

# LA VUELTA AL MUNDO EN OCHENTA DÍAS Y LA INFLUENCIA DE LA MEDIDA DEL TIEMPO

*Jorge Fernández Herce*  
*Mercedes González Menorca*

*¿Qué tiene que ver “la vuelta al mundo en 80 días” con las matemáticas de 3º de la ESO? No fuimos nosotros los que planteamos la relación sino que fue la aportación de un alumno la que nos lo brindó en bandeja.*

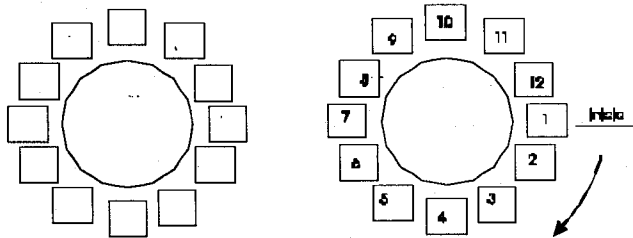
## **I.- Presentación:**

Uno de los temas que se estaba presentando en el curso era el de las unidades de medida y, en particular, la medida del tiempo. En ello estábamos y más concretamente hablando de la noción de día como el tiempo que tarda la Tierra en dar una vuelta sobre sí misma. El hecho de que el hombre de forma totalmente artificial haya dividido un día en 24 partes iguales que llama horas junto con la división de la circunferencia en  $360^\circ$ , hace que todo el mundo entienda rápidamente que  $15^\circ$  de giro terrestre equivalen a una hora de día. Esto justifica que en Canarias tengamos una hora menos que en la Península.

- . A la mayor parte de los alumnos les suena que cuando en Canarias es el mediodía, “*en Japón debe ser por la tarde*” y “*en América deben estar aún en la mañana*”.

- . Algunos menos recordaban que a Japón se le llama “*El Imperio del Sol naciente*” y menos aún los que sabían el por qué de este apelativo.

Estas dos últimas reflexiones hicieron plantear que, en el momento que algo se organiza en círculo y se quiere fijar un comienzo y un fin, surge una paradoja fundamental. Así en la figura de la página siguiente, la distancia entre el cuadrado 12 y el 1 no es la misma que entre el 5 y el 6. La distancia entre el 12 y el 1 es una vuelta entera.



Por ello en la Tierra hay que fijar una línea de comienzo que se ha situado en pleno Océano Pacífico para que no dividiese a ningún bloque de tierra firme y que hace que Japón entre en el nuevo día antes que el resto de los grandes Imperios antiguos.

Estos "*a priori*" ya habían sido explicados y, precisamente al hilo de esta última conclusión de la que nace la aparente paradoja de que dos personas muy próximas en la Tierra se encuentren en distinto día del calendario, es lo que dio pie al alumno para hacer una pregunta:

**“¿Por eso en “la vuelta al mundo en 80 días” se da el problema de la cuenta de los días? De ella sacamos el siguiente ejercicio con lo que da de sí:**

## **II.- Ejercicio Planteado a los alumnos:**

En la novela “La vuelta al mundo en 80 días” de Julio Verne, se relata la historia de una apuesta realizada por el señor Phileas Fogg, conocido caballero del Reform-Club de Londres, contra alguno de sus compañeros, en el año 1872. El sr. Fogg consideraba factible el dar la vuelta al mundo en un plazo no mayor de 80 días:

**“... Dado que hoy es miércoles 2 de octubre -dijo, consultando un calendario de bolsillo- deberé estar de regreso en Londres, en este mismo salón del Reform-Club, a las ocho cuarenta y cinco de la tarde del sábado 21 de diciembre. De no ser así, las veinte mil libras depositadas actualmente en mi cuenta corriente en Baring hermanos les pertenecerán de hecho y de derecho....”**

Finalizando este apasionante relato y, después de no pocas aventuras, resultó que el sr. Fogg regresa a Londres creyendo haber perdido la apuesta pero por los azares del amor se entera por casualidad que se encuentra en un error de

fechas y que puede aún ganarla, como así sucede. La novela casi finaliza con el siguiente discurso:

**“¿Cómo un hombre tan exacto y meticuloso podía haberse equivocado en un día? ¿Cómo pudo creer que su llegada a Londres había tenido lugar el 21 de diciembre cuando era en realidad el 20 de diciembre, a los setenta y nueve días de su partida?”**

La razón de tal error es simple. Phileas Fogg había ganado, sin darse cuenta, un día sobre su itinerario, porque había dado la vuelta al mundo yendo hacia el *este*, al igual que hubiera perdido un día si hubiera realizado su viaje en sentido inverso, hacia el *oeste*.

**En efecto, al marchar hacia el este, Phileas Fogg iba al encuentro del Sol. Consecuentemente, los días disminuían para él tantas veces cuatro minutos cuantos grados recorría en esa dirección. La multiplicación de los trescientos sesenta grados de la circunferencia terrestre por cuatro minutos da precisamente veinticuatro horas, es decir, ese día ganado inconscientemente. Dicho en otras palabras, mientras Phileas Fogg en su marcha hacia el este había visto ochenta veces el paso del sol por el meridiano, sus compañeros de Londres no lo habían visto pasar mas que setenta y nueve veces. Por eso es por lo que aquel mismo día, que era sábado y no domingo como creía Phileas Fogg, le esperaban sus adversarios en el salón del Reform-Club.”**

- EXPLICA DE FORMA DETALLADA LA RAZÓN DE ESA CONFUSIÓN DE FECHAS UTILIZANDO TUS PROPIAS PALABRAS Y TU PROPIA ARGUMENTACIÓN. UTILIZA PARA ELLO LO QUE HAYAS APRENDIDO EN CLASE SOBRE LA MEDIDA DEL TIEMPO. PON ÉNFASIS EN EXPLICAR LA FRASE SUBRAYADA Y JUSTIFICA POR QUÉ SE HUBIERA PERDIDO UN DÍA VIAJANDO HACIA EL OESTE.

### **III.- El paso a paso de la novela:**

Como es natural, la novela es un relato de aventuras y no un texto científico. Parece imposible que un hombre como Fogg tan versado en todos los conocimientos, tanto geográficos como de otra naturaleza, desconociera el problema del tiempo. Más aún cuando a lo largo de toda la novela, en el cuaderno de notas que llevaba, iba anotando las incidencias diarias con escrupulosidad. Se

aprecia, sin embargo, que mientras las horas que Fogg escribe en su diario son horas locales de los lugares a los que llega y de donde sale, las fechas no. El tenía un cuaderno de notas que en el capítulo 7, Julio Verne lo destaca así:

[...]tomó su cuaderno de notas, en el que figuraban las siguientes:

“Salida de Londres el miércoles 2 de Octubre, a las 8:45 de la tarde.

Llegada a París el jueves 3 de octubre, a las siete y veinte de la mañana.

Salida de París el jueves a las 8:40 de la mañana.

Llegada a Turín, por el Monte Cenis, el viernes 4 de octubre, a las 6:35 de la mañana.

Salida de Turín el viernes, a las 7:20 de la mañana.

Llegada a Brindisi el sábado 5 de octubre, a las cuatro de la tarde.

Embarcado en el *Mongolia*, sábado, a las cinco de la tarde.

Llegada a Suez el miércoles 9 de octubre, a las once de la mañana.

Total horas invertidas: 158,30<sup>1</sup>; es decir, seis días y medio.”

Fogg había inscrito estas fechas sobre un itinerario dispuesto por columnas que indicaba -desde el 2 de octubre hasta el 21 de diciembre- el mes, el día, las llegadas reglamentarias y las efectivas en cada punto principal:[...]

