PRIMER CAFÉ CIENTÍFICO- 12 de junio de 2013

LA REVOLUCIÓN DEL GPS: más allá de orientarnos en la calle

GPS es ya una sigla que forma parte de nuestros diálogos y de nuestra vida diaria. Pero, ¿qué hay detrás del Sistema de Posicionamiento Global? ¿Qué razones lo han hecho tan popular? ¿Un éxito sin competidores?

Sus orígenes y las bases fundamentales de su funcionamiento. Sus múltiples, sorprendentes y desconocidas aplicaciones que superan con creces las del mero navegador que nos ayuda a orientarnos con el auto y a encontrar el delivery más cercano una noche de sábado.

Junto con Adriana Vescovo - café de por medio - descubrimos los secretos de esta nueva tecnología que literalmente mueve usuarios y mercados de miles de millones de dólares en todo el mundo.

Expositora:

ADRIANA VESCOVO: Geógrafa y docente. Especializada en comunicación y divulgación científica. Son temas de su especial interés la relación entre Naturaleza, Tecnología y Sociedad; y los desafíos del desarrollo humano sustentable. En el ámbito público, es responsable del Departamento de Proyectos del Instituto Geográfico Nacional (IGN). En el sector privado, desarrolla temáticas ambientales en las áreas de prensa, educación, comunicación, y asesoría en proyectos locales, y de cooperación internacional. Becaria de la Universidad de Génova, basó su trabajo en semiología del paisaje. Participa como representante argentina en conferencias y congresos nacionales e internacionales de su especialidad vinculados a energía, cambio climático, producción forestal, y estandarización de nombres geográficos. Es socia del Club Europeo desde 2008 y participa activamente en la Subcomisión de Ciencia, Tecnología y Ambiente.

GUÍA DE TEXTOS

Manteniendo su ordenamiento numérico, se desarrollan a continuación los principales conceptos bases desarrollados a partir de cada diapositiva. Se incluye un * () cuando ese tema se amplía en otra dispositiva, número que se incluye entre los paréntesis. Los conceptos son sólo una síntesis. Quien desee recordar o ampliar los contenidos, puede consultar las fuentes que se citan al final de este documento o enviar un correo a la expositora a alguna de las siguientes direcciones: adriana.vescovo2012@gmail.com o amvg@arnet.com.ar

DIAPOSITIVA 1: PRESENTACIÓN

DIAPOSITIVA 2: SIGNIFICADO

- El Sistema de Posicionamiento Global (GPS, por sus siglas en inglés) es sólo uno de los sistemas actuales de posicionamiento a partir del uso de satélites artificiales.
- Sin embargo, como ocurre con otros objetos de nuestra vida diaria, en este caso también utilizamos la denominación del más difundido de ellos para aplicarla como sustantivo general de todas sus versiones. (como en “curita”, “gillette”, “scotch”, etc)
- Los sistemas globales de navegación por satélite (GNSS, por sus siglas en inglés) están destinados a determinar -con un alto nivel de precisión-*(3) y (19) coordenadas espaciales de puntos ubicados en cualquier lugar del planeta, estáticos o dinámicos respecto de un sistema de referencia mundial, en cualquier momento del día.
- En resumen, el objetivo de todo Sistema de Posicionamiento Global es determinar coordenadas espaciales en forma continua, global y precisa. Ofrece también información sobre la altura, si bien referida a un plano diferente al del nivel del mar*(18)
- El GPS es actualmente el sistema de posicionamiento global más preciso y de uso más extendido.

