



Trinitat Cambras y Antoni Díez

Los ritmos de la vida

**Cómo la cronobiología nos ayuda
a vivir mejor**



Índice

Introducción	11
Capítulo 1. El paso del tiempo: la base del ritmo	15
Conocer el tiempo para sobrevivir	16
Relojes y calendarios	17
El ritmo, la esencia de la vida	19
Ritmos culturales y sociales	21
¿Por qué hay ritmos?	22
Oscilaciones, ciclos y ritmos	26
Características de los ritmos	29
Capítulo 2. Ritmos en la naturaleza	33
La rotación de la Tierra: los ritmos diarios	34
Ritmos diarios en los seres vivos. Animales diurnos y animales nocturnos	36
La traslación de la Tierra: los ritmos anuales	38
La migración	40
La hibernación	41
La reproducción.	43
El paso de los años en las personas.	43
Traslación de la Luna: ritmos lunares y mareales	44
Ritmos semanales	46

Capítulo 3. Cronobiología. La ciencia de los ritmos biológicos.	47
¿Es constante el medio interno?	48
¿Reacción o predicción?	50
Ritmos biológicos de distinta duración.	52
Hitos en la historia de la cronobiología	53
Identificar las oscilaciones en los seres vivos	54
El carácter endógeno del ritmo	56
El reloj biológico y su funcionamiento	58
La cronobiología moderna	60
La cronobiología hoy en día	62
Capítulo 4. Funciones de los relojes biológicos.	65
Un reloj que no se puede parar	67
¿Cómo hallar el período endógeno de un ritmo? Experimentos en curso libre	68
Experimentos en curso libre en humanos	71
El tiempo interno: día y noche subjetivos	72
Poner el reloj en hora.	74
Capítulo 5. Estructura y funcionamiento del sistema circadiano.	79
¿Dónde se encuentra el reloj circadiano?	80
Estructura general del sistema circadiano	81
Los núcleos supraquiasmáticos	82
¿Cómo sabemos que los núcleos supraquiasmáticos son el reloj circadiano?	84
Poner el reloj en hora: la luz llega al reloj	87
Los ojos no sólo sirven para ver	89
¿Cómo controlan los NSQ los ritmos de todo el cuerpo?	90
La maquinaria molecular del reloj	91
No sólo un reloj... ¡toda una relojería!	94
La glándula pineal y la hormona melatonina.	96
Un mismo reloj cuenta las horas y las estaciones del año	98
La glándula pineal en los humanos.	101

Otras funciones de la melatonina	102
¿Se puede tomar melatonina?	103
Capítulo 6. Ritmos de sueño y vigilia	105
No todo el sueño es igual.	108
¿Cuántas horas hay que dormir?	111
¿Para qué sirve dormir?	113
Regulación del sueño: mecanismos homeostático y circadiano	115
¿Podemos ir a dormir a cualquier hora?	116
Búhos y gallinas.	120
Capítulo 7. Organización circadiana del cuerpo humano. Ritmos en la salud y en la enfermedad	123
Sistema nervioso autónomo	125
Sistema cardiovascular	127
Coagulación de la sangre	129
Sistema respiratorio	130
Sistema digestivo	131
Hígado	132
Sistema renal	133
Sistema endocrino	134
Sistema inmunitario	136
Ritmos de alimentación. Las horas de comer	137
El orden temporal interno	139
Un día de vida de nuestro cuerpo	140
Si se alteran los ritmos circadianos aumenta el riesgo de enfermar	141
Conoce tus ritmos: autorritmometría	142
Capítulo 8. Variaciones de los ritmos	145
Bebés: noches de insomnio.	147
Adolescencia: la pereza por las mañanas.	148
Vejez: el reloj se adelanta.	149
Disminución de los sincronizadores ambientales en la vejez	151

Me voy a dormir demasiado tarde (o demasiado pronto)	153
Cuando no se captan las señales externas...	154
Capítulo 9. Cambios de horario esporádicos. <i>Jet lag</i>	157
El cambio de horario de primavera y de otoño	158
¿Qué es el <i>jet lag</i> ?	159
¿Qué se nota con el <i>jet lag</i> y por qué lo tenemos?	161
¿De qué depende el <i>jet lag</i> ?	163
Prepararnos para los cambios de horario	166
La luz, el mejor remedio	168
Capítulo 10. Cambios de horario crónicos. Turnos de trabajo	171
Trabajar cuando todo el mundo duerme	172
¿Por qué incomoda trabajar por turnos?	173
¿Los cambios de horario afectan a la salud?	175
Tipos de turnos	177
Adaptación a los cambios de turno	178
La tendencia	180
Epílogo. Ayudemos a nuestro cuerpo a mantener el ritmo	181
Glosario	185
Bibliografía	189

