancias sugieren que el destino de los embarques que registran los exportadores puede ser sistemáticamente equivocado, pues la cantidad total del carbón exportado, se acercan notablemente entre ambas fuentes. La disparidad es del 1%. (Véase cuadro 4.1.4)

En cuanto a las valoraciones monetarias, como es de esperar, las discrepancias son mayores. La diferencia en el valor unitario (US\$/TM) que registra el importador respecto del que resulta de la agregación de los exportadores fluctúa, entre 64 centavos de dólar en el mejor de los casos (Rep. Dominicana) y US\$ 20,41 en el peor (México). En promedio, la diferencia es del 30%, sin que se aprecie una regularidad que la explique como podría ser, por ejemplo, la diferencia entre precios CIF y precios FOB. (Véase cuadro 4.1.5)

d) La discrepancia de los datos entre exportadores e importadores, el caso del petróleo (por cantidad y valor desde los importadores y desde los exportadores).

Para 15 países contamos con el dato de la compra de productos petroleros en 1925 desde dos fuentes: el dato que nos ofrece el país importador y los datos que nos ofrecen los países exportadores de dichos productos. En principio, ambos datos deberían ser perfectamente intercambiables: si tantas toneladas de petróleo aparecen registradas como exportación de los Estados Unidos con destino a Chile, las mismas deberían ser las que aparecieran en el registro de importación chileno con origen en aquel país. La literatura sobre estadísticas de comercio exterior sin embargo, está llena de referencias en torno a las discrepancias irresolubles entre estas dos fuentes y en particular refleja un pesimismo importante en cuanto a las fuentes latinoamericanas¹⁷. Partiendo de esta premisa en este trabajo optamos por recoger los datos de ambas fuentes (importadores y exportadores) para ofrecer una estimación desde ambas perspectivas y observar así el grado de distorsión que ofrecen las estadísticas nacionales latinoamericanas.

¹⁷ El tradicional pesimismo acerca de la fiabilidad de las estadísticas de comercio exterior latinoamericanas se ve reflejado en los trabajos de Simon, (1960), Platt, (1971) y más recientemente Kuntz, (2002): "Nuevas series del comercio exterior de México, 1870-1929", *Revista de Historia Económica*, XX:2,213-270.

Es difícil discernir a simple vista si los datos de unos y otros discrepan sustancialmente. Disponemos de 42 pares de datos comparables en cantidad y otros tantos en valor. Esto es, datos del país exportador con su correspondiente contravalor en la estadística de importación del país de destino. De ellos, 15 corresponden a los datos agregados de exportación de Estados Unidos (y su correspondiente valor de importación en cada uno de los 15 países latinoamericanos), 9 corresponden a países que importan del Perú, 8 a países que importan productos mexicanos y el resto a importaciones con origen en Alemania, Reino Unido, Chile y Venezuela para todos los cuales contamos con ambos registros en origen y destino de la mercancía. (Los cuadros 4.1.6 y 4.1.7 contienen toda la serie de datos agrupadas por países de origen y de destino)

e) Problemas metodológicos relativos a la estimación de la producción nacional de carbón (unidades físicas y valor monetario).

Las cifras nacionales de producción presentan dos problemas. El primero es que no están desagregadas por tipo de producto (coque, lignitos, hullas, etc.), y el segundo, que están expresadas sólo en cantidad y no en valor, lo cual restringe las posibilidades de comparación. La información necesaria para establecer el valor de esa producción es identificación exacta del tipo de producto y del precio del mismo, consideradas sus propiedades físicas, en el mercado internacional o regional, lo cual sólo se podría conseguir con fuentes distintas de las que estamos trabajando (fuentes internas especializadas tales como revistas comerciales o estudios de mercado internos). Por lo tanto, y sin perjuicio de que esto se determine en el futuro con las fuentes idóneas, sólo podemos hacer una estimación aceptable del "precio" del carbón nacional tomando el valor de la exportación del mismo producto —o del mismo ítem, para ser precisos, porque ignoramos qué producto carbonífero es específicamente— a los países vecinos (valor FOB).¹⁸ Dado que nuestro interés es el consumo aparente de energía fósil y que tenemos carbón de un lado y productos petroleros de otro, hemos de tomar una decisión en cuanto a la unidad de normalización para poder agregarlas. Internacionalmente se acepta las toneladas equivalentes de carbón o petróleo como unidad de agregación. Aquí hemos seguido la cifra que da la OLADE de 0.7 para convertir toneladas métricas de carbón a toneladas equivalentes de petróleo.

[gráfico 4.1.1– Valor unitario promedio del carbón importado, según los exportadores]

f) Problemas metodológicos relativos a la estimación de la producción nacional de petróleo y sus derivados (unidades físicas y valor monetario).

¹⁸ Otras alternativas serían intentar reconstruir un "precio internacional" del producto, pero cualquier estimación que se haga a partir de otros valores transados en el mercado internacional tiene el defecto de dar cuenta de productos distintos y de muy distinta calidad y precio.

En 1925 siete países latinoamericanos producían petróleo —Argentina, Colombia, Ecuador, México, Perú, Trinidad y Venezuela—. Entre todos generaban el 15 por ciento de la producción mundial. En ese mismo año, los Estados Unidos producían un 72 por ciento del total. En otras palabras Latinoamérica producía más de la mitad del petróleo producido fuera de suelo estadounidense. Al mismo tiempo, México continuaba siendo el segundo productor mundial, posición que perdería brevemente a favor de la Unión Soviética y que sólo tres años más tarde, en 1928, vendría a ocupar otro país latinoamericano: Venezuela.

