

LA ESCALA DEL TIEMPO. EL CONCEPTO PITAGÓRICO DE ANALOGÍA EN LA DEFINICIÓN DE TIEMPO PLATÓNICO-ARISTOTÉLICA

Martín Simesen de Bielke

Instituto de Modelado e Innovación Tecnológica (IMIT)

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (Argentina)

martindebielke@gmail.com

RESUMEN

Este artículo apunta a someter a consideración si existe o no un fundamento histórico-filosófico para la hipótesis de una homonimia no azarosa entre “escala de tiempo” y “escala musical”. Un examen minucioso de ciertos pasajes del diálogo *Timeo* muestra que Platón fue el primero en sentar las bases para el concepto de tiempo, definido como número, al incorporar el concepto de ‘analogía’ (ἀναλογία) o proporción, el cual fue desarrollado por los pitagóricos en el marco místico y teórico de los principios emergentes de la armonía tonal. La teoría pitagórico-platónica de proporciones subyace —como intentaré probar— en el concepto aristotélico de tiempo y, en cuanto tal, en la representación tradicional del tiempo como parámetro y escala del movimiento.

PALABRAS CLAVE:

Tiempo, reloj, analogía, proporción, Platón, Aristóteles, Pitágoras.

ABSTRACT

This article aims to unpack the query of whether or not there is a historical-philosophical basis for the hypothesis of a non-random homonymy between ‘time scale’ and ‘musical scale.’ A deeper look into certain passages of Plato’s dialog *Timaios*, shows that he first laid the foundation for the concept of time, defined as number, by incorporating the concept of ‘proportion’ or ‘analogy’ (ἀναλογία), which was developed by the Pythagoreans in the mystical and theoretical frame of the rising principles of tonal harmony. The pythagorean-platonic theory of proportion underlies —as I will try to prove— the aristotelian concept of time, and thus the traditional representation of time as a parameter and scale of movements.

KEYWORDS:

Time, clock, analogy, proportion, Plato, Aristotle, Pythagoras.

LA ESCALA DEL TIEMPO. EL CONCEPTO PITAGÓRICO DE ANALOGÍA EN LA DEFINICIÓN DE TIEMPO PLATÓNICO-ARISTOTÉLICA

“¿Cuál es la génesis del reloj, cuáles son los verdaderos motivos de la medición del tiempo? Platón, *Timeo*: El tiempo es el cielo” (Heidegger, 2009, p. 86).

1. INTRODUCCIÓN: EL TIEMPO DEL RELOJ

Heidegger ha planteado en muchos de los textos y lecciones del período de Marburgo (1922-1927), fundamentalmente en *Ser y Tiempo*, que la filosofía y la física han reducido el tiempo a medida del movimiento, que su esencia se ha pensado siempre únicamente como escala/parámetro y como serie sucesiva de ahora homogéneos; como contrapartida han quedado ocultas la temporalidad del *Dasein* humano y la función hermenéutica del tiempo como sentido del ser.¹ Aristóteles habría sido el primero en tematizar el “tiempo del reloj” (Heidegger, 1963, p. 421).

Es cierto que Aristóteles ha pensado el tiempo como número y medida del movimiento (*Fis.* IV. 11. 219a 1-5, 12. 220b 32-35), pero también ha dicho que el movimiento es medida del tiempo. Tiempo y movimiento se miden mutuamente (*Fis.* IV. 11. 220b 14-20).² Un parámetro es una referencia para medir: παρά-μετρέϊν significa comparar, medir una cosa con otra. Pero ¿qué clase de parámetro es el tiempo en relación con el movimiento? Si se res-

¹ Heidegger se ocupa del concepto de tiempo de Aristóteles y su conexión con la cuestión de la temporalidad del *Dasein* principalmente en *Ser y Tiempo* (*Sein und Zeit*, 1963) y en *Los problemas fundamentales de la fenomenología* (*Die Grundprobleme der Phänomenologie* [Ga 24], 1989a).

² Existe una extensa bibliografía sobre la cuestión del tiempo en Aristóteles. Recomiendo: Bröcker (1963), Conen (1964), Moreau, (1965), Owen (1979), Volpi, (1988) y Goldschmidt (1992). Entre los estudios más actuales recomiendo los trabajos de Leiß (2004), Coope (2005), Bostock (2006), Vigo (2006a, 2006b) y Berti (2011). Para una introducción general, el excelente estudio introductorio de Vigo (en Aristóteles, 2012).

ponde que el tiempo indica ‘cuánto movimiento’ ha transcurrido, o si un proceso ha durado mucho o poco, eso sería una respuesta parcial: La luz recorre distancias enormes en poco tiempo; dos horas en avión puede ser poco, pero en la fila del banco es mucho. El tiempo es número del movimiento, pero el número de por sí no dice si ‘mucho’ o ‘poco’: la vida media de partículas subatómicas como el muón es dos millonésimas de segundo; en la escala del tiempo cósmico un millón de años es relativamente poco; si pensamos en tiempo geológico o en la escala evolutiva, difícilmente encontraremos equivalencias, mientras que para un ser eterno todo el tiempo del universo sería un suspiro.

Por otro lado, es evidente que no alcanza con caracterizar el tiempo del reloj como una serie de horas sucesivos numerados en el cuadrante; por ejemplo, si alguien preguntara qué hora es o cuánto tiempo ha pasado, nadie respondería “dos horas”, sino “dos minutos” o “dos horas”. El concepto de sucesión o serie tampoco aclara demasiado. De hecho, los números dispuestos en serie en el cuadrante podrían ser otros y no es absolutamente necesario el empleo de un patrón sexagesimal o decimal. Hay relojes digitales, así que el movimiento de las agujas tampoco es esencial al tiempo del reloj.

Así pues, lo verdaderamente importante en la serie de horas numerados, que Heidegger llama en los textos referidos *Jetztzeit* (tiempo de horas), es el *intervalo* que los separa: los horas destacados en la serie mediante números deben estar a una *distancia* fija y no importa tanto el *carácter homogéneo* de la “serie de horas *nivelados*” (Heidegger, 1963, p. 425), es decir, despojados de rasgos cualitativos y de su identidad hermenéutica, como sí el *carácter homogéneo* del intervalo.

El concepto de ‘tiempo vulgar’ como ‘tiempo del reloj’ (Heidegger, 1963) también es confuso. ¿Qué tienen en común un gnomon o reloj de Sol, una clepsidra, un péndulo, un reloj mecánico, un reloj de cuarzo y uno atómico? Por otro lado, ¿se puede plantear, como hace Heidegger (1989^b, 1991, 2003) que pensadores tan distantes

como Aristóteles y Einstein manejan el mismo concepto de tiempo entendido como parámetro y escala?

Para Aristóteles, el ahora en cada caso presente abarca la totalidad de lo existente, es el mismo para todo ente (*Fis.* IV. 10. 218a 10-15, 12. 220b 5-10, 14. 222b 15-20), para los eventos en la Tierra, situada en el centro del universo, y para las estrellas fijas en el límite. Einstein (2012), por su parte, se da cuenta de que si se abandona el concepto de simultaneidad absoluta, se puede conciliar el principio de relatividad (heredado de Galileo y Newton) con el principio de constancia de la velocidad de la luz. La distancia “disloca” la simultaneidad porque la velocidad de la luz no es infinita (Newton), el tiempo se dilata y las longitudes se contraen en la dirección del movimiento.³

Aristóteles se da cuenta de que el tiempo y el movimiento se dan juntos, sin llegar a identificarse (*Fis.* IV. 11. 219a1-10).⁴ Sin embargo, no llega a advertir una de las consecuencias más paradójicas de la relación entre tiempo y movimiento, puesta de manifiesto por la relatividad especial: el movimiento altera el pulso del tiempo en una *ratio* proporcional a la velocidad. En consecuencia, relojes en movimiento relativo miden tiempos diferentes, de modo que para un observador dado, un reloj en movimiento no marca un segundo (tal como el reloj con el que mide el observador), sino $1 / (1 - v^2/c^2)^{1/2}$ segundos. El tiempo se dilata, no obstante el tiempo propio (el medido por un reloj en reposo respecto de nuestro observador) sigue siendo el mismo, dado que de lo contrario las leyes de la física no serían covariantes. Señalé anteriormente que en la escala de tiempo importa realmente la distancia o intervalo entre dos horas

³ Para una introducción general a la teoría de la relatividad: Taylor y Wheeler (1966), Feynman (1988), Bergson (2004), Tipler y Llewellyn (2008), Sánchez Ron (1983).

