

FUNDAMENTOS PSICOFISIOLÓGICOS DE LA TELEVISIÓN*

*Bruno Günther***

INTRODUCCIÓN

LA TRANSMISION DE LA INFORMACION, que en un principio se hacía de viva voz y de persona a persona, con el tiempo ha ido adquiriendo mayor velocidad y comprometiendo cada vez más a un mayor número de personas, hasta que en la actualidad es prácticamente instantánea y engloba a toda la humanidad. De la “aldea real” en la antigüedad se ha llegado a la “aldea global” en la actualidad, y por lo tanto el impacto político, económico y cultural de toda información relevante es de gran trascendencia para el futuro de la humanidad, tanto para bien como para mal. De ahí que el estudio de este fenómeno es de la mayor importancia, con el fin de poder encauzarlo racionalmente. La verdadera avalancha informativa no sólo compromete a la población adulta, con criterios ya formados, sino que la influencia televisiva comienza ya a muy temprana edad y por consiguiente forma parte de los procesos de aprendizaje, mucho antes del ingreso a la



Bruno Günther

*Resumen de la conferencia “Tiempo físico y tiempo biológico”, dictada en la Academia de Profesores Eméritos de la Universidad de Concepción, el día 18 de marzo de 1999, para la inauguración del año lectivo 80 de la Universidad de Concepción.

**Profesor de Fisiopatología, autor de la obra *Patología funcional* (en colaboración con Jaime Talesnick), y de numerosos artículos en revistas especializadas. Ex profesor de la Universidad de Concepción, actualmente ejerce en la Universidad de Chile.

escuela. Se establece una rivalidad inevitable entre las influencias paternas y la influencia exógena de la televisión, lo que naturalmente puede dar origen a serios conflictos en la conducta a seguir de cada niño y adolescente, razón por la cual este tema debería ser analizado preferentemente en el ámbito familiar y en la sociedad humana del futuro.

La globalización de la información equivale a la explosión de una bomba, que se expande instantáneamente a todos los seres humanos que habitan la Tierra, a diferencia de las bombas atómicas cuyos efectos deletéreos se limitaron a las ciudades de Hiroshima y Nagasaki. No obstante, existe una remota probabilidad que una guerra atómica global signifique la extinción de toda la humanidad.

En el presente ensayo nos ocuparemos solamente de la psicofisiología de la TV y de los antecedentes tecnológicos correspondientes, la fotografía y la cinematografía, los que están determinando un cambio trascendental de naturaleza tecnológica y cultural en todos los seres humanos del presente y del futuro.

LOS PROLEGÓMENOS DE LA TELEVISIÓN

Siendo la televisión un proceso altamente sofisticado desde un punto de vista tecnológico, su origen real no lo constituye la pintura de la naturaleza, ni del hombre en sus múltiples actividades, sino que está estrechamente relacionado con procedimientos físicos, químicos y mecánicos, conducentes a lograr imágenes del mundo circundante, que lo representen por medio de metodologías artificiales, primeramente en forma estática (fotografía) y ulteriormente en forma dinámica o cinemática, imitando el movimiento propiamente tal, como acontece con la cinematografía y la televisión. Por esta razón, resumiremos sucintamente dicha evolución tecnológica.

LOS INVENTORES DE LA FOTOGRAFÍA Y DE LA CINEMATOGRAFÍA

A) EL INVENTOR DE LA FOTOGRAFÍA: LOUIS JACQUES MANDÉ DAGUERRE (1789-1851)

Monsieur Daguerre, un pintor y físico francés, en colaboración con el inventor Joseph Nicéphore Niepce (1765-1833) desarrollaron una técnica fotográfica cuyo resultado final fue el "daguerrotipo", cuyos primeros ejemplares se conservan en perfectas condiciones hasta nuestros días. Los dos inventores galos denominaron a esta técnica con un nombre derivado del griego "heliografía", debido a que se utilizó la luz solar (sol = helios) para obtener

imágenes fidedignas del objeto que se desea preservar. También el término “fotografía” es de origen helénico, por cuanto *fos-fotós* significa “luz de la luz”, y *grafi* = escrito, dibujo, documento o inscripción.

Años después de perfeccionar su nueva técnica fotográfica, Daguerre fue agraciado con el título de “oficial de la legión de Honor”, la máxima distinción que otorga Francia a sus hijos ilustres.