A la hora de establecer el consumo aparente de petróleo en los países Latinoamericanos debemos tener en cuenta esta importante producción interna para sumarla a la importación habida de productos petroleros y restar la exportación de éstos productos en aquellos países que los exportaran. Así México, Perú, Trinidad y Venezuela exportaron la mayor parte de su producción, mientras que en Argentina, Colombia y Ecuador, la producción nacional de petróleo se consumió prácticamente íntegra en el interior del país en 1925. Son los países exportadores los que presentan algún problema metodológico a la hora de establecer cuánto petróleo quedó en el país para su propio consumo. Si las exportaciones se compusieran únicamente de petróleo crudo, la estimación de la producción para consumo nacional sería directamente la diferencia entre la producción total y las exportaciones. Sin embargo, si las exportaciones incluyen productos derivados la estimación no es exactamente directa. Como es bien sabido el petróleo en crudo tiene pocas utilidades siendo necesario refinarlo. La refinación por destilación se basa en el hecho de que cada uno de los componentes posee una temperatura de ebullición determinada, alcanzada la cual se transforma en vapor, separándose de los demás; a continuación la sustancia vaporizada se convierte en líquida por enfriamiento. En el proceso se pierde cierta cantidad de volumen en forma de residuos y gases. Se estima que en 1925, de un barril de 42 galones de petróleo crudo se obtenían 20,7 galones de gas y fuel oil, 13,6 galones de gasolinas y naftas, otros 3,4 galones de keroseno, y 1,8 galones de aceites lubricantes; el resto, unos 2,5 galones se perdían en el proceso.¹⁹ Dicho de otra manera, en torno a un 6 por ciento del volumen se perdía en el proceso de refino. Como el más valioso de todos los componentes es la gasolina, y como la proporción de ésta en el petróleo era muy baja, se fueron ideando procedimientos especiales para aumentar la cantidad de gasolina a partir de un volumen determinado de petróleo. Esto se logra mediante lo que se conoce con el nombre de craqueo. Mediante elevadas presiones y temperaturas se logra romper las moléculas de los productos más pesados y transformarlos en gasolina. Este fue un proceso que comenzó a utilizarse a finales de los años 1920. A medida que nos acercamos al tiempo presente las pérdidas en refino se minimizan y el cálculo del consumo nacional se aproxima al cálculo sencillo de volumen producido menos volumen exportado.

¹⁹ La estimación procede del [American Petroleum Institute, 1937 #21] p.116

En 1925, no podemos obviar este problema metodológico. En el caso de los exportadores de productos derivados del petróleo debemos tener en cuenta las pérdidas que se producían en la refinación en cuenta, de lo contrario estaríamos sobre-valorando la cantidad de petróleo para uso interno. Tomemos el caso de México cuya exportación de productos refinados sumó en 1925 algo más de 6 millones de toneladas, o lo que es lo mismo casi un 40 por ciento del total exportado.²⁰ Las pérdidas en el proceso de refino se pueden estimar en unas 391.721 toneladas, una cantidad nada despreciable pues equivale a la importación total de México de ese año y es superior a las importaciones de productos petroleros de la mayoría de los países de la región. De no tomar en cuenta que esa cantidad de petróleo se perdió en el proceso de refino estaríamos asignando a cada uno de los 15 millones de mexicanos 25 kilos de productos petroleros de más en 1925. Sin embargo este es el caso más extremo de cuantos tenemos que resolver. Ni Perú, ni mucho menos Venezuela, exportaban derivados en gran cantidad. Los resultados del ajuste por las pérdidas de refinación se resumen en el cuadro 4.1.10.

La valoración de la producción interna en valores monetarios es más complicada. Acabamos de estimar la cantidad de petróleo que queda para uso dentro de cada país, lo que desconocemos es cómo se empleó ese petróleo, por lo que nos resulta difícil valorarlo. La única alternativa viable es valorarlo simplemente al precio del petróleo en crudo. Para cada país conocemos el precio por tonelada de petróleo crudo importado (y en los casos citados, exportado). Los resultados son desiguales porque en algunos casos los precios deducibles de la estadística de comercio exterior son precios arancelarios que no se corresponden con los precios de mercado.

g) Problemas metodológicos relativos a la agregación de carbón y petróleo y la estimación del consumo aparente de energía fósil.

El procedimiento habitual para valorar físicamente el carbón consiste, simplemente, en contabilizar el peso (en toneladas métricas, por ejemplo), suponiendo que todos los productos de carbón son perfectamente homogéneos, y luego se aplica un factor de conversión constante esa cantidad total, obteniendo así, unidades agregables (por ejemplo TEP). Pero sabemos que dentro de la categoría "carbón" se incluyen productos cuyo poder calorífico y aplicación industrial pueden variar significativamente, por lo tanto, este procedimiento, necesariamente, conduce a unas estimaciones inexactas, difíciles de corregir dada la poca exactitud de las fuentes (que no identifican variedades de carbón). Una señal de la posible variedad de las calidades de carbón

Comentario [u1]: Cual es la diferencia con el punto 5c? Que aquí es la estimación en cantidad y allí se hace también en valor?

²⁰ Incluyendo las cargas a buques y los productos obtenidos de crudo importado de California para ser refinado en el país.

comercializadas el año 1925, puede estar detrás de las notables disparidades de precio entre las distintas transacciones de carbón que pueden reconocerse, las que, en valores FOB fluctúan entre US\$ 1,07 por tonelada métrica (valor del carbón británico importado por Nicaragua, según la fuente británica) y los US\$ 24,55 (carbón británico importado por México).

4.2. El comercio exterior de petróleo por países (socios comerciales y peso de la partida sobre el total).

a) El caso del carbón

En el cuadro 4.2.1 puede apreciarse que el grupo de países que hemos identificado como G4 representa el 98,33% del carbón importado por América Latina en 1925. De éstos, el que tiene el mayor peso específico es Gran Bretaña (con un 68,55% de las importaciones), seguido por Estados Unidos (con una cuota del 26,34). Bastante más atrás aparecen Alemania y Bélgica (con un 3,4% y un 0,05% respectivamente). (Los mismos datos, expresados en unidades monetarias en el cuadro 4.2.2).