CAPÍTULO 1

El paso del tiempo: la base del ritmo

A lo largo de la historia, los humanos han ido desarrollando instrumentos, como los relojes y los calendarios, para medir el tiempo. Esta medición les permitía organizar mejor sus vidas y su sociedad. Pero, si nos fijamos bien, la naturaleza está llena de relojes que laten: desde los movimientos orbitales de las galaxias hasta el batir de las alas de un insecto, prácticamente todo lo que nos rodea tiene ritmo. Pero ¿por qué hay ritmos en todas partes? ¿Es el ritmo la esencia de la vida? ¿Cómo se caracteriza un ritmo?

El tiempo tiene algo misterioso, y ha sido siempre un tema trascendental para la humanidad. El paso del nacimiento a la muerte o la irreversibilidad de un momento son hechos que han fascinado a grandes pensadores, desde los antiguos filósofos griegos hasta los científicos contemporáneos, y han sido fuente de inspiración de poetas o escritores. El tiempo es un tema trascendente y complejo. Tal vez parte de la fascinación que suscita se debe a que la naturaleza del tiempo es polifacética y puede tratarse desde disciplinas muy diversas: desde la física, la filosofía, la psicología, la teología y la biología hasta las bellas artes y la poesía, el concepto del tiempo es, en todas sus formas, inquietante e inspirador.

Si tenemos en cuenta cómo percibimos el tiempo, éste parece avanzar en una sola dirección. No cabe duda: para nosotros, como seres individuales, el

tiempo es el responsable de que dejemos de ser niños para hacernos mayores y, salvo en las películas de ciencia ficción, el pasado nunca retorna. Por este motivo, nos instamos a aprovechar el instante que estamos viviendo antes de que desaparezca: *carpe diem*, ¡aprovecha el día!

No obstante, al margen de esta idea de tiempo lineal, en nuestras experiencias también tenemos presente el concepto de tiempo en su aspecto cíclico. Cuántas veces nos decimos: mañana será otro día; si hoy algo no ha salido bien, mañana podremos volver a intentarlo; cada día vuelve a salir el sol; siempre nos queda el próximo verano, la Navidad que viene, el próximo inicio de curso... Parece que la vida nos va dando nuevas oportunidades en cada uno de sus ciclos. Y es precisamente de este aspecto cíclico del tiempo de lo que tratará este libro: de los ritmos de la vida.

CONOCER EL TIEMPO PARA SOBREVIVIR

El tiempo no es únicamente un concepto filosófico. Para cada uno de los seres vivos, el sentido del tiempo tiene algo terrenal y está ligado a la lucha por la supervivencia. Conocer el tiempo permite saber cuándo es el momento correcto para realizar una actividad. Poder predecirlo, saber cuándo es invierno o verano, anticiparse a la noche, conocer cuándo será la época de lluvias o cuándo se producirá la crecida del río, son ejemplos que muestran que los seres vivos necesitan medir el tiempo y adaptarse al lugar donde viven.

Los hombres primitivos ya conocían la diferencia entre el día y la noche y entre las estaciones del año. El conocimiento de los cambios naturales les permitía encontrar el momento adecuado para plantar, cosechar o cambiar de lugar de residencia antes de que llegara el frío. Para ellos era imprescindible conocer el paso del tiempo y seguirlo. Así pues, no debe extrañarnos que desde los primeros tiempos de la historia de la humanidad haya surgido la necesidad de medir y cuantificar el tiempo a fin de controlar los cambios de la naturaleza y poder así organizar la propia vida.

La alternancia entre el día y la noche y entre estaciones, tan cotidiana como cautivadora, es lo que ha movido a la humanidad a buscar instrumentos para medir el tiempo. Todas las civilizaciones se han esforzado por medir y predecir los cambios de la naturaleza. Contamos el paso de las horas, de los días y de las estaciones del año. En el transcurso de la historia de la humanidad se han hecho muchos esfuerzos para cuantificar y medir el tiempo, desarrollando calendarios y relojes cada vez más precisos.