⁴ La relación tiempo-movimiento sigue vigente en lo que se conoce como el debate “reduccionismo vs. platonismo”. Para una introducción a algunos de los problemas fundamentales en la filosofía del tiempo contemporánea (fatalismo, topología del tiempo, teorías A y B del tiempo, etc.): Markosian (2016).

numerados. La escala debe permanecer fija; si cambia según la situación, no sirve como escala de tiempo universal.

Que el tiempo “pasa” más lento para un cuerpo en movimiento relativamente a un observador en reposo respecto a dicho cuerpo, no es únicamente algo que Aristóteles no podría haber pensado en una instancia aún primigenia de la investigación de la naturaleza. De acuerdo con él, la diferencia básica entre tiempo y movimiento es que el tiempo no puede ser ‘rápido’ o ‘lento’, debido a una prioridad lógica del tiempo sobre la velocidad, tal como explica en *Física* (IV.10. 218b 15 y ss.). En efecto, los predicados ‘rápido’ y ‘lento’ no aplican al tiempo porque la velocidad se determina en función del tiempo unilateralmente: ‘rápido’ es lo que en poco tiempo se mueve mucho, ‘lento’ lo que en mucho tiempo se mueve poco.

Si el tiempo fuera movimiento podría decirse que pasa lento o rápido. Si se moviera lentamente, entonces transcurriría *poco tiempo en mucho tiempo*. Si, al contrario, se moviera rápido, transcurriría *mucho tiempo en poco tiempo*. No se puede pues atribuir velocidad al tiempo. Y, sin embargo, cuando el aburrimiento es grande o la espera larga, parece que el tiempo efectivamente pasa lento. Durante el *aburrimiento profundo* el tiempo puede volverse insoportablemente lento, cuando no parece que se detiene incluso por completo (Heidegger, 1983).

El tiempo fluctuante de la existencia humana, vinculado a los templos anímicos, no puede ser reducido a un flujo homogéneo de horas sin atributos cualitativos, un tiempo sin alma, tiempo mecánico del reloj. Según la relatividad general, el pulso del tiempo varía en una proporción fija de acuerdo con el potencial gravitatorio del lugar donde se realiza la medición, el tiempo en el Sol pasa más lento que en la Tierra y los relojes registran esta heterogeneidad cuantitativa del tiempo (Einstein, 2012).

Por otro lado, vemos cómo en cada experimento mental de la teoría de la relatividad especial y general intervienen relojes. Heidegger (1978, 2004) plantea que para que el tiempo quede reducido a medida es necesaria *a priori* su espacialización; agrega que esta ten-

dencia a asimilar tiempo y espacio comienza con Aristóteles (calco estructural del tiempo en el espacio) y se radicaliza con el concepto de espacio-tiempo que Minkowski introduce en la relatividad.

El parámetro del tiempo en Aristóteles es la revolución del cielo de estrellas fijas, la más estable (no tiene anomalías, es circular) y la más veloz en el universo; en la teoría de la relatividad el parámetro es la velocidad de la luz, constante universal y límite cosmológico que ningún cuerpo con masa puede siquiera alcanzar. La hipótesis de Heidegger —la misma concepción del tiempo como número y como tiempo del reloj a la base de teorías tan diferentes como las de Aristóteles y Einstein— es susceptible de una explicitación más concreta si vamos a las cosas mismas: en este caso el reloj, y fundamentalmente la escala de tiempo en él.

2. EL *TEMPO* DEL RELOJ COMO ANALOGÍA (PROPORCIÓN) GEOMÉTRICA

¿Qué es un reloj? En la armonía —teoría musical— se halla la llave hermenéutica del reloj y, en consecuencia, del tiempo entendido como número y medida del cambio en sentido amplio: el concepto de ‘analogía’. Una exégesis minuciosa de este concepto permite comprender la naturaleza del intervalo temporal y de la escala de tiempo. Galileo (1938) afirmaba:

(...) si se desea, por ejemplo, que el *tempo* de la vibración de un péndulo sea el doble del *tempo* de vibración de otro, es necesario que la longitud de la cuerda de ese péndulo sea el cuádruple de la longitud del de éste. (p. 875).

Por regla general, en el caso del péndulo simple, el número de oscilaciones aumenta o disminuye en proporción inversa a la longitud de la cuerda y —en condiciones ideales— no depende de ningún otro factor. El período (T) y la frecuencia ($f = 1/T$) son independientes del peso y de la masa del cuerpo oscilante. El metrónomo analógico funciona según la misma ley y no por casualidad, el *tempo* (el número de oscilaciones por unidad de tiempo) crece o decrece en proporción a la longitud de la vara oscilante.

La relación proporcional entre la frecuencia y la longitud del cuerpo oscilante también se observa en las cuerdas de instrumentos musicales: el número de oscilaciones determina la altura del sonido, que crece o decrece en proporción inversa a la longitud de la cuerda. Imaginemos dos cuerdas de longitudes diferentes. Si la relación o *razón* (λόγος) entre el *número de oscilaciones* de las dos cuerdas es *igual* (ἴσα) a la relación o razón entre las longitudes de las mismas ($A/B = C/D$)⁵, llamamos a esa relación analogía (ἀναλογία) o proporción.

Según la tradición (que cuenta entre sus representantes más célebres a Jámblico, Nicómaco de Gerasa y Teón de Esmirna), es a partir de experimentos con martillos y cuerdas de distintas longitudes y pesos colocados en los extremos (posiblemente incluso con un monocordio provisto de un puente móvil) como Pitágoras habría encontrado el fundamento matemático de tres intervalos musicales y, con eso, los principios básicos de la armonía tonal: la *ratio* constante entre tónica-octava (2/1), la *ratio* entre tónica-quinta (3/2) y entre tónica-cuarta justa (4/3) de la escala diatónica (o mayor natural).

Una cuerda vibrante de una longitud igual a 3/4 partes de otra cuerda tomada como parámetro o unidad ($4/4 = 1$)⁶ emite una nota a un intervalo de cuarta justa (dos tonos y medio), mientras que una cuerda vibrante de longitud igual a 2/3 de la cuerda patrón emite una nota a un intervalo de quinta (3 tonos y medio) respecto de la fundamental. Como la relación entre la longitud y el tono es inversamente proporcional, basta con invertir los valores, el numerador por el denominador, para obtener la fracción inversamente proporcional:

⁵ Cfr. *Ética nicomáquea* V. 3. 1131a 25-15, donde se encuentra el concepto de proporción geométrica discreta, cfr. *Metafísica* V. 6. 1016b 34-35.

⁶ La longitud de la cuerda patrón es irrelevante porque las relaciones entre intervalos son constantes.

Longitud: $1/2$ -----Altura: $2/1$ (octava superior)

Longitud: $3/4$ -----Altura: $4/3$ (cuarta justa)

Longitud: $2/3$ -----Altura: $3/2$ (quinta justa)

El concepto de “medio” o “mediedad” es el fundamento del intervalo como concepto básico en armonía. La relación entre la tónica y la octava es la *media geométrica*. La quinta justa es la *media aritmética* entre la tónica y una octava por debajo. La cuarta justa es la *media armónica* entre la tónica y la octava. El valor del intervalo de tono se obtiene del cociente entre la media aritmética y la media armónica.