Mirados estos datos con más detalle, se puede apreciar claramente cada uno de los dos principales países abastecedores de carbón de la región ocupan un papel más preponderante aún considerado el comercio de cada país, en la mayoría de los casos. Así, por ejemplo, para Cuba, Ecuador, EL Salvador, Guatemala, Haití, México, Nicaragua y República Dominicana, las importaciones de carbón de EE.UU. representan entre el 85% y el 100% de las importaciones totales. Gran Bretaña, por su parte, ocupa una cuota cercana o superior al 80% en los casos de Chile y Argentina, y algo inferior (62.62%) en el caso de Brasil. Los países que parecen escapar a esta regla son Colombia y Perú, que importan su carbón, prácticamente, a partes iguales desde Gran Bretaña y EE.UU.

Un caso muy particular dentro de este cuadro lo constituye Bolivia el que, por su condición de mediterraneidad registra una fracción importante de su importación de carbón como procedente de países vecinos, mientras que menos del 40% la registra como procedente del G4. Naturalmente, este carbón que viaja, principalmente, desde Chile (59,3%), no es carbón chileno, sino carbón del G4, lo cual, desgraciadamente queda escondido en las fuentes.

b) El caso del petróleo

Las importaciones de productos petroleros tenían fundamentalmente tres países de procedencia, pero distintos del tradicional G3 del resto de nuestro trabajo. En este caso los tres países son Estados Unidos, México y Perú. La lista de países suministradores de petróleo es más amplia aunque el resto de países tienen un peso mucho menor en este comercio. En algunos casos los países de origen son meros intermediarios de productos petroleros a terceros. La geografía y los lazos comerciales establecidos en otros productos marcan las diferencias. Así, para Bolivia el principal suministrador de productos petroleros es Chile, mientras que para Colombia lo es Costa Rica, lo cual viene a demostrar el papel intermediario que van a realizar algunas economías en el comercio regional de productos petroleros (también es el caso de Panamá). El cuadro 4.2.3 especifica para cada país exportador la lista de países de destino y las cantidades involucradas según las fuentes de los países exportadores (países de origen) y las de los países importadores (países de destino).

Los Estados Unidos fueron el origen algo más de la mitad de las toneladas de productos petroleros compradas por los países latinoamericanos. Los Estados Unidos son el único país exportador que recoge en su estadística ventas a los 33 países latinoamericanos. El Reino Unido y Gran Bretaña representan una fracción ínfima de las compras de productos petroleros en Latinoamérica. Sin embargo la mayoría de países de la región recogen importaciones procedentes de éstos países. Al ser compras por valores muy pequeños, en general son obviadas en las estadísticas de comercio exterior de Alemania y Gran Bretaña.

El comercio regional jugó un papel muy importante en el comercio de productos petroleros, en especial México y Perú. Desde México llegaron el 40 por ciento de las toneladas importadas según los datos agregados de los países latinoamericanos (países de destino), algo menos si la proporción se realiza agregando los datos de todos los países que declaran exportar a Latinoamérica (países de origen). Perú, el tercer productor en importancia de la región, se sitúa por detrás de México como proveedor de petróleo con un 7%. Cabe destacar que la producción venezolana, más importante que la peruana ya en 1925, no se ve reflejada en el comercio de la región. Como se ha visto más arriba, la producción Venezolana se exportaba prácticamente íntegra en crudo. El destino del crudo venezolano eran las Antillas Holandesas, donde se refinaba y re-exportaba con destino a Estados Unidos y Europa. De hecho, en las estadísticas venezolanas sólo aparecen exportaciones directas a Colombia en muy pequeña cantidad. En cuanto a las estadísticas de los países de destino, los productos procedentes de las Antillas Holandesas en ocasiones aparecen como de origen venezolano y otras veces con origen en Aruba, Curaçao o incluso Holanda. En los ejercicios de este trabajo se optó por considerar los productos con origen en las Antillas Holandesas como de origen venezolano. Al no contar con las estadísticas de origen en éstas

últimas, el resultado es una amplia diferencia entre la estimación en origen (sólo Venezuela) y la estimación en destino.

4.3. El consumo aparente de energía fósil en unidades físicas.

Con el resultado de la agregación del saldo comercial de carbón y energía más la producción interna es posible construir un ranking de consumo aparente *per capita* de energía fósil en el que se incluyen 24 países, para 15 de los cuales se presenta el contraste de los valores de las fuentes de los importadores y de los exportadores, y para los 9 restantes, sólo se incluye el valor que se construye con los datos de los países exportadores. No se ha incluido el valor de Panamá, pues representa un caso excepcional: Panamá, o el Canal de Panamá, aparece como destinatario de una cantidad desproporcionada de ambos combustibles (los datos si se incluyen en los Apéndices). La explicación posible de esta situación es que el Canal de Panamá es un lugar donde los barcos cargan de combustible, y desde el cual se redistribuye hacia otros países como se ha visto anteriormente. Un caso similar es el de Cuba, cuya posición geográfica también le convierten en punto de carga de combustible.

[gráfico 4.3.1– Consumo Aparente de Energía fósil, 1925]

Merece la pena comentar la posición de Brasil en el ranking que parece inferior a lo que le correspondería. Esto puede deberse a que en este ranking no se incluyen dos fuentes de energía que, de acuerdo a lo que la literatura indica, la economía brasileña puede ser intensiva: hidroelectricidad y leña. Por otra parte los datos de Honduras que plantean un importarte interrogante, corresponden enteramente a los ofrecidos en las estadísticas estadounidenses, por más que parezcan exagerados, debemos darlos por fidedignos. Es una cuestión que merece la pena anotar en la agenda de futura investigación.