RELOJES Y CALENDARIOS

No cabe duda de que, desde el origen de las civilizaciones, la medición del tiempo ha sido una preocupación constante. Tanto los calendarios de piedra de las civilizaciones primitivas como los modernos relojes atómicos reflejan la necesidad de las personas de controlar y predecir el tiempo para medir y organizar la propia vida. ¡No dejamos de sorprendernos al pensar que, si bien los relojes y los calendarios miden el paso del tiempo de forma lineal, un día tras otro y un año tras otro, en realidad lo hacen de forma cíclica!

¿Podríamos imaginar un mundo sin calendarios ni relojes? La organización de nuestra vida sería sin duda mucho más compleja. Probablemente llegaríamos demasiado temprano o demasiado tarde a los sitios, y probablemente sería más difícil ponernos de acuerdo para realizar una actividad conjunta. Así pues, no cabe extrañarse de que en la historia de la humanidad la astronomía emergiese como una de las primeras ciencias, respondiendo a la necesidad de registrar los cambios de la naturaleza y, sobre todo, de preverlos para organizar la propia sociedad. Los astrónomos primitivos seguían las constelaciones estelares para conocer el curso del año y prever los acontecimientos rítmicos naturales. En las sociedades primitivas, quien conocía los ciclos de la naturaleza desempeñaba un papel muy importante, ya que era quien indicaba cuándo había que cazar, plantar o recolectar.

Pero la medición del tiempo es difícil, y en el curso de la historia ha supuesto el desarrollo de utensilios cuidadosamente elaborados y cada vez más sofisticados. Los dos principales instrumentos de medición han sido el calendario, que es una abstracción matemática para calcular períodos de tiempo extensos, y el reloj, un instrumento para contar el paso del tiempo. El calendario permite la organización del tiempo a largo plazo, mientras que el reloj es adecuado para organizar el día.

Cuando en el Neolítico se desarrollaron la agricultura y la ganadería hubo un aumento de los asentamientos sedentarios, y fue entonces cuando se organizaron las primeras sociedades. De esta época datan los denominados *monumentos megalíticos*. Uno de los más famosos es el de Stonehenge, en Inglaterra, construido en torno al año 4000 aC. Las piedras de este impresionante monumento están dispuestas según una geometría compleja, de modo que sus alineaciones determinan los cambios astronómicos y permiten conocer acontecimientos celestes como los eclipses o los solsticios. Es cierto que no conocemos con exactitud la finalidad que sus constructores daban a estos monumentos, porque son extremadamente antiguos. Pero se cree que Stonehenge fue utilizado para medir las estaciones en función de la alineación de los rayos solares a través de los pilares, de modo que se podía seguir el paso del año según las piedras que se iluminaban.

Los primeros calendarios se basaron en los cambios de la Luna para indicar las estaciones del año, que más tarde se midieron teniendo en cuenta los ciclos solares. Los antiguos egipcios elaboraron los primeros y precisos calendarios, que, además de seguir el curso del año, les permitían predecir las crecidas del Nilo, un hecho muy importante porque condicionaba la agricultura y por lo tanto la vida en aquellas tierras. Los sacerdotes sabían cuándo tendría lugar la crecida del río en función de una posición determinada del Sol y de la Luna. También la civilización maya hacía observaciones astronómicas extremadamente precisas, midiendo los movimientos de la Luna y de los planetas y utilizándolos para predecir eclipses y otros acontecimientos celestes.

Nuestro calendario deriva del romano. El calendario juliano utilizado en Europa desde la época romana hasta el siglo XVI estableció 365,25 días para un año, lo que provocaba que se fuera desfasando a razón de un día cada cuatro años. En 1582, el papa Gregorio XIII introdujo un nuevo calendario mucho más preciso, que acumulaba tan sólo el error de un día en aproximadamente 3.300 años y que se convirtió en la base de nuestro calendario actual.

En lo que atañe a los relojes, hay que mencionar también a los egipcios como autores de los primeros relojes de sol y de agua (clepsidras) en torno al año 2100 aC. Posteriormente, y a partir del invento del péndulo de Galileo, a mediados del siglo XVII se desarrolló el primer reloj de péndulo, que se atribuye a Christiaan Huygens. Desde entonces, los humanos han ido construyendo relojes cada vez más precisos, de cuarzo o bien atómicos, que utilizan la vibración de los electrones de los átomos para medir el tiempo.

