

¿Cómo funciona el GPS?

Recurriendo al GPS, un sistema compuesto por una constelación de satélites y receptores de señales satelitales, cualquier persona puede saber en todo momento y con alta exactitud en qué punto geográfico del planeta se encuentra.

Diego entró al aula y vio que casi todos sus alumnos de 5° año de secundaria caminaban y saltaban ágilmente entre las filas de bancos, con la vista fija en la pantalla de sus celulares. Mientras les pedía que se sentaran, suspiró y pensó: “¡No es fácil dar clases de Física las dos primeras horas de los lunes!”

-¡Chicos, por favor, guarden los teléfonos y saquen la carpeta! Tenemos que repasar temas de examen: ondas, tiempo, frecuencia y otros.

Como las risas y los movimientos con los celulares continuaban, intrigado preguntó el porqué de tanta agitación.

-El sábado mi hermano mayor vino a comer a casa —le respondió Daniela, mientras apagaba su *smartphone*— y me contó sobre el *Pokemon Go*, un videojuego del que era fanático cuando salió, en 2016. Lo buscamos en la web y la *app* seguía estando vigente. Lo probé y ¡me encantó! Así que se lo comenté a mis amigos y casi todos se entusiasmaron. Ahora hace dos días que estamos “cazando pokemones” por todo lados.

Terminó de sacar sus apuntes y notó que los chicos seguían sin prestarle atención. Entonces tuvo una idea.

-¿Así que les gusta el *Pokémon Go*? Yo también lo he jugado. Bueno, vamos a aprovecharlo para repasar.

¿Saben por qué pueden jugarlo en sus celulares? Gracias a que estos traen un chip especial, un receptor de señales satelitales, que también les sirve para ubicarse con los mapas del celular, buscar cómo llegar a una dirección o pedir un servicio de transporte como Uber. —Y aprovechando que los ejemplos de uso lograron atraer la atención de la clase, continuó con la explicación:

-Durante siglos, para poder ubicarse, los viajeros debían observar las estrellas o la posición del Sol, hacer cálculos matemáticos y consultar cartas y mapas. Finalmente lograban determinar su posición en forma aproximada, pero suficiente para navegar o viajar. Hoy, con los sistemas de navegación satelital las cosas son mucho más simples, rápidas y, sobre todo, exactas.

GPS: Sistema de posicionamiento global

El término genérico correcto para describir cualquier sistema de navegación por satélite con cobertura global es Sistema Global de Navegación por Satélite o GNSS (siglas del término en inglés¹).

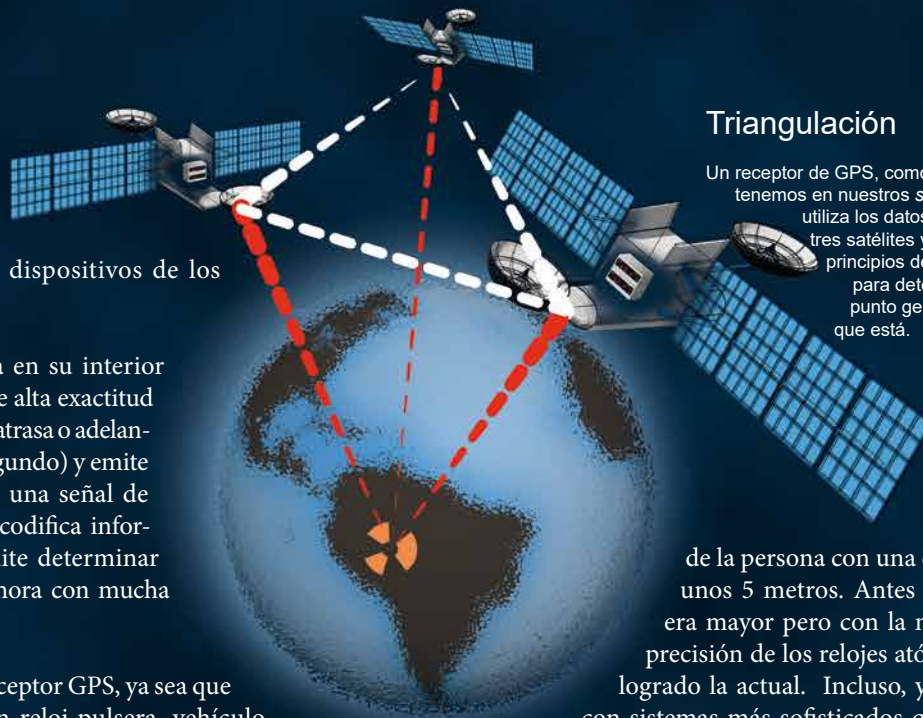
El GPS es el sistema que diseñó Estados Unidos; es el más famoso y uno de los más utilizados en el mundo. La sigla obedece al nombre completo, que traducido al español es *Sistema de Posicionamiento Global*.