En una serie numérica construida según una razón aritmética, *el medio supera y es superado por el mismo número* (p. ej.: 1, 2, 3... o 1, 3, 5... o 2, 4, 6). La razón aritmética sigue esta regla: *el medio es igual a la mitad de la suma de los extremos*. En una serie numérica construida según una razón geométrica, el medio es común a los dos términos y mantiene con ambos la misma relación (p. ej.: 2, 4, 8; o 3, 9, 27). La serie no crece linealmente (1, 2, 3, 4, 5...), sino logarítmicamente (1, 2, 4, 8, 16, 32...). Un ejemplo claro son los intervalos de octava en la escala diatónica. Hay una proporción geométrica en $2/4 = 4/8$. La regla dice que *el producto de los medios es igual al producto de los dos extremos* (de ahí que el total es al total lo que cada parte a cada parte).

La proporción geométrica es el elemento clave en la exégesis del concepto de tiempo entendido como medida o parámetro y escala de duración (tiempo del reloj). El reloj funciona como un instrumento musical. La relación proporcional o analogía da cuenta de la distancia o intervalo entre los ahora numerados en una escala de tiempo. El número de oscilaciones define la amplitud del intervalo y este es proporcional a la longitud del cuerpo oscilante.

Cuerdas, péndulos y metrónomos son osciladores *armónicos*, lo mismo que el diminuto *diapasón* de cristal de cuarzo en el corazón de los relojes digitales.⁷ Las horquetas del diapasón de cuarzo

⁷ En griego *δια-πασών* (dia-pasón) significa ‘que da saltos de octava’.

reciben un estímulo eléctrico y oscilan con una frecuencia de 32.768 Hz (oscilaciones por segundo). Esta cifra es $= 2^{15}$, lo cual se traduce en una serie numérica en proporción geométrica con razón común igual a 2. Por eso, si se divide 32.768 por 2^{15} (quince saltos de octava) el resultado es 1.⁸ Un divisor de frecuencia dentro del circuito del reloj realiza esa operación y envía un pulso eléctrico de 1 Hz al motor que mueve la aguja (el segundero) 6° , o sea, $1/60$ de la circunferencia (cuadrante) del reloj. Por esto, el *tempo* del reloj (el segundo) se podría expresar como $\downarrow(1 \text{ Hz}) = 60 \text{ bpm}$ (*beats por minuto*). El áncora en el reloj mecánico oscila con esa frecuencia, regulando el flujo de la energía potencial de los engranajes.

El segundo se define actualmente como “la duración de 9.192.631.770 oscilaciones de la radiación emitida en la transición entre los dos niveles hiperfinos del estado fundamental del isótopo 133 del átomo de cesio (133Cs), a una temperatura de 0 K” (*Bureau International des poids et mesures* [BIPM]⁹). En una transición energética hiperfina, el átomo absorbe energía y luego libera un fotón con longitud de onda y frecuencia fijas; la relación entre la longitud de onda y la frecuencia del fotón es inversamente proporcional. Onda y partícula, el fotón es como la cuerda del péndulo y la vara del metrónomo: si aumenta la frecuencia (cambia el color hacia el azul en el espectro), disminuye proporcionalmente la longitud de onda y viceversa.

En 1905, Einstein descifra el fenómeno fotoeléctrico (por qué y cómo la incidencia de la luz sobre la materia puede producir corriente eléctrica) y se da cuenta de que un átomo sirve como “reloj”, justamente porque durante la transición energética (el salto cuántico del electrón) emite luz con una frecuencia y longitud de onda proporcionales. La transición hiperfina de un átomo de

⁸ La serie completa en proporción geométrica de razón doble: 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512, 1.024, 2.048, 4.096, 8.192, 16.384, 32.768.

⁹ Cfr.: <http://www.bipm.org/en/publications/si-brochure/second.html>.

hidrógeno por ejemplo, da un fotón con una longitud de onda de 21 cm (microonda).

Los relojes atómicos también son osciladores. El reloj atómico de Cesio utiliza una frecuencia específica de la luz, en el espectro de las microondas (9192 MHz). El concepto del reloj atómico se adecua perfectamente a la definición aristotélica del tiempo (en *Fis.* IV. 11. 219b 1-2): es el número del movimiento oscilatorio (la frecuencia) de la radiación electromagnética, según dos límites definidos por las rayas espectrales correspondientes a dicha frecuencia, siendo los extremos absolutos (lo anterior y posterior) la luz ultravioleta y la infrarroja. Einstein se dio cuenta, además, de que la gravedad distorsiona el tiempo en una proporción fija dependiente del potencial gravitatorio ($1 + \Phi/c^2$); la dilatación en la amplitud del intervalo se traduce en un corrimiento hacia el rojo gravitacional (efecto Doppler de la luz): crece la longitud de onda y disminuye proporcionalmente la frecuencia (el color de la radiación electromagnética).

Una de las novedades comunicadas en el reciente anuncio de la detección de ondas gravitacionales, predichas por la relatividad general, es que los astrónomos podrían escuchar lo que no es posible ver, empezando por las distorsiones (ondas) del espacio-tiempo producidas por la colisión de agujeros negros. La metáfora del tiempo como una melodía, y la comparación entre el tiempo y el sonido en general, ya se encuentran en Agustín, Kant y Husserl. De igual manera, Bergson (2004) hace una analogía entre la duración (*durée*), como tiempo propio del torrente de la conciencia, las campanadas de un reloj, los golpes de un martillo y una melodía:

(...) la duración es esencialmente una continuación de lo que no es más en lo que es. He aquí el tiempo real, quiero decir percibido y vivido. (...) Escuchad la melodía cerrando los ojos, no pensando sino en ella, no yuxtaponiendo más sobre un papel o sobre un teclado imaginario las notas que conserváis así una por otra, que aceptaban entonces volverse simultáneas y renunciaban a su continuidad de fluidez en el tiempo para congelarse en el

espacio: volveréis a encontrar indivisa, indivisible, la melodía o la porción de melodía que habréis vuelto a colocar en la duración pura. Ahora bien, nuestra duración interior, considerada desde el primero al último momento de nuestra vida consciente, es algo como esta melodía. (pp. 88 y s.).

Si mientras escribo esto escucho la sirena de una ambulancia, tal como Bergson escucharía una melodía, sin transponer la disposición de las notas en una partitura imaginaria ni pensar en nada, las variaciones *cualitativas* del tono (que se vuelve más agudo a medida que se acerca el móvil) se deben a variaciones *cuantitativas* que no responden a un *crescendo* lineal, continuo, de la frecuencia, sino a saltos discretos, por intervalos indivisibles; solo podemos escuchar por “saltos” de frecuencia. Así, el “flujo” continuo de la conciencia no se corresponde con las formas *a priori* de nuestra sensibilidad auditiva (básicamente “discreta”). Lo mismo vale para los *cromatismos* de la luz, y por eso se dice que está “cuantizada”. No es casual el efecto Doppler en fenómenos acústicos y electromagnéticos, no es casual que en música exista una escala cromática; asimismo, la conexión entre el tiempo del reloj y la música es total y “originaria” en la historia de la filosofía.

3. LA ESCALA DE TIEMPO: LA RELACIÓN ORIGINARIA ENTRE LA MÚSICA Y EL CONCEPTO DE TIEMPO

El tiempo y la noción de analogía aparecen vinculados por primera vez en el *Timeo*, donde Platón incorpora el legado del pitagorismo (las bases matemáticas de la armonía tonal) al mito de la creación del alma del mundo y del reloj celeste. A diferencia de Heidegger (1963), pienso que es en el *Timeo* y no en *Física* donde se encuentra la primera reflexión sistemática profunda acerca del tiempo. Este diálogo sienta las bases para el desarrollo de la definición aristotélica del tiempo del reloj. Sin embargo, el vínculo no ha sido debidamente reconocido a causa de una interpretación errónea de la crítica aristotélica a la doctrina platónica del tiempo, presente en *Física* (IV. 20. 218a30-218b1). La sola presencia de la

escala mayor (la escala del *Timeo*) en el reloj de cuarzo justifica una exégesis atenta y pormenorizada de los pasajes clave del texto platónico. Ningún pensador ha comprendido tan bien como Platón la relación intrínseca entre armonía y tiempo.