Séanos permitido recordar los fundamentos físico-químicos de la fotografía. Cuando un haz de luz incide en una suspensión brevemente de cloruro de plata, ésta se oscurece según la intensidad de dicha iluminación, produciéndose de este modo en una placa recubierta de plata un duplicado inverso de la escena fotografiada. No obstante, para que este método tuviese utilidad práctica fue necesario acortar la duración de la exposición, la que originalmente era nada menos que de 20 minutos. Por lo demás las placas fotográficas debían mantenerse en absoluta oscuridad después de cada exposición, a fin de evitar que una segunda exposición anulara los efectos de la primera. Solamente en el año 1839 logró Daguerre obviar este inconveniente, disolviendo las sales de plata que no habían sido reducidas a plata metálica por falta de iluminación, mediante tiosulfato de sodio. Pocos años más tarde, precisamente en 1841, un inventor inglés, William Henry Fox Talbot (1800-1877) patentó un procedimiento para obtener un “negativo fotográfico” en una placa de vidrio, de manera que la luz, al atravesar este “negativo”, producía una copia fiel en el papel sensible que estaba en contacto con dicha placa (negativa), apareciendo zonas claras y oscuras idénticas al objeto fotografiado. Tan es así, que de “un negativo” podían obtenerse un número ilimitado de copias “positivas”. Finalmente, el químico inglés Joseph Wilson Swan (1828-1914) inventó las placas fotográficas secas, en las que las sales de plata se mezclaban con gelatina, a fin de que los tiempos de exposición fotográfica pudiesen ser reducidos a segundos de duración y, años más tarde, a milésimas de segundos, como sucede en la actualidad.

B) ORÍGENES DE LA CINEMATOGRAFÍA

B.1) EN EL VIEJO MUNDO: LOS HERMANOS LUMIÈRE

Dos hermanos de apellido Lumière, que significa “luz” en francés, Louis (1864-1948) y August (1862-1954), son considerados los inventores del cinematógrafo, por cuanto en el año 1895 construyeron la primera cámara “cinematográfica”, término que en griego significa *kinesis* = movimiento, *grafi* = inscripción, dibujo, escrito, documento. Se inauguró en París el “Lumière Cinématograph” el día 28 de diciembre de 1895, en tanto que en los EE.UU. de Norteamérica la cinematografía comenzó el día 18 de junio

de 1896. El cine sonoro, en cambio, apareció muchos años después en dicho país, el 6 de octubre de 1927, con la película protagonizada por el cantante Al Johnson, intitulada "The Jazz Singer".

A diferencia de lo que sucedió con la fotografía, que se caracteriza por imágenes únicas y estáticas, el cine –y más tarde la televisión– consiste en la proyección de imágenes sucesivas, cada una ligeramente diferente de la anterior y de la siguiente, a razón de aproximadamente 30 imágenes por segundo, de modo que el ser humano que observa la pantalla de proyección tiene la ilusión que percibe el "movimiento" del objeto captado por una cámara fotográfica *ad hoc*, cuyo complicado mecanismo de ruedas dentadas es capaz de transportar dicha película cinematográfica.



Thomas Alva Edison

B. 2) EN EL NUEVO MUNDO: THOMAS ALVA EDISON

Las investigaciones de Thomas Alva Edison (1847-1931) en lo referente a la proyección de imágenes que simulan movimiento (motion pictures), comenzaron en el otoño de 1887, precisamente en la época en que estaba completando su mundialmente famoso "fonógrafo" (término de origen griego que significa literalmente: registro del sonido). El primer modelo de dicha máquina de proyección fue denominado por Edison con el nombre de "kinetoscope", término que significa "observación del movimiento", y fue presentado en público el día 14 de abril de 1894, cuando se proyectó una película ¡de sólo 15 segundos de duración!

Por otra parte, George Eastman logró desarrollar una película en base a nitrocelulosa, en cuyos bordes se encuentran las perforaciones regulares que permiten el transporte de la película mediante las ruedas dentadas activadas por el motor eléctrico de la máquina proyectora.

En un principio, Edison utilizó la proyección iterativa de 48 imágenes por segundo, las que por razones mecánicas redujo después a 16 imágenes por segundo, frecuencia que prevaleció en el cine mudo y que en el cine sonoro se elevó a 24 imágenes por segundo. Estas cifras no son irrelevantes, por cuanto en el análisis ulterior se utilizarán ellas para correlacionarlas con los procesos psicofisiológicos en los niños y los adultos. Si la frecuencia de proyección de imágenes es demasiado baja, el sujeto percibe un "centelleo" (en inglés se denomina "flicker" a este fenómeno) y que es muy molesto para el observador, razón por la cual la frecuencia de fusión (flicker-fusion-frequency, FFF) es un valor característico, que indica la transición entre el "centelleo" y la percepción de una luz uniforme.

