

Analogía entre la física clásica y los conceptos económicos

Classic physical and economic concepts analogy

José Villacís González¹

Académico Correspondiente de la Sección de Ciencias Políticas y de la Economía de la Real Academia de Doctores de España. villacis.fhm.profesorhonorario@ceu.es

Anales de la Real Academia de Doctores de España. Volumen 3, número 2 (2018) pp. 278-307.

RESUMEN	ABSTRACT
<p>Si bien es cierto que la economía y la física contemplan dos realidades distintas: la humana y la materia, una con seres humanos y sus manifestaciones humanas y sus creaciones como el dinero, y la otra mecánica, es cierto que hay conceptos que se pueden analogar. Por ejemplo: la masa monetaria y la masa-materia, sus velocidades respectivas, la aceleración, la fuerza, el trabajo, la intensidad, etc. Estas comparaciones desbordan lo anecdótico e interesan a sus aplicaciones. El ejemplo que traemos por ser más socorrido es la velocidad de circulación del dinero que tiene significado económico que es lo que nos interesa. Después trataremos de velocidad media, instantánea, aceleración media, instantánea, sus respectivas relaciones angulares, etc.</p> <p>Previamente traemos a la cinemática y a la dinámica principalmente para su comprensión para su entendimiento físico y después al económico. Comprendido entramos en el movimiento circular y en los ciclos económicos.</p>	<p>While it is true that economics and physics contemplate two different realities, the human and the material, one with human beings and their human manifestations and their creations (such as money), and the other mechanical, it is true that there are concepts that can be analogous. For example: money stock and mass-matter, their respective speeds, acceleration, force, work and intensity, etc. These comparisons abound with anecdotes and are of interest to their applications. The example to which we refer due to its greater relevance is the speed of money circulation and its economic significance, which is what interests us. Following this, we shall address average speed, instantaneous speed, average acceleration, instantaneous acceleration, their respective angular relationships, etc.</p> <p>Previously, reference was made to kinematics and dynamics mainly for their relevance to physical and then economic understanding. On the basis of that understanding, we enter the circular</p>

¹ Miembro de la Real Sociedad Española de Física. Doctor en Economía. Licenciado en Ciencias Políticas. Profesor Honorario de Macroeconomía de la Universidad CEU San Pablo.

<p>La cinemática es un área de la física que analiza el movimiento en las coordenadas de espacio y tiempo. En ese estudio no se contemplan las causas que lo producen y por ello, es, hasta cierto punto, un análisis <i>superficial</i>.</p> <p>La dinámica describe aquellos factores que pueden generar aplicaciones en un sistema físico (clásico o cuántico), cuantificarlos y establecer evoluciones. En esta última tenemos al trabajo, la fuerza, al impulso, etc. Podemos comprobar, que también la dinámica, es muy valiosa en sus aplicaciones en economía y el movimiento circular que se emparenta con los ciclos económicos acaba por rematarlo.</p> <p>Este trabajo de analogía es pues, más que una anécdota científica.</p>	<p>movement and economic cycles.</p> <p>Kinematics is an area of physics that analyses movement in space and time coordinates. This study does not consider the causes that produce it and to a certain extent is therefore a superficial analysis.</p> <p>Dynamics describes those factors that can generate applications in a physical system (classical or quantum), quantify them and establish evolutions. In the latter, there is force, momentum, etc. We can verify that dynamics are also highly valuable in terms of their applications to the economy; the circular movement related to economic cycles ends up finishing it.</p> <p>This analogous study work is, therefore, more than a mere scientific anecdote</p>
<p>Palabras clave: Economía, cinemática, dinámica, masa monetaria, materia, velocidad, aceleración, fuerza, trabajo, relaciones angulares, espirales, termodinámica.</p>	<p>Keywords: Unaccompanied child migrants, best interest of minor, European Court of Human Rights</p>

*En la física el movimiento es lo que importa.
En economía el movimiento es lo que importa.*

I. INTRODUCCIÓN

Nuestra afición por los estudios de la física, apasionados y elementales para un economista, nos traslada hacia inquietantes tentaciones, pues observamos no solamente analogías, sino que se pueden apreciar enriquecimientos en las herramientas analíticas propiamente económicas. Este es el medio y el fin de este artículo.

En ningún momento nos olvidamos de que sus objetos: el de la física y de la economía son diferentes sino también sus fines o resultados. Para un estudioso el objeto de la economía son los seres humanos, químicos, hormonales, pensantes cuyas actividades son en gran medida aleatorias. Y como podemos apreciar, en cualquier momento y lugar, las expectativas ya sea como empresarios y/o consumidores son fundamentales, y hace que sean apreciadas por los políticos y los manipuladores de las actividades económicas. Por ejemplo, una política monetaria expansiva: ΔM puede fracasar si va acompañada, en el fondo de una crisis, por un miedo empresarial. Y una política monetaria menos expansiva que la anterior, incluso nulamente expansiva, puede llevar al crecimiento de las variables reales: producción y empleo, si hay optimismo.

De aquí se deriva que cuando el empresario, o sea el agente actuante, se encuentre acorralado, sea sustituido por el sector público –el Estado-, como agente inversor. Tal es la interpretación que se da a la política keynesiana. En este caso podemos establecer las siguientes semejanzas. El vector fuerza: es la masa monetaria en manos del Estado actuante: F y que se traduce en ΔG que es el gasto público.

Si la economía privada se anima a gastar y hay mejoras en las expectativas, decimos que habría un aumento en el consumo, cosa que ya sabemos y también un aumento en la velocidad del dinero por unidad de tiempo: $\Delta v/\Delta t$, esto es, una aceleración: a .

Si bien estamos estableciendo parecidos y diferencias, avanzaremos sobre fórmulas y conceptos derivados de la física que pueden enriquecer la economía, o por lo menos mostrar anécdotas curiosas al lector.

Pero también en física existe aleatoriedad, de hecho hay una física estadística, como si los acontecimientos físicos fueran distintos del determinismo relacionados éstos, con la información exhaustiva. A Einstein mismo le incomodó la probabilidad en la física y dijo algo parecido a que *Dios no juega a los dados*. De cualquier forma, sea lo que sea, incluso el principio de incertidumbre de Heisenberg, esta afirmación está fuera de nuestro alcance, se refiere a hechos físicos. Cinemática y dinámica, simples y sencillos que se desbordan por los acontecimientos aleatorios producidos por el *homo sapiens*.

Observación 1.- Reduciremos los conceptos de la cinemática y de la dinámica hacia aquellos que sean operativos y que nos ayuden a trasladarnos a los significados económicos. Por ejemplos, los conceptos de instantáneos: velocidad y aceleración de nada nos van a servir porque un hecho económico *instantáneo* es por definición inservible, por el contrario, la velocidad o aceleración media o general si serán necesarios para la significación económica.

Observación 2.- Insistimos en la realidad de que la física y la economía son hechos diferentes en su naturaleza, y que nuestro fin consiste en aplicar sus analogía formales matemáticas para establecer curiosidades e incluso obtener información investigadora.

II. INVENTARIO INICIAL DE LA CINEMÁTICA Y DINÁMICA EN LA MECÁNICA

Estableceremos un inventario de los conceptos de la mecánica y de la dinámica que nos servirán, y conforme vayamos avanzando en el desarrollo de este trabajo

también otros singulares. Estos últimos por ejemplo de enorme valía, el trabajo y la energía y la rotación de los cuerpos sólidos. De nada, insistimos, nos servirán, si de su traslado a la economía, carecen de significado.

Inicialmente establecemos un inventario provisional de conceptos de la física.

2.1.- Cinemática:

2.1.1.- Velocidad media.

$v = \text{velocidad media} = l/t$ siendo l longitud y t tiempo

La velocidad de la masa monetaria: m , se entiende como el número de veces en que dicha masa, o una unidad de dicha masa, tiene de avanzar -circular-para poder financiar-pagar- un nivel de renta y producción: Y . Dicho nivel: Y es mayor que la masa monetaria: $Y > m$, y por tanto se entiende que habrá una frecuencia de pagos necesaria para que se financie el total Y de la producción. Esta interpretación es muy similar que la velocidad de un móvil en la cinemática física y que es la cantidad de movimiento.

Comentario: las variaciones de la longitud y del tiempo que tienen lugar, según la teoría relativista, cuando el móvil se acerca a la velocidad de la luz, no vienen al caso en nuestro trabajo por encontrarse fuera de lugar $v \approx c$

2.1.2.- Aceleración instantánea.

$a = \text{aceleración instantánea} = \Delta v / \Delta t$.