El concepto de analogía, he señalado, sería de cuño pitagórico. La teoría de proporciones habría llegado a Platón y Eudoxo por medio de Arquitas de Tarento. Euclides (*Elementos*. L. V, def. 6) entiende la analogía como igualdad de razones. En términos generales, se puede definir como “comparación o relación entre varias razones o conceptos”. (García López, 2007, p. 193).

En *Ética nicomáquea* Aristóteles define la proporción diciendo que “es igualdad de razones (ἡ γὰρ ἀναλογία ἰσότης ἐστὶ λόγων) y requiere, por lo menos, cuatro términos” (V. 3. 1131^a31-33). El concepto de analogía se encuentra al final de *República* VI, en la alegoría de la línea (509d-511e), donde la proporción divina (número de oro Φ) define la relación entre los diferentes segmentos de los mundos sensible e inteligible. La proporción áurea (o *de razón media y extrema*, como se llamaba entonces) tiene lugar si el todo es a la parte mayor como la parte mayor a la menor.

En *Timeo* Platón considera la ἀναλογία como el vínculo más perfecto que puede haber entre los elementos que dan lugar al cuerpo del mundo, la forma más perfecta y bella de unidad (31c-32b). En dicho diálogo, la doctrina de las proporciones se encuentra a la base del concepto platónico de tiempo como “imagen móvil de la eternidad *que marcha según el número*” (37d). Esta definición es precedida por un pasaje en el que figura el “jeroglífico sobre el Número” o “jeroglífico del Ritmo del Alma del Mundo” (Ghyka, 1968, p. 31), al que en adelante denominaré *jeroglífico del tiempo*. Esta serie de siete números en proporción geométrica o logarítmica (1, 2, 3, 4, 8, 9, 27)¹⁰ constituye la escala natural de tiempo cósmico.

¹⁰ Cfr. *Timeo*, 35b.

mico que vemos aparecer también, y no por azar, en el diapasón del reloj de cuarzo.¹¹

3.1 El jeroglífico del tiempo

El mito de la creación del alma del mundo deriva en el relato sobre el origen del tiempo. El demiurgo crea una especie de cuerda que divide en dos. Con cada segmento crea dos anillos: el 'círculo de lo Mismo' (el ecuador sideral, camino de las estrellas fijas) y 'el círculo de lo Otro' (el Zodíaco, camino de los siete errantes). Luego, divide el círculo de lo Otro en siete círculos concéntricos, los circuitos de cada uno de los siete planetas conocidos por la astronomía griega del siglo V. La división se realiza según las proporciones. A modo de esquema (cfr. *Timeo*, 35b-c):

A (circuito de la Luna)= 1

B (circuito del Sol)= 2 (A) =2

C (circuito de Venus)= 1 ½ (B) o 3 (A)= 3

D (circuito de Mercurio)= 2B = 4

E (circuito de Marte)= 3C = 9

F (circuito de Júpiter)= 8 (A) = 8

G (circuito de Saturno)= 27 (A) = 27

Es claro que las dos series geométricas aquí implícitas derivan de las potencias de 2 y 3:

Potencias de 2: $2^0=1$; $2^1=2$; $2^2=4$; $2^3=8$

Potencias de 3: $3^0=1$; $3^1=3$; $3^2=9$; $3^3=27$.

Los intervalos dobles y triples (τά τε διπλάσια καὶ τριπλάσια διαστήματα) dan lugar a dos series geométricas de razón 2 (1, 2, 4, 8) y 3 (1, 3, 9, 27), respectivamente; además, se observa en cada una que el medio es común a los dos extremos, tal como

¹¹ Ver nota 8.

establece la definición ($1/2 = 4/8$; $1/3 = 9/27$). Estas dos series en proporción geométrica conforman la serie del jeroglífico del tiempo, cuando el demiurgo procede a combinarlas en una sola (1, 2, 3, 4, 8, 9, 27) intercalando una media armónica y una aritmética entre cada uno de los números de la serie y completando el resto mediante intervalos de tono y semitono.

El primero de los medios que introduce “supera y es superado por los extremos en la misma medida” (τὴν μὲν ταῦτῳ μέρει τῶν ἄκρων αὐτῶν ὑπερέχουσιν¹² καὶ ὑπερεχομένην¹³) (*Tim.* 36a). Eso corresponde a la definición de proporción aritmética, según se ha visto. El otro medio, dice literalmente Platón, “supera y es superado por un número igual” (τὴν δὲ ἴσῳ μὲν κατ’ ἀριθμὸν ὑπερέχουσιν, ἴσῳ δὲ ὑπερεχομένην) (*Tim.* 36a), es, pues, armónico. El proceso de construcción de la escala prosigue con la generación de los intervalos (διαστήματα) de quinta justa (ἡμιόλιος: $3/2$) y cuarta justa (ἐπίτριτος: $4/3$), obtenidos a partir de los intervalos de tónica y octava ($1/2$), en proporción geométrica. Finalmente el Demiurgo introduce los intervalos de tono ($9/8$) y semitono ($256/243$); este último sería el “cuanto” de la escala de temperamento pitagórico.¹⁴

El hermético pasaje del jeroglífico puede leerse como mito sobre la armonía de las esferas (también presente en *República* X, 614b-621d) o como mito sobre el origen de la escala mayor diatónica. Creo que la cuerda y el sistema que fabrica el demiurgo pueden interpretarse como una especie de péndulo o metrónomo cósmico que sirve de *parámetro* del pulso universal, el ritmo del mundo.

¹² Participio presente en voz activa, en acusativo-femenino-singular.

¹³ Participio presente en voz media-pasiva, en acusativo-femenino-singular.

¹⁴ Aquí no puedo ahondar en más detalles técnicos sobre la génesis de los intervalos de tiempo (musicales) sin desviarme del hilo del trabajo. En el anexo (acápites 5), el lector interesado encontrará una exégesis minuciosa del procedimiento de construcción de la escala mayor en el *Timeo*, que no es otra cosa que la escala “natural” de tiempo.

Evidentemente, Platón no conocía péndulos y metrónomos, pero usa el jeroglífico como metáfora de *la grande horologe céleste* (Ricœur, 2009, p. 651, n. 16). Algunos de los más reconocidos comentaristas de Platón sostienen que los siete números del jeroglífico son coordenadas espaciales correspondientes a la distancia entre los siete círculos planetarios.¹⁵ Por mi parte, tengo la firme convicción de que esas distancias, esos intervalos, no son de carácter espacial, sino temporal; en todo caso, la distancia temporal es proporcional al tiempo de revolución, tal como en el metrónomo el intervalo de tiempo depende de la longitud de la vara. Esto se comprueba en el pasaje final del jeroglífico, donde Timeo explica que el dios músico utiliza los intervalos de los siete tonos de la escala mayor para sincronizar las velocidades relativas de los siete planetas:

Las revoluciones resultantes estaban a intervalos dobles o triples entre sí y había tres intervalos de cada clase. El demiurgo ordenó que los círculos marcharan de manera contraria unos a otros, tres

¹⁵ “Las divisiones del círculo de lo otro corresponden, a primera vista, a los términos de la serie del alma del mundo: 1, 2, 3, 4, 8, 9, 27. (...) Estos números expresarían las distancias de los errantes a la Tierra, medidas en relación a la distancia de la Luna a la Tierra, tomada como unidad. Entonces, estas distancias serían las siguientes: Luna 1, Mercurio 2, Venus 3, Sol 4, Marte 8, Júpiter 9, Saturno 27”. (En Platón, 2011, p. 53). “Los siete anillos planetarios son descriptos como ‘desiguales’, es decir, de diámetros diferentes, de modo que encajan unos dentro de otros alrededor de un centro común. Las distancias entre ellos corresponde, de un modo no especificado, a los seis intervalos entre los siete términos de la serie 1, 2, 3, 4, 8, 9, 27 (‘los intervalos dobles y triples’). La interpretación más sencilla es que estas figuras miden el radio de las órbitas sucesivas: el radio de la Luna = 1, el del Sol = 2, etcétera”. (Cornford, 1984, p. 79). “Así, llegamos al resultado general de que las distancias planetarias son, de algún modo, proporcionales a la serie 1, 2, 3, 4, 8, 9, 27. (...) Así, entiendo que las distancias de los planetas respecto al centro son lo que corresponde a la progresión, no las distancias entre unos y otros. Es decir, Timeo está dándonos una estimación del radio de las órbitas planetarias en términos del diámetro de la órbita de la luna”. (Taylor, 1962, pp. 162-163). Este autor señala también que “algunos sostienen que los siete números se refieren a las magnitudes relativas de los siete planetas, algunos que representan sus ‘velocidades’ (*τάχην*) relativas, algunos que tienen que ver con sus distancias relativas. El segundo de estos puntos de vista es claramente inadmisibles. Porque, como hemos visto, las únicas *τάχην* mencionadas en el diálogo son simplemente los períodos de los planetas”. (Taylor, 1962, p.161). Cfr. Botteri y Casazza, 2015, pp. 60 y ss.

con *velocidad* semejante [Sol, Venus, Mercurio], los otros cuatro [Luna, Marte, Júpiter, Saturno] de manera desemejante entre sí y con los otros tres, aunque manteniendo una proporción (ἐν λόγῳ). (36d)¹⁶.