[gráfico 4.3.2– Consumo Aparente de Energía fósil por productos, 1925]

En cuanto a las proporciones de carbón y petróleo respectivamente en el total aparentemente consumido, se pueden aventurar algunas especulaciones. El hecho de que para la mayoría de Centro América el carbón constituya un aporte poco significativo, se podría explicar a través de la influencia tecnológica norteamericana que habría inclinado a estos países hacia el uso de tecnologías intensivas en petróleo. Por otro lado, los países de Cono Sur muestran una

tendencia mayor al uso de carbón. De hecho, entre Argentina, Chile y Uruguay aglutinan el 52 por ciento del consumo aparente de la región (de los 15). Como posibles explicaciones a este fenómeno podemos comprometer dos hipótesis. La primera es que estos países al haber iniciado con anterioridad su proceso industrializador conservan el patrón de consumo energético anterior. La segunda hipótesis, que afecta fundamentalmente a Argentina, es que los lazos comerciales históricos de este país con Gran Bretaña le mantienen como consumidor de carbón.

En contraste con los trabajos disponibles, nuestras estimaciones salen en la mayoría de los casos bastante robustas. Excepto en los casos de México y Trinidad-Tobago, donde es más que probable que el tratamiento del petróleo usado para refinación que nosotros hacemos sea la causa de la rebaja considerable del consumo energético mexicano, en el resto de los casos donde podemos comparar datos, nuestras estimaciones se encuentran en un orden de magnitud similar a las publicadas hasta ahora para 1925. Esto nos da confianza en las estimaciones para aquellos países donde no tenemos ningún elemento de comparación (Barbados, Bermuda, Honduras, Jamaica, las Indias Británicas y Paraguay) y para extender esta metodología a años en los que no existen estimaciones para ninguno de estos países (1900-1925). (Véase cuadro 4.3.1)

4.4. Transición energética al año 25

Todos los estudios que abordan históricamente el consumo energético coinciden en señalar un fenómeno típico, que se repite en todas las economías: la *transición energética*, esto es la sustitución progresiva de unas fuentes de energía (tradicionales) por otras (modernas), con lo cual, las transiciones vienen a representar un proceso más amplio que es la *modernización energética*. La observación básica es que a lo largo del tiempo se pueden distinguir períodos históricos en los que una fuente de energía (o un tipo de fuente energética) predomina ampliamente en el mercado, y que poco a poco comienza a retroceder ante el avance de una nueva fuente, con lo cual se describen ciclos de auge y caída.²¹

Con respecto al tipo de productos importados, la importancia relativa del keroseno y la gasolina sobre el total de las importaciones nos dan alguna indicación más sobre la modernidad de cada uno de los países importadores. Nos fijamos en estos dos productos porque son los más fácilmente identificables en las diferentes estadísticas. Otros productos, como el petróleo crudo y el fuel oil, en ocasiones, son indistinguibles en los datos originales. Si hacemos la suposición de que existe una industria nacional de refino, podríamos cometer el error de contabilizar como petróleo

²¹ Al respecto, véase Perelman, Lewis J.; August W. Giebelhaus y Michael D. Yokell (1981): *Energy transitions: long-term perspectives*, Westview Press for the American Association for the Advancement of Science, Boulder, Colo. También véase Melosi, Martin V. (1982): "Energy Transitions in the Nineteenth-Century Economy,". En George H. Daniels and Mark H. Rose, eds., *Energy and Transport: Historical Perspectives on Policy Issues*, pp. 55-69 . Beverly Hills, CA.: Sage Publications.

crudo lo que en realidad es fuel oil. Sin embargo, con las gasolinas y kerosenos (petróleos para la iluminación) hay mucho menos lugar a confusiones. La primera es un indicador de modernidad en tanto que su uso está ligado a los vehículos terrestres, el segundo lo es hasta cierto punto de atraso porque en la mayoría de los casos fue sustituido por la bombilla eléctrica (véase cuadro 4.4).

La gasolina no falta en ninguno de los 15 países de los que disponemos de datos desagregados. Para la mayoría de ellos es el producto de mayor valor en la cesta de productos petroleros importados. Las excepciones son notablemente Chile, Cuba y Perú que tienen el petróleo crudo, el fuel oil y los lubricantes como los productos que les generan mayor gasto respectivamente. Es también notable que los países que más gastan proporcionalmente en keroseno sean Guatemala, Haití y Brasil.

[gráfico 4.4– Transición energética al año 1925]

4.5. El esfuerzo energético al año 25

Definimos “esfuerzo energético” como la fracción que representa la importación neta de combustibles con relación a las importaciones totales. El esfuerzo depende, a priori, de al menos dos circunstancias: el momento de desarrollo en que se encuentre y la disponibilidad de energía dentro del mismo país (o dicho de otro modo, de su dependencia de energías importadas). En diferentes momentos de su desarrollo los países otorgarán al uso energético una importancia diferente y pondrán más o menos esfuerzo en adquirir energía dependiendo de su estado de modernización. Del mismo modo, países con disponibilidad doméstica de energías fósiles tenderán a realizar menor esfuerzo (gasto) a la hora de obtenerlas.

