

# La medición del tiempo y el cambio de milenio<sup>1</sup>

Eduardo H. Flichman

## 1- Introducción

Hemos sobrevivido a un fin de año muy particular. Tanto la información comercial como la que llegaba de distintos estratos sociales, de nuestro país y del resto del mundo, llevó a que se celebrara, al comenzar el 1 de enero del año 2000, un acontecimiento muy especial. Se decía que comenzaba, no solo una nueva década, no sólo un nuevo siglo, sino también un nuevo milenio. Comenzaba el siglo XXI y el tercer milenio de la Era Cristiana. Como, por otra parte, la mayoría de los pobladores humanos de este sufrido planeta usan en la práctica diaria dicho calendario, independientemente de lo que indiquen sus respectivas religiones o tradiciones, la celebración fue prácticamente universal. Solo ciertos grupos de cristianos ortodoxos, así como de musulmanes, judíos y miembros de otros cultos, muy observantes, no fueron captados por el festejo. En el caso de los cristianos ortodoxos, por tener pocos días de diferencia con el calendario gregoriano en uso en todo el mundo, festejaron igualmente la entrada del nuevo siglo y del nuevo milenio, sólo que unos días después, de acuerdo con el calendario Juliano.

Vimos gracias a la televisión los festejos en Pekín, París, Londres, a medida que llegaba la media noche a cada uno de esos lugares.

Pues bien; el hecho es que la nueva década, el nuevo siglo y el nuevo milenio recién comenzarán *realmente* al finalizar el año 2000. A la gente «entendida», que comprende claramente este hecho, no le interesa el asunto. Simplemente respetan la celebración popular y comentan que no vale la pena discutirlo, por demasiado evidente para ellos y por no frustrarles la celebración a los otros. Además, por lo general, el tema los aburre.

Por mi parte, he tenido una actitud diferente. He intentado discutir. He disfrutado discutiendo. He logrado convencer a algunos y no a otros; y también he encontrado gente que acepta la realidad de que no hubo cambio de milenio ni de siglo, pero a partir de razones absolutamente erróneas.

Se trata de un problema que no es tan sencillo, pero tampoco complicado y requiere un análisis epistemológico, que pretendo realizar aquí.

## 2- La diferencia entre instante y duración

La expresión ambigua, denominada «medición del tiempo» no distingue entre dos significados: (i) medición del instante, es decir, de la posición temporal en la coordenada

---

<sup>1</sup> Este trabajo fue realizado en el marco de un proyecto UBACyT y otro de la U.N. de Gral. Sarmiento. Agradezco especialmente a Hernán Miguel las importantes sugerencias recibidas, que mejoraron este trabajo y evitaron caer en ciertos errores.

tiempo y (ii) medición de la duración. Por ejemplo, la duración de un proceso o la distancia temporal entre dos sucesos. Lo mismo sucede con la medición, esta vez espacial, de la posición, por un lado y de la longitud, por el otro. Un cuerpo, o más exactamente, un punto de un cuerpo, tiene una determinada posición (en un instante dado) respecto de algún sistema o marco de referencia, que puede ser un sistema de coordenadas espaciales fijo a un punto y tres direcciones en un cuerpo rígido convencionalmente elegido. Por ejemplo, un lugar del laboratorio. Respecto de ese lugar, nuestro cuerpo tiene en ese instante una posición dada. Pero también podemos hablar de la distancia entre ese cuerpo y otro o de la longitud de una barra. En este segundo caso, el de la distancia o la longitud, no nos estamos refiriendo a una posición sino a una cantidad que no depende del sistema de referencia convencionalmente adoptado. Si hubiésemos elegido otro punto del laboratorio u otro cuerpo rígido que no fuese el laboratorio como marco espacial de referencia, no por ello sería diferente la distancia entre los dos cuerpos en ese instante ni sería diferente el diámetro del cuerpo, también en ese instante. En cambio, la posición respecto del nuevo marco sería claramente distinta.

Es claro que estamos trabajando bajo una teoría clásica no relativista. Para discutir nuestro problema no es necesario que nos internemos en los vericuetos de la Relatividad o de la Física Cuántica.

De modo que podemos ver como primer resultado, que *longitud* no es lo mismo que *posición*. La primera es una cantidad determinada y solo su medida dependerá de la unidad elegida para efectuar la medición. La medida puede ser «2» si la unidad elegida es el metro y puede ser «200» si la unidad elegida es el centímetro. Pero en ambos casos la cantidad es la misma.

