

# LAS ESCALAS DE TIEMPO EN EL UNIVERSO

**Isabel Pérez**

Física Teórica y del Cosmos  
Universidad de Granada

Las escalas de tiempo presentes en nuestro día a día vienen dadas por la duración de eventos habituales, por ejemplo cuanto tardamos en ir al trabajo, el tiempo que pasamos durmiendo o cuánto tiempo pasamos esperando en la cola del banco. La percepción que tenemos del tiempo depende de la capacidad que tenemos para detectar cambios a nuestro alrededor. Por tanto, no podremos percibir cambios que sean más largos que nuestra vida y por eso a todos nos resulta muy difícil poder comprender intuitivamente el paso del tiempo a escalas mayores. Pero ¿qué pensaría, por ejemplo, la Tierra de los eventos ocurridos en el Universo desde su formación, hace ya unos 4.6 miles de millones de años? ¿percibiría cambios a su alrededor? Para empezar, en el momento del nacimiento de la Tierra ya habrían pasado casi 500 millones de años desde que el Sol comenzase a arder y habría transcurrido más de la mitad del tiempo entre el Big Bang y el momento actual. Y eso sólo es el principio...

El Sistema Solar, y con él la Tierra, tarda unos 225 millones de años en dar una vuelta alrededor del centro de la galaxia donde vive: la Vía Láctea. El tiempo que tarda en dar una vuelta completa se llama año galáctico.

La Vía Láctea es una galaxia espiral y, como en todas las galaxias espirales, la mayoría de sus estrellas y nubes de gas giran alrededor del centro en órbitas casi circulares que le dan a la galaxia un aspecto aplanado y con forma de disco. La luz emitida desde el centro de la galaxia tarda unos 23 000 años en alcanzarnos, lo que nos da una idea de dónde se encuentra el Sol respecto al centro de nuestra Galaxia.

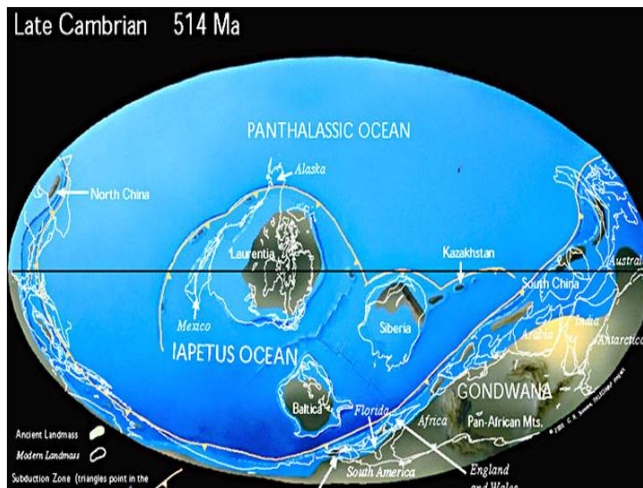
Una característica importante es que la rotación de la estrellas en la Vía Láctea no es uniforme. Al contrario que ocurre cuando hacemos girar las aspas de un molinillo en donde todas las partículas que componen el aspa se mueven con la misma velocidad, las estrellas que están más cerca del centro tardan menos en dar la vuelta a la galaxia que las estrellas que se encuentran más alejadas del centro de la Vía Láctea y por ello se dice que la galaxia tiene *rotación diferencial*. El Sol viaja con la velocidad media de las estrellas que se encuentran en su vecindario, de manera que vemos a casi todas las

Imágen en el infrarrojo de la Vía Láctea. Esta imágen incluye la luz de 500 millones de estrellas y proviene del proyecto 2MASS (<http://pegasus.astro.umass.edu/2mass.html>). La Vía Láctea contiene un total de aproximadamente 100 000 millones de estrellas

estrellas vecinas como si no se movieran. A estas estrellas y nubes de gas vecinas que se mueven alrededor de la galaxias a una velocidad similar a la nuestra se le llama *Sistema Local de Reposo*. Es curioso pensar que la luz que nos llega desde el otro lado de la Galaxia se emitió hace unos 100 000 años y que nosotros, o más bien nuestro sistema solar, tarda unos 225 millones de años en recorrer la misma distancia y esto a pesar de estar viajando en la Galaxia a la friolera de ¡792 000 kilómetros por hora!