[gráfico 4.5– esfuerzo energético al año 1925]

En cuanto al esfuerzo importador, en nuestros resultados, cabe destacar el poco gasto – relativo al resto de importaciones- realizado por Haití en la compra de productos energéticos, que parece apuntalar lo que sabemos sobre la pobreza de la economía Haitiana. No sorprende sin embargo el poco esfuerzo Colombiano, Peruano, Mexicano o Venezolano dado que su oferta doméstica de petróleo relaja el esfuerzo energético necesario en comparación con el resto de países que en su mayoría, son enteramente dependientes del exterior para satisfacer su demanda de energías fósiles. Sin embargo, debemos observar, que en conjunto los 17 países Latinoamericanos no serían tan dependientes como aparecen de manera individual. Los recursos carboníferos Mexicanos, Peruanos y Chilenos hubieran servido para satisfacer más de un tercio de las necesidades de carbón de los 17 países, mientras que los recursos petroleros anteriormente citados superaban en más del doble las necesidades de todos los 17 países latinoamericanos en conjunto.

Por el otro lado, sorprende relativamente el gran esfuerzo importador Argentina. Argentina no dependía enteramente de las importaciones petroleras. En 1925 se produjeron 6.3 millones de barriles de petróleo en Argentina, algo menos de 900.000 toneladas.²² Ese mismo año, el total estimado de importaciones de todo tipo de productos petroleros ascendió a 689.207 toneladas. Siendo una importación un tercio menor que la chilena en volumen, es interesante que suponga un esfuerzo similar para los respectivos países. El sobreesfuerzo argentino podría tener que ver con los elevados precios de importación fijados en Buenos Aires. Sin embargo, el país que muestra un nivel más alto de esfuerzo energético es Uruguay lo que indicaría la combinación de un nivel de modernización avanzado, con altos requerimientos de energías fósiles, con una dependencia absoluta de estas del exterior.

4.6. Dependencia energética al año 25

Por “dependencia energética” se entiende el grado de dependencia que tiene un país en cuanto a su abastecimiento energético respecto del exterior. Es decir, qué fracción de la energía que consume le es suministradas por otros países. Como regla general, se ha considerado históricamente la energía como un “recurso estratégico” y, en consecuencia, se ha planteado que mientras menor sea la dependencia energética de país mayor es su control sobre el consumo de la misma y menos expuesto está a los shocks del mercado internacional. Es recurrente a lo largo de la historia, al menos en el discurso político y económico, esta apelación a la necesidad de que los países avancen hacia la autosuficiencia energética, es decir, reduzcan su dependencia.

[gráfico 4. 6 – Dependencia energética al año 1925]

Aunque para la mayoría de los países la dependencia del carbón importado es tan absoluta como la dependencia del petróleo importado, es importante destacar que los 17 países realizan un esfuerzo petrolero muy superior su esfuerzo carbonero. Podría pensarse que el mayor precio de los productos petroleros, derivado de la superior calidad del petróleo como energía (más flexible, aplicable a más tecnologías, más sencillo de transportar) explicaría este hecho. Sin embargo, hemos visto a lo largo de todo este artículo que también en unidades físicas, y caloríficas, Latinoamérica es en general, desde muy temprano, más intensa en el uso de petróleo que de carbón. El mismo hecho que acabamos de reseñar en esta sección de la disponibilidad de petróleo abundante en su subsuelo constituye parte de la explicación.

²² American Petroleum Institute, *Petroleum Facts and Figures* (New York, 5th ed., 1937).

5. OBSERVACIONES FINALES

Los resultados de este artículo contribuyen a diferentes ámbitos de la discusión académica. Por un lado, ofrece un contraste de las series estadísticas publicadas por los países latinoamericanos frente a las oficiales de los países avanzados (USA, Gran Bretaña y Alemania), demostrando que las primeras son en general bastante más fiables de lo habitualmente reconocido en la literatura. En segundo lugar, el artículo invita con sus nuevas estimaciones de consumo energético a profundizar en estudios de historia ambiental y ecológica para América Latina. Finalmente, también aporta a la historia económica latinoamericana un nuevo indicador que permite comparar el desempeño de los países latinoamericanos en cuanto a su grado de modernización, incluyendo aquellos países para los que todavía no contamos con contabilidades nacionales históricas.

Sin embargo, hemos de reconocer que nos queda mucho camino por andar. El consumo energético está asociado con el crecimiento, de eso no cabe duda, pero la asociación puede variar mucho de una economía y otra. Es imprescindible contrastar esto con la estructura del consumo energético (hay sectores más importantes que otros, y hay sectores más intensivos en consumo energético que otros) En este mismo sentido, deberíamos tener en cuenta que antes de valorar el nivel de consumo energético de un país, hay que conocer cuáles el "Estilo de Consumo Energético". Esto nos lleva, indefectiblemente, a conocer la estructura productiva de cada país (que, por lo menos para el año 25 es conocida para varios países latinoamericanos).