DIAPOSITIVA 3: COMPONENTES

- El Sistema GPS está integrado por 3 componentes: el espacial; los de control y el correspondiente al usuario.
- La obtención de las coordenadas se basa en la interacción entre estos 3 componentes.
- Esencialmente, a partir de la determinación de la distancia entre los satélites y el receptor, mediante señales emitidas por los satélites.
- En términos resumidos, esta distancia se obtiene a partir de la medición del tiempo que tarda la señal en recorrer la distancia satélite-receptor.
- Debido al uso de “relojes atómicos” de altísima precisión, el error de dicha medición no excedería las 2 centésimas de milímetro. A nivel del cálculo de tiempo, se calcula un error de 1 segundo en 30.000 años.
- Gracias a continuos avances tecnológicos, actualmente este sistema genera determinación de coordenadas con una precisión de menos de 10 metros en el sentido horizontal y de unos 15 metros en la vertical* (18)

DIAPOSITIVA 4: COMPONENTE ESPACIAL DEL GPS

- El componente espacial del GPS en pleno está integrado por un conjunto o “constelación” de 24 satélites. Los mismos giran alrededor de la Tierra en 6 planos, con 4 satélites en cada uno.
- El número de satélites puede variar, ya que en ocasiones puede verse superado por aquellos que se envían como futuros reemplazos. La vida útil de los satélites ha ido aumentando, siendo actualmente de alrededor de 15 años.
- La órbita de los mismos se encuentra a una altura de más de 20.000 kilómetros de la superficie terrestre. Para tomar dimensión de este valor, podemos pensar que un avión vuela a 10 km de altura; satélites de observación terrestre como el LANDSAT se desplazan a unos 700 km; y

satélites meteorológicos y de comunicaciones, superan a los del GPS, con una altura de más de 30.000 km.

DIAPPOSITIVA 5: COMPONENTE CONTROL

- Este segmento del sistema tiene como objetivo el control de la órbita y posición de los satélites y su posible corrección; el control y sincronización de los “relojes” de a bordo; y la transmisión de la información procesada a cada satélite.
- Se apoya en una Estación Maestra y 10 Estaciones de Monitoreo ubicadas en puntos estratégicos de continentes y océanos, tal como se muestra en el planisferio.
- La Estación Maestra se encuentra en la Base de la Fuerza Aérea Schriever, en Colorado, EEUU.
- Las 10 Estaciones de Monitoreo se localizan en: Colorado Spring (América del Norte); Isla Ascensión (Océano Atlántico Sur); Isla Diego García (Océano Índico); Isla Kwajalein (Océano Pacífico Occidental); Is. Hawaii (Océano Pacífico Oriental); Quito y Buenos Aires (América del Sur); Hermitage (Europa); Bahrein (Golfo Pérsico, Asia); y Smithfield (Australia).
- La Estación de Monitoreo Buenos Aires se encuentra en la sede IGN cercana a la Estación Miguelete del FCBM, Partido de General San Martín, Provincia de Buenos Aires.

DIAPPOSITIVA 6: COMPONENTE USUARIO

- Instrumentos que permiten recibir y procesar las señales emitidas por los satélites.
- Incluyen una antena y un receptor.
- Según su nivel de precisión y aplicación*(11 a 19) se pueden clasificar en: Geodésicos, Topográficos y Navegadores.

DIAPPOSITIVA 7: LA HISTORIA CIENTÍFICO-TECNICA: UNA CADENA DE FAVORES

- El desarrollo de los Sistemas de Posicionamiento Global es el resultado de la evolución de la ciencia y de la tecnología a lo largo de toda la historia de la humanidad.
- Si vamos a los antecedentes más antiguos y revolucionarios, podríamos citar: a la escuela de Pitágoras y su “*Música de las Esferas*” (Grecia, siglo VI AC), casi una secta mística que intuyó una Tierra esférica girando en el espacio. A Eratóstenes (Alejandría, siglo II AC) que apoyado en conceptos de trigonometría y astronomía, calculó la circunferencia terrestre. O a Aristarco (Grecia, siglos III-IV AC) que propuso la teoría heliocéntrica, casi 18 siglos antes que Copérnico.
- Sería interminable la lista de aportes científicos y tecnológicos que desde las ciencias físicas, matemáticas, la astronomía, la geodesia, hasta la actual informática permitieron- en un entorno socio-económico, cultural y geopolítico favorable, llevarnos a las puertas y al desarrollo del GPS.