Por supuesto, los intervalos de cada clase aludidos en el pasaje son tres intervalos dobles en proporción geométrica (1, 2, 4, 8) y tres intervalos triples también en proporción geométrica (1, 3, 9, 27). Las velocidades cambian, hay anomalías (retrogradaciones, p. ej.), pero los intervalos son homogéneos, ya que los dos de cada clase se articulan de acuerdo con la proporción geométrica. A eso se debe el retorno periódico y simultáneo de los planetas a sus respectivos puntos de partida en el Zodíaco, período que Platón denomina “año perfecto” (τέλεος ἐνιαυτὸς), “número perfecto de tiempo” (τέλεος ἀριθμὸς χρόνου) (39d), medida absoluta de tiempo cósmico. Es como si siete metrónomos marcaran cada uno un pulso diferente —tres de ellos marchan con velocidad semejante y los otros cuatro con velocidades diferentes—, pero en un ciclo de tiempo convienen en el mismo pulso, para luego regresar al caos y la arritmia aparentes.

3.2 La analogía en la concepción aristotélica del tiempo

Quien arroja luz sobre el sentido de la doctrina del tiempo en el *Timeo* es Aristóteles, en *Acerca del cielo* (II. 290b 12-25). Allí, en primer lugar, califica la armonía de las esferas como una teoría bella pero falsa. Su crítica apunta fundamentalmente a que si los planetas produjeran acordes al moverse, debería escucharse algo, dada la magnitud de los cuerpos: Si un trueno puede rajar piedras, estas melodías tendrían que destruir toda la Tierra.¹⁷

¹⁶ Los agregados en corchetes me pertenecen.

¹⁷ El argumento es erróneo, pues, de hecho, el sonido llegaría debilitado. Las ondas gravitacionales, por ejemplo, son resultado de uno de los eventos más “violentos” del universo (la colisión de agujeros negros de masas ingentes) y cuando llegan a la Tierra distorsionan el espacio en una magnitud equivalente a la milésima parte de

En *Timeo*, cabe aclarar, no hay mención alguna de acordes, melodías o sonidos de ninguna clase. A pesar de todo, la teoría de proporciones y la armonía son plenamente aceptadas por Aristóteles. En *Física* (II. 3. 194b 25-30) define el intervalo de octava (que crece y disminuye en proporción geométrica) con los mismos términos. Asimismo, en *Metafísica* sostiene que “[Es causa] de la octava musical (τοῦ διὰ πασῶν) la relación de dos a uno y, en suma, el número (...)”. (V. 2. 1013a 25-30). También en otro pasaje de esa misma obra (I. 1. 1053a15-20) hay referencias al semitono cromático y al diatónico (de distinta medida), propios de la escala de temperamento pitagórico, y de los cuales dice que se distinguen por las razones musicales, o sea, las tres proporciones de *Timeo*.

Es cierto que Aristóteles habla irónicamente en *Metafísica* sobre la cosmología de “los llamados pitagóricos” (I. 5. 985b20-986a15), pero también mantiene en *Política* (VIII. 5. 1340a1-1342b30) que la música, y específicamente los modos dórico y lidio (derivados de la escala mayor del jeroglífico), son fundamentales en la educación de jóvenes y niños, así como necesarios para forjar el carácter del ciudadano. También es verdad que la simpatía expresada en *Política* por la teoría del alma-armonía ya no se encuentra en *De anima*; no obstante, no hay ninguna crítica a la armonía como teoría de proporciones.

De hecho, el concepto de ἀναλογία tiene una vasta aplicación en la filosofía aristotélica. Como señala Owens (1951), la analogía es empleada en varios ejemplos del diccionario filosófico de *Metafísica* V y reiteradamente en *Tópicos* (I. XVII. 108a 7-13). La idea de “mediedad” contenida en el concepto de analogía adquiere importancia en distintos saberes y *praxis*, como la medicina (*Ét. nic.* II. 6. 1106a 36-b8). Se emplea también como recurso para crear metáforas (*Poét.* 21. 1457b 6-9). Los fenómenos naturales y

un protón. El sonido que producen (amplificado por instrumentos especiales) es un débil “chirrido” (chirp) que crece por octavas.

los procesos biológicos (ciclos circadianos), los ciclos de vida y muerte, inclusive, están regulados por proporciones, dependen de la trayectoria del Sol, que define las estaciones del año. (*Acerca de la gen. y la corr.* II. 336b 10-15).

Para comprender la recepción aristotélica del concepto de analogía, el *Timeo* resulta fundamental, dado que “(...) la teoría sobre los diferentes tipos de justicia es una presentación clásica que articula el contenido del libro V de la *Ética nicomáquea* con el auxilio de elementos platónicos y pitagóricos (...)”. (García Bazán, 2005, p. 65). Lo ‘justo’ en sentido restringido es “algo análogo” (ἀνάλογον τι) (*Ét. nic.* V. 3. 1131a 29-30), y lo análogo, un término medio. (1131b 5-10).

Por lo demás, en *Ética nicomáquea* descarta que los múltiples sentidos del ‘bien’ sean “homónimos por azar” (ἀπὸ τύχης ὁμονύμοις), e indaga cuál es el fundamento de la unidad. La unidad de la homonimia no accidental (οὐκ ἀπὸ τύχης) se da de diversos modos; el cuarto es por analogía (κατ’ ἀναλογίαν). (*Ét. nic.* I. 4. 1096b 23-29). En *Ética nicomáquea* (V. 3. 1131^a25-15) y en *Metafísica* (V. 6. 1016b34-35) figura la analogía discreta de cuatro términos (a/b como c/d). El medio, según la proporción aritmética (ἀριθμητικὴ ἀναλογία), “excede” (ὑπερέχει)¹⁸ y “es excedido” (ὑπερέχεται)¹⁹ en la misma medida”. (*Ét. nic.* II. 6. 1106a 30-36).

La coincidencia casi literal con la definición del *Timeo* anteriormente considerada (comparar los usos del verbo ὑπερέχειν en ambos textos²⁰) se debe a la fuente de que procede: los matemáticos (οἱ μαθηματικοί) pitagóricos. La teoría de proporciones está implícita inclusive en el tiempo “humano”, tematizado en la ética como καιρός, el instante oportuno, el justo medio entre los extremos de lo anterior (demasiado pronto) y lo posterior (demasiado tarde). La diferencia esencial con el tiempo cósmico es que el

¹⁸ Verbo en presente del indicativo, voz activa, tercera del singular.

¹⁹ Verbo en presente del indicativo, voz medio-pasiva, tercera del singular.