También debemos plantearnos si es suficientemente representativo el consumo aparente de combustibles fósiles del consumo energético total de una economía, y por lo tanto, representativo de todo lo demás que afirmamos. Sobre el problema específico no incluir la leña, se puede considerar que en algunos casos, no es indicador de falta de modernización, sino todo lo contrario. La representatividad depende de la participación de las fuentes de energía locales o no comerciales (que no quedan registradas): leña, bagazo, yareta, hidromecánica, etc., en el consumo total de energía. Como se aprecia en el estudio de la CEPAL (1956) la proporción de energía no comercial en el total puede ser brutalmente decisiva en muchos países. Esto hace que sean menos consistentes nuestros resultados, sobre todo, al hacer la comparación entre países, pero bastante consistentes a lo largo de la evolución histórica de un mismo país. Esa es la siguiente tarea en nuestra agenda de investigación.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Aboosedra,S.and H.Baghestani (1991).“New evidence on the causal relationship between United States energy consumption and gross national product.”*Journal of Energy and Development* 14:285-292.
- Akarca,A.and T.Long (1980).“On the relationship between energy and GNP:A reexamination.”*Journal of Energy and Development* 5:326-331.
- American Petroleum Institute (1937), *Petroleum Facts and Figures* (New York, 5th ed.).
- Ammah-Tagoe,F.A.(1990).*On Woodfuel, Total Energy Consumption and GDP in Ghana: A Study of trends and Causal Relations* .Center for Energy and Environmental Studies,Boston University,Boston,MA.
- Carreras, Albert; André A. Hofman; Xavier Tafunell y César Yáñez (2003): “El desarrollo económico de América Latina en épocas de globalización. Una agenda de Investigación”. CEPAL, División de Estadística y Proyecciones Económicas, Centro de Proyecciones Económicas, Santiago de Chile, diciembre de 2003.
- CEPAL (1951): *Estudio Económico de América Latina 1949* (New York).
- CEPAL (1956): *La energía en América Latina. Instituto de Desarrollo Económico, Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento, (Washington, D.C.)*
- CEPAL (1975): *América Latina y los problemas actuales de la energía*. Comisión Económica para América Latina. México, Fondo de Cultura Económica.
- Ceselski, Elizabeth; Joy Dunkerley y William Ramsay (1979): *Household energy and the poor in the Third World*. Resources for the Future, Washington. [Hay edición en español, *Los Recursos de la pobreza en el tercer mundo*, Buenos Aires, Ediciones Corregidor, 1984]
- Cipolla (1994): *Historia económica de la población mundial*, Crítica, Barcelona, pág. 59.
- Cuerdo y Ramos (2000): *Economía y Naturaleza, una historia de las ideas*, Síntesis, Madrid.
- Darmstadter, Joel et al (1971): *Energy in the world economy; a statistical review of trends in output, trade, and consumption since 1925*. (Baltimore, Resources for the Future, the Johns Hopkins Press).
- Dunkerley, Joy; William Ramsay; Lincoln Gordon y Elizabeth Ceselski (1985): *Estrategias energéticas para los países en desarrollo*. Buenos Aires, Aragón. [Original en inglés, 1981]
- Erol,U.and E.S.H.Yu (1987).“On the causal relationship between energy and income for industrialized countries.” *Journal of Energy and Development* 13:113-122.
- Kraft,J.and A.Kraft (1978).“On the relationship between energy and GNP.”*Journal of Energy and Development* 3,401-403.
- Kuntz, (2002): “Nuevas series del comercio exterior de México, 1870-1929”, *Revista de Historia Económica*,XX:2,213-270.
- Melosi, Martin V. (1982): “Energy Transitions in the Nineteenth-Century Economy,”. En George H. Daniels and Mark H. Rose, eds., *Energy and Transport: Historical Perspectives on Policy Issues*, pp. 55-69 . Beverly Hills, CA.: Sage Publications.
- Mitchell, B.R. (1994): *International Historical Statistics – The Americas, 1750-1993*.
- Mullen, Joseph W. (1978): *Energy in Latin America: the historical record*. Cuadernos de la CEPAL, Naciones Unidas, Santiago de Chile.
- Mumford, Lewis (1981): *Técnica y civilización*, Alianza, Madrid.

- Oh,W.and Lee K.(2004).“Causal relationship between energy consumption and GDP revisited:the case of Korea 1970 –1999.”*Energy Economics* 26:51 –59.
- Perelman, Lewis J.; August W. Giebelhaus y Michael D. Yokell (1981): *Energy transitions: long-term perspectives*, Westview Press for the American Association for the Advancement of Science, Boulder, Colo.
- Stern, David and Cleveland, C.J. ‘Energy and Economic Growth’, *Rensselaer Working Papers in Economics*, #0410 (march 2004). <http://www.rpi.edu/dept/economics/www/workingpapers/>
- Stern,D.I.(2000). “A multivariate cointegration analysis of the role of energy in the U.S.macroconomy.” *Energy Economics* 22:267-283.
- Toman,M.A.and B.Jemelkova (2003).“Energy and economic development: an assessment of the state of knowledge” *Energy Journal* 24(4): 93-112.
- U.S. Department of Commerce by Bradley, J.R., *Fuel and Power in Latin America*, United States Government Printing Office (Washington 1931)
- Wrigley, E. A. (1962): “The supplay of raw materials in the industrial revolution”. *Economic History Review*, 2ª Serie, XV, pp. 1-16.
- Wrigley, E. A. (1993): *Cambio, continuidad y azar: carácter de la revolución industrial inglesa*. Barcelona, Crítica. [Original en inglés de 1988].
- Yu,E.S.H and J-Y Choi (1985).“The causal relationship between energy and GNP:An international comparison.” *Journal of Energy and Development* 10:249-272.
- Yu,E.S.H.and B.Hwang (1984).“The relationship between energy and GNP:Further results.” *Energy Economics* 6:186-190.

APÉNDICE: Análisis estadísticos de las disparidades (Test de Wilcoxon)

Existen varios métodos estadísticos para establecer si dos series de datos emparejados son o no estadísticamente diferentes. En general los contrastes de igualdad de dos muestras requieren que, bien la muestra o bien la discrepancia entre las muestras, se distribuyan de acuerdo a los parámetros de una distribución normal $N(\mu, \delta^2)$. Las series de que disponemos, en conjunto, no superan el contraste de Normalidad de Shapiro-Wilk. Tampoco lo superan aún si tomamos subgrupos de datos, por ejemplo, según el país de origen. Bordean la distribución normal las diferencias de tonelaje en el caso de las importaciones procedentes de los Estados Unidos y de México. Los resultados del contraste de normalidad se muestran en la siguiente cuadro.