Si se produce una alteración de la velocidad por unidad de tiempo, tal que: $\Delta v / \Delta t$ (instantánea) significa que la masa monetaria ha aumentado la velocidad de circulación para financiar el nivel de producción: Y . Normalmente se produce porque hay mayor actividad económica en el consumo y la inversión. En periodos de hiperinflación, donde los precios suben a niveles extraordinarios, por ejemplo, al 1000%, el dinero o mejor sería decir, los pagos, deberán aumentar su frecuencia en relación con periodos anteriores. De lo contrario los pagos disminuirían su fuerza y no se podría vender el total de la producción.

Comentario: cuando trabajamos con el tiempo, nos referimos a un periodo convencional: un mes o un año, y que durante esos periodos aumente la velocidad, entonces habrá aumentado la velocidad: $v_2 > v_1$

2.2.- Dinámica.

2.2.1.- Principio de inercia:

Si $F = 0$, entonces $v = \text{cte}$.

Siendo F la fuerza. Lo que indica que la aceleración: $a = 0$. Esta afirmación nos indica que no se ha producido cambios en la velocidad del dinero, sino que el sistema sigue una inercia en su estado de movimiento. Representa que hay energía en el sistema, la suficiente como para que se mueva y financie un nivel de actividad representado por el nivel de producción-renta: Y .

Volviendo a la velocidad de circulación de un móvil (unidad monetaria), la cantidad de movimiento se mide por p , tal que $p = mv$. Para nuestros efectos analógicos, $p = Y$. Puesto que no ha habido variación en la velocidad: $\Delta v = 0$, ello no significa que desaparezca la cantidad de movimiento que se mantiene constante. El hecho de que la fuerza sea cero implica, a nuestros efectos, que el sistema tiene el mínimo de energía (siempre positiva) como para moverse circularmente en un proceso de compra y venta de una producción (máxima o no) estable.

Nota: Este aspecto lo veremos cuando trabajemos con los espirales movimientos circulares.

2.2.2.- Principio fundamental.

Principio fundamental: $F = m \cdot a$, siendo m la masa. Veremos que tiene un interesante significado económico. Puesto que: $a > 0$, ya que $v > 1$, el sistema habrá recibido una fuerza que habrá contribuido a acelerarlo. Ha habido un aumento en la aceleración monetaria lo cual lo concebimos como una fuerza. En nuestra concepción de una economía dinámica capitalista, la mayor fuerza proviene de las innovaciones técnicas que mejoran la calidad y reducen el coste del producto, del espíritu capitalista entusiasta y creador, y de un consumidor exigente. Todo ello provoca que el sistema reciba energía o sea fuerza que lo hace despegar del círculo estacionario.

Si la fuerza continua habrá habido una continuidad en el esfuerzo productivo que contribuye a que la economía, no solamente mantenga la energía del despegue, sino que continúe ascendiendo, lo que se traduce en que *nada vuelva a ser como antes*. Si que tiene que ver este caso con la destrucción creadora de Shumpeter, la cual se magnifica en las revoluciones industriales.

Nota: en esta similitud entre física y economía, la masa monetaria juega un papel tanto pasivo como activo. Pasivo porque se acomoda al crecimiento de la magnitud real de la producción: Y . Activo por que el sistema tiende a generar activos financieros, que sirven para financiar las actividades nuevas inversoras. Es más, muchas veces dichos activos financieros se transforman en dinero.

2.2.3.-Principio de acción y reacción.

Principio de acción y reacción: $F_{12} = -F_{21}$. Este principio nos indica que a toda fuerza aplicada sobre una masa se le opone simultáneamente otra de igual módulo y de sentido contrario. Es muy difícil, por no decir imposible, que esta afirmación valga para la economía. Si, por ejemplo, se produce una fuerza inversora-tecnológica en el sistema ya sea del sector privado o del sector público mediante el gasto público, no es de esperar que el sistema permanezca imparable debido a una fuerza opuesta, ya que sería incomprensible.

Es cierto que ante una innovación técnica, y un cambio en las maneras de producir y de distribución, en algunos casos, hay una inercia opuesta a dichos cambios. Esto, a veces, se produce por el temor social y miedo económico a los cambios, pero debemos advertir dos puntos que anulan a este principio de acción y reacción económicos.

- 1.- La inercia social y económica es transitoria. No siempre persiste.
- 2.- De existir, no es igual (y de sentido contrario) al impulso inicial innovador. Tarde o temprano las fuerzas innovadoras se traducen en otras esferas económicas de consumo, producción y distribución, que amplían el circuito.

Comentario: además hay que razonar que, igual a la física, que: las dos fuerzas no se anulan entre sí porque actúan sobre realidades económicas diferentes. Un impacto inicial recibe otra fuerza inercial sobre la que actúa, de menor valor. Trabajan sobre cuerpos distintos, la actuante y la pasiva opuesta.

Aún supuesto que las fuerzas sean iguales (que no es nuestro caso en economía) la consecuencia depende de la naturaleza del cuerpo que la recibe (sociedad económica).

2.2.4.- Impulso mecánico: I.

El impulso mecánico es el resultado de aplicar una fuerza constante durante un tiempo. Aquí debemos detenernos para comodidad que la fuerza sea constante: $F = \text{cte}$. Su formulación es:

$$I = F \cdot t$$

En economía se entiende y se puede aplicar mejor porque todo proceso, por ejemplo, la producción general: PIB, se genera siempre en un tiempo o periodo. El desarrollo de las energías humanas en la producción, generación de rentas, consumo, distribución, implican a la fuerza que se aplica durante un periodo. El periodo es convencional, pongamos un semestre es adecuado: $t = \text{seis meses}$, para

considerar que no se producen perturbaciones endógenas o exógenas perturbadoras. Ahora bien, perturbadora puede ser un proceso especulativo contra una moneda en cuestión de días.

Si entendemos que la cantidad de movimiento: p es el producto de la masa: m con la velocidad: v ($p=mv$) podemos afirmar que están íntimamente relacionadas ésta con el impulso, pero no son el mismo concepto.

2.2.5.- El teorema del impulso.

Vayamos a un concepto más amplio del impulso (I). Este teorema nos indica cuál es el impulso comunicado a un cuerpo teniendo en cuenta su velocidad. Puesto que la velocidad está relacionada con la cantidad de movimiento que experimenta el cuerpo: $p = mv$, el teorema del impulso (I) queda expresado de la siguiente forma:

$$I = p_2 - p_1 = \Delta p$$

Suponiendo que la fuerza es constante en el mismo sentido que la velocidad, el impulso queda como sigue: $I = \Delta p$ de donde se sigue que:

$$I = F.t = m (v_2 - v_1)$$

El tiempo varía entre dos fechas: la t_2 y la t_1 o sea Δt que es la longitud del tiempo en que la fuerza se aplica de manera constante.

El teorema del impulso representa en economía la comparación entre dos situaciones energéticas medidas cada una por la cantidad de movimiento de la masa monetaria. Como tal afirmación lleva implícita a la fuerza, a la aplicación de dicha fuerza representada por la producción: Y , como resultado durante el periodo considerado, indica el impulso económico. Dicho de otro modo, no se trata que haya una inercia productiva en el sistema debido a una fuerza, sino que el impulso (I) nos representa a que siempre existirá la fuerza en el periodo: $F \blacktriangleright \Delta t$, lo única salvedad es que permanezca constante.

El teorema del impulso es el que mejor sirve para entender a una economía en crecimiento donde se producirán cambios estructurales (por encima de los de mero crecimiento) como aquellos que son liberadores de la economía de las inercias adquiridas. Las revoluciones industriales, que son hijas legítimas de las creaciones en laboratorios y talleres donde trabajan los genios, sin el impulso difícilmente se traducirían en revoluciones industriales.

Nota: lo veremos en adelante cuando tratemos de las espirales ascendentes de radios crecientes.

2.2.6.- Trabajo y energía.

El trabajo es el resultado o medida de la fuerza: F multiplicada por su desplazamiento: r . Se explica en la siguiente ecuación: $w = F \cdot r$, claro está que la fuerza se desarrolla durante una longitud: r , durante un tiempo, pero ese tiempo ya se encuentra incorporado a la fuerza. Hay una medida energética ya que este concepto de trabajo implica -es lo mismo-, que la medida de la fuerza necesaria para recorrer dicha longitud, tal es la representación del producto: $F \cdot r$.

¿Qué analogía podemos establecer con los hechos económicos? Para avanzar debemos plantearnos a qué consideramos por longitud en economía. Si hemos trabajado con la fuerza, el tiempo y la producción, la longitud sería el número de procesos productivos por los que atraviesa la producción final o parcial, según cada caso. Esa fuerza aplicada a través de la longitud de cada proceso, cuya suma es la longitud final, es el trabajo empleado.