EL RITMO, LA ESENCIA DE LA VIDA

La historia de los calendarios y de los relojes es un indicador de la necesidad de las personas de medir el tiempo. En la sociedad contemporánea estamos tan acostumbrados a utilizar relojes y calendarios que parece que no podríamos vivir sin ellos. Pero, si observamos con cuidado el mundo que nos rodea, veremos que todo está lleno de ritmos y «relojes» naturales que laten y dan una medida muy precisa del tiempo. Desde el movimiento de las partículas atómicas hasta los desplazamientos orbitales de las galaxias, el universo entero está repleto de ritmos distintos que generan conjuntamente una sinfonía en la que estamos inmersos.

Todos los organismos vivos fluctúan en su comportamiento, de modo que tanto las plantas como los animales y las personas presentan oscilaciones periódicas en su conducta y en sus funciones fisiológicas. El ritmo es la manera de contabilizar el paso del tiempo de los organismos vivos. Cada célula viva tiene su ritmo de división: contamos el funcionamiento del corazón en

latidos; la respiración, en frecuencia respiratoria; el funcionamiento del cerebro, en ondas eléctricas, etc. Algunos ritmos son muy rápidos, como el batir de las alas de un insecto —miles de veces por segundo—, mientras que otros, como el fenómeno de la hibernación, se repiten una vez al año.

Y cuanto más observemos nuestro entorno, más nos percataremos de que el paso del tiempo está marcado por cambios rítmicos. Podemos decir sin temor a equivocarnos que el ritmo es la esencia de la vida; si hay vida, hay ritmo. Y, si no, preguntádselo a un cardiólogo: ¿la diferencia entre que un corazón tenga ritmo o no lo tenga es la diferencia entre la vida y la muerte!

El cuerpo presenta secuencias de acontecimientos muy rápidas que son imprescindibles para la vida; las podríamos denominar *ritmos vitales*. Así, el latido del corazón es de 70-80 veces por minuto; el ritmo respiratorio, de unas 13 veces por minuto. Aunque estos ritmos se modifican cuando subimos o bajamos escaleras, cuando cantamos, hablamos o reímos, la realidad es que no podemos detenerlos nunca. No somos capaces de dejar de respirar para siempre o de hacer que el corazón deje de latirnos. ¡El ritmo es demasiado importante para nuestra vida! De modo similar, nuestro cerebro presenta cambios eléctricos rítmicos muy rápidos, de entre 1 y 15 oscilaciones por segundo, que difieren en la vigilia o durante el sueño pero que son siempre rítmicos. Resulta aún más sorprendente percatarnos de la trascendencia de que los ritmos tengan una frecuencia determinada. Si el corazón late demasiado deprisa o demasiado lentamente indica alguna anomalía, sea una alteración física o una alteración psicológica, como por ejemplo la ansiedad. No es de extrañar que ciertas técnicas de relajación y meditación pretendan conseguir una regularidad en la ritmicidad del cuerpo. Incluso funciones motoras como el parpadeo, que realizamos entre 2 y 10 veces por minuto, nos indican que, para el correcto funcionamiento del cuerpo, tiene que haber ritmicidad. Además, nos movemos rítmicamente. Corremos, caminamos o bajamos escaleras de forma rítmica. De este modo, aprovechando el contrapeso y la inercia del movimiento, gastamos menos energía.

Nuestro pulso, que cuando estamos tranquilos es regular —de unos 70 latidos por minuto—, se ha utilizado como medida de salud. Y, a modo de anécdota, digamos que Johann Quantz, compositor y flautista alemán del siglo XVIII, consideraba que el pulso de sujetos sanos al final de la tarde era una medida musical estable para mantener el *tempo*: el pulso como metrónomo, ¡el tiempo interno para medir el tiempo externo!

No deja de sorprender que lo que denominamos *constantes vitales*, como el latido del corazón o la respiración, tan sólo sean «constantes» cuando morimos, y que toda la vida se caracterice por una precisa alternancia entre diferentes estados, es decir, ¡por ritmos!

RITMOS CULTURALES Y SOCIALES

Precisamente porque el ritmo es la esencia de la vida, las distintas culturas y sociedades tienen también un ritmo determinado que les es característico. En cualquier sociedad se observa un predominio de modelos rítmicos que indican su propia personalidad. Los ritmos son distintos en cada lengua y en cada sociedad, e incluso difieren en personas que viven en un ambiente rural o en un ambiente urbano: ritmos en la manera de hablar, el movimiento del cuerpo, la forma de respirar, en cuanto a la comunicación, la danza... Las modas y los gustos pueden variar, pero el ritmo es inherente a la especie humana. Un ritmo musical moderado es de entre 70-80 pulsaciones por minuto, cercano al latido del corazón. Pero otros ritmos pueden ayudarnos a estimularnos o a relajarnos.