Para todos los pares de datos					
Variable	Obs	W	V	z	Pr>z
DT: Diferencias en toneladas	42	0.78955	8.638	4.551	0
DD: Diferencias en dólares	42	0.50408	20.355	6.360	0
TIMP: Toneladas importadas (importador)	42	0.56204	17.976	6.098	0
TEXP: Toneladas importadas (exportador)	42	0.53571	19.057	6.221	0
VIMP: Dólares importados (importador)	42	0.57003	17.648	6.059	0
VEXP: Dólares importados (exportador)	42	0.60339	16.279	5.888	0

Origen USA					
Variable	Obs	W	V	z	Pr>z
DT	15	0,9197	1,557	0,876	0,19061
DD	15	0,68063	6,192	3,606	0,00016

Origen México					
Variable	Obs	W	V	z	Pr>z
DT	8	0,9423	0,804	-0,342	0,63389
DD	8	0,78028	3,061	2,107	0,01754

Origen Perú					
Variable	Obs	W	V	z	Pr>z
DT	9	0,71464	4,192	2,862	0,0021
DD	9	0,46449	7,868	4,57	0

Nota: Los valores críticos para el valor V al 95% están entre 1.2 y 2.4 para aceptar la hipótesis de normalidad de la serie. El contraste es aplicable a muestras de 7 o más observaciones.

Al no disponer de series que se distribuyan normalmente hemos de acudir a los contrastes no paramétricos para establecer la significación de la diferencia entre los datos ofrecidos por los importadores y los exportadores. El contraste de Wilcoxon, es un contraste no paramétrico de homogeneidad de distribuciones. Es el equivalente a realizar el contraste paramétrico de igualdad de medias, sólo que en su lugar este contraste detecta si las distribuciones de las variables se

solapan o si una de ellas está a la derecha (i.e. tiene una media y mediana mayor) que la otra o viceversa. Si las dos muestras fuesen homogéneas, entonces las diferencias entre cada dos observaciones correspondientes no sólo se distribuirían uniformemente entre valores positivos y negativos, sino que también sus magnitudes se distribuirían simétricamente: habría, en promedio, tantas diferencias pequeñas de signo positivo como de signo negativo y tantas diferencias grandes de uno y otro signo.

La hipótesis nula (H_0) de este contraste es que las series son homogéneas, es decir que las muestras tienen probabilidades idénticas de distribución, o lo que es lo mismo, no existe una diferencia estadística significativa entre los datos ofrecidos por los importadores y los datos registrados por los exportadores. Como hipótesis alternativa (H_1) podemos plantear que los datos de los registros de importación son diferentes (mayores o menores) que los registros de exportación. También, en el caso de los valores registrados, podemos suponer que los datos que registran los países importadores son mayores que los de los países exportadores dado que los datos de importación incluirían los costes de transporte y seguros. Por lo tanto una segunda hipótesis alternativa (H_2) contrastaría si los valores declarados por los importadores son superiores a los de exportación, (si su distribución está a la derecha de la distribución de los datos de exportación). Mientras H_1 es un contraste de dos colas, H_2 es un contraste de una sola cola. Los contrastes los realizaremos por un lado para las cantidades (toneladas) y por otro lado para los valores (dólares). La siguiente cuadro resume las hipótesis a contrastar y las regiones de rechazo.

<i>Hipótesis</i>	Descripción
H_0	TIMP=TEXP (las cantidades declaradas son iguales) VIMP=VEXP (los valores declarados son iguales)
H_1 Estadístico: $T_0 = \min(T, T^+)$ Rechazar H_0 si $T_0 \leq T_{crit}$	TIMP \neq TEXP (las cantidades declaradas son diferentes) VIMP \neq VEXP (los valores declarados son diferentes)
H_2 Estadístico: $T_0 = T^-$ Rechazar H_0 si $T_0 \leq T_{crit}$	TIMP>TEXP (las cantidades declaradas por el importador son superiores a las declaradas por el exportador) VIMP>VEXP (los valores declarados por el importador son superiores a los declarados por el exportador)

Analicemos el contraste para los 42 pares de datos de que disponemos. Al contrastar el dato de toneladas importadas de cada una de las fuentes, encontramos que hay 21 diferencias positivas (el dato del importador es mayor que el del exportador) y 21 diferencias negativas (el importador refleja menos toneladas que las declaradas en origen). Del mismo modo, para el valor importado, encontramos que hay 25 diferencias positivas y 17 negativas. El estadístico T refleja la

magnitud de esas diferencias sumando el rango de las diferencias en cada sentido. Para saber si estas diferencias cumplen con la simetría establecida bajo la hipótesis nula, debemos comparar el estadístico T0 correspondiente (el menor de los dos T para el contraste con H1 y el T negativo para H2) con el T crítico para cada caso.

Wilcoxon test con todos los datos en pares				
."H ₀ :TIMP=TEXP"				
Sign	Obs	T	H ₁ : Tcrit	H ₂ : Tcrit
Positive	21	418	296	
Negative	21	485		320
All	42	861	No rechazamos H ₀	No rechazamos H ₀
." H ₀ :VIMP=VEXP"				
Sign	Obs	T	H ₁ : Tcrit	H ₂ : Tcrit
Positive	25	507		
Negative	17	396	296	320
All	42	861	No rechazamos H ₀	No rechazamos H ₀

Nota: los T_{crit} se han elegido para contrastes al 95% de confianza

Hecho el contraste para los 42 pares de datos en cantidad y valor no podemos rechazar la hipótesis nula contra ninguna de las hipótesis alternativas. Debemos por tanto aceptar la hipótesis nula de que ambas series son homogéneas: en su conjunto los datos aportados por importadores y exportadores sobre productos petroleros, tanto en valor como en cantidad, *no son significativamente diferentes* al 95% de confianza.