DIAPPOSITIVA 8: ORÍGENES DEL GPS

- Antecedentes: TRANSIT (1965) iniciado por los Departamentos de Defensa y Transporte de los EEUU y la NASA a fin de desarrollar un sistema basado en satélites, para determinar la posición de submarinos y barcos.

- No cumplía plenamente los requisitos de globalidad, continuidad y precisión. Permitía un acceso intermitente y un error de 250 metros.
- Contexto: guerra fría, carrera espacial. La ex URSS tenía un sistema similar.

DIAPPOSITIVA 9: NACE EL GPS

- Lanzados al objetivo de dejar atrás a la ex URSS, se diseña un sistema de 24 satélites en órbita media que dieran acceso a una cobertura global y continua.
- Objetivo: netamente militar: lograr un sistema estratégico de posicionamiento de vehículos y armamentos a bajo costo.
- Iniciativa, financiamiento y desarrollo a cargo del Departamento de Defensa de los EEUU.
- Se lanza un primer satélite en 1978, con un plan a 8 años.
- 1983: Se logra la fase operativa inicial del GPS.

DIAPPOSITIVA 10: LAS RAZONES DEL ÉXITO

- 1984: EEUU ofrece el primer uso restringido del GPS al ámbito civil.
- Se amplía el uso militar al uso civil irrestricto.
- El 80% de la información que manejamos tiene localización en el espacio.
- Esta característica permite incluirla en numerosos sistemas informáticos.
- El uso civil del GPS sobrepasa rápidamente al uso militar, compensando su acceso libre y gratuito a partir de un mercado millonario basado en sus múltiples e importantísimas aplicaciones.
- Comienza la fabricación privada de receptores.
- El GPS es el sistema de posicionamiento actual de mayor precisión de alcance global.

DIAPPOSITIVA 11: USOS CONVENCIONALES DEL GPS

- Transporte de todo tipo en un mercado creciente de uso.
- Marítimo: más del 90% en embarcaciones deportivas. Otros: pesqueros, plataformas petroleras, buques mercantes, petroleros, dragas, etc. (más de 50 millones de embarcaciones)

DIAPPOSITIVA 12: USOS CONVENCIONALES DEL GPS (cont.)

- Transporte Aéreo (complementado con otras tecnologías)
- Transporte Terrestre: de todo tipo: buses, automotores privados, camiones, (más de 500 millones de vehículos) trenes, subterráneos, etc.

DIAPPOSITIVA 13: USOS CONVENCIONALES DEL GPS (cont.)

- Búsqueda de vehículos.
- Deportes y recreación: senderismo, montañismo, ciclismo, golf.

DIAPPOSITIVA 14: OTRAS APLICACIONES

- Salvataje: asociado a equipos personales permite la localización de personas en circunstancias especiales de riesgo como avalanchas, accidentes aéreos, de embarcaciones, etc.
- Agricultura de precisión: asociado al tractor y aplicado a otras tecnologías informáticas, el GPS se une a esta nueva era en el manejo de los campos. Permite tener en cuenta variables como características y composición del

suelo, semillas, fertilizantes, agua y combustibles para lograr un uso y producción más eficientes.

DIAPPOSITIVA 15: OTRAS APLICACIONES

- Manejo inteligente de la actividad forestal: incluido a sistemas de información geográfica, permite la localización y caracterización de individuos, seguimiento del crecimiento, plagas, manejo de incendios mediante ubicación de caminos de más rápida entrada y salida de vehículos de control, planificación de cortes y podas, contabilidad forestal, etc.
- Manejo inteligente de los servicios públicos: planificación del diseño y localización de averías en redes eléctricas, de agua, gas, telefonía, etc.