LA DURACIÓN DEL PRESENTE Y LA FRECUENCIA DE FUSIÓN DE LAS IMÁGENES

En el hombre adulto se ha podido determinar experimentalmente que la duración del presente (DP) es de alrededor de 50 (ms), es decir, 0,05 (s)¹. Por otra parte, la frecuencia de fusión (FF) de las imágenes individuales es de 20 ciclos por segundo (20 Hertz = 20 Hz), que representa el valor recíproco de la duración del presente (DP).

Como sucede con la mayoría de los fenómenos periódicos (frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, entre otros), la relación entre frecuencia de fusión (FF)² y peso corporal W (en kg) es

$$FF = a \times W^{-0,25} \quad (1)$$

de modo que para un hombre adulto de 70 kg de peso tendríamos para la duración del presente

$$DP = 50 \text{ ms} = a \times (70)^{0,25} \quad (2)$$

Este valor se puede calcular, ya sea utilizando logaritmos, o bien, extrayendo dos veces la raíz cuadrada ($\sqrt{\quad}$) de 70, para lo que basta una calculadora de bolsillo. Entonces la ecuación (2) nos daría para el valor DP lo siguiente:

$$DP = 50 = a \times (2,90) \quad (3)$$

de lo que resulta que

$$DP = 20 \times (2,90) \approx 58 \text{ ms} \quad (4)$$

En la Tabla 1 se encuentran los valores estimados de DP para la especie humana, desde el recién nacido (RN) hasta el adulto de 70 kg de peso.

Por cuanto la frecuencia de fusión (FF) equivale al valor recíproco de la duración del presente (DP), resulta entonces que para un RN tendríamos, y con los valores en ms, lo siguiente:

$$\frac{1.000}{27,16} = 36,8 \text{ [Hz]} \quad (5)$$

¹ms = milisegundos.

²La FF corresponde a la frecuencia de una luz intermitente, en que la sensación de centelleo se transforma en una sensación de luz continua, de intensidad uniforme.

La cinematografía y la televisión cumplen con la condición de una FF igual o mayor a 20 (Hz), de manera que un niño de un año de edad (FF = 28,1 (Hz)) no percibe imágenes centelleantes, sino que movimientos continuados, tal como se observa en los objetos que se mueven en la naturaleza.

En síntesis, la frecuencia de fusión (FF) se puede calcular directamente de acuerdo con la ecuación siguiente:

$$FF = 50 \times W^{-0,25} \quad (6)$$

Tabla 1. Cálculo de la duración del presente (DP) y de la frecuencia de fusión (FF) correspondiente, desde el recién nacido (RN) hasta el hombre adulto.

Item	Edad (años)	W (kg)	$W^{0,25}$ ($kg^{0,25}$)	DP (ms)	FF	
					$W^{-0,25}$ ($kg^{-0,25}$)	$50 \times W^{-0,25}$ (Hertz)
1	RN	3,4	1,358	27,16	0,736	36,8
2	1	10,0	1,778	35,56	0,562	28,1
3	2	12,6	1,884	37,68	0,530	26,5
4	3	14,6	1,955	39,10	0,511	25,6
5	4	16,5	2,015	40,30	0,496	24,8
6	5	19,4	2,099	42,00	0,476	23,8
7	Adulto	70,0	2,892	57,84	0,346	17,3

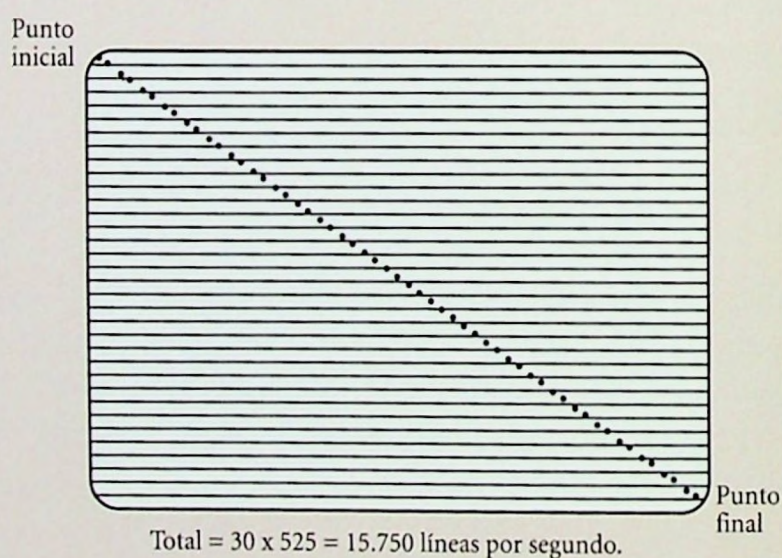


Figura 1.A. En la pantalla de televisión con barrido automático a razón de 30 imágenes por segundo cada línea horizontal representa el barrido de izquierda a derecha. En esta representación esquemática aparece un punto negro en cada una de las líneas que se desplaza sucesivamente y en diagonal, que en conjunto va a representar una línea negra en diagonal.