Comentario: Puede creerse que una economía eficiente debido a la intensificación del capital, *es más corta* en la pirámide de producción y nos puede llevar a la creencia equivocada de que necesita menos trabajo (w) en el sentido físico que tratamos. O sea que habría una agraria -fisocrática- o ricardiana marxista que requiere más trabajo porque es más larga en su pirámide. Esta afirmación es una falacia. Es cierto que el capital conduce a métodos más productivos, pero si consideramos a la misma producción de capital este se convierte como un bien intermedio produciendo un alargamiento en la producción. Esta longitud es la distancia que recorre nuestra fuerza generando el trabajo que consideramos en la física. Este es el razonamiento de los economistas austríacos como Menger, Bohm Bawerk y de la macroeconomía.

En una economía moderna, los factores de producción que se emplean en darle un rodeo a la producción, pueden parecer escasos en una pirámide poco larga. Un buque de pesca que lleva incorporada la fábrica pescará miles de peces, los elaborará y congelará en escasos momentos. Es un espejismo ya que si consideramos todos los componentes del barco, de su fábrica, y un larguísimo proceso, vemos que ese capital y la pirámide, son muy largos Δr , y por tanto el trabajo total aumenta: Δw .

Nota: sea el rodeo de la producción directa de un pez mediante una lanza: r_1 y otro con un buque-fábrica: r_2 . Si bien el segundo pescará miles de peces y su rentabilidad es mayor, su rodeo a la producción será mayor, al ser más indirecta: $r_2 > r_1$. Por lo tanto: $w_2 > w_1$. A la inversa no siempre se produce el argumento, ya que un trabajo mayor no significa *necesariamente* que sea más rentable. La rentabilidad implica, por lo menos, a los costes unitarios y marginales que se reducirían en una actividad productiva intensiva en capital.

III. TEOREMA DE LA ENERGÍA POTENCIAL

Este teorema tiene un especial significado en economía como tendremos ocasión de ver. En física podemos calcular el trabajo debido exclusivamente a una fuerza individual (prescindiendo de otras) de tipo conservativa. Lo expresamos de la siguiente igualdad:

$$W_{1 \rightarrow 2} = U_1 - U_2$$

A esta expresión que corresponde exclusivamente a las fuerzas conservativas y su trabajo (w) se conoce con el nombre de teorema del trabajo o energía potencial. En un sentido económico, forzando la analogía, fuerza conservativa es aquella fuerza productiva y su resultado final, sin que contemos otras fuerzas que consideramos nulas convencionalmente. Depende del camino inicial y el final siempre que no sea circular.

Por otra parte el concepto de potencial aplicado a energía, nos indica a la capacidad que tiene un cuerpo, por su simple posición, a desarrollar una energía.

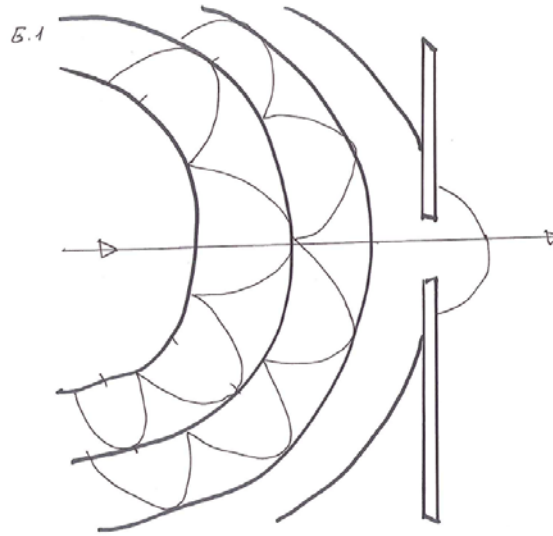
Su interpretación económica sería la de un país o sector de la producción (informática por ejemplo) o región, que posee recursos naturales y/o humanos que pueden activarse y desarrollar un movimiento: $p=mv$, y un trabajo: $w= F \cdot r$. Esto tiene especial significado cuando surge, por diversas circunstancias, un surgimiento del *animal spiritu* empresarial y/o se descubren factores recursos naturales que estaban potencialmente a la espera de ser descubiertos. Cuando esto sucede se ponen en marcha fuerzas productivas en la dinámica: impulso y trabajo de tipo conservativas.

Comentario: muchas veces ocurre que por motivos ideológicos, emocionales, generacionales y/o sindicales, se producen resistencia a los cambios tecnológicos y económicos, y las fuerzas conservativas se ven frenadas. A estas fuerzas de freno las llamaremos disipativas que disminuyen la energía positiva del sistema entendiendo a dicha energía como transformara en calidad, cantidad y reducción de la producción. En un sentido social estas fuerzas frenadoras, son por el contrario, positivas $\neq 0$. Son las revoluciones antisistemas que se producen bien violentamente mediante la destrucción económica o bien lentamente mediante rozamientos institucionales y estructurales que ocupan años.

IV. ONDAS

Frente de ondas. Esta realidad física muy interesante y curiosas fue descubierta, entre otros por los físicos Young, Huygens y Fresnel y explica cómo y consecuencias de la propagación de un frente de ondas, tal como se observa en el siguiente gráfico 1.

Gráfico 1:



Observamos los siguientes hechos tan curiosos como importantes ya que abarca a los campos trabajados por la física de Newton y por la física cuántica, y veremos cómo es cómodamente aplicable a los hechos económicos. Sigamos con el caso de un impulso, por ejemplo una piedra que cae en el agua (masa de la piedra y energía gravitatoria) que genera una onda, posteriormente (nunca simultánea o instantáneamente) esta onda genera a otra y así sucesivamente. Se generan varias ondas.

En resumen lo que nos explica el fenómeno ondulatorio es que:

- 1.- Se ha generado un frente de ondas.
- 2.- Es posible conocer una onda posterior conocida la anterior y viceversa.
- 3.- Estas ondas tiene una causa, en nuestro ejemplo un impulso inicial.
- 4.- Las ondas, o mejor cada onda, está formada por puntos que emisores de ondas menores, siendo la suma de todas la onda general. Esta realidad se puede comprobar mediante el experimento de la rendija.

Vayamos a la economía donde se comprueba que los hechos económicos se explican con ondas, las cuales tienen doble vertiente interpretativa. Por una parte observamos los hechos económicos como ciclos (no siempre) de subidas y descensos, o sea se prosperidad o crecimiento del PIB y de crisis.

Otra realidad consiste en los fenómenos de propagación de la renta nacional, o quizá sería mejor decir del gasto nacional. Este ejemplo es con el que inicialmente trabajaremos. Supongamos que una fuerza en un momento, produce una perturbación en el sistema. Dicha fuerza en economía, supongamos un gasto público inicial (ΔG) que gasta en una zona de la economía (sector, región, país). Este sería el frente de ondas inicial. Habrá unos receptores de dichas ondas, que son rentas para los consumidores, los cuales realizan un gasto total, suponiendo que no haya ahorro. Dicho gasto supondrá una frente de rentas para el estrato o franja de consumidores siguiente y así indefinidamente. Este fenómeno es el multiplicador de la renta.

El incremento del gasto: ΔG multiplicará la renta según lo indica el principio del multiplicador de la renta que se expresa según la siguiente igualdad:

$$\Delta G \cdot 1/s = \Delta Y$$

Siendo $1/s$ el multiplicador de la renta que es mayor que uno porque:

$s < 1$ y por tanto $(1/s) > 1$ de donde se deduce que:

$$\Delta Y > \Delta G$$

Nota: comprendemos una economía bisectorial para mayor comodidad.

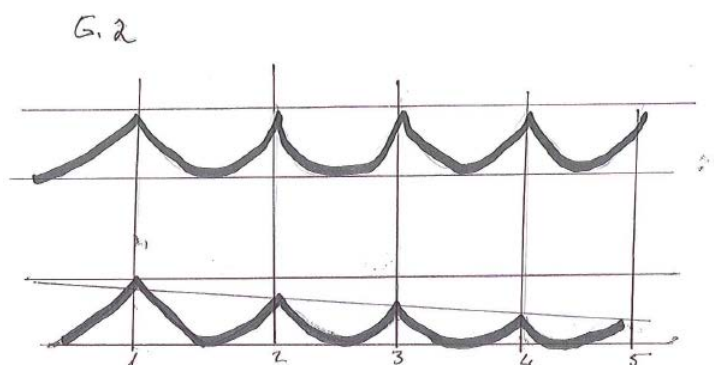
En un sentido económico el sistema habrá generado más energía: ΔY que la que recibió: ΔG , en una proporción mayor de valor: $1/s$.