²⁰ Cfr. notas 12, 13, 18 y 19.

justo medio “kairológico” no puede fijarse con un número, no hay una “kairológica”, es decir, no hay un parámetro (un reloj) para el errático, oscilante e incalculable momento oportuno. Quien lo ve, obra en consecuencia. Hace falta prudencia, la virtud que resulta del ejercicio continuo de la deliberación y que depende fundamentalmente de la sensibilidad para saber, en cada caso específico, no solo cómo actuar, sino también cuándo, el bien según la categoría del tiempo, la herida mortal en el cuerpo del destino.²¹

Klaus Held (1992) ha señalado la común raíz pitagórica de las teorías del tiempo del *Timeo* y de *Física*.²² Böhme (1974) sostiene que existe una afinidad entre armonía y teoría del tiempo y que la analogía entre intervalo musical y temporal es muy “fructífera” en el esclarecimiento del vínculo.²³ Böhme, sin embargo, no da el paso desde el concepto vulgar de analogía, entendida como similitud, al sentido originario del término que revela la conexión entre tiempo y música, la homonimia no accidental en “escala” e “intervalo”.

La escala mayor del *Timeo* es la escala y parámetro de tiempo cósmico y la teoría de proporciones está a la base de los concep-

²¹ Como es sabido, *καρπός* también tiene el sentido de ‘punto vital, órgano esencial del cuerpo’.

²² “Ya en el diálogo tardío *Timeo*, se introduce el tiempo como número. Eso no generaba dificultad, porque parecía como si la definición de tiempo de Aristóteles no tuviera nada que ver con la comprensión del tiempo de *Timeo*. Esta impresión, hasta hoy difundida, se debe a que hasta hace poco no había en los escritos sobre historia de la filosofía y en la interpretación filológica de Platón y Aristóteles ningún intento serio de tender un puente entre los modos como Platón conecta tiempo y número en *Timeo* y la relación entre tiempo y número en Aristóteles. Solo en tiempos recientes Gernot Böhme ha quebrado esta tendencia” (p. 14).

²³ “Es posible caracterizar el ahora como *ὄρος* y luego hacer la siguiente analogía con la teoría musical: los ahora distinguidos según antes y después definen la distancia entre ellos (*διάστημα*) como tiempo, tal como dos tonos forman un intervalo” (pp. 184 y ss.). Claramente, aquí “analogía” se toma en el sentido vulgar de similitud, no en el sentido radical de proporción, el cual se intenta explicitar en conexión con el tiempo en este trabajo. El intervalo entre tonos (de octava) es el intervalo entre los ahora numerados en un reloj, el intervalo de un segundo. Cfr. p. 7 y n. 8 de este trabajo.

tos de tiempo de Platón y Aristóteles, es decir, en el origen de la reflexión filosófica sobre el tiempo. La armonía en el *Timeo* no es únicamente una teoría de intervalos sonoros, sino también una teoría del ritmo cósmico. La teoría de proporciones está, por eso, además, a la base de la métrica. Justamente en *Sobre la música* II san Agustín (2008) muestra cómo los distintos ‘pies’ derivan de las tres proporciones básicas que Platón utiliza en el *Timeo*.

El papel de la teoría de proporciones en el concepto aristotélico de tiempo se hace mucho más claro en el ya citado *Acerca del cielo*, curiosamente unos párrafos más adelante de la crítica a la teoría de la armonía de las esferas (II. 290a 30-291b 10). Aristóteles comienza diciendo que el tiempo de revolución de las esferas depende de la distancia respecto al primer cielo; este cumple la más rápida de todas las revoluciones y sirve de parámetro, es la unidad de tiempo por ser la más uniforme (*Fis.* IV. ¹⁴. ^{223b} ¹⁵⁻²⁵). Agrega a esto que a mayor distancia respecto del primer cielo, mayor velocidad y, por lo tanto, menor tiempo de revolución, es decir, el número de revoluciones aumenta proporcionalmente a la distancia respecto del primer cielo. Las más lejanas (posteriores) cumplen su revolución en menos tiempo que las más cercanas (anteriores), pero ninguna más rápido que la revolución del cielo de estrellas fijas, el “1” (unidad) del tiempo.

Si reformulamos la definición aristotélica del tiempo como una definición de la medida, podemos decir que es el número de las revoluciones según un orden natural (cósmico) de lo anterior (más cercano al primer cielo = más lento = más tiempo) y posterior (más alejado = más rápido = menos tiempo). El número de revoluciones aumenta cuanto más alejada se encuentra una esfera en relación con el primer cielo (lo anterior en sentido absoluto), pero el tiempo relativo de revolución de cada esfera (en relación con la esfera inmediatamente anterior) disminuye en proporción inversa al “origen”.

Aristóteles critica a los pitagóricos y Platón por haber supuesto que las velocidades de los astros se encuentran a intervalos

regulados por las proporciones musicales (*Acerca del cielo*. II. 290b 20-25)²⁴ y, sin embargo, termina reconociendo que la proporción entre las velocidades de las esferas más cercanas y más lejanas es la que señalan “los matemáticos” (II. 291b 5-10). Las proporciones conocidas en tiempos de Aristóteles no eran más de seis y todas derivan de las tres que el demiurgo emplea para construir el jeroglífico del tiempo cósmico.²⁵

4. CONCLUSIÓN

En el metrónomo (análogo o de cuarzo), como en las cuerdas, sucede que si la longitud disminuye según cualquiera de las tres analogías de los pitagóricos y del *Timeo* (1/2 [octava], 2/3 [quinta], 3/4 [cuarta]), la frecuencia de oscilación, el número del movimiento, el *tempo*, el *intervalo* (διάστημα) aumenta en la misma proporción, y viceversa. La frecuencia, como número de oscilaciones por unidad de tiempo, es proporcional a la longitud. La analogía rige el funcionamiento de todos los relojes, inclusive del reloj de cuarzo y el reloj atómico.

²⁴ τὰς ταχυτήτας ἐκ τῶν ἀποστάσεων ἔχειν τοὺς τῶν συμφωνιῶν λόγους. Una alusión clara a *Timeo*, 36d.

²⁵ “Antiguamente Pitágoras y sus discípulos matemáticos establecieron que solo son tres las mediedades, es decir, la mediedad aritmética, la geométrica y la que entonces era llamada “subcontraria” (hypoantantía) y que estaba en el tercer lugar. Posteriormente Arquitas e Hipaso han cambiado este nombre por el de “armónica” (harmoniké) (...). Después de este cambio de nombre, los matemáticos posteriores que fueron discípulos de Eudoxo, habiendo descubierto otras tres mediedades, han llamado a la cuarta “subcontraria” (...). Los antiguos, por consiguiente, y los que vinieron a continuación, consideraban ese número el de las mediedades posibles de construir, o sea, seis; los matemáticos más recientes, por el contrario, han descubierto otras cuatro mediedades (...).” (García Bazán, 2005, p. 136). “Estos tres tipos principales de proporciones, ya establecidos por los pitagóricos de Sicilia, fueron probablemente transmitidos a Platón por Arquitas de Tarento durante su primer viaje a la magna Grecia. Eudoxio y los discípulos inmediatos de Platón elevaron el número a seis agregándoles los tres tipos “subcontrarios”, y los neo-pitagóricos Mionidas y Euforanor inventaron otras cuatro hacia el siglo I a.C. (...) elevando así su número total a diez (...).” (Ghyka, 1968, p. 33).

Que la serie geométrica a la base del jeroglífico del tiempo del *Timeo* sea el fundamento matemático del funcionamiento del reloj de diapasón de cuarzo (serie geométrica de razón 2) es una clara señal de la importancia filosófica del mito de la creación del alma del mundo, presente en este diálogo. Platón tenía una intuición profunda de la conexión ‘tiempo-música’, y que el mecanismo del reloj de cuarzo sea la corporeización del jeroglífico del tiempo, sencillamente atestigua que Platón comprendía la naturaleza del tiempo como parámetro.

En la actualidad, la física pregunta por la posibilidad de ‘cuantizar’ el tiempo, en vista de lo cual el *Timeo* puede adquirir —siempre que el análisis no cayere en simplificaciones— nueva relevancia, abriendo un diálogo interdisciplinario productivo. La frecuencia de la luz está cuantizada porque la estructura energética del átomo, el intervalo entre los niveles energéticos del electrón, también lo está. Como hemos visto, una serie geométrica no crece linealmente sino por intervalos que bien podrían denominarse “cuánticos”, si este término no fuera demasiado genérico para caracterizar a las magnitudes discretas, pues ‘cuanto’ se llama tanto a las magnitudes discretas como continuas (*Met.* V. 13. 1020a 5-15).