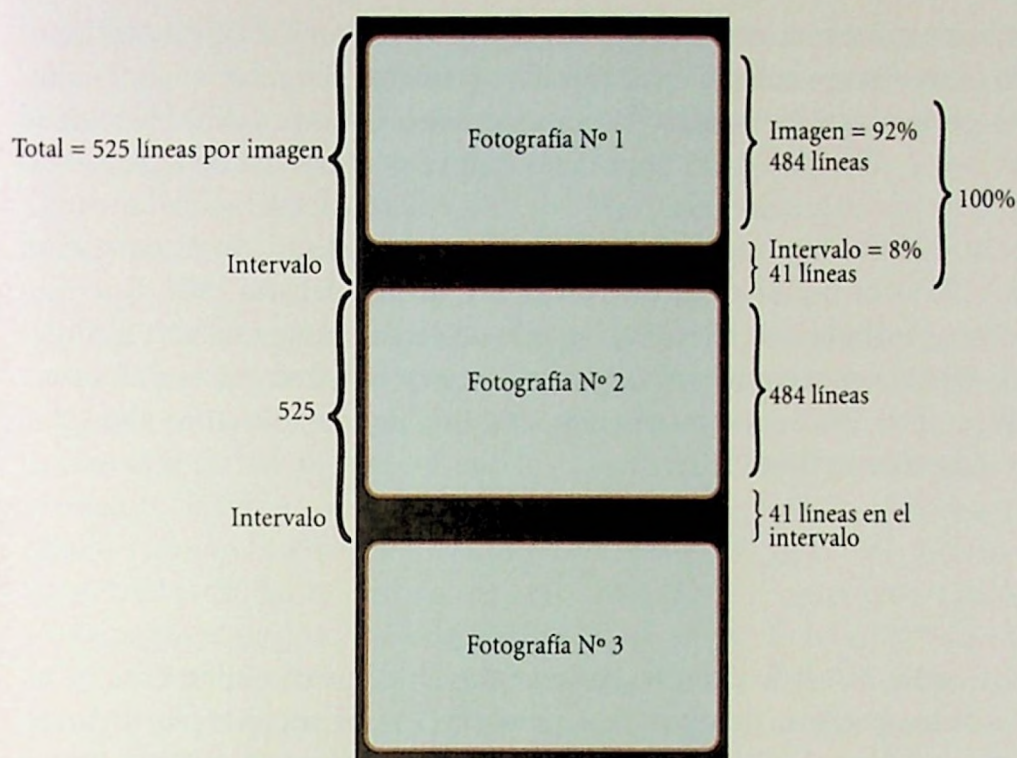


Figura 1.B. En la pantalla del TV aparecerán 30 fotografías por segundo, en que cada una ocupa el 92% del tiempo (484 líneas) y el resto (8%) corresponde al intervalo (en negro) entre cada una de las fotografías, de manera que no se confundan dos imágenes contiguas. La sucesión de imágenes —cada una difiere de las otras— genera la percepción de movimiento en el observador.

EFFECTOS DE LA TEMPERATURA CORPORAL Y LA PERCEPCIÓN DEL TIEMPO: LA AFECCIÓN FEBRIL DE MRS. HOAGLAND

En el año 1944 la esposa del director de la “Fundación Worcester para Biología Experimental” tuvo repentinamente una afección febril y por este motivo el Dr. Hudson Hoagland tuvo que ir a una farmacia cercana para adquirir un medicamento antipirético. Cuando el profesor por fin regresó, Mrs. Hoagland lo incriminó seriamente por haber tardado tanto en ir a la farmacia, en consideración a que dicha farmacia estaba ubicada en las cercanías. Este hecho llamó la atención al Dr. Hoagland, por cuanto su esposa era pianista y por consiguiente estaba familiarizada con la evaluación del tiempo que debe durar cada nota musical. Entonces se le ocurrió hacer un experimento de cronometría humana, invitando a su esposa a que contara los 60 segundos que conforman el período de 1 minuto. Mientras Mrs. Hoagland padecía de fiebre alta, el Dr. Hoagland repitió en varias ocasiones el mismo experimento, confrontando los resultados psicológicos de su esposa mediante un cronómetro. Cuando desapareció la fiebre, él repitió el