En el experimento de la rendija, podemos ver a un consumidor cualquiera que recibe una renta-gasto del anterior y él genera, a su vez, una onda gasto-renta.

Comentario: Este ejemplo es muy forzado como se puede comprobar ya que equivaldría, en economía, que la prosperidad no tiene límites monetarios, lo cual es falso. El multiplicador de la renta: $1/s$, si $s = 0$, tendría un valor infinito, o sea que $1/s = \infty$

Si nos acercamos a la realidad donde hay ahorro, cada frente de ondas tendrá menos energía que el anterior, o sea que tendrá menos fuerza. Trasladándonos a la física y visto *de perfil* el frente de ondas vemos en el gráfico que sus crestas irían decreciendo. Este caso también es irreal. Véase el gráfico 2.

Gráfico 2.



Como se ha podido apreciar la similitud entre las ondas de Young, Huygens, Fresnel con el multiplicador de la renta es muy curioso.

2.5- Ciclos.

Una vez expuestas la propagación de las ondas estamos preparados para analizar los ciclos. Estos implican temas como el comportamiento monetario, el ánimo emprendedor, y todos ellos son el resultado de la interacción positiva y negativa entre el multiplicador anteriormente descrito y el acelerador.

Describamos el acelerador. Éste interactúa positivamente con el multiplicador, el cual implica secuencialmente el aumento de la demanda agregada con el multiplicador de la renta que resulta multiplicada: ΔY . Ahora bien, esta situación de dinámico crecimiento debe interactuar posteriormente con la inversión para que continúe el proceso multiplicador y produzca efectos positivos en la renta. Pero no todo es tan sencillo, ya que hacen falta unas condiciones para que el acelerador funcione. No basta con que el consumo aumente, sino que es necesario que aumente porcentualmente en relación con las tasas anteriores. Y todo porque al final debe producirse, es un hecho, un aumento porcentual en la demanda de bienes y servicios dentro de los cuales se producen bienes de capital. Dicho sea de otra manera, en el conjunto de bienes y servicios se encuentran los bienes de capital: K , de lo contrario el fenómeno no se retroalimenta.

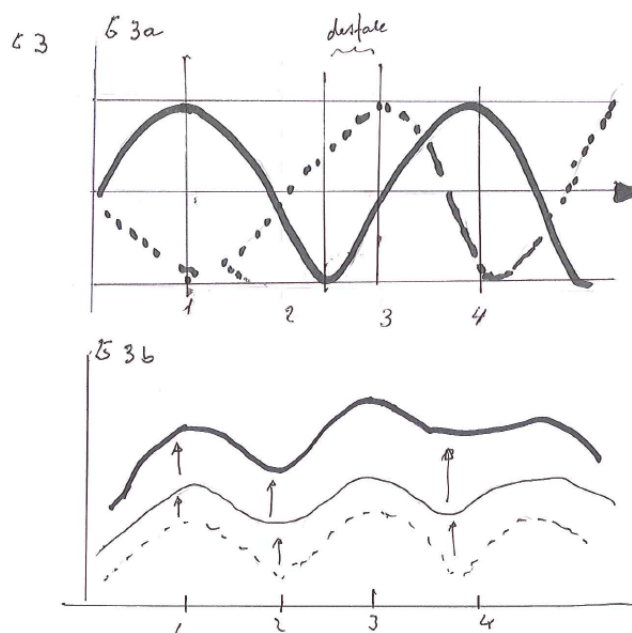
Repitiendo argumentos anteriores, un gasto autónomo: consumo: C , inversión: I , gasto público: G y/o exportaciones netas: XN , generan aumentos secuenciales de renta los cuales permiten detraer ahorros con los que se producen inversiones o acumulación de equipo capital: ΔK .

En el caso contrario, una disminución del gasto autónomo, provocan efectos contractivos multiplicativos sobre la renta y el nivel de ahorro, el cual se ve incapaz de financiar ni siquiera la inversión neta. Se genera el proceso inverso.

Qué duda cabe que por encima de estas disquisiciones académicas y aritméticas se encuentran las energías invisibles pero intensas de los estados de ánimo de los consumidores y productores, lo cuales consumen e invierten más o menos según los casos. También acontecimientos como la sanidad financiera y bancaria y las innovaciones técnicas.

El proceso opuesto a la primera generación de ondas sería la destrucción de las mismas. En física se entiende como el fenómeno de ondas destructivas que se produce cuando una onda positiva se ve neutralizada por otra negativa (en sentido opuesto). El sentido de la elongación, es opuesto según el gráfico 3:

Gráfico 3:



Nota: no siempre deben coincidir exactamente unas ondas con las otras, a veces se producen unos breves desfases que suelen ser sectoriales o regionales.

Un completo significado de este fenómeno en economía, no implica una oposición de todas las fuerzas en todos los sectores y en todas las actividades, sino que pueden coincidir como se explica en el anterior gráfico. Y estas coincidencias pueden ser en un sentido positivo que son las ondas constructivas o las que se oponen las unas a las otras que son las destructivas. Estas coincidencias se llaman interferencias.

Como ejemplo de las interferencias: ondas constructivas, tendríamos el caso de una economía *entusiasta* que aumente su propensión marginal al consumo y que ayude al aumento en la propagación de la renta. Puede ser el caso del litoral oriental chino, en el que *además se sume* un aumento en la cotización en sus activos financieros mundiales (China prestamista), una devaluación de su moneda, el *derrame* de innovaciones tecnológicas, y la recepción de inversiones del mundo. Entonces se van acumulando ondas unas a otras formando interferencias constructivas.

El caso opuesto serían las interferencias destructivas, las cuales no se deben considerar *a priori* como económicamente *malo*. Es una realidad que en períodos de auge provocados por factores reales como son la innovación tecnológica, que equivale a la destrucción del equipo capital obsoleto y una mejora de la actividad consumidora que deja en los escaparates productos viejos y exige productos mejores. Son ondas destructivas. Y éstas se oponen a las anteriores obsoletas. Una economía nueva y mejor en el sentido de la eficiencia, destruye a la anterior. Este discurso tiene un cierto aroma Marxista, que alabó el capitalismo. Este ejemplo de interferencias destructivas que acabamos de citar, se llama destrucción creadora y fue iniciada por el sociólogo alemán Sombart y formulada económicamente por el austríaco Shumpeter en su libro: *Capitalismo, Socialismo y Democracia*. Al final, las crestas u ondas finales, aún con las interferencias, se agrandan, lo que quiere decir que no son frenadas. Por el contrario, un resultado neto de interferencias destructivas negativo suele ocurrir cuando la prosperidad se ve obstaculizada por fenómenos de la naturaleza perturbadores, o políticos. En estos casos las ondas se ven frenadas.

Comentario: Estos conceptos y realidades físicas poseen un significado lógico e intuitivo de interpretación inmediata y será esa mismo camino cognitivo el que nos acercará a las realidades de la economía. Algunos de ellos, por ejemplo, la velocidad de circulación de la masa, tiene un paralelismo con la economía como tendremos ocasión de ver. Otros esperamos que nos arroje luz sobre la economía y se pueda aplicar directamente y extraer luces sobre otras magnitudes. Y esperamos que otros excedan o no sean necesarios en su aplicación, por ejemplo la energía cinética.

VI. VELOCIDAD MEDIA

En la cinemática velocidad es la relación entre la longitud recorrida por un móvil entre el tiempo transcurrido. Puesto que habrá diversas velocidades en el

transcurso del tiempo recorrido, se hace una media entre el total de la longitud y el tiempo aplicado. Su formulación es: l/t .

Intuitivamente veremos su aplicación en la economía si lo vinculamos con los siguientes conceptos. Masa monetaria: m . Actividades que son las de compra y venta, y también la generación de producción: PIB y emanación respectiva de rentas: Y . La operación que de manera más directa nos interesa es el transcurso de la masa monetaria de las unidades compradoras y vendedoras entre el volumen de rentas: Y .

La *mecánica* se inicia de la siguiente forma: El sujeto consumidor requiere una cantidad de dinero para realizar la compra durante el periodo total. Establecemos una proporción arbitraria que llamaremos por k que obviamente será: $k < 1$. Entonces aplicándola a Y , tenemos que el sujeto mantendrá una masa monetaria: m que será una proporción de Y , o sea que: $m = kY$. Trasladando k a la igualdad del lado izquierdo de la ecuación, nos encontramos con que:

$$m \cdot 1/k = Y$$

Podemos apreciar que: $1/k = v$

O sea que resulta que:

$$m \cdot v = Y$$

El significado de v es directo porque significa las veces que una unidad monetaria transcurre para realizar las transacciones que implican la totalidad de la producción: Y comprada y vendida. El vehículo físico, es en nuestra similitud, la unidad monetaria, y la longitud: l sería la totalidad de la producción.