Pienso que la relación originaria entre tiempo y música, o sea, la homonimia entre escala de tiempo y escala musical (la “analogía” que señalan Böhme y Held, aunque sin llegar al fondo de la cuestión), se remonta al *Timeo*, en donde el demiurgo compone la escala de tiempo usando los intervalos de la escala mayor. La escala mayor o natural de tiempo aparece en el diálogo como un don divino, el dios da tiempo para que los hombres puedan regular su *praxis*: como en el cielo, así también en la Tierra. Ese sería el fundamento metafísico de la analogía.

El jeroglífico del *Timeo*, que Platón utiliza como alegoría del pulso del cielo, es una serie que combina los tres primeros términos de dos series geométricas de razón doble y triple. La proporción geométrica define el intervalo entre las velocidades relativas de los siete planetas. El metrónomo celeste, basado en este código, marca el pulso del ritmo cósmico. Las proporciones, entre las

velocidades de revolución de los planetas hacen posible que el tiempo cósmico sea medible.

Contra la hipótesis de una continuidad entre las teorías del tiempo de Platón y Aristóteles aquí defendida, se podría aducir el rechazo de la doctrina de la armonía de las esferas en *Acerca del cielo*; pero una lectura atenta de los argumentos demuestra que deja intacta la teoría de proporciones y además que esas proporciones estudiadas por los matemáticos son las que explican las diferencias de velocidad entre las esferas y, con eso, la razón por la cual algunos planetas cumplen sus períodos de revolución *más rápido* o *más lento*, o sea, en más o menos *tiempo*, según la distancia respecto a la esfera anterior en sentido absoluto: el primer cielo.

En suma, el demiurgo no crea una sinfonía cósmica ni acordes, crea el ritmo que regula la danza cósmica de los planetas, una *escala* natural de tiempo. Las definiciones de tiempo de Platón y Aristóteles arraigan en la doctrina pitagórica de la analogía y el número. Esta, aún hoy, nos permite entender cuál es el fundamento del reloj y qué es un intervalo de tiempo.

5. ANEXO: EXÉGESIS DETALLADA DEL JERoglÍFICO DEL TIEMPO

Expongo, a continuación, el proceso detallado de construcción de la escala mayor en el *Timeo*. En uno de sus pasajes se expresa lo siguiente:

Después, llenó los intervalos dobles y triples, cortando aún porciones de la mezcla original y colocándolas entre los trozos ya cortados, de modo que en cada intervalo hubiera dos medios, uno que supera y es superado por los extremos en la misma fracción, otro que supera y es superado por una cantidad numéricamente igual. Después de que entre los primeros intervalos se originaran de estas conexiones los de tres medios, de cuatro tercios y de nueve octavos, llenó todos los de cuatro tercios con uno de nueve octavos y dejó un resto en cada uno de ellos cuyos términos tenían una relación numérica de doscientos cincuenta y seis a doscientos cuarenta y tres. De esta manera consumió completamente la mezcla de la que había cortado todo esto. (36a-c).

Analogía es mediedad, unidad, la mediación de los intervalos. El demiurgo procede a introducir aun mayor unidad entre los intervalos que ha generado. Es decir, en primer lugar, entre el intervalo de tónica (1) y cuarta justa ($4/3$); en segundo lugar, entre cuarta y quinta justa ($3/2$) y, por último, entre quinta justa y la octava superior (2). Así, une las dos mitades simétricas de la escala de tiempo “natural”.

El intervalo de $9/8$ aludido (ἐπόγδοος) en este pasaje es el tono, que se obtiene del cociente entre la media aritmética ($3/2$) y la armónica ($4/3$). Entre una tónica y la cuarta justa hay un intervalo de dos tonos y medio. Platón aquí explica el porqué. Es evidente que entre la cuarta y la quinta hay un tono de distancia, mientras que entre la quinta y la octava superior hay dos tonos y medio; de manera que la distancia entre la tónica y la cuarta es proporcional a la que existe entre la quinta y la octava superior (simetría). La escala se compone de dos tetracordios iguales, donde la quinta funciona como término medio.

La fracción $256/243$ aludida al final del pasaje corresponde al intervalo de semitono, considerado por Aristóteles la unidad de medida musical, tal como la letra es la unidad de medida de la voz (*Met.* I. 1. 1053a 5-20). No es difícil comprender cómo se obtiene ese valor. En primer lugar, cabe aclarar que un semitono no es la mitad del tono. Entre la tónica y la cuarta hay dos tonos y medio. Esto mismo, expresado matemáticamente, significa que entre 1 y $4/3$ caben dos veces $9/8$ (tono) y una vez $256/243$ (semitono).

El valor del semitono es sencillo de obtener. Se toma como punto de partida el intervalo entre tónica y cuarta ($1 - 4/3$). Se trata de llegar a $4/3$ multiplicando por $9/8$, dado que la escala no crece en progresión lineal sino logarítmica. Solo es posible multiplicar 1 por $9/8$ dos veces, y se obtiene como resultado $81/64$ (1,265625), fracción menor que $4/3$ (1,33...). No podría introducir otro tono, es decir, nuevamente $9/8$, ya que entonces obtendría $729/512$ (1,42382813), fracción mayor que $4/3$.

El resto faltante se deduce fácilmente. Dado que se sigue una progresión logarítmica, ese resto no puede ser otra cosa que el co-

ciente entre $4/3$ y $81/64$, o sea: $256/243$. Luego, si se multiplica la fracción $81/64$ por el resto faltante, $256/243$, se llega a $4/3$. Entre $4/3$ y $3/2$ (entre cuarta y quinta) hay un tono, o sea, $9/8$. Lo que va de $3/2$ a 2 (el segundo tetracordio, de quinta a octava superior) es un calco de lo anterior, es decir, de 1 (tónica) a $4/3$ (cuarta).

El resultado del proceso es la conocida estructura de la escala mayor diatónica.

1 (tónica)
— Intervalo: $9/8$ =====T
9/8 (segunda mayor)
— Intervalo: $9/8$ =====T
81/64 (tercera mayor)
— Intervalo: $256/243$ === ST
4/3 (cuarta)
— Intervalo: $9/8$ ===== T
3/2 (quinta)
— Intervalo: $9/8$ ===== T
27/16 (sexta mayor)
— Intervalo: $9/8$ ===== T
243/128 (séptima mayor)
— Intervalo: $256/243$ === ST
2 (octava)

Esto es: T T ST T T T ST

Si se aplica el procedimiento que corresponde a 1 y 2, o sea, a los primeros dos términos de la progresión doble hasta 27, se obtiene la escala completa del jeroglífico. El demiurgo toma las progresiones de razón común (2 y 3) por separado, pero la mediación va dando lugar a una única serie o progresión ascendente. Una vez que se agregan los intervalos de cuarta y quinta, la progresión doble queda así:

1 – $4/3$ – $3/2$ – 2 – $8/3$ – [3] – 4 – $16/3$ – 6 – 8

La progresión triple con los intervalos de cuarta y quinta:

1 [3/2] – [2] – **3** – 9/2 - [6] – **9** – 27/2 – 18 - **27**

El primer momento de articulación de las dos progresiones se realiza mediante la supresión de los términos repetidos en cada serie (señalados entre corchetes [] para mejor identificación) y disponiendo los números de las dos series en una única serie:

1 - 4/3 - 3/2 - **2** - 8/3 – **3** - **4** - 9/2 - 16/3 – 6 - **8** – **9** - 27/2 – 18 – **27**

El último momento es la inserción de tonos y semitonos entre los 15 números que componen la progresión obtenida hasta el momento, con lo cual se obtiene una serie muy interesante por lo que concierne a la armonía.