Además, cada sociedad genera rituales periódicos que contribuyen a dar forma a la estructura social. Por ejemplo, las sociedades primitivas tenían rituales que marcaban las estaciones del año, para favorecer la cosecha o para la época de lluvias, etc. Nuestra sociedad, sin tanta superstición, también sigue generando rituales. Todos los rituales marcan hitos y nos ayudan a organizar la vida (Navidad, vacaciones, fines de semana...). Incluso cuan-

do estamos en casa establecemos rutinas de horarios y de sincronización entre los miembros de la familia que facilitan nuestras actividades diarias. Necesitamos los rituales, porque nos recuerdan el paso del tiempo y al mismo tiempo nos ayudan a organizarnos y a dar sentido a la vida. Sin ritmos, la vida sería mucho más difícil, por no decir imposible. No es casual que la palabra *ritmo* provenga del término griego *rhythmos*, que está relacionado con el hecho de fluir, de ir hacia adelante.

¿POR QUÉ HAY RITMOS?

La razón por la que observamos ritmos por doquier y por la que todo parece tender a la oscilación ha sido estudiada por los científicos, en especial por los físicos, que han encontrado mecanismos espontáneos de generación de ritmos en los sistemas autoorganizados.

Un sistema autoorganizado es un conjunto de elementos que interactúan entre sí y que dan lugar a un orden global, a una coordinación, pero sin que en este proceso intervenga ningún agente externo. Es decir, es un sistema que se organiza solo. La autoorganización está presente en muchos sistemas, tanto físicos y químicos como biológicos o sociales. Imaginemos una colmena de abejas: ¿quién las organiza? Pensemos en cómo se forman los cristales en los minerales: ¿quién ordena sus moléculas para que den esas estructuras tan perfectas? Todos éstos son sistemas autoorganizados. La idea de la autoorganización ya existía en el pensamiento de los antiguos atomistas, filósofos griegos que creían que el mundo estaba formado por partículas indivisibles, los átomos, y que argumentaban que la organización era espontánea e inevitable.

Conforme a esta idea de autoorganización, los ritmos surgen como una estructura organizativa también «inevitable». En este sentido, el matemático y filósofo de la ciencia Henri Poincaré planteó en 1890 el «teorema de la recurrencia», que indica que, después de un período de tiempo suficiente,

ciertos sistemas retornan a un estado muy cercano al inicial. Por lo tanto, si retornan a su estado inicial ¡se trata de un ciclo! Esta idea de autoorganización es central en la descripción de los ritmos de procesos biológicos.

El concepto de autoorganización fue desarrollado desde el punto de vista de la termodinámica por el premio nobel Ilya Prigogine en la Universidad Libre de Bruselas, en el siglo XX. Postuló que en sistemas abiertos alejados del equilibrio, en los que la materia y la energía fluyen libremente, se generan relaciones complejas que regulan su estructura. Estos sistemas pueden presentar una conducta altamente organizada en el tiempo y en el espacio, de modo que adquieren la oscilación como proceso más estable. Así, las oscilaciones se convierten en la base del orden.

Es decir que, si un conjunto de elementos que constituyen un sistema complejo se quedan «solos», pueden organizarse de forma rítmica generando oscilaciones, porque de este modo ahorran energía. Incluso en actividades cotidianas se observa que las oscilaciones aportan más orden y hacen que las acciones sean más sencillas y eficaces. Un ejemplo sería un semáforo: ahora pasan unos, ahora pasan otros, y vuelta a empezar. Este orden permite una buena organización y una buena eficiencia. En cambio, si se estropea el semáforo no hay un ritmo de paso entre peatones y coches, y el resultado será mucho más confuso.