Siguiendo, o extendiendo nuestro parangón a la física, la velocidad monetaria: v , es *energética*, puesto que por definición no se encuentra atesorada, sino que *se mueve*, y dicho movimiento implica tanto los procesos de compra y venta: demanda agregada-no puede ser otra-, y respectivamente producción que será medida en los procesos de compra y venta.

Siguiendo el curso de entendimiento analógico, en su comprensión energética, despejamos de la igualdad a la velocidad de circulación del dinero-renta. Si $k < 1$, entonces: $1/k > 1$, y por tanto: $v = Y/m$, lo que representa a las veces en que una fracción de la renta-producción del periodo se reparte por cada unidad monetaria. En otras palabras, indicaría una fracción energética por unidad de fuerza, concepto que veremos en adelante.

VII. ACELERACIÓN MEDIA

En física, la aceleración media: a , representa en su sentido positivo: $a > 0$, el incremento de la velocidad por unidad de tiempo. La mejor manera de dimensionarlo es comprar incrementos entre la velocidad y el tiempo, siempre que: $(\Delta v / \Delta t) > 1$, o sea que $\Delta v > \Delta t$. El móvil, por tanto ha aumentado su velocidad por unidad de tiempo.

Vista en el apartado anterior la velocidad y su significado, podemos comprender la aceleración. La aceleración monetaria, de manera más intuitiva posible, se nos acerca como el incremento de la velocidad de la masa monetaria: m , por unidad de tiempo. Esto indica que hay un aumento en la actividad económica por periodo, entendiendo que habrá más procesos de compra-venta por unidad monetaria, derivadamente apreciaremos que habrá aumentado el empleo.

Ahora bien, si acudimos a la igualdad de la velocidad o representación de la velocidad, vemos que es: $v = Y/m$. Siguiendo esta igualdad económica, ¿cuál sería su aceleración? sería: $\Delta Y/\Delta m$, siempre que: $\Delta Y > \Delta m$. Esta evolución de la velocidad monetaria significa en economía que dada una masa monetaria (total) habrá una mayor generación de renta que en el periodo anterior.

Su significación económica no puede ser más sencilla y cotidiana. Son periodos en que el dinero-masa monetaria-circula más de prisa generando un mayor volumen de compras, ventas y generación de producción y rentas. Con mucho error y frivolidad la población afirma que *hay más dinero*, con el mismo error que cuando las cosas pintan mal, o sea cuando hay desaceleración, dicen que *no hay dinero*. Ambas afirmaciones son falsas desde la concepción estricta de la velocidad de circulación del dinero renta.

No es que haya más dinero, ya que en nuestro concepto de la aceleración, suponemos constante la masa monetaria porque-es nuestro supuesto-, suponemos a una política monetaria neutral.

De hecho: $\Delta Y/\Delta m$, siempre que: $\Delta Y > \Delta m$, se traduce en que una misma masa monetaria genera *más energía*, o sea mayor número de transacciones por unidad de renta. Esa diferencia en la velocidad es lo que llamamos aceleración monetaria.

Comentario: hay otro parecido formal entre causación física y económica. Un sólido por ejemplo, que experimente una aceleración y aumenta se velocidad marginal le ocurren o pueden ocurrirle los siguientes fenómenos:

- 1.- Que por propia dinámica se vuelve inestable.

- 2.- Que cualquier tropiezo lo desequilibra intensamente y tiende a romperlo *de prisa y violentamente*, o en nuestro imaginario, a destruirlo.

Lo propio ocurre en la economía cuando hay aumento de la velocidad de la masa monetaria y también de la aceleración (por consiguiente) observamos que la bolsa de valores, los activos reales secundarios, suben espectacularmente y su velocidad y tasa de crecimiento es superior a la economía real, la cual también crece y se acelera. Pronto viene la caída y la desaceleración de la renta real (aceleración negativa), y sin que se *queme o destruya el dinero*, se produce violentas caídas y el crack empieza velozmente. La historia lo demuestra desde siempre. Véase la especulación de los claveles en Holanda, el auge de los años veinte previa a la Gran Depresión, y la reciente crisis económica.

La misma energía y calor que acumuló se pierde y el sistema se enfría.

VIII. VELOCIDAD ANGULAR

Este concepto explica el movimiento curvilíneo siendo éste el de un móvil que recorre el la circunferencia. Entendemos que hay un punto material que recorre una circunferencia con celeridad –velocidad-constante. Sus características son:

- 1.- Trayectoria. La circunferencia que se recorre con igual sentido. Para calcular una fase tenemos a la relación entre:
- 2.- Velocidad. Es constante en módulo y valor.
- 3.- La aceleración tangencial es nula, o sea la aceleración normal es constante en su valor.

La velocidad angular media ω entre dos posiciones-siempre en el perímetro-es el cociente entre el desplazamiento y el intervalo del tiempo transcurrido. O sea que:

$$\omega = \Delta\phi / \Delta t$$

Visto su conocimiento físico nos toca apreciar su significado económico. Para empezar veremos la longitud total de la circunferencia que abarca por definición el total del perímetro, y que significa volver al punto de partida a una velocidad constante: ω . Aquí veremos dos significados diferentes. El de una economía circular estacionaria y segundo el de una economía que se *desplaza* siguiendo la dinámica circular.

Una economía que vuelve a su punto de partida a una velocidad constante representa a un modelo estacionario, o sea a una economía que no crece. Una economía que no crece, tampoco significa *ad hoc* a una economía que no decrece. Este es el sentido de su velocidad constante. Para que vuelva a su punto de partida hace falta que haya un consumo constante a sus factores de producción laborales y que haya una inversión en reposición exacta que compense la depreciación del equipo capital, y que la inversión neta no sea positiva $I_N = 0$. Esta afirmación nos lleva al sentido circular del proceso físico y al económico.

Si hubiera una inversión neta: $I_n > 0$ y aumento de renta-salarios reales-y por tanto un incremento en el consumo habría una tendencia circular *abierta creciente*, ya que la producción y el empleo aumentarían. Su forma sería la de una espiral en sentido creciente.

Si hubiera una inversión neta negativa $I_n < 0$, disminuirá la capacidad productiva del equipo capital. No se repondrían las máquinas estropeadas (se destruirían los arados), y disminuirían armónicamente la producción y la renta. Su forma sería la de un círculo que se contrae y terminaría siguiendo la ruta de una espiral contractiva.

Debemos volver a la velocidad constante, significaría, como vimos en el apartado anterior, dos hechos: que la proporción de masa monetaria que liquidan los agentes económicos es constante: k , y que su inversa: $1/k = v$ también lo sea, o sea las veces en que circula la masa monetaria no sufre cambios aceleratorios.

Digamos que la velocidad es en parte causa y efecto del movimiento circular, y que los procesos de compra y venta que se ejecutan con esa proporción de masa monetaria: $k \cdot Y = M$ se *acomodan* a la tendencia circular. Lo que en física podríamos afirmar que las fuerzas centrífugas y centrípetas se neutralizan y que en economía que las tendencias desinversoras se neutralizan con las inversoras, dando lugar a una inversión neta neutra: $I_n = 0$.

Vista la velocidad angular: ω , veremos que la aceleración angular: α es: $d\omega / dt$.

Y para que haya aceleración, es necesario comprender que haya una causa que la provoque, o sea algo que haya aumentar o disminuir la velocidad. La causa que hace que varíe la velocidad es la fuerza que se representa por:

$$F = m \cdot \alpha$$

Para nuestro interés expositivo, expondremos la aceleración a partir de la fuerza y la masa.

$$\alpha = F/m$$

Comentario: la aceleración y la fuerza pueden ser en sentido positivo o negativo, de donde sale la aceleración positiva y la aceleración negativa. Debemos comprender que en el movimiento de un móvil: su velocidad ω y la aceleración α , no hemos tratado a la masa. Ésta se verá en adelante.

A partir de ahora trabajaremos con el aspecto más sugerente del movimiento circular, y es su despliegue dinámico temporal debido a su escapada del círculo.

IX. MOVIMIENTO CIRCULAR NO CERRADO

9.1.- Explicación física.