De este párrafo se deduce claramente que las fechas que se van narrando en la novela son las que Fogg iba anotando y no las reales. Estas coinciden con las locales hasta que atraviesan el meridiano 180°. A partir de este momento, Fogg sigue contando días y, lógicamente tras el 23 de noviembre, en su diario figuraba el 24 de noviembre, sin embargo, al atravesar la citada línea, las fechas locales dan un paso atrás que él no tenía anotado. Desde aquí hasta la llegada a Londres hay un fecha clave como es el 11 de diciembre. En ese día Fogg debía tomar el *China* de New York a Liverpool. Según el relato la llegada del viajero a New York se produce el 11 de diciembre a las 23:45 y se afirma que “**el *China* había zarpado hacía 45 minutos.**” Esto supone una ligera contradicción técnica,

<sup>1)</sup> Como se explicará más adelante las horas que realmente habían transcurrido eran 156 y no 158. Téngase en cuenta que Suez tienen dos horas de adelanto sobre Londres (Véase: punto V.-).

puesto que la fecha local de New York era 10 de diciembre y Fogg debía haber sabido el día que el buque tenía su salida, más aún cuando no todos los días salía un barco en esa ruta.

Es de suponer que las prisas y la agitación del viaje, impiden contrastar la fecha local o, tan siquiera, comprar un periódico en alguno de los puntos, lectura a la que tan aficionado era el sr. Fogg.

Para centrarnos más en el problema, vamos a recoger cómo Julio Verne relata el paso del tiempo a lo largo de la novela. En detalle esto podía resultar demasiado largo y por ello vamos a hacerlo en 5 pasos, tomando incrementos de 90° en el giro total de los 360° que supone la vuelta al mundo, pero haciendo énfasis en la línea de cambio de día:

- 1.- 0° . Londres (salida)
- 2.- 90° . Calcuta - India-
- 3.- 179° E. Océano Pacífico
- 4.- 179° O. Océano Pacífico
- 5.- 270° . Davenport (río Mississippi) -E.E.U.U.-

A.- La salida, relata la novela en su capítulo 3, se produce el día 2 de octubre a las 20:45. La realidad horaria de los puntos de referencia elegidos es pues:

Lugar	Londres	Calcuta	Océano Pacífico		Davenport
			179°E	179°O	
Día	2-X	3-X	3-X	2-X	2-X
Hora	20:45	2:45	8:45		14:45

B.- En el capítulo 14 se narra la llegada a Calcuta que sitúa el 25 de Octubre. En este punto Fogg no llevaba ningún retraso sobre su plan previsto:

Lugar	Londres	Calcuta	Océano Pacífico		Davenport
			179°E	179°O	
Día	25-X	25-X	25-X	24-X	24-X
Hora	1:00	7:00	13:00		19:00

Hasta aquí habían transcurrido 532 horas y 15 minutos desde la salida de Londres.

C.- En el momento en que Fogg llevaba recorrido la mitad del globo terrestre se produciría el desfase de fecha entre el diario de Fogg y la local del punto en el que se encuentran. Para no dejar un vacío imperdonable, Julio Verne pone en boca de Passepartout unos comentarios muy interesantes sobre el problema del tiempo que, finalmente, hará ganar la apuesta a Fogg. En ese momento se encontraban embarcados en el “*General Grant*” en ruta hacia S. Francisco y eran las 9 de la mañana del día 23 de Noviembre:

Lugar	Londres	Calcuta	Océano Pacífico		Davenport
			179°E	179°O	
Día	22-XI	23-XI	23-XI	22-XI	22-XI
Hora	21:00	3:00	9:00		15:00

El relato digno de mención que se produce en la novela es el siguiente: “Ese mismo día 23 de Noviembre reservó una gran alegría a Passepartout. Obstinado en conservar la hora de Londres en su reloj-recuerdo-de-familia, teniendo por falsas las horas de los países que atravesaba, tuvo ese día la satisfacción de ver que los relojes de a bordo se hallaban de acuerdo con el suyo, pese a no haber avanzado ni atrasado éste en un solo segundo. Passepartout se sintió victorioso.[...]estaba seguro de que un día u otro el sol acabaría por ajustarse a su reloj.