Los sistemas autoorganizados oscilantes aparecen incluso en un tubo de ensayo. En el laboratorio podemos generar un reloj químico: con determinados reactivos es posible crear un sistema oscilante de reacciones químicas que se manifiestan como cambios regulares de estructuras espectaculares de colores con patrones circulares, los cuales se mantienen mientras no se agoten los reactivos. Son reacciones químicas en las que los productos formados también participan en la misma reacción química o incluso favorecen su formación. De manera sorprendente, la multitud de moléculas de un reloj químico se comportan como si tuvieran la capacidad de comunicarse. Estas reacciones muestran que no se debe llegar necesariamente a un punto de equilibrio, y que la oscilación se puede mantener durante un período



Figura 1. La reacción oscilante de Belousov-Zhabotinsky. Con muy pocos componentes (ácido malónico, bromuro y bromato potásico) es posible crear un sistema lo suficientemente complejo como para que se produzcan reacciones químicas que oscilan espontáneamente entre oxidaciones y reducciones. Estos cambios generan ondas de colores que se pueden observar colocando los reactivos en una placa de vidrio.

de tiempo bastante largo, hasta que se consume uno de los reactivos.

La reacción de Belousov-Zhabotinsky es el ejemplo clásico de las reacciones que generan un oscilador químico. Al analizar los principales componentes de esta reacción vemos que no es más que un sistema de oxidación/reducción entre el bromato y el bromuro potásico mediante el uso de ácido malónico. La particularidad es que, para llegar al punto final, lo hace de manera cíclica, y, si se añade un indicador redox, se vuelven visibles ondas de colores azules y rojos (figura 1).

Aparte de su atractivo estético, estas reacciones son importantes porque muestran que, con mecanismos

de retroacción negativa (en los que el sistema responde de manera opuesta al estímulo), se puede generar ritmicidad, a la vez que evidencian la facilidad de los sistemas complejos para generar oscilaciones.

Y si las oscilaciones aparecen en sistemas tan sencillos como los que podemos crear en un tubo de ensayo en el laboratorio, ¿qué ocurrirá en sistemas mucho más complejos como los seres vivos o el universo que los rodea? El mundo en que vivimos es un sistema complejo en el que tienen lugar simultáneamente muchas reacciones, y la mejor manera de organizarse para ahorrar energía y ser más eficaz es basarse en las oscilaciones.

Una de las situaciones clásicas de estudio de generación de ritmos en el ambiente natural es la relación que existe en el mundo animal entre presas y depredadores. Imaginemos un entorno natural en el que viven únicamente

conejos y zorros y en el que hay gran cantidad de hierba, de modo que los conejos tienen siempre alimento. Supongamos, además, que los zorros sólo comen conejos. ¿La cantidad de conejos y zorros será siempre la misma? Si hay muchos conejos, los zorros tendrán mucha comida, con lo cual sus crías también tendrán alimento y podrán crecer y reproducirse. Así pues, no es extraño que en esta situación la población de zorros se incremente mucho. Pero llegará un momento en que, si hay tantos zorros que comen conejos, la cantidad de conejos disminuirá. Y, si deja de haber conejos, los zorros dejarán de tener comida y morirán por falta de alimento. A partir de aquí podemos imaginar la segunda parte: cuando queden pocos zorros volverá a haber más conejos, porque no tendrán depredadores, y se incrementará otra vez la población de conejos. Por lo tanto, ¡se ha generado un ciclo! Este ejemplo, formulado de forma matemática y, evidentemente, con la intervención de más factores, es lo que se denomina *modelo de Lotka y Volterra de dinámica de poblaciones*, y tiene además aplicabilidad en ciencias económicas. Este modelo fue establecido en un principio con la población de lince y liebres de Canadá, y las fluctuaciones que genera se pueden ver en la figura 2.

Otro ejemplo de ritmos espontáneos en el entorno natural es el que encontramos en las poblaciones de salmones: cada año, en primavera, en la costa americana del Pacífico los salmones suben río arriba, iniciando el proceso migratorio. Pero lo curioso del caso es que cada uno de estos animales sólo hace este viaje una vez en su vida. El salmón nace en agua dulce y se va al mar, donde pasa su vida adulta (desde los seis meses hasta los siete años). Transcurrida ésta inicia su migración y retorna al lugar de nacimiento, donde, después de recorrer tal vez más de 2.000 km, pone huevos y normalmente muere de agotamiento. El animal sólo lo hace una vez en su vida, pero en lo que respecta a la población parece como si lo hiciera cada año, porque cada año hay salmones que emprenden el camino de regreso.

Por lo tanto, la respuesta a por qué hay ritmos en los seres vivos es que generan orden, permiten una mayor eficiencia y ahorran energía en los organismos. ¡No está nada mal!