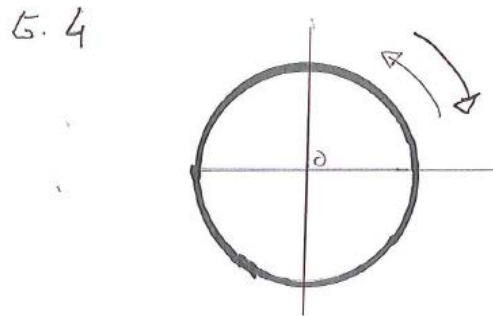
Siguiendo el movimiento circular que diseña y sigue a un círculo, podemos imprimir fuerzas y velocidades *adicionales* que provocan que el móvil-agente-salga del círculo. Primero trabajaremos las causas o naturalezas de las salidas del círculo y en segundo lugar sobre el sentido-espacial-físico de las salidas.

Si un móvil está girando sobre un punto a una velocidad constante sin salirse de él, quiere decirse que hay otra fuerza que lo mantiene atado y que dicha fuerza se encuentra en el origen del radio de dicho círculo. Podemos convenir en que la fuerza que se dirige o ata al origen es la fuerza centrípeta y que la que tiende a sacarlo es la fuerza centrífuga. Nada obsta para que pongamos por ejemplo a una cuerda atada al centro y al móvil.

La otra fuerza, la que tiende a sacarlo del círculo, es la fuerza centrífuga, y como dijimos en el apartado cuarto, para que haya equilibrio, esto es, que sigamos en el círculo, es necesario que sean iguales la fuerzas centrífugas y centrípetas. Y ya adelantamos que sería necesario que las inversiones y las desinversiones sean iguales y de sentido opuesto.

Ahora bien, ¿qué es necesario en física que haga falta para que se produzca un desequilibrio?: que varíe la velocidad del móvil $\pm\Delta\omega$, o sea, que haya una aceleración: $\pm\alpha$. Es el momento adecuado para explicar nuestra filosofía en este campo analítico. Si en un movimiento circular aumenta la velocidad, esto es se genera una aceleración positiva o negativa: \pm , el móvil se acelera convencionalmente siguiendo la ruta circular. Obsérvese el siguiente gráfico 4.

Gráfico 4.

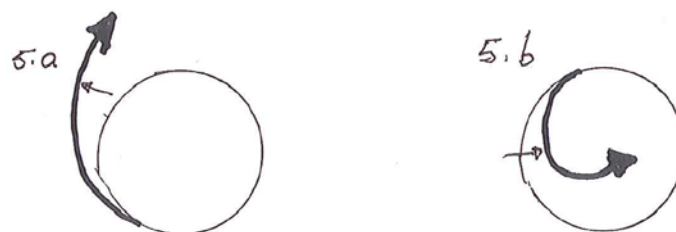


Cambiamos nuestro análisis pero no tanto, si admitimos que el móvil sale *hacia afuera* si hay una aceleración positiva ($+\alpha$) y *se adentra* si la aceleración es negativa ($-\alpha$). *Fuera* o *adentro* se refiere al círculo inicial e inercial. Si sale hacia afuera forma una espiral ascendente y abierta y si se adentra forma una espiral descendente y contractiva. Como vemos, el sentido da la punta de la flecha representa su significado en cada caso.

En el mundo físico real, en nada desmerece nuestra afirmación, ya que si admitimos el equilibrio de las fuerzas centrípetas y las centrífugas, el equilibrio a lo largo del círculo no se rompe. Entendemos que el término romper significa quebrantamiento de la línea continua fina que sigue cada movimiento que altera el diseño primitivo circular. Entendemos que sigue una *ruta diferente*, en cada caso, de equilibrio.

Todo ello quiere decir que al cambiar la naturaleza de las fuerzas de equilibrio se producirán unas líneas gruesas diferentes en cada caso, que explicaremos de la siguiente manera; obsérvese los respectivos gráficos 5.a y 5b

Gráficos 5a; 5b.-



1.- Si hay un añadido de fuerza: ΔF , habrá un añadido de aceleración: $\Delta\alpha$ (dada una masa constante, lo cual no es del todo cierto). Ese añadido de fuerza provocará que

el móvil se escape de su ruta circular inicial, porque la fuerza centrífuga: F_f provocada será superior a la inicial centrípeta: F_t , o sea que:

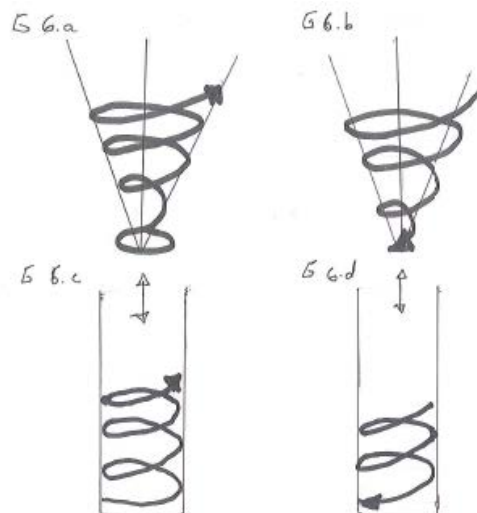
$$F_f > F_t$$

Aquí no solamente podemos pensar en un sacacorchos que sube rotativamente, sino (no siempre) en una espiral ascendente que crece en su radio. Queremos decir, que habrá dos situaciones posibles.

1.1.- Una en la que el radio permanece constante si bien decae la espiral.

1.2.- Otra distinta en la que es posible que la espiral ascendente crezca en su radio, para lo cual hace falta un incremento paulatino del radio. En una situación límite, se abriría hacia el infinito (∞). Véase el gráfico 6.

Gráfico 6.



2.- Si se ha producido una fuga de fuerzas netas, entonces la fuerza centrípeta F_t ganará en fuerza a la fuerza centrífuga: F_f , o sea que:

$$F_t > F_g$$

Entonces no habrá energía para volver al punto inicial dentro del círculo y decaerá hacia el centro si bien no de golpe sino en un proceso involutivo de espiral. Habrá dos procesos posibles:

2.1.- Una en la que el radio: r , permanecería constante.

2.2.- Otra en la que el radio se irá reduciendo hasta que en el límite tienda a cero: $r \approx 0$.

Comentario: tanto en los casos explicados en los subapartados. 1.2.- como en 2.2.- son casos teóricos lejanos a la realidad.

9.2.- Explicación económica del movimiento circular.

Trabajamos en los apartados anteriores sobre el significado económico de la fuerza y entendimos que era una masa monetaria que sufría una aceleración y que dicha fuerza tenía sus efectos en el sistema circular. Damos paso a interpretar el significado de movimiento circular de la economía, y para ello trabajamos con la unidad de medida o magnitud de la economía y que no es otra que el dinero. Este se mide por la masa monetaria: m .

El dinero que explica los fenómenos monetarios básicos del consumo y de la inversión (independientemente de quién realice estas operaciones), generan energías-fuerzas en un proceso circular: el consumo: C y la inversión I . Significan que el dinero circula, los consumidores entregan dinero a los productores-empresarios que lo gastan en la producción pagando sueldos y salarios, pago de primeras materias y pagos a los proveedores del equipo capital que son otros productores. El dinero sale de unas manos y entran a otra, en una circulación circular. Aquí es donde se diseña el círculo.

Pero aquí se producen otros fenómenos extraños, o los mismos, pero con otro dinamismo y que desequilibran la trayectoria circular antes explicada en los subapartados 1.1, 1.2. 2.1 y 2.2. Sin ánimo de agotar los fenómenos *extravagantes*, citaremos los más importantes.

Estos fenómenos extravagantes son esencialmente aquellos que no entran necesariamente en juego con la naturaleza natural del proceso productivo o que lo distorsionan. Son los siguientes en su doble significado positivo o negativos. El consumo: alegría o temor en el consumo, en la inversión, incluida la desinversión neta debido a la no reposición en el desgaste del equipo capital, la especulación bien financiera y activos reales de segunda mano (ambas). Incluimos también a factores reales directos como pueden ser factores climatológicos, telúricos y también las competencias de potencias extranjeras en sectores estratégicos en zonas y sectores específicos nacionales, o las nuestras en aquellas.

Por cualquiera de estos efectos (y otros) el dinamismo productivo (consumo e inversión): la aceleración (α) se altera positiva o negativamente y por tanto varía y con ella, *simultáneamente* la fuerza: $\pm\Delta F$. Pero, siguiendo con nuestra convención, es posible que la fuerza varíe también por la incorporación subjetiva y objetiva de la masa monetaria: $\pm m$, o por las dos citadas: $\Delta\alpha$, Δm . O sea que: ΔF .

Nota: Entendemos por un aumento de la masa monetaria: Δm , la entrada de dinero del exterior, por ejemplo por un superávit del sector exterior.