En cambio, la posición espacial, cuya medida también depende de la unidad elegida, depende además, del sistema o marco de referencia convencionalmente elegido. La posición de una pelota de golf (en un cierto instante) respecto del jugador que está por pegarle, es muy diferente de la posición de la misma pelota en el mismo instante, pero respecto del hoyo donde debería caer.

Lo mismo ocurre con el *instante* o *coordenada temporal* y la *duración*. El instante es la «posición temporal» con respecto a un instante o sistema temporal inicial de referencia, que elegimos convencionalmente como instante «cero». Por ejemplo, el instante en que comenzó en Argentina el mes de marzo del año 2000, corresponde a una «posición temporal» de 10 días respecto del instante en que comenzó el día 20 de febrero del mismo año (recordemos que el 2000 es un año bisiesto), que elijo como marco inicial de referencia. Mientras mantenga ese sistema o marco inicial de referencia, el instante corresponderá a la misma cantidad de tiempo, aunque su medida pueda variar según lo mida en días, como lo hice o en horas, por ejemplo. Pero indudablemente cambiará dicha cantidad, la «posición temporal», si modifico el sistema inicial de referencia. Si tomo el comienzo del año 2000 como marco inicial de referencia, el mismo instante ahora es otra cantidad: ahora se trata de 60 días, usando la misma unidad, el día.

En cambio, si lo que mido es la duración de un intervalo temporal, por ejemplo el tiempo transcurrido desde que la pelota de golf fue golpeada hasta que cayó en el hoyo, esa duración es la misma cantidad, independientemente de que tomemos como marco inicial de referencia el instante en que comenzó marzo del año 2000, o aquél en que comenzó este año 2000. La cantidad no varía. Solo puede cambiar su medida, si elegimos otra unidad para medirla. Lo que ha variado es solo la medida, pero no la cantidad a medir. La situación del instante es homóloga con la de la posición espacial y la de la duración con la distancia o la longitud. Pero en el caso temporal el problema es más sencillo pues solo debemos lidiar con una coordenada, una dimensión, mientras que en el caso espacial tenemos tres dimensiones, lo que complica algo las cosas. De aquí en adelante solo me referiré al tiempo, que es lo que importa para nuestro problema.

No me ocuparé aquí a fondo de la epistemología y metodología de la medición del tiempo, pues no habría suficiente espacio ni tiempo disponibles. Solo he querido aclarar que nos encontramos con dos magnitudes físicas diferentes, el *instante* o *coordenada temporal*, por una parte y la *duración*, por la otra. Tales magnitudes físicas están fuertemente relacionadas, pero, justamente por eso, es muy peligroso confundir una con otra. Nos preguntamos entonces cuál es esa relación entre ambas. La duración resulta de una resta o diferencia entre instantes. Por ejemplo, la duración desde el golpe a la pelota hasta su caída en el hoyo resulta de restar la posición temporal o instante en el cual la pelota cae en el hoyo de la posición temporal o instante en el cual la pelota es golpeada. Pero caemos en un círculo vicioso al definir a la posición temporal como la duración desde el marco inicial de referencia hasta el instante considerado. De modo que para evitar la circularidad se debe elegir una de ellas como magnitud fundamental, a partir de la cual definir la otra. Y por las razones que explicaré en seguida, se elige la duración para definir el instante o posición temporal.

Dos de los motivos son los siguientes. En primer lugar, se puede encarar el problema de la medida de la duración con menos hipótesis que el de la medida del instante. Por otra parte, la duración resulta ser una magnitud extensiva y aditiva, lo que le confiere importantes ventajas sobre el instante, que no tiene ninguna de dichas propiedades.<sup>2</sup> «Extensiva» significa que si se aplica a cualquier suceso que no se prolonga a lo largo del tiempo, su valor es siempre cero, independientemente del sistema de referencia. Podemos hablar de duración cero. Y podemos hablar de duración «a», donde como dijimos antes la medida de «a» podrá cambiar si se cambia la unidad, pero la cantidad «a» no depende del marco inicial de referencia. Por otra parte, que sea «aditiva» significa que la medida de la suma

<sup>2</sup> D. Krantz, R. Luce, P. Suppes. Y Tversky, Amos, *Foundations of Measurement*, Vol. I: Additive and Polynomial Representations, Nueva York / Londres: Academic Press, 1971. Capítulos 3 y 6.

H. Miguel «Medición de variables y diseño experimental», en E. Flichman, H. Miguel, J. Paruelo y G. Pissinis (Ed.), *Las raíces y los frutos – Temas de filosofía de la ciencia*. Buenos Aires: Editorial CCC, División Gráfica, 1999.