[...] Ignoraba Passepartout que si la esfera de su reloj hubiera estado dividida en veinticuatro horas, como los relojes italianos, no habría tenido ningún motivo para considerarse triunfante, pues a las nueve de la mañana en el *General Grant* las agujas de su reloj hubieran marcado las nueve de la noche, es decir una diferencia de 12 horas, precisamente la que existe entre Londres y el meridiano 180.”

Las horas de viaje hasta aquí habían sido 1144 y 15 minutos, y desde este instante, el diario de Fogg llevaba 1 día de desfase con la fecha local.

D.- El paso por los 270°, esto es, Davenport, se hace muy rápidamente y lo sitúa en la noche del 9 al 10 de Diciembre. Concretamente en un tren que salió de Omaha aproximadamente a la 1 de la tarde con dirección a Chicago donde llega a las 4 de la tarde. Como no se detalla más, teniendo en cuenta las distancias, podemos suponer que el paso por Davenport pudo rondar las 5:00 del día 10 de Diciembre. Así pues:

Lugar	Londres	Calcuta	Océano Pacífico		Davenport
			179°E	179°O	
Día	10-XII	10-XII	10-XII	9-XII	10-XII
Hora	11:00	17:00	23:00		5:00

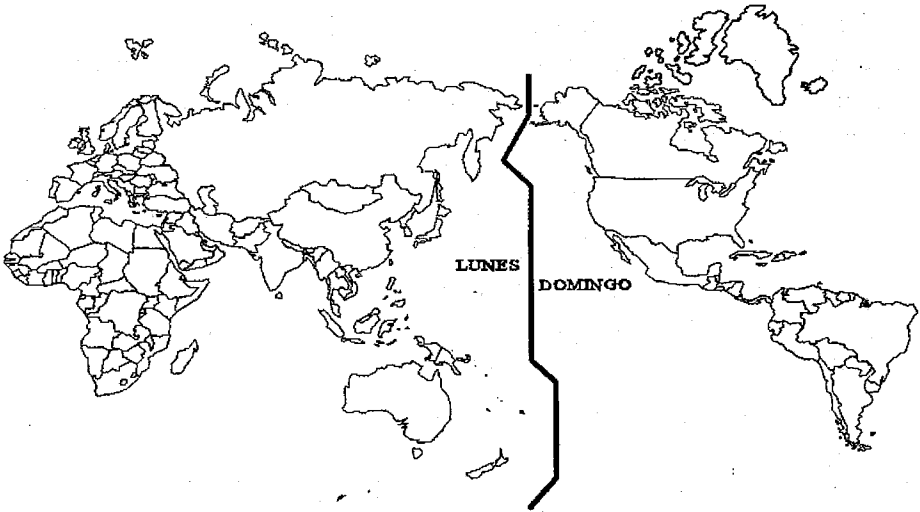
E.- La llegada a Londres, según la novela, se produce a las 20:50. Sin embargo, mientras para Fogg era del día 21 de Diciembre y con ello perdía la apuesta por 5 minutos, para los londinenses, el calendario señalaba 20 de diciembre.

#### **IV.- Argumentación simple:**

Como era de esperar, una gran parte de las contestaciones al ejercicio se limitaron a escribir, de forma resumida, lo que decía el texto en negrita. Por el contrario hubo algunos que, prescindieron de la observación que se hacía sobre la necesidad de “explicar la frase subrayada”, se limitaron a algo de lo que se había dicho en clase y que, sin duda les resultó francamente curioso:

La Tierra gira sin cesar y esto determina el paso de los días, ahora bien, ¿quién es el primero y quien es el último en ese continuo girar?

En la Tierra hay pues una línea (Meridiano) a partir del cual empezamos a contar (Véase Fig. de la página siguiente). Resulta entonces que quien se encuentre justamente a la izquierda de esa línea llegará el primero a cada día y el que se encuentre a la derecha, llegará el último, con un retraso de una vuelta (un día). *Si hoy es lunes a las 12:00 para quien viva a la izquierda de esa línea, será domingo a las 12:00 para quien viva justamente a la derecha”.*



Lógicamente, había que procurar que el trazado de esta línea imaginaria no dividiese a ningún país. *Imaginemos que atravesase la isla de Tenerife por su mitad; los habitantes de Guía de Isora estarían en lunes mientras que los de S/C en domingo. Al desplazarnos de una a otra localidad con el coche, cambiaríamos de día.* Por ello se trazó en pleno Océano Pacífico y, aún así fue necesario por motivos organizativos desviarla en algunas zonas para que no dividiese a ningún país (Ver Fig.).

