

Viaje del tiempo

NAVEGADORES Y RELATIVIDAD

Darío Valencia Restrepo

www.valenciad.com

Un sorprendente y útil adelanto tecnológico permite que los pasajeros de un vehículo se dirijan en forma segura y ágil a su destino. Se trata de los llamados navegadores que utilizan el sistema de posicionamiento global (GPS por su sigla en inglés), desarrollado por la fuerza aérea de los Estados Unidos hacia los años setenta del siglo pasado, y que en la actualidad son de uso libre para fines civiles.

Cuando se alquila un carro en dicho país, es posible mediante una modesta suma adicional incluir un pequeño aparato que proporcionará instrucciones mediante voz y un mapa digital que aparece y se desplaza en su pantalla. Basta introducir con ayuda del teclado del aparato la dirección exacta del destino (número, calle, ciudad y estado) para que de inmediato la voz proporcione información sobre el comienzo de la ruta que debe seguirse, los virajes necesarios para tomar calles y avenidas cuyos nombres se señalan, la distancia hasta los mencionados virajes y, cuando se trata de una autopista, la salida que debe tomarse y la distancia hasta la misma.

Todo lo anterior es mencionado por la voz con anticipación y reiterado cuando se acerca la novedad, a la vez que el mapa muestra el contorno de la ruta que se va siguiendo e indica claramente la distancia hasta los virajes y salidas requeridos. Si usted omite una instrucción, por ejemplo la correcta salida de una autopista, a los pocos metros del error la voz dice que va a recalcular, pues en ese momento el instrumento busca la mejor manera de llevarlo de nuevo a la ruta apropiada (de lo cual se concluye que la precisión del navegador es del orden de metros). El viajero en auto que haya intentado llegar a un sitio dentro de una gran ciudad, con ayuda de mapas y señales, agradecerá las enormes ventajas del aparato en cuestión.

De mucho interés es saber que dichos navegadores serían inútiles si no se efectúan previamente correcciones con ayuda de la teoría de la relatividad. El GPS requiere satélites que envían señales a la velocidad de la luz desde sus respectivas órbitas y que son recibidas en un punto en tierra. El conocimiento de las distancias de dicho punto a tres satélites y de las posiciones orbitales de estos satélites permite mediante triangulación conocer la longitud, latitud y altitud del punto.

Para medir las distancias, dado que se conoce la velocidad de la luz, es del caso conocer el tiempo necesario para que la señal emitida por un satélite llegue a tierra. Sendos relojes atómicos de enorme precisión, colocados en el satélite y en el punto, permitirían conocer dicho tiempo pues el satélite también indica el momento en que envía la señal. Pero resulta que el reloj del satélite no se comporta como el reloj de tierra.

Según la teoría especial de la relatividad, como el satélite tiene un movimiento relativo con respecto al punto en tierra, el reloj de aquel se moverá más lentamente que el de éste. Y según la teoría general de la relatividad, el reloj de tierra se moverá más lentamente que el del satélite ya que se encuentra en un campo gravitatorio más fuerte que el correspondiente al reloj del satélite (el punto en tierra está más cerca del centro

del planeta que el satélite). Al combinar los dos efectos relativistas, se encuentra que el reloj del satélite se adelantará aproximadamente 38 microsegundos por día con respecto al reloj de tierra. Se ha demostrado que si no se efectúa esa corrección (y otras menores no mencionadas aquí), los datos del GPS conducirán a errores crecientes en el tiempo que harían impráctico el navegador. Lo que suele hacerse es alterar anticipadamente en tierra el reloj atómico del satélite, de modo que se atrase en la cantidad anterior, para que luego en el satélite marque igual tiempo que los relojes de tierra.

Es de máxima importancia comentar que si los relojes de tierra y del satélite marcan el mismo tiempo, después de hacerse la corrección basada en cálculos derivados de aplicar la teoría de la relatividad, estamos ante una comprobación más de dicha teoría dentro de pequeños márgenes de error. Así mismo, ha sido posible verificar un principio fundamental de la teoría de la relatividad que señala la constancia de la velocidad de la luz para todos los observadores: la velocidad de las señales enviadas por los diferentes satélites es la misma desde todos los satélites hacia todas las estaciones de tierra, en todo momento y en todas direcciones, dentro de un margen de error igual a más o menos 12 metros por segundo (recuérdese que la velocidad de la luz es aproximadamente igual a 300.000 kilómetros por segundo).

Algunos consideran que la teoría de la relatividad es algo ajeno a nuestra vida, sin ningún efecto práctico, y solo útil para especulaciones de matemáticos, físicos y cosmólogos interesados en el origen y evolución del universo. Habría que comenzar por decir que cuando Einstein pone de presente que el tiempo y el espacio no son absolutos, ni independientes entre sí, introduce una revolución en nuestra visión del mundo de alcances similares a la copernicana. Y es de esperar que los pragmáticos o los escépticos queden convencidos de la vigencia y aplicación concreta de la teoría cuando se enteren de la existencia y los resultados del maravilloso instrumento presentado aquí en forma somera.

Periódico El Mundo
Medellín, Colombia, 23 de marzo de 2009