DIAPPOSITIVA 16: OTRAS APLICACIONES

- Catástrofes: localización para el mapeo, monitoreo y manejo de situaciones de riesgo y rescate en catástrofes naturales como huracanes, terremotos y volcanes, tsunamis, etc.
- Geodésicas: determinación de puntos para la planificación, diseño y determinación de redes de apoyo a la cartografía de precisión. La utilización del GPS generó una verdadera revolución en la actividad geodésica y cartográfica mundial. Permite la actualización y ampliación de las redes de apoyo, esencialmente dando agilidad a tareas que en otras épocas requirieron importantes inversiones de dinero y tiempo. Everest, el ingeniero británico que fue designado en India para esa tarea, necesitó alrededor de 7 años para realizar la triangulación del país, de Norte a Sur, en una red de más de 2.500 km de longitud. Epopeya que le valió el título de Caballero, otorgado por la Reina Victoria en 1861 y el bautismo -en su honor- de la cumbre más alta del planeta.

DIAPPOSITIVA 17: OTRAS APLICACIONES

- La aplicación del GPS también significó una revolución en la cartografía de precisión de Argentina, que ya contaba con más de 30.000 puntos calculados sobre 64.000 km de líneas de sus redes de triangulación.
- Cambió el uso y transporte de antiguos y pesados teodolitos y dio agilidad a las largas y difíciles campañas anteriores en los más recónditos rincones del país: cruce de ríos, altas montañas, temperaturas extremas, salares, desiertos, vegetación densa o espinosa, etc.

DIAPPOSITIVA 18: OTRAS APLICACIONES

- Medición de alturas: Cartografiar por medios tradicionales el Cañón del Colorado llevó más de 7 años.
- El GPS permite también obtener la componente de altura de los puntos que localiza. Sin embargo, debido a que utiliza otro plano de referencia diferente al nivel del mar (plano sobre el que se calculan las alturas y profundidades del planeta) la medición requiere cálculos complementarios y correcciones.
- Mediante el uso del GPS se obtuvo recientemente una nueva medición para la altura del Cerro Aconcagua, que con sus 6.960,8 metros snm es la cima continental más alta de América y del hemisferio occidental.
- En el Cerro Aconcagua se localiza, como parte de este programa, la estación GPS de monitoreo permanente más alta del mundo.

- En este verano también se instalaron dos estaciones GPS de monitoreo permanente en la Antártida.

DIAPOSITIVA 19: OTRAS APLICACIONES

- Medición del desplazamiento y deformación de las placas tectónicas: todas estas estaciones de GPS de monitoreo permanente, dado el altísimo nivel de precisión del instrumental que utilizan, permiten detectar al milímetro los movimientos de la corteza terrestre.
- Estos cálculos tienen una enorme significación tanto desde la ciencia geológica pura, como por su aplicación en el estudio y previsión de ocurrencia de sismos y fenómenos volcánicos.

DIAPOSITIVA 20: EL GPS NO ESTÁ SOLO

- Era difícil de imaginar que una tecnología con tantas aplicaciones militares y civiles no despertara a la competencia.
- Esencialmente a fin de evitar la dependencia de un sistema que maneja el Departamento de Defensa de los EEUU, otros países han desarrollado o se encuentran desarrollando sistemas de posicionamiento satelital.
- Actualmente se encuentra en funcionamiento el GLONASS (sistema ruso); y se encuentran en desarrollo los sistemas europeo GALILEO, el chino y el de India.
- Sus principales diferencias radican en los niveles de precisión, de continuidad de operatividad y de cubrimiento.

DIAPOSITIVA 21: GPS: SON TODAS VENTAJAS?

- Luego de haber recorrido la historia, características y tan increíbles aplicaciones del GPS, parecería inútil preguntarse acerca de sus posibles desventajas.
- Sin embargo, Olivier Le Carrer, navegante, usuario y escritor francés sobre estos temas, tiene otra respuesta: "que esta pequeña caja milagrosa, con sus chips y sus pixeles, le arrebató de pronto la mejor de las razones para hacerse a la mar (perderse un poco...) y el gozo de practicar un arte ancestral que lo vincula con los pioneros de siglos pasados."