mismo experimento con el resultado que la evaluación del tiempo transcurrido (1 minuto psicológico) era significativamente diferente en ambos casos (hipertermia vs. normotermia). Como buen bioquímico, el Dr. Hoagland sabía que la velocidad de las reacciones químicas cambian con la temperatura. Por cada 10 grados Celsius (°C) de diferencia dicha velocidad se duplica o se triplica, fenómeno que se designa como el Q_{10} de J. van t'Hoff (1852-1911), en honor al Premio Nobel de Química del año 1901. Este propuso una fórmula que relaciona las velocidades de una reacción química con la temperatura en que ésta se realiza, en que F_a = frecuencia a alta temperatura; F_b = frecuencia a baja temperatura; T_a = temperatura alta (°C); T_b = temperatura baja (°C).

$$Q_{10} = \left(\frac{F_a}{F_b} \right)^{\frac{10}{T_a - T_b}} \quad (7)$$

Tan es así, que la frecuencia cardíaca aumenta aproximadamente en un 13% si la temperatura de la sangre aumenta en 1°C. Si por ejemplo, un hombre normal tiene a 37°C 70 latidos cardíacos por minuto, a 38°C tendrá alrededor de 80 latidos por minuto, a 39°C la frecuencia cardíaca será de 90 latidos y a 40°C de temperatura corporal media su frecuencia del corazón será de 102 por minuto. Con la frecuencia respiratoria sucede algo semejante, al igual que con la percepción del tiempo. Es precisamente esto lo que sucedió a Mrs. Hoagland en el transcurso del episodio febril que hemos mencionado más arriba.

Cuando la percepción de un período cualquiera se acorta se habla de "cronosístole", tal como se acortan las fibras cardíacas durante la sístole, y "cronodiástole" cuando el tiempo de percepción se alarga.

Además del efecto cronosistólico de la elevación de la temperatura corporal, cabe mencionar también la activación del sistema nervioso simpático, con descarga de adrenalina y noradrenalina a la sangre a nivel de la médula suprarrenal; la hipertermia del ejercicio muscular intenso y sostenido; la hiperfunción de la glándula tiroides (bocio exoftálmico o enfermedad de Graves-Basedow), y el efecto de ciertas drogas psicodélicas que alteran igualmente la percepción subjetiva del tiempo.

LAS DIFERENCIAS ENTRE EL TIEMPO EN FÍSICA Y EN BIOLOGÍA

A) EL TIEMPO ABSOLUTO EN LA FÍSICA DE NEWTON

Según lo estableciera Isaac Newton (1643-1727) el sistema MLT en física equivale a la masa (M), a la longitud (L) y al tiempo (T). Por definición, estas dimensiones físicas tienen la característica de ser absolutas, tal como

lo definió el propio Newton: "*Tempus absolutum, verum et mathematicum*". Esta concepción perduró en la física por casi dos siglos, hasta que Albert Einstein (1879-1955) ideó en 1905 la teoría "especial" de la relatividad, en tanto que la teoría "general" fue dada a conocer sólo en 1915.

B) LA RELATIVIDAD DEL TIEMPO FÍSICO

Según la teoría einsteniana no existe espacio ni tiempos absolutos, pues uno y otro dependen de la velocidad y, por lo tanto, sólo tienen significado en relación con el observador. Con el aumento de la velocidad se produce la contracción de la longitud y el incremento de la masa. Además, la velocidad de la luz (c) en el vacío constituye un límite absoluto: nada la puede superar. De acuerdo con la teoría de la relatividad especial (1905) no existe el tiempo absoluto newtoniano, sino que cada individuo posee un tiempo propio, el que dependerá de dónde se encuentre y a qué velocidad se está desplazando. En la teoría general de relatividad se postula que cuando un cuerpo se mueve o una fuerza actúa sobre él, esto afecta a la curvatura del "espacio-tiempo" en un universo en expansión permanente.

C) EL TIEMPO EN BIOLOGÍA

Tal como sucede en la física relativista, en las ciencias biológicas el tiempo varía según la intensidad del metabolismo específico (consumo de O_2 por minuto/peso corporal en kg). Por consiguiente no existe una escala de tiempo para todos los seres vivos, pues cada uno tiene un recambio metabólico propio, que cuantitativamente se puede definir como la raíz cuarta del peso corporal ($W^{1/4}$). Todos los fenómenos periódicos en el ámbito de la biología se rigen por esta relación no-lineal ($T \propto a W^{1/4}$), en que T = duración de un período biológico, a = parámetro empírico, W = peso corporal en kg, y $1/4$ = exponente alométrico invariante para todos los fenómenos cíclicos o periódicos y la letra griega $\propto$ significa proporcionalidad (véase Tabla 1).