Empecemos por el primero de los casos estudiados en el ejemplo anterior, el crecimiento económico: ΔPIB debido bien al aumento del consumo y/o de la inversión, de modo que sea suficiente *ad hoc* para los siguientes casos:

9.3.- Crecimiento constante.

En este caso suponemos que la tasa de crecimiento del PIB es constante. Si es así, el sistema se *desprende hacia arriba*, o se *escapa* del circuito circular estacionario. La fuerza centrífuga tiene un crecimiento constante por encima de la centrípeta que provoca que suba a una tasa constante, lo que se traduce en que el radio de la espiral sea constante también. Esta afirmación, no lo negamos, tiene *caeteribus paribus*, una serie de condicionantes severos: velocidad de circulación del dinero: v constante, o que su aceleración también lo sea, aumentos del consumo y /o de la inversión.

9.4.- Decrecimiento constante.

Suponemos que la tasa de decrecimiento del PIB es constante. Suponemos un caso típico y que no es muy extraño para justificar un decrecimiento del PIB, y se produce cuando el ahorro del sistema o no es suficiente o no se quiere que sirva para cubrir la depreciación real del equipo capital. En este caso el equipo capital real disminuye (desinversión neta) y con él la capacidad de generar producción y renta del sistema. Este proceso de desinversión puede continuar siempre que -en nuestro ejemplo-, lo haga a una tasa constante. Si hay un momento en que el proceso negativo se detiene, entonces, se detiene la espiral, que conserva su radio constante.

9.5.- Crecimiento acelerado.

Suponemos que hay fuerzas especiales: endógenas y exógenas, que imprimen una energía tal que provocan una aceleración intensa en la tasa de crecimiento del PIB. O sea que es la misma tasa de crecimiento del PIB la que aumenta. Si se ha producido una aceleración de esta naturaleza, debemos buscar ayuda en causas especiales como son entradas de dinero por una balanza de pagos favorable (comercial y/o de capitales), políticas monetarias expansivas, prisas inversoras, y que ese cambio positivo en el sistema se multiplique para generar aceleración en la fuerza final centrífuga. En esta situación la fuerza centrífuga se distancia de la fuerza centrípeta aceleradamente.

Por tanto, la rotación es vertical, o sea ascendente y además con mayor energía de suerte que el sistema económico tiene capacidad también para describir radios mayores. Suele ocurrir en estos casos-casi es obligado admitirlo-, que el sistema abarque otros sectores no explorados anteriormente. Esta afirmación nos indica que el radio (los radios) crecen paulatinamente: $r_1 < r_2 \dots < r_3$.

Comentario 1º Fue Shumpeter y el mismo Marx quienes comprendieron la capacidad gigantesca del sistema capitalista para generar producción y para realizar innovaciones, como nunca se ha producido en la historia. Esta afirmación se entiende si conocemos el término de capital como maquinarias que superan el periodo de producción de la empresa, sea la lanza del hombre del crogmáñon o una máquina de montaje de la Toyota. Acumular capital significa intensificar en maquinaria y reformar capital no puede significar otra cosa que realizar innovaciones técnicas.

Comentario 2º. El mismo proceso de acumulación capitalista y de innovar, afecta al medio productivo acelerándolo en cada fase. Se genera la innovación de la innovación, y aumenta a medio plazo de forma constante la aceleración del crecimiento real entendiendo dicha aceleración en la misma naturaleza de la producción e incluso de los consumidores, algo que se encuentra fuera de la comprensión del PIB.

Estos comentarios citados nos hacen comprender que la economía no solamente crece sino que lo hace de tal manera que *barre* o abarca campos o sectores antes no tratados. Es un hecho que en la cesta de la compra, hortalizas, ordenadores o aviones, entran cada vez más bienes y mejores. Estos aumentos van acompañados también de compras de los países que tienen superávit en la balanza comercial como es el caso de China y que devuelve en parte al mundo mediante el turismo y otras compras.

Este es el sentido que damos a los radios que crecen en la espiral ascendente.

9.6.- Decrecimiento acelerado.

Este caso nos resulta difícil entender, sin embargo es posible vincularlo a la realidad. Para que se produzca este decrecimiento acelerado debemos partir de su caso inverso, esto es de una espiral ascendente de radios crecientes del anterior apartado. Harían falta dos hechos fundamentales para que se produzca el descenso: el primero consistiría en una inversión neta negativa basado en la renuncia a cubrir la depreciación del equipo capital que vimos en el apartado 5.2.2. Pero habría que añadir una fuerza externa negativa para que el decrecimiento sea, además, convergente. Dicha fuerza negativa vendría dada por factores reales y/o psicológicos como son comportamientos violentos de la naturaleza, crisis violentas

en el sistema financiero, y sobre todo, una compulsión en el comportamiento inversor de los empresarios.

X. TERMODINÁMICA

Uno de los conceptos más interesantes de la física es el segundo principio de la termodinámica que se aplica a conceptos globales y que están relaciones dinámicamente con la energía. Vincula directamente -casi es lo mismo-, con el calor y otras formas de la energía. Esta concepción la hemos desarrollado en nuestro libro *-Disertaciones sobre Termodinámica y sobre Heráclito en la Economía (2010)*

Un sistema es energético por el calor que conlleva y que genera por su propia naturaleza al desorden. Puesto que tratamos de desorden se presupone un estado de orden previo. En otras palabras, partimos necesariamente de un sistema aislado que sin ayuda, por si solos, evolucionan al desorden. Esta idea, de las mejores que existen, es aplicable a la física y en ella, a la física atómica, a la cuántica, a la astrofísica, y sobre todo, a la economía dinámica. Y en todos, incluido los fenómenos sociales y la teoría de la información, la entropía se mide por la incertidumbre que lleva un mensaje.

Una explosión nuclear tiene dos maneras de llevarse a cabo: una en milésimas de segundo, y otra, con la misma masa, desarrollada en diez años, nada vuelve a ser lo de antes, todo cambia. Un vaso de cristal que cae en una pista de cemento desde un avión, se rompe y lo normal sería que evolucione hacia grado de mayor desorden. Esto son ejemplos de entropía.

El caso más sencillo es el de la transferencia de calor: Q desde un cuerpo caliente S_1 T_1 hacia uno frío S_2 T_2 . Es fácil comprobar, intuitiva y racionalmente que el calor fluye desde el cuerpo caliente al frío. Trabajemos con incrementos:

$$\Delta S_1 = -Q/T_1$$

El sentido negativo (-) representa la pérdida de energía del cuerpo caliente. Y el aumento de *dicha* energía por el segundo:

$$\Delta S_2 = + Q/T_2$$

De la diferencia surge el valor del desorden o entropía en el sistema.

Por donde lo miremos la entropía es un hecho real de la materia o sea del universo, y se comprobó el año 1965 cuando Pienzas y Wilson, dos astrofísicos, encontraron la radiación fósil o energía primaria del universo y que se complementaba con la

expansión del universo descubierta por Hubble el año 1929. Inicialmente el universo poseía una gran energía y actualmente está muy frío, esto significa que ha habido transferencia energética con el vacío y se está produciendo un proceso entrópico.

En economía, la entropía abarca a sus actividades de consumo, producción y distribución de manera continua, hasta tal punto en que es inconcebible entender cualquier proceso económico en cualquier momento de la historia que no esté gobernado por la entropía.

Acudamos a la economía donde interviene el *homo habilis*, ser por definición: entrópico, bulímico, impaciente, insatisfecho, revolucionario, caótico, violento, pacífico, trenzador, descoyuntador, homo sapiens, *crogmanon*, introvertido, extraversionado, pensador, racional y loco, normal e irracional.

Para simplificar empecemos por la microeconomía en las áreas del consumo, producción e intercambio.

Como consumidor anhela más de lo que tiene y debe producir. En el Génesis se encuentra la clave de la entropía humana, porque Adán y Eva (*ella* es Varona porque incomprensiblemente proviene de varón) comen la fruta prohibida y deben morir. Esta muerte significa que son consciente de lo escaso (que define a la economía) y deben producir un excedente para intercambiar por otros bienes. De lo contrario perecerán. Dicho de otro modo, deben fabricar el Edén, fuera del Edén, con rendimientos marginales decrecientes.

Como productores deben inventar el capital, o sea maquinarias (como una lanza o una fábrica de aviones), para que su eficiencia en la producción aumente. Son conscientes (Adán y Eva) de que deben inventar para vencer. Como factor de producción que es Eva, que de la *nada*, genera una criatura en su vientre, es una maquinaria insustituible y energética.