DIAPOSITIVA 22: HOMENAJE

- Así, inspirada en Olivier, me gustaría terminar esta presentación, compartiendo un homenaje a los desarrolladores y usuarios del GPS, pero también a los que disfrutan y tienen la capacidad de navegar como los antiguos, guiados por las estrellas; a quienes en el Ártico aún no han perdido la capacidad de sus ancestros y son capaces de distinguir la ruta correcta entre los mil blancos del hielo: blanco nube, blanco gota, blanco copo...; y a los que en el desierto, saben encontrar el camino en medio de dunas sin horizonte y en permanente movimiento.

MUCHAS GRACIAS!!

ADRIANA VESCOVO

Comentarios y consultas: adriana.vescovo@gmail.com
amvg@arnet.com.ar

PRINCIPALES FUENTES SUGERIDAS

DE DIFUSIÓN GENERAL:

- ✓ BÄR, Nora. (2003) *Santiago de Chile se acerca a Buenos Aires, Utilizando tecnología GPS, los científicos registraron movimientos hacia el Este de entre 6 y 9 milímetros anuales*, en LA NACIÓN, Martes, 15 de julio.
- ✓ BRYAN, C.D.B. (1993) *The National Geographic Society. 100 Años de Aventuras y descubrimientos*, Barcelona. Ediciones Folio.
- ✓ CLARK, John O. E. (editor) (2006) *Joyas de la cartografía. 100 ejemplos de cómo la cartografía definió, modificó y aprehendió el mundo*. Parragon Books Ltd. Barcelona.
- ✓ DRAGHI, Cecilia. (2002) *Cada año, la Argentina y Chile están 19 milímetros más cerca*, en LA NACIÓN, 10 de octubre.
- ✓ INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL (IGN): www.ign.gob.ar /Historial de novedades. Consultado mayo –junio 2013.
- ✓ LE CARRER, Olivier (2007) *Océanos de papel. Historia de las cartas de marear, de los antiguos periplos al GPS*. Editorial Juventud. Barcelona
- ✓ MARTÍNEZ DE RITUERTO, Ricardo. (2011) *Europa lanza a Galileo contra el GPS*, en EL PAÍS, jueves 20 de octubre. Sociedad, vida & artes, pág 26.

TÉCNICAS:

- ✓ Geoinformación. Revista sobre tecnologías y sistemas de información espacial integrada. *Nuevas soluciones para las empresas de servicios*. . www.geoinformación.com
- ✓ HUERTA, Eduardo (2005) *GPS: posicionamiento satelital* / Eduardo Huerta; Aldo Mangiaterra; Gustavo Noguera - 1a. ed. - Rosario: UNR Editora - Universidad Nacional de Rosario, 2005. 148 p. 23x16 cm. ISBN 950-673-488-7
- ✓ INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL (IGN). *IGM IGN 130 años. 1879. 2009. Historia. Testimonios. De las estrellas al GPS*. Ministerio de Defensa. CONICET. Buenos Aires, 2009.
- ✓ LUCCIO, Matteo. *Precision Agriculture, in Imaging Notes*. Winter 2013/Vol 28/ N° 1 (pags 30-33)
- ✓ RUEGG, J.C. et al. *Interseismic strain accumulation measured by GPS in the seismic gap between Constitución and Concepción in Chile*, in *Physics of the Earth and Planetary Interiors* 175 (2009) 78-85.

LITERATURA INFANTIL:

- ✓ MINH'S MARTINS, Isabel. (2009) *Los mil blancos de los esquimales*. Ilustración por Madalena Matoso. Traducción del Portugués: Antón Forte. 36 págs. ISBN 987-84-9871-217-9 TERCER PREMIO AL LIBRO MEJOR EDITADO 2009, en la categoría INFANTIL Y JUVENIL, por el Ministerio de Cultura.

IMÁGENES: propias, sitios web y obras citadas.

CLUB EUROPEO, Subcomisión de Ciencia, Tecnología y Ambiente.
Véscovo, Adriana. Buenos Aires, Julio de 2013.