Hemos dicho que el Sol tarda unos 225 millones de años en dar una vuelta alrededor de la Vía Láctea. En realidad 225 millones de años no son tantos para nuestra Tierra, digamos que en términos de años galácticos, nuestra Tierra ¡es una veinteañera! Pero, recorramos un poco algunos eventos que han ocurrido en la Tierra durante sus diferentes cumpleaños galácticos. Un poco después de cumplir un añito, la Luna se formó debido a la colisión de un objeto planetario del tamaño de Marte con la joven Tierra, desgarrando material de la parte externa de la Tierra para convertirse posteriormente en nuestro satélite. En el tercer año galáctico de nuestra Tierra, su corteza se solidifica y tendrá que darle casi dos vueltas más a la galaxias para que

comience, en una Tierra que ya contiene las primeras células, la fotosíntesis y de esta manera comenzar a enriquecer con oxígeno una atmósfera que hasta ese momento carecía de él y donde todo el oxígeno generado por la ruptura del vapor de agua quedaba atrapado como óxido de hierro. Para entonces ya se han formado sistemas moleculares que están envueltos por membranas, las primeras células procariontas, es decir, sin núcleo. En estas células ya existe una transmisión hereditaria a través de ARN que además actúa



Distribución de tierra en el período Cámbrico.

como catalizador de la síntesis proteica ¡todo listo para la aparición de vida más compleja! Pero no es hasta que la Tierra cumple sus 18 años que ocurre la explosión de vida del período Cámbrico en la era Paleozoica. En este período, que hará las delicias de los paleontólogos modernos, aparecen animales con esqueleto que fácilmente dejan su huella en los registros fósiles. En los últimos dos días antes del vigésimo cumpleaños de la Tierra, aparecieron los primeros homínidos.

Pero incluso para nuestra Tierra ¿hay cambios en los eventos *locales* que para ella resulten imperceptibles? La Vía Láctea forma parte de un grupo de unas 50 galaxias, que se denomina, de manera original, *Grupo Local*. Dentro de este grupo están las conocidas Nubes de Magallanes, visibles a simple vista desde el hemisferio sur, y la otra galaxia del Grupo Local de tamaño similar a la Vía Láctea: Andrómeda.



Imágen de la Nube Grande de Magallanes. NASA images C-141 KAO Imagery: Supernova 1987A (April 1987 - New Zealand Deployment) Large Magellanic Cloud; Photographer: C-141 Imagery; Date: Jun 23, 1987

Carina, Draco y Leo II son algunas de las galaxias más pequeñas del grupo Local y la luz sólo tarda en atravesarlas 500 años. Estas galaxias tan pequeñas, comparadas con los 100 mil años que tarda la luz en atravesar la Vía Láctea, se denominan galaxias enanas.



La galaxia Andrómeda. Foto cortesía de John Lanoue

La Tierra se perdió el evento en el que nuestra Galaxia quizás atrapó a las nubes de Magallanes, pero en unos miles de millones de años podría ser testigo de la fusión de la Nubes de Magallanes con nuestra Galaxia. Si las Nubes de Magallanes están realmente ligadas gravitacionalmente a la Vía Láctea. De ser así, cederían parte de su energía cinética a las estrellas de la Vía Láctea, de manera que poco a poco las nubes se van decelerando hasta que finalmente sean *comidas* por la Vía Láctea. Esta explicación

se está debatiendo en la comunidad científica científica en este momento, *preocupados* por el futuro de las Nubes de Magallanes.