Aplicando este argumento previo, queda claro que el Sr. Fogg al ir hacia el Este, en el momento que atraviesa esa línea imaginaria pasa de un día al anterior. Concretamente, como se relató más arriba, el día 23 de Noviembre, encontrándose a bordo de barco "*General Grant*" en ruta hacia S. Francisco, a las 9 de la mañana atravesó el Meridiano 180° y pasó automáticamente a encontrarse a las 9 de la mañana del día 22 de Noviembre. Esto justifica la ganancia de un día e, igualmente, justificaría la pérdida si la vuelta la estuviera dando hacia el Oeste.

Esta no es la base de la argumentación que se da en la propia novela; más bien el hecho de que tenga que haber ese salto es una consecuencia del paso a paso horario que Julio Verne explica.



### V.- Argumentación justa.

Sin embargo, la argumentación adecuada pasa por explicar lo que la novela dice. Y lo que allí se relata va más allá que lo explicado en el punto anterior. En efecto, aunque la Tierra no tuviera un calendario de días, meses y años, para el viajero que da la vuelta al mundo hacia el Este, los días tienen un valor distinto que para el que permanece quieto. Para ello **hay que entender día como lo que es, es decir, el tiempo que la Tierra tarda en girar sobre sí misma**, y no como una marca en un calendario. De este modo, si comenzamos a contar el día cuando el Sol se encuentra en la zona más alta sobre nuestras cabezas, habrá pasado un día completo cuando, al girar la Tierra, nos encontremos nuevamente con el Sol en lo más alto del cielo sobre nosotros.

Londres se encuentra sobre el Meridiano 0° y Suez, aproximadamente sobre el Meridiano 30° Este. Cuando el Sol se encuentra sobre Londres (Mediodía local) en Suez ya hace 2 horas que pasó el Mediodía. Imaginemos que a las 12 del mediodía de Londres, un londinense parte hacia Suez a donde llega por la tarde. Cuando al día siguiente el sol esté sobre su cabeza (Mediodía local) habrá pasado un día para él, sin embargo, aún quedan dos horas para que el Sol llegue al Meridiano de Londres. Para los londinenses el día tendrá 24 horas, pero nuestro viajero, al ir al encuentro del sol, lo alcanzó dos horas antes y el día ha tenido 22 horas.

Continuando de este modo nuestro viaje, habrá resultado que el número de horas transcurridas para unos y otros al final del viaje, es el mismo. Concretamente, en la novela, Fog está de viaje 3496 horas y 5 minutos. Pero para un habitante que ha permanecido en Londres, los días (período de mediodía a mediodía) han sido iguales y de 24 horas, lo que equivale a 79 días y 5 minutos. Para el viajero hacia el Este, los días son más cortos en cuanto que, por cada grado de circunferencia que recorre, el Sol se encontrará con él 4 minutos antes que si permaneciese inmóvil. Al final el tiempo en horas es el mismo pero los días en movimiento han sido más cortos, y los encuentros con el Sol, uno más en la vuelta completa. De este modo Fog contó 80 pasos del Sol y 5 minutos más.

Por hacernos una idea más aproximada, si el ritmo de viaje hubiese sido angularmente constante, cada día hubiera avanzado algo más de 4'5". Por ello

cada día del viajero hubiera durado unas 23 horas y 42 minutos mientras que el del habitante de un punto fijo serían 24 horas. Si al final del viaje dividimos las 2496 horas de duración del mismo entre 24, nos da 79 días, que fue lo que contabilizó el habitante de Londres. Si por el contrario lo dividimos entre 23 horas y 42 minutos, nos da 80 días, que es lo que contabilizó Fogg en su viaje.