Así, por ejemplo, la duración (T) de los períodos biológicos son para la respiración $T_R = 1,12 W^{0,25}$, de lo que resulta que la relación (R) entre ambos períodos (respiratorio/cardíaco) es igual para todos los mamíferos:

$$R = \frac{\text{Duración de un ciclo respiratorio}}{\text{Duración de un ciclo cardíaco}} = \frac{1,12 W^{0,25}}{0,25 W^{0,25}} = 4,5 W^{0,01} \quad (8)$$

Esto quiere decir que cada ciclo respiratorio (T_R) es aproximadamente 4,5 veces más prolongado que la duración del ciclo cardíaco (sístole + diástole). En un adulto de la especie humana, por ejemplo, tendríamos 15

respiraciones por minuto y 68 latidos del corazón en el mismo período, si se expresa en función de los valores recíprocos.

Todas las funciones orgánicas se mantienen en régimen estacionario (steady-state) mientras haya intercambios metabólicos (consumo de O_2 , eliminación de CO_2 , producción de ATP^3 y liberación de calor). Todo esto termina con la muerte de cada ser vivo, de manera que el tiempo biológico requiere para su existencia de la integridad funcional y morfológica de todo ser viviente.

En conclusión, el tiempo biológico no es una “entelequia” aristotélica, ni el “elan vital” bergsoniano, sino que una propiedad dependiente del “metabolismo específico”, que es diferente para cada ser vivo y, por lo tanto, el tiempo (T) no existe como una entidad absoluta e independiente, sino que está condicionada por la existencia de la vida misma. Parafraseando a Luis XIV, el “Roi Soleil = Rey Sol”, quien decía:

L'État, c'est moi (El Estado soy yo)

se podría decir para el tiempo que:

Le temps, c'est moi (El tiempo soy yo).

Esto, que pareciera ser una novedad, no lo es, porque un desconocido poeta de habla alemana y que vivió en la Edad Media, afirmó lo siguiente:

Vor mir war keine Zeit, nach mir wird keine seyn,
mit mir gebiert sie sich, mit mir geht sie auch ein.

Este hermoso verso, en traducción literal, dice lo siguiente:

Antes de mí no existía el tiempo, después de mí no lo habrá,
conmigo él nació, conmigo se extinguirá.

El autor es Daniel von Czepko (1605-1660), citado por Jorge Luis Borges en su obra *Otras inquisiciones* (1960) y que se menciona en el capítulo “Nueva refutación del tiempo” (página 170 de la obra citada).

Finalmente, cabe mencionar una feliz coincidencia entre los conceptos desarrollados en el presente ensayo, y la aparición de la segunda edición de la traducción de J. E. Rivera (1997) de la obra maestra del filósofo Martin Heidegger, cuyo título original *Sein und Zeit* se refiere al “Ser y Tiempo”. En este caso, el orden de las palabras es fundamental, primero: SER, y después: TIEMPO.

³ATP= Adenosin-tri-fosfato, molécula clave de todos los intercambios energéticos en los organismos.

UN EXPERIMENTO IMAGINARIO RELACIONADO CON LA TV

Si el peso corporal (W en kg) es tan importante en cronobiología, cabe preguntarse: ¿Qué sucedería con la duración del presente (DP) en mamíferos de diverso tamaño corporal, desde el ratón enano de 3 gramos de peso hasta la ballena cuyo peso corporal es de 100 T (100 toneladas)?

Por cuanto la DP y la FF son manifestaciones de naturaleza psicofisiológica, es de interés comparar estos valores con la frecuencia de un órgano rítmico como lo es el corazón. Por otra parte, todas estas funciones están relacionadas con la totalidad del organismo, es decir, que el peso corporal (W) representa una cifra que engloba a la totalidad de las células que conforman “un todo” y que funciona en forma coordinada, como ser, la respiración, la circulación y el metabolismo (consumo de oxígeno por minuto), y que se modifican según las necesidades momentáneas (reposo, ejercicio, sueño, etc.). La totalidad de las funciones orgánicas, incluidas las psicofisiológicas, requieren de energía para cumplir a cabalidad con su cometido, energía que proviene en última instancia de los procesos de fosforilación oxidativa a nivel de las crestas mitocondriales, lugar en donde se genera el ATP (adenosin-tri-fosfato). Por estas razones, la actividad rítmica del corazón y de la respiración, los períodos asociados a la duración del presente (DP), así como la frecuencia de fusión (FF), están condicionados por la existencia del consumo de oxígeno (O_2), de la producción del anhídrido carbónico (CO_2), de la generación de ATP y de la liberación de calor. Mientras el organismo esté vivo, estos fenómenos se mantienen en estado de régimen estacionario (steady-state, en inglés) y todos ellos varían proporcionalmente al metabolismo específico (consumo de O_2 por unidad de peso corporal), que se acostumbra expresar numéricamente como: Watt por kilogramo de peso.