Un evento que se ha predicho recientemente que podría ocurrir cerca del 30 cumpleaños de nuestra Tierra es el choque entre la Vía Láctea y Andrómeda, las dos galaxias más grandes del Grupo Local. En esta colisión nuestro Sol podría ser arrastrado hacia

Andrómeda, saliendo de su tranquila órbita alrededor del centro de la Vía Láctea y formando parte de la cola de material que se produzca como consecuencia de la interacción entre las dos galaxias. Probablemente después del final de esta interacción, el Sol se encontrará vagando en la parte exterior del halo de la *nueva* galaxia que surgirá de la fusión. Esta nueva galaxia no se caracterizará por tener la mayoría de sus estrellas en órbitas circulares alrededor del centro como le ocurre a la Vía Láctea y a Andrómeda, si no que por el contrario, sus estrellas se moverán más o menos de manera aleatoria respecto a las otras estrellas, y su forma se parecerá más a la de un balón de rugby. Este tipo de galaxias se denominan galaxias elípticas. Y a partir de este momento no podremos contar la edad de nuestra Tierra en años galácticos.



Típica galaxia gigante elíptica, M87, en el cúmulo de Virgo.

La Tierra será testigo de este evento siempre y cuando ocurra en menos de 5 mil millones de años, tiempo en el que nuestro Sol, que ya ha vivido aproximadamente la mitad de su vida en la actualidad, se convertirá en una gigante roja con un radio estimado de aproximadamente 1 unidad astronómica, es decir el radio del Sol sería la distancia desde su centro a la Tierra. Si, como hemos dicho, la Tierra formase parte de esta nueva galaxia alrededor de su 30 cumpleaños, aún le quedaría un 25% de su vida por vivir en este nuevo habitat situado en las partes externas de una galaxia elíptica.

Pero volviendo al *apetito* de nuestra Galaxia por galaxias vecinas, existen evidencias claras de que otras galaxias enanas han sufrido ya ese destino de ser comidas por la Vía Láctea. Descubierta en 1994, Sagittarius rondó demasiado cerca de la Vía Láctea y terminó

siendo canibalizada por ésta y de ella solo podemos observar los restos desgarrados que orbitan en el halo de nuestra galaxia. La fusión de esta galaxia con la nuestra ocurrió hace unos cuantos miles de millones de años, coincidiendo aproximadamente con el periodo en el se formó la Tierra.

Pero nuestra Galaxia y sus vecinas del Grupo Local no están solas. Forman parte, junto con otros 100 grupos de galaxias, del súper cúmulo de Virgo (o súper cúmulo Local). Para cruzar el super cúmulo de Virgo, la luz emplea unos 110 millones de años, 10 000 veces más que en atravesar nuestra Galaxia. Y si calculamos cuanto tardaríamos en cruzarla... ¡sería mucho más tiempo de la duración del universo desde el Big-Bang hasta ahora viajando a la velocidad de la galaxia en el cúmulo! Sólo cuando nos adentramos a las escalas de Súper-cúmulo los cambios que se producen son imperceptibles para nuestra Tierra: cualquier cambio que se produzca en una escala de unos 40 años galácticos, aproximadamente unos 9000 millones de años, resultará demasiado lento incluso para la larga vida de nuestra Tierra, en esta escala de eventos se encuentran el enfriamiento de una enana blanca, las enanas blancas son estrellas. . Las enanas blancas son el estado final de evolución de estrellas poco masivas, son muy densas y no tienen fusión nuclear en su interior, la radiación que emiten viene de la energía que tienen almacenada y no tiene manera de *recargarse*. Por esto, la enana blanca se estará

enfriando lentamente, hasta que se convierta en una enana negra que este más o menos en equilibrio térmico con sus alrededores. Este estado de las enanas blancas no se ha observado todavía, ya que no han tenido tiempo durante la edad del universo de llegar a enfriarse de esta manera.

Nos hemos dado cuenta de que nuestra Tierra ha sido testigo no solo de la aparición de la vida, si no también de muchos otros cambios que se han dado en el Universo durante su existencia y otros de los que será testigo. Y aunque nosotros nunca podremos percibir cambios a escala cosmológica nos bastan unos pocos minutos de lectura para poder intuir lo que significan.

Para saber más:

- T.J. Cox & A. Loeb, 2008, MNRAS, 386, 461
- R.A. Ibata, G. Gilmore & M.L. Irwin, 1994, Nature, 370, 194
- M. Mateo, 1998, Annual Review of Astronomy and Astrophysics, 36, 435
- Physical Universe, F.H. Shu, University Science Books, 1982