Escala completa:

A)

1 – 4/3 – 3/2 - **2**

de 1 a 4/3: T T ST

de 4/3 a 3/2: T

de 3/2 a 2: T T ST

Es decir: T-T-ST-T-T-T-ST (Escala mayor diatónica)²⁶

B)

2- 8/3 – **3** – **4**

de 2 a 8/3: T T ST

de 8/3 a 3: T

de 3 a 4: T T ST

Repite el patrón: T-T-ST-T-T-T-ST

²⁶ Este es el patrón básico en la serie del reloj de cuarzo. Entre cada par de números en la serie compuesta por 15 números se da el patrón: T-T-ST-T-T-T-ST.

C)

~~4~~ - 9/2 - 16/3 - 6 - 8

de 4 a 9/2: T

de 9/2 a 16/3: T - ST

de 16/3 a 6: T

de 6 a 8: T - T - ST

Nuevamente el mismo patrón: T-T-ST-T-T-ST

D)

8 - 9 - 27/2 - 18 - ~~27~~

de 8 a 9: T

de 9 a 27/2: T T T ST

de 27/2 a 18: T T ST

de 18 a 27: T T T ST

REFERENCIAS

- Aristóteles (1970). *Metafísica*. Madrid: Gredos.
- Aristóteles (1993). *Física* (L. I-II). Buenos Aires: Biblos.
- Aristóteles (1996). *Acerca del cielo*. Madrid: Gredos.
- Aristóteles (1998). *Acerca de la generación y de la corrupción*. Madrid: Gredos.
- Aristóteles (2003). *Física* (L. VII-VIII). Buenos Aires: Biblos.
- Aristóteles (2004). *Poética*. Buenos Aires: Colihue.
- Aristóteles (2007a). *Ética nicomáquea*. Buenos Aires: Colihue.
- Aristóteles (2007b). *Política*. Madrid: Gredos.
- Aristóteles (2007c). *Tópicos*. En *Tratados de Lógica (Organon) I*. Madrid: Gredos.
- Aristóteles (2012). *Física* (L. III-IV). Buenos Aires: Biblos.
- Bergson, H. (2004). *Duración y Simultaneidad (A propósito de la teoría de Einstein)*. Buenos Aires: Ediciones del Signo.
- Berti, E. (2011). *Ser y Tiempo en Aristóteles*. Buenos Aires: Biblos.
- Bostock, D. (2006). *Space, time, matter and form. Essays on Aristotle's Physics*. Oxford: University Press.
- Botteri, G. y Casazza, R. (2015). *El sistema astronómico de Aristóteles. Una interpretación*. Buenos Aires: Ediciones Biblioteca Nacional.
- Bröcker, W. (1963). *Aristóteles*. Santiago: Universidad de Chile.
- Conen, P. (1964). *Die Zeittheorie des Aristoteles*. München: C. H. Beck.

- Coope, U. (2005). *Time for Aristotle. Physics IV 10-14*. Oxford: University Press.
- Cornford, F. (1984). *Plato's cosmology*. London: Routledge and Kegan.
- Einstein, A. (2012). *Sobre la teoría de la relatividad especial y general*. Madrid: Alianza.
- Euclides (2007). *Elementos*. Madrid: Gredos.
- Feynman, R. (1988). *Física I. Volumen, radiación y calor*. México D. F.: Addison Wesley y Longman.
- Galilei, G. (1938). *Dialoghi delle nuove Scienze. Il saggiaiore*. Milano: Rizzoli.
- García Bazán, F. (2005). *La concepción pitagórica del número y sus proyecciones*. Buenos Aires: Biblos.
- García López, J. (2007). *La analogía en general*. Navarra: EUNSA.
- Ghyka, M. (1968). *El número de oro. Ritos y ritmos pitagóricos en el desarrollo de la civilización occidental. I Los ritmos*. Buenos Aires: Poseidón.
- Goldschmidt, V. (1992). *Temps physique et temps tragique chez Aristote*. Paris : Librairie Philosophique J. Vrin.
- Heidegger, M. (1963). *Sein und Zeit*. Tübingen: Max Niemeyer.
- Heidegger, M. (1978). Der Zeitbegriff in der Geschichtswissenschaft. En *Frühe Schriften*. [Ga 1]. Frankfurt a. M.: Klostermann.
- Heidegger, M. (1983). *Die Grundbegriffe der Metaphysik. Welt – Endlichkeit – Einsamkeit* [Ga 29/30]. Frankfurt a. M.: Klostermann.
- Heidegger, M. (1989a). *Die Grundprobleme der Phänomenologie* [Ga 24]. Frankfurt a. M.: Klostermann.
- Heidegger, M. (1989b). *Unterwegs zur Sprache*. Pfullingen: Neske.
- Heidegger, M. (1991). *Grundbegriffe* [Ga 51]. Frankfurt a. M.: Klostermann.
- Heidegger, M. (2003). *Wilhelm Diltheys Forschungsarbeit und der gegenwärtige Kampf um eine historische Weltanschauung* («Kasseler Vorträge», 1925), *Les conférences de Cassel*. Paris: Vrin Éditeur.
- Heidegger, M. (2004). *Der Begriff der Zeit* [Ga 64]. Frankfurt a. M.: Klostermann.
- Heidegger, M. (2009). El trabajo de investigación de Wilhelm Dilthey y la actual lucha por una concepción histórica del mundo (1925). En *Tiempo e historia*. Madrid: Trotta.
- Held, K. (1992). Zeit als Zahl. Der pythagoreische Zug im Zeitverständnis der Antike. En S. Blasche y otros (Eds.), *Zeiterfahrung und Personalität*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.

- Leiß, P. (2004). *Die Aristotelische Lehre von der Zeit. Ihre Aporien und deren Auflösung*. Trier: Wissenschaftlicher Verlag Trier Heidegger, M. (1963). *Sein und Zeit*. Tübingen: Max Niemeyer.
- Markosian, N. (2016). *Time: The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Stanford, Estados Unidos: Stanford University. Recuperado de <<https://plato.stanford.edu/archives/fall2016/entries/time/>>.
- Moreau, J. (1965). *L' espace et le temps selon Aristote*. Padova: Antenore.
- Owen, G. E. L. (1979). Aristotle on Time. En P. Machamer y R. Turnbull (Eds.), *Motion and Time, Space and Matter* (pp. 3-27). Ohio: State University Press.
- Owens, J. (1951). *The doctrine of being in the aristotelian Metaphysics. A study in the greek background of medieval thought*. University of Toronto.
- Platón (2007a). Diálogos IV: *República*. Madrid: Gredos.
- Platón (2007b). Diálogos VI: *Filebo, Timeo, Critias, Cartas*. Madrid: Gredos.
- Platón (2011). Ouvres complètes (T. X): *Timée, Critias*. Paris: Les belles lettres (1925).
- Ricœur, P. (2009). *Tiempo y narración III. El tiempo narrado*. Madrid/México: Siglo XXI.
- San Agustín (2008). *Sobre la música. Seis libros*. Madrid: Gredos.
- Sánchez Ron, J. (1983). *El origen y desarrollo de la relatividad*. Madrid: Alianza.
- Taylor, A. J. (1962). *A commentary on Plato's Timaeus* (pp. 162-163). Oxford: Clarendon Press.
- Taylor, E. y Wheeler, J. (1966). *Space-Time physics*. San Francisco: W. H. Freeman and Company.
- Tipler, P. y Llewellyn, R. (2008). *Modern Physics*. New York: W. H. Freeman and Company.
- Vigo, A. (2006a). *Estudios aristotélicos*. Navarra: EUNSA.
- Vigo, A. (2006b). *La infinitud extensiva del tiempo (Física IV 13, 222a 28-b7). Tópicos, 30 bis, 171-205*.
- Volpi, F. (1988). Chronos und Psyche. Die aristotelische Aporie von Physik IV 14, 223a 16-29. En E. Rudolph (Ed.), *Zeit, Bewegung, Handlung. Studien zur Zeitabhandlung des Aristoteles* (pp. 26-62). Stuttgart: Klett-Cotta.