Albert Einstein (1879-1955) introdujo en la física teórica el concepto de “Gedankenexperiment”, es decir, un experimento imaginario, para poder analizar racionalmente fenómenos que no ocurren en la naturaleza y que permiten deducir –en base a la lógica y la matemática– novedosas conclusiones, como sucedió con los planteamientos ideados por el propio Einstein para la teoría de la relatividad, a saber, el “experimento del tren y los dos observadores”, uno en el andén y otro en el tren en movimiento.

En el presente caso séanos permitido hacer un “Gedankenexperiment” con la TV, suponiendo que los seres vivos estudiados, mamíferos de diverso tamaño, nos pueden informar cuando ven centelleo y cuando se fusionan estas imágenes dando la sensación de una luz continua, para lo cual se calcula la FF correspondiente (ecuación 6). Del análisis de la Tabla 2 se desprende que la intensidad del metabolismo específico, la frecuencia cardíaca y la frecuencia de fusión disminuyen significativa y paralelamente a medida que aumenta el peso corporal (W) de los mamíferos estudiados. Por otra

parte, la frecuencia de fusión (FF) calculada es de 214 imágenes por segundo para el ratón enano y sólo 2,8 imágenes para la ballena azul, siendo que para la especie humana es de 17,3 por segundo, tal como se señalara anteriormente. En síntesis, cada ser vivo requiere –en teoría– un televisor distinto y particular, cuya frecuencia de fusión (FF) le es propia, dependiendo ésta de la magnitud del metabolismo específico (consumo de oxígeno por unidad de peso corporal).

Tabla 2. Comparación de diversas funciones relacionadas con el tiempo en biología y su correlación con el peso corporal W (kg).

Item	Especie de mamífero	Peso corporal adulto W (kg)	$W^{-0.25}$ del peso corporal ($\text{kg}^{-0.25}$)	Metabolismo específico V_{O_2}/W (L/kg)	Frecuencia cardíaca (latidos/min)	Duración presente DP (ms)	Frecuencia de fusión FF (Hertz)
1	Ratón enano	0,003	4,273	17,52	863	4,68	214
2	Hombre	70	0,346	1,42	70	57,8	17,3
3	Elefante	3,000	0,135	0,55	27,3	148	6,7
4	Ballena azul	100,000	0,056	0,23	11,35	355,6	2,8

EL TIEMPO BIOLÓGICO EN LA POESÍA

Es muy probable que poetas y músicos hayan intuido la relatividad del tiempo biológico en concordancia con los siempre cambiantes estados de ánimo, las esperas interminables y agobiantes y la fugacidad de las horas felices, siendo éstos sólo los dos extremos del espectro de las experiencias vitales relacionadas con el diario vivir. En la mayoría de los casos, los artistas relacionan estas vivencias con la actividad del corazón, por cuanto la variabilidad de su ritmo es considerado como un reflejo del estado emocional del momento. Como un ejemplo más, séanos permitido transcribir una poesía relacionada precisamente con el tema y que se refiere al corazón como reloj biológico en el transcurso de una vida. Se trata de una balada intitulada “El reloj”, cuyo autor es el poeta alemán Gabriel Seidel y que fuera el tema de una hermosa canción compuesta por Johann Karl Gottfried Loewe (1796-1869) (Opus 123, Nº 3), quien por lo demás es autor de 150 canciones y de 150 baladas.

DIE UHR

Ich trage, wo ich gehe, stets eine Uhr bei mir:
wieviel es geschlagen habe genau seh' ich an ihr.
Es ist ein grosser Meister, der künstlich ihr Werk gefügt,
wenngleich ihr Gang nicht immer dem törichten Wunsche genügt.

Ich wollte, sie wäre rascher gegangen an manchem Tag:
ich wollte, sie hätte manchmal verzögert den raschen Schlag.
In meinen Leiden und Freuden, in Sturm und in der Ruh',
was immer geschah im Leben, sie pochte den Takt dazu.

Sie schlug am Sarge des Vaters, sie schlug an des Freundes Bahr',
sie schlug am Morgen der Liebe, sie schlug am Traualtar.
Sie schlug an der Wiege des Kindes, sie schlägt, woll's Gott, noch oft,
wenn bessere Tage kommen, wie meine Seel' es hofft.