H. Miguel. *El universo de la física – un juego de la mente con la naturaleza*, Buenos Aires: Editorial El Ateneo, 1997. Capítulo 3, sección 3.

física de dos duraciones es igual a la suma matemática de sus medidas respectivas. Claramente, y contrariamente a la duración, el instante no es una magnitud extensiva ni tampoco aditiva.

### 3- El fin del siglo, el fin del milenio

Volvamos ahora a nuestro problema del fin del milenio. Tracemos una recta que represente la coordenada temporal. Ubiquemos el instante «cero» convencionalmente como el comienzo de la Era Cristiana, independientemente de que coincida en la realidad o no con el comienzo del día en que se efectuó la circuncisión de Cristo en Belén, es decir, su bautismo judío. Nada tiene que ver nuestro problema con el hecho de que *realmente* ese hecho haya ocurrido o no en el día que tomamos como comienzo de la Era Cristiana. Es un instante que elegimos convencionalmente como origen de nuestro sistema temporal de referencia y que elegimos de tal modo que la duración, desde ese instante hasta terminar el año 1999 en Belén, sea de 1999 años. Entonces, en primer lugar, hemos dejado de lado los argumentos acerca de que el día en que Cristo fue circuncidado no fue ese sino otro, incluso con varios años de diferencia. El origen o marco inicial de referencia es convencional.

Lo que está claro es que, a partir de esa convención, ubicamos los sucesos ocurridos antes de dicho instante con la mención «antes de Cristo» y los ocurridos luego de dicho instante, como «después de Cristo». También se usan los números negativos para el primer caso y los positivos para el segundo, sin necesidad de mencionar a Cristo. Por supuesto, el instante «cero» es aquel en el que comienza el primer día «después de Cristo», es decir, es aquel en el que comienza el día 1 del mes 1 (enero) del año 1, de la primera década, del primer siglo, del primer milenio después de Cristo. Nada tiene que ver todo esto con el hecho de que sólo mucho después se haya comenzado a contar de esa manera.

Una de las típicas controversias comienza con la idea de que luego del instante «cero» existió un año completo que fue el año «cero». Y que recién después comenzó el año 1. Obviamente esto también es una cuestión de convención. Pero cuando se creó nuestro actual calendario se usó la convención más útil. A partir del instante «cero» comenzó el año uno. Explicaré por qué considero que fue la convención más útil. En primer lugar, porque entonces también habría que haber convenido en llamar al primer año antes del instante «cero», año «cero» y recién antes del año cero habría estado el año uno antes de Cristo. Pero entonces habríamos tenido dos años cero: el año «más cero» (+ 0) y el año «menos cero» (- 0). Cosa realmente difícil de deglutir para un matemático, que necesitaría generar una aritmética especial para ese calendario. El número «cero» no es positivo ni negativo. Si no se colocara el año (- 0) habría una asimetría inaceptable entre el pasado y el futuro a partir del instante inicial. Con lo cual se recuperaría la simetría eliminando también el año (+ 0). Y así ocurrió, se aceptó la convención más útil, puesto que el primer año después de Cristo fue el año uno (obsérvese la incongruencia de llamar «año cero» al primer año). Con lo cual al finalizar el año número nueve, habían pasado nueve

años desde el instante cero. No había pasado una década. Fue cuando terminó el año 10 cuando pasó una década. Y, por los mismos motivos, terminó el siglo I cuando terminó el año 100 y no el 99. Terminó el siglo II cuando terminó el año 200, no el 199. Y terminará el siglo XX cuando termine el año 2000 y no el 1999 que acaba de terminar. Del mismo modo, el primer milenio terminó cuando terminó el año 1000 y no el 999 y el segundo milenio se acabará cuando se acabe el año 2000, no el 1999. En ese momento comenzará el famoso tercer milenio, junto al comienzo del siglo XXI.