Se genera la familia que es una inductora primaria de la división del trabajo y de la eficiencia de la producción que se intercambiará en el mercado. En el mercado los humanos consumen productos que resulta imposible que ellos mismos lo generen. Cuántos años harían falta (supuesto optimista) para que un *homo inglés* pueda desayunar té, tostadas y zumo de naranja. Ya que el mercado implica la producción, el consumo y el intercambio, es en esencia entrópico y el *yo* solamente por dichas tareas sino porque se contraponen, por una parte el flujo de información (aun suponiendo el mercado de competencia perfecta) sino porque produce el desgaste y la obsolescencia del capital humano y del físico.

Comentario: En el mercado hay un continuo flujo de información que debería hacer desaparecer a la incertidumbre. Esta información contrapuesta proviene por un lado de la oferta que indica el volumen y la calidad de los productos, y de la demanda que los solicita. Pero en un sentido dinámico, pero se producen cambios que emanan del ser humano como son los cambios de gustos tanto en el volumen de producción como en la calidad, el desgaste del equipo capital, pequeñas o grandes innovaciones tecnológicas.

Pero sin duda fue Marx quien alabó la capacidad descomunal del capitalismo para aumentar la producción. Elogiar a Marx implica elogiar a Heráclito *el oscuro* (más que a Hegel) para quien nadie se puede bañar dos veces en el agua del mismo río. Nada es nada es constante, todo cambia, lo mismo que el equipo capital que sufre dos tipos de destrucción: una por el mero desgaste físico por el uso y el paso del tiempo, y otro por la obsolescencia o envejecimiento tecnológico. Este proceso, es el principal motor de la entropía económica que desde Marx, inició un proceso imparable y acelerado debido a las revoluciones industriales, de la cual, la actual es al informática.

El factor de producción humano, el empresario, induce a cambios entrópicos, si admitimos la realidad incuestionable del empresario innovador de Shumpeter. Este empresario asume riesgos y es inductor entrópico de las innovaciones técnicas de producción y de distribución.

A la entropía ayudan la división de la propiedad en activos financieros: acciones, y también en el pasivo o fuentes de financiación: obligaciones, bonos, etc. y que conforman un gigantesco océano de capitalistas formados por ciudadanos de clase media. Tanto real, como financiera y psicológica, la propiedad es de todos y de nadie, y este hecho supone una trasmigración constante de entropía desde la propiedad a las deudas y desde las deudas a la propiedad y desde esta al consumo y desde el consumo a la producción, y todos, anónimamente.

Añadimos que la naturaleza misma de los productos que se consumen y la misma manera de cómo se consumen (¿por qué no incluir la misma comida rápida?) son diferentes. Y debemos considerar que el consumo de bienes: alimentos, ropa, muebles, etc... altera la naturaleza biológica y psíquica del ser humano. Un ejemplo es su desenfreno consumista e inconformista.

Nada permanece constante, todo fluye, y cualquier intento de cuantificar o de atrapar cognitivamente, la realidad circundante de Adán y de Eva (y su misma biología) después de la expulsión del paraíso terrenal, no puede concluir nunca. Y todo porque la dispersión divergente del universo real, psíquico y biológico de la humanidad es entrópica.

XI. CAOS, ORDEN Y DESORDEN

La idea simple y compleja del caos se relaciona o es lo mismo que la entropía. Todo estado caótico o de desorden tiende como mínimo a permanecer en dicha situación de desarmonía cuanto menos, y lo normal es que se expanda en su dispersión. Ahora bien, podemos imaginarnos (o inventarnos) dos situaciones mentalmente experimentales de fuerzas y que citaremos no sin antes citar un artículo nuestro sobre este campo el año 2005: Entropía: Caos Convergente y Caos Divergente

1.-Una en la que se dichas fuerzas producen energías que hacen que el sistema (que ya no está solo) venza las fuerzas del desorden produciendo en cada fase tendencias convergentes.

2.- Otra, en la que intervienen fuerzas adyacentes que ayudan a que el sistema (que ya no actúa solo) vaya divergiendo en cada fase.

Nota: antes de continuar hacemos la salvedad de que el sistema se ve acompañado de otras fuerzas, unas desordenadoras y otras convergentes hacia el infinito que es un punto. Por lo tanto, el sistema ya no actúa aislado que es el presupuesto necesario *ad hoc* para que se exista la entropía. Lo hacemos para ilustrar los siguientes ejemplos económicos.

Las fuerzas desordenadoras son aquellas que van alejándonos del mercado de bienes y de producción de competencia perfecta, y que afectan a los consumidores, productores, al mercado de capitales y en general al mercado en general. A estas fuerzas las hemos puesto nombres concretos: cambio en los gustos de los consumidores por ejemplo, por haber cambiado continuamente de hábitos anteriores, cambios en los métodos de producción y de organización, cambios en la naturaleza del equipo capital cuya muestra más singular es la innovación tecnológica. Como es una realidad que tales circunstancias se producen, la economía es después del génesis, singularmente entrópica. La idea de caos, es por definición entrópica, y tiene una singularidad cualitativa positiva.

Por su propia naturaleza y manera de actuar, fuerzas adyacentes ordenadoras son las propias del mercado, y que producen que el mercado de bienes se vacíe, que los productos intermedios se vacíen también y por supuesto que quede vaciado el mercado de capital. Por lo tanto, existe un mercado total u omnicompreensivo que provoca el *equilibrio de hielo* en el cual todo está quieto. A ese mercado, o mejor, a esa situación del mercado, se le llama equilibrio de Walras o equilibrio walrasiano. Este mercado en realidad no existe y en él no operan las fuerzas entrópicas o por lo menos se ven vencidas por las convergentes.

Lo cierto es que *ex post* las fuerzas desestabilizadoras divergentes tan innatas al homínido inquieto y a la misma naturaleza circundante desbordan a las equilibradoras convergentes, y al final el sistema se ve inmerso en una centrifugadora exponencial divergente.

XII. CONCLUSIÓN

Hemos tratado de comparar los conceptos y la formulación matemática de la física con los de la economía desbordando los aspectos formales y entrando en su naturaleza. Muchos, la mayoría, no solamente son racionales como los de fuerza, masa, velocidad, aceleración, cantidad de movimiento, etc. sino que son claramente intuitivos. Incluso pueden ser útiles a la economía-proviniendo de la física-, como el trabajo, el impulso, fuerzas conservativas, movimientos y aceleración en un círculo, y en espiral etc.

Entendemos que todo lo demás, como pueden ser la energía cinética, fuerza de la gravedad, la misma física cuántica, está fuera de nuestras intenciones por ser no ser aplicables y sería muy equivocado realizar analogías en estos campos.

XIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Comentario inicial a la bibliografía.

Este artículo que establece analogías formales entre conceptos de la física y los de la economía, requiere bibliografía simple de ésta (la física), ya que no se encuentra en nuestros propósitos detalles y profundidades de esta ciencia. Por este motivo exponemos pocos libros. La otra bibliografía proviene de nuestras anteriores publicaciones que se orientan en dos sentidos: una sobre la realidad antropológica propia del crogmañon -hombre-, y la otra es una disertación sobre la naturaleza dialéctica filosófica, física y humana de dicho crogmañon -hombre-.

Física:

S. Zubiauburre; J.M. Arsuaga; J. Moreno; F. Gálvez; 2009; Física. ISBN: 978-84-667-8263-0. Editorial Anaya.- Madrid.

José Villacís González:

2012.- Antropología Fuera del Paraíso. ISBN: 9788493933241.- Editorial Innova Libros.- Madrid

2010.- Disertaciones sobre Termodinámica y sobre Heráclito en Economía. ISBN 9788479912727; Editorial Universitas.- Madrid.

1993.- *La Teoría Combinatoria Aplicada a la Teoría de la Utilidad*. Esic Market nº 79. Madrid.

2003.- *Preferencias y Orden Combinatorio*.-Anales de la Real Academia de Doctores de España. Volumen 7, pp191-208.

2004.- *Chaos and Combinatorial Ordering in Economics*- The Global Business & Economics Research Conference-Istambul, Turkey. Economic Forum. Vol. 2.

2004.- *Entropía, Caos y Teoría Combinatoria en la Economía*. Anales de la Real Academia de Doctores de España. Volumen 8, pp 143-168.

2005.- *Business, Combinatorial Theory and Decision-Making*.- En The Journal of American Academy of Business, Cambridge. Vol. VI, Num. 1.

Otros:

1911.- Shumpeter J.A. *Theorie der Wirtschaftlichen Entwicklung* . Tradc. in Spanish *Teoría del Desenvolvimiento Económico*. Fondo de Cultura Económica de México, 1944.

1867.- Marx das Kapital. Kritik der politishen Okonomie. Alemania.