Und ward sie auch manchmal träger und drohte zu stocken ihr Lauf,
so zog der Meister immer grossmütig sie wieder auf.
Doch stände sie einmal stille, dann wär's um sie geschehen,
kein anderer als der sie fügte, bringt die Zerstörte zum Gehen.

Dann müsste ich zum Meister wandern,
der wohnt am Ende wohl weit,
wohl draussen, jenseits der Erde,
wohl dort in der Ewigkeit.

Dann gäb' ich sie ihm zurücke
mit dankbar kindlichem Fleh'n:
Sieh, Herr, ich hab' nichts verdorben,
sie blieb von selber steh'n.

EL RELOJ

Yo llevo, adonde vaya, siempre un reloj conmigo;
con exactitud observo en él cuánto es el tiempo pasado.
El es un gran Artífice que realizó con arte su trabajo,
aunque su marcha no siempre satisface el deseo imprudente.

Yo quise que él hubiera andado más rápido en algún día;
yo quise que hubiera enlentecido a veces su rápido pulsar.
En mis penas y alegrías, en la tormenta y en la calma,
suciediera lo que sucediera en la vida, él llevaba siempre el compás.

Latió ante el féretro del padre, latió ante la camilla del amigo;
lació en la madrugada del amor, latió en el altar nupcial.
Latió ante la cuna del niño y seguirá latiendo, si Dios quiere, todavía,
cuando vengan días mejores, como mi alma espera.

Y si también fue alguna vez más lento y su marcha amenazó con detenerse,
entonces siempre el Maestro volvió a darle cuerda con generosidad.
Pero, si alguna vez se detuviera, entonces él estaría perdido,
pues ningún otro sino El que lo dirige puede poner en marcha a este reloj
[estropeado.

Entonces tendría que ir yo donde el Artífice
quien vive al final muy lejos,
muy afuera, más allá de la tierra,
allí en medio de la eternidad.

Y entonces se lo devolvería
con una súplica y con un agradecimiento infantil:
Vea, Señor, yo no he descompuesto nada,
él se detuvo por sí mismo,

(Traducción del alemán por Elvira Edwards y Dr. Otto Dörr, septiembre de 1999).

AGRADECIMIENTOS

Al Prof. Dr. Burkhard Seeger por sus valiosas sugerencias y a la señorita Jutta Helmlinger por la excelente transcripción del manuscrito.

REFERENCIAS

- ADOLPH, E. F.: *Origins of Physiological Regulations*. New York, Academic Press, 1968.
- CALDER III, W.A.: *Size, Function and Life History*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1984.
- EFRON, R.: "The Duration of the Present". In: *Interdisciplinary Perspective of Time* (R. Fischer, Edit.). Ann. N. York Acad. Sci. 138, art. 2: 367-915, 1967.
- GOULD, S. J.: *Times Arrow & Times Cycle. Myth and Metaphor in the Discovery of Geological Time*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1987.
- GÜNTHER, B.: "Dimensional Analysis and Theory of Biological Similarity". *Physiol. Rev.* 55:659-699, 1975.
- GÜNTHER, B., U. GONZÁLEZ, E. MORGADO: "Biological Similarity Theories: A Comparison with the Empirical Allometric Equations". *Biol. Res.* 25:7-13, 1992.
- HAWKING, S.: *A Brief History of Time. From the Big Bang to Black Holes*. New York, Bantam, 1988.
- HOAGLAND, H.: "The Physiological Control Judgment of Duration. Evidence for a Chemical Clock". *J. Gen. Psychol.* 9:67-287, 1933.
- HUXLEY, J.S.: *Problems of Relative Growth*. London, Methuen, 1932.
- LAMBERT, R. ET TEISSIER, G.: "Théorie de la similitude biologique". *Ann. physiol. physicochem. biol.* (Paris). 3:212-246, 1927.
- MCMAHON, T. & J.T. BONNER: *On Size and Life*. New York: Scientific American Library, 1983.
- PETERS, R.H.: *The Ecological Implications of Body Size*. Cambridge: Cambridge University Press, 1983.
- PRIGOGINE, I. & I. STENGERS: *Entre el tiempo y la eternidad*. Buenos Aires: Alianza Editorial, 1991.
- RIVERA, J.E.: *Ser y tiempo*. Santiago: Editorial Universitaria, 1997 (2ª edición).
- SCHMIDT-NIESLEN, K.: *Scaling: Why is Animal Size so Important?* Cambridge: Cambridge University Press, 1984.
- TOULMIN, S. & J. GOODFIELD: *The Discovery of Time*. Chicago: The University of Chicago Press, 1965.
- THOMPSON, D.A.W.: *On Growth and Form*. Cambridge (UK): Cambridge University Press, 1952.