Así quedan descartadas otras explicaciones erróneas de por qué no comenzó el tercer milenio el 1 de enero del 2000. Dichas explicaciones plantean que los occidentales no conocían el número «0», que fue traído por los árabes, que a su vez lo habían adquirido de la civilización Hindú. Que como no conocían el cero, comenzaron con el uno y que por eso no está comenzando ahora el tercer milenio. El error se debe a la confusión entre instante y duración. Vimos que el instante es una cantidad que cambia con el marco inicial de referencia y por lo tanto su valor es convencional. Es una magnitud física no extensiva. Pero la duración, que es lo que a nosotros nos interesa aquí, es una magnitud extensiva, que no varía con el marco inicial de referencia. Cuando hablamos de un milenio o de un siglo o de una década o de un día, hablamos de una duración, una extensión temporal, no un instante. Por lo tanto, la duración medida en años desde el instante cero hasta el comienzo del año 2000 es de 1999 años. Y esa cantidad es extensiva, no es convencional, no la cambia ninguna convención. Si se corriese el instante cero (marco inicial de referencia) 300 años hacia el pasado manteniendo nuestro calendario, como lo que nos interesa no es el tiempo transcurrido desde el instante cero sino desde el instante correspondiente a un momento objetivo —que puede ser o no el comienzo del día de la circuncisión de Cristo, pero que es un momento fijo— la duración desde ese momento hasta la noche del festejo seguirá siendo de 1999 años. Y 1999 años no forman un número exacto de milenios ni un número exacto de siglos ni un número exacto de décadas. Más aun, si se hubiese decidido comenzar con el primer año después de Cristo denominándolo «año cero», entonces, como la cantidad de años transcurrida sigue siendo de 1999 años (dado que hablamos de duración, no de instante), sólo que la denominación de cada año habrá cambiado: el año 1 se llamará «cero», el año 2 se llamará «uno», el año 1999 se denominará «1998», con lo cual igualmente el comienzo de la nueva década, del nuevo siglo, del nuevo milenio, habría ocurrido al comenzar el próximo año, que sería sí en ese caso, el año 1999, que es el mismo que denominamos con nuestro sistema: «2000».

Sin embargo, algo importante ha ocurrido el pasado fin de año. Y ese algo merece los festejos y celebraciones que se hicieron. La denominación de los años ha cambiado de un primer dígito (contado desde la izquierda) «1» a un primer dígito «2». Y en ese caso sí ha transcurrido un milenio. Se comenzó a usar el primer dígito «1» al comenzar el año 1000, es decir, cuando faltaba un año para terminar el primer milenio. Por lo tanto ha transcurrido un milenio: un año del primer milenio, el año 1000 y 999 años del segundo milenio. Es decir, han transcurrido 1000 años, celebración digna de ser festejada por seres, como lo somos los humanos, a quienes nos satisface ritualmente conmemorar la muerte y el

nacimiento, en este caso la muerte del primer dígito «1» y el nacimiento del primer dígito «2». Cuando termine este año tendremos la oportunidad de conmemorar otras muertes y otros nacimientos: la muerte de la década, del siglo XX y del segundo milenio y el nacimiento de una nueva década, del siglo XXI y del tercer milenio.

Otro punto: no se crea que en todos los casos se ha sido igualmente coherente. Al menos en las ciudades grandes, como Buenos Aires, cuando un bebé está en su primer año de vida, a nadie se le ocurriría decir que tiene un año. Tampoco se dice que tiene cero años. Se mide el tiempo en meses. Pero durante el primer mes, nadie dice que el bebé tiene un mes, a pesar de que está en el primer mes. Tampoco se dice que tiene cero mes. Se mide en días. Y así sucesivamente. Se habla convencionalmente de tiempo cumplido, sin importar el excedente, salvo cuando se usa el «y medio».

Hablé de las grandes ciudades porque habitualmente en el campo la costumbre suele ser diferente. Cuando un bebé tiene menos de un año cumplido, se dice que «va para el año» y cuando tiene trece años cumplidos se dice que «va para los catorce». En ese sentido la costumbre se asemeja más a la que usamos para los días, meses, años, décadas, siglos y milenios. Por ejemplo, el 4 de febrero es el día durante el cual solo han transcurrido tres días y algo del mes de febrero. Lo mismo para los meses, cuando se usan números para designarlos. Y lo mismo para los años, décadas, siglos y milenios. En el curioso caso de las semanas, los días suelen tener nombres y además las reglas dicen que el primer día es el domingo, pero el uso hace que lo sea el lunes. En la lengua portuguesa es aun más conflictivo. Pero no me ocuparé de ello.

Lo que también es curioso es que para las horas, minutos y segundos se usa el sistema que ha sido descartado para los días, años, siglos y milenios. Es fácil recordar cuando se dice: «cero horas, tres minutos, diez segundos».

Finalmente diremos que tampoco se ha tomado en cuenta que cualquier año nuevo se festeja en la medianoche del lugar del festejo. Lo cual corresponde a tiempos diferentes. Una correcta, pero no útil medición del año nuevo debería tener en cuenta que si era medianoche en Belén, en ese momento era mediodía en otros lugares y más temprano o más tarde en otros. Indudablemente es más agradable, aunque menos exacto, festejar el año nuevo a medianoche, sin importar que ya se festejó hace varias horas en otros lugares y que se festejará dentro de varias horas en otros.