Pero hay otros: el *GLONASS*, desarrollado por Rusia; el *GALILEO*, cuyos responsables son los países de la Unión Europea; y el *BeiDou* de China. Hay dos sistemas más que están en desarrollo pero son de alcance regional: el de Japón (*QZSS*) y el de la India (*IRNSS - NAVIC*)

El sistema GPS, al igual que los otros, consiste básicamente de una constelación formada por 24 satélites que orbitan la Tierra dos veces por día a unos 20 000 kilómetros de la superficie terrestre, a los que se suman algunas estaciones ubicadas en diferentes puntos de la Tierra (que sirven para hacer el monitoreo y el control de la red) y los receptores

Relojes atómicos de cesio que son mantenidos por el equipo profesional del Instituto Nacional de Metrología de Argentina -INTI.
(Fotos cedidas por INTI)

¹ Global Navigation Satellite System



Triangulación

Un receptor de GPS, como el que tenemos en nuestros *smartphones*, utiliza los datos de al menos tres satélites y aplica principios de geometría para determinar el punto geográfico en el que está.

de señales en los dispositivos de los usuarios².

Cada satélite lleva en su interior un reloj atómico de alta exactitud (cada 100 mil años atrasa o adelanta no más de un segundo) y emite permanentemente una señal de radio propia, que codifica información que permite determinar su ubicación y la hora con mucha exactitud.

Por su parte, un receptor GPS, ya sea que funcione desde un reloj pulsera, vehículo, barco o *smartphone*, es capaz de recibir estas señales y utilizarlas para calcular, en pocos instantes, la ubicación exacta del dispositivo sobre cualquier lugar de la Tierra en el cual sea posible recibir señales satelitales.

-¿Y cómo lo hace? —gritó Marcos desde el fondo del aula.

-En esencia, calcula la distancia exacta que lo separa de cada satélite en base a la cantidad de tiempo que tarda en recibir esa señal—contestó Diego. ¿Se acuerdan que cuando estudiamos ondas electromagnéticas vimos que "viajan" a la velocidad constante de la luz, y que ésta en el vacío es de alrededor de 300 000 km/s? Bueno, el receptor usa ese número; aunque corregido, porque entre el satélite y nosotros está la atmósfera y la velocidad de la luz se altera levemente. Para compensar esa situación incluye en su análisis el índice de refracción de la atmósfera y así logra un cálculo más exacto.

Aprovechando que había captado la atención de los alumnos, también les recordó la fórmula que relaciona a la velocidad con la distancia dividida por el tiempo. Y como la velocidad (de las ondas electromagnéticas) es constante, si se logra determinar correctamente el tiempo que tardan en viajar desde el satélite hasta el receptor, es posible deducir la distancia entre ambos.

-Por otra parte —continuó— el dispositivo receptor capta las señales de varios satélites en forma simultánea. Combinando los datos de un mínimo de tres, ya puede aplicar principios de geometría para determinar el punto geográfico en el que está. Además, normalmente suele recibir más datos de otros emisores y los combina para mejorar todavía más el control del tiempo que tardan las señales en llegar y la hora, de manera que se puede mejorar la ubicación exacta del receptor.

Así, analizando el tiempo y la frecuencia de estas señales, un receptor GPS comercial ya logra obtener la ubicación

de la persona con una exactitud de unos 5 metros. Antes la exactitud era mayor pero con la mejora de la precisión de los relojes atómicos se ha logrado la actual. Incluso, ya contamos con sistemas más sofisticados que nos permiten afinar aún más los resultados y nos ubican con un error de posición sobre la Tierra de menos de un metro —afirmó el profe.

Diego vio que algunos ya encendían nuevamente su celular. Ojeó su reloj, y como aún quedaban unos minutos de clase prosiguió:

-Los sistemas como el GPS no sólo sirven para jugar o para buscar cómo llegar a un lugar usando los mapas digitales. Hoy el mundo productivo atraviesa un profundo proceso de transformación digital que alcanza a todas las actividades. Y los dispositivos capaces de geo-localizar en detalle también encuentran cada vez más usos.

Se están comenzando a usar en el campo, en la llamada "agricultura de precisión", que mejora la productividad y el rendimiento al permitir un uso automatizado de tractores y cosechadoras. Por otro lado, también hay aplicaciones para la ecología y se pueden emplear receptores portátiles para rastrear los desplazamientos de ejemplares en peligro de extinción. Incluso en el deporte de alto rendimiento, ya que hasta puede ayudar a los golfistas a mejorar sus golpes.

-¿Puede ser, profe, que esos sistemas hagan funcionar los vehículos autónomos? —preguntó Marcela. Y agregó: Mi papá volvió hace unos días de Canadá y contó que entre las terminales del aeropuerto los pasajeros se trasladaban en un bus que no tenía conductor.

-Así es —afirmó Diego. Y hay mucho más....

Pero justo cuando iba a seguir enumerando los usos futuros del GPS, sonó el timbre y todos los alumnos salieron corriendo al recreo, con sus celulares ya listos para seguir cazando pokemones.

AUTOR: ENRIQUE GARABETYAN (ARGENTINA).

² El *Bei-Dou* tiene 35 satélites, el *GLONASS* tiene 27 y *Galileo* 30.

Ilustraciones: Alberto Parra del Riego