De este mismo modo podemos contrastar los datos para un país determinado. Así pues podemos contrastar si, con respecto a las exportaciones estadounidenses, existe o no una discrepancia significativa con los datos ofrecidos por los países que importan de aquel país o si un importador determinado sobre-valora sus importaciones con respecto a los datos de los países de los que está comprando los productos petroleros. Las cuadros que se muestran a continuación muestran los contrastes de Wilcoxon para las importaciones provenientes de los principales países exportadores (Estados Unidos, México y Perú) y para las importaciones reportadas por Argentina, Chile y Brasil. Para el resto de países no disponemos de suficientes observaciones como para poder realizar un contraste eficiente de manera individualizada.

En general, para estos subgrupos el contraste de datos es bueno y no podemos rechazar la hipótesis nula de homogeneidad en las series. Según los resultados los datos de exportación provenientes de Estados Unidos no difieren significativamente de los datos reportados por los respectivos países importadores, tanto en valor como en cantidad. Tampoco los datos de exportación ofrecidos por México se distancian significativamente de los datos de los países

destinatarios. Sólo en el caso de los datos en valor correspondientes a Perú podemos rechazar la hipótesis nula. En este caso el resultado del contraste nos indica que, al 95% de confianza podemos rechazar la hipótesis nula de homogeneidad de las series y aceptar la hipótesis alternativa de que los importadores reportan valores significativamente superiores a los recogidos en la estadística de exportación peruana.

Contraste de Wilcoxon para los principales países exportadores				
.Ho:TIMP=TEXP origen USA				
sign	Obs	T	H ₁ : Tcrit	H ₂ : Tcrit
positive	7	43	22	
negative	8	77		31
All	15	120	No rechazamos H ₀	No rechazamos H ₀
.Ho:VIMP=VEXP origen USA				
sign	Obs	T	H ₁ : Tcrit	H ₂ : Tcrit
positive	6	39	22	
negative	9	81		31
All	15	120	No rechazamos H ₀	No rechazamos H ₀
.Ho:TIMP=TEXP origen MEXICO				
sign	Obs	T	H ₁ : Tcrit	H ₂ : Tcrit
positive	4	21		
negative	4	15	4	6
All	8	36	No rechazamos H ₀	No rechazamos H ₀
.Ho:VIMP=VEXP origen MEXICO				
sign	Obs	T	H ₁ : Tcrit	H ₂ : Tcrit
positive	6	28		
negative	2	8	4	6
All	8	36	No rechazamos H ₀	No rechazamos H ₀
.Ho:TIMP=TEXP origen PERÚ				
sign	Obs	T	H ₁ : Tcrit	H ₂ : Tcrit
positive	5	23		
negative	4	22	6	9
All	9	45	No rechazamos H ₀	No rechazamos H ₀
.Ho:VIMP=VEXP origen PERÚ				
sign	Obs	T	H ₁ : Tcrit	H ₂ : Tcrit
positive	8	37		
negative	1	8	6	9
All	9	45	No rechazamos H ₀	Rechazamos H₀ (*)

Nota: los T_{crit} se han elegido para contrastes al 95% de confianza.
 (*)Al 98% de confianza no podríamos rechazar la hipótesis nula para los datos correspondientes a Perú

Wilcoxon test para los principales destinos					
.Ho: TIMP=TEXP			Destino Argentina		
Sign	obs	T	H ₁ : Tcrit	H ₂ : Tcrit	
Positive	2	8	2		
Negative	4	13		4	
All	6	21	No rechazamos H ₀	No rechazamos H ₀	
.Ho: VIMP=VEXP			Destino Argentina		
Sign	obs	T	H ₁ : Tcrit	H ₂ : Tcrit	
Positive	4	17			
Negative	2	4	2	4	
All	6	21	No rechazamos H ₀	Rechazamos H₀	
.Ho: TIMP=TEXP			Destino Chile		
Sign	obs	T	H ₁ : Tcrit	H ₂ : Tcrit	
Positive	1	4	1		
Negative	4	11		2	
All	5	15	No rechazamos H ₀	No rechazamos H ₀	
.Ho: VIMP=VEXP			Destino Chile		
Sign	obs	T	H ₁ : Tcrit	H ₂ : Tcrit	
Positive	1	3	1		
Negative	4	12		2	
All	5	15	No rechazamos H ₀	No rechazamos H ₀	
.Ho: TIMP=TEXP			Destino Brasil		
Sign	obs	T	H ₁ : Tcrit	H ₂ : Tcrit	
Positive	1	1	0		
Negative	3	9		1	
All	4	10	No rechazamos H ₀	No rechazamos H ₀	
.Ho: VIMP=VEXP			Destino Brasil		
Sign	obs	T	H ₁ : Tcrit	H ₂ : Tcrit	
Positive	2	5	0		
Negative	2	5		1	
All	4	10	No rechazamos H ₀	No rechazamos H ₀	

Nota: los T_{crit} se han elegido para contrastes al 90% de confianza

Con respecto a los países importadores sólo en el caso argentino podemos establecer *una diferencia significativa* en valor entre los datos registrados por este país y los correspondientes registros en el país de origen. Al 90% de confianza, el valor indicado en la estadística Argentina es significativamente superior al valor recogido en la estadística de exportación de sus socios comerciales.

La conclusión de los ejercicios llevados a cabo en esta sección es que en muy pocos casos podemos establecer que existan discrepancias sustanciales entre los datos de los importadores y los de los exportadores.²³ Esto contradice en gran medida las argumentaciones de la literatura en torno a la poca fiabilidad de las estadísticas comerciales latinoamericanas. Bien es cierto que el análisis se concentra en un producto relativamente homogéneo (aunque no exento de dificultades de agregación) y para un solo año. En cualquier caso, a la vista de estos resultados no debe sorprendernos que los análisis efectuados sean equivalentes usemos los datos de los importadores o los de los exportadores.

²³ Cuando los datos bordeaban la normalidad se realizaron también los contrastes paramétricos oportunos (t-test pareado) con resultados idénticos a los aquí mostrados con el contraste no paramétrico.