

AC 16 11

Como todos los sábados, a esta hora se abre un tiempo de radio educativa. Un programa elaborado por la Universidad Nacional de Educación a Distancia para saber algo más. Radio educativa para los alumnos de este curso de la Universidad Nacional de Educación a Distancia y también para los que quieren saber algo más.

Temas, orientaciones, charlas, comentarios, seminarios radiofónicos, todo esto es Acceso UNED. De diez a diez y media de la noche, hora peninsular, de lunes a viernes. Programas interdisciplinarios e informativos de nueve a nueve y media de la mañana, hora peninsular en sábados alternos.

Buenos días, hoy vamos a tratar en el programa un tema de carácter científico. Vamos a hablar de geodinámica. La semana pasada ha finalizado en Luxemburgo un congreso de geodinámica que se ha celebrado bajo los auspicios del Consejo de Europa y en él ha estado Pilar Romero, que es profesora de Astronomía en la Facultad de Ciencias Matemáticas de la Universidad Complutense de Madrid.

Buenos días, Pilar. Buenos días. Bueno, tú has acudido a este congreso de geodinámica como representante española.

Antes de que nos expliques qué se ha abordado, qué ponencias se han presentado en este congreso, de qué se ha tratado, sería interesante que nos dieras una noción general de lo que es la geodinámica. Bueno, el concepto de geodinámica ha sido un concepto que se ha empezado a utilizar y a tratar de definir desde hace relativamente poco, o sea, a partir del año 78 fue cuando empezó a manejarse este concepto de geodinámica. ¿A partir del año 78 por qué razón? Porque hasta el año 78 todas las disciplinas que ahora pueden entrar dentro del campo de trabajo de la geodinámica estaban metidas dentro de determinadas especialidades.

La palabra geodinámica viene a decir dinámica de la Tierra y movimientos que pueda haber en la Tierra. Entonces, el campo de trabajo estaba por una parte todo el problema de sismología que caía dentro de la sismología, parte que caía dentro de la astronomía en cuanto a movimientos de la Tierra en el espacio, su movimiento de rotación, su movimiento de traslación alrededor del Sol. Y quizás cuando ha empezado a cobrar importancia y se ha empezado a ser consciente de la necesidad de tener bien controlados todos estos mecanismos y todos estos movimientos, ha sido a raíz de tratar de establecer sistemas de referencia precisos debido al auge de los satélites artificiales, con lo cual todos los movimientos que pueda tener la Tierra es estudiados con este enfoque.

Es decir que, entonces, de alguna forma estamos asistiendo al nacimiento de una nueva ciencia. Normalmente se suele decir que toda ciencia no nace a partir de cero, sino que se apoyan otras preexistentes, entonces la geodinámica, que estudiaría todo lo que implique el dinamismo de la Tierra en todos los aspectos que has mencionado, picotearía, por decirlo así,

de diferentes sitios que antes estaban dispersos, como la sismología, etc. Sí, pero en ese sentido yo no hablaría de decir que nace una nueva ciencia, sino que quizás los procesos en el mundo científico son periódicos, en un momento determinado se tiende hacia la especialización en una rama determinada, llegando a tocar extremos puntuales y muy separados de las otras ciencias, y hay momentos en los que se vuelve consciente el propio mundo científico de que es necesario compaginar todos los avances en temas que se han hecho demasiado dispersos y separados, y que es necesario que confluyan todos para producir un avance en un sentido, en ese sentido sí se puede hablar de que salga algo nuevo, pero vamos, como síntesis de lo que en disciplinas diversas se ha ido produciendo.

Bien, la geodinámica surge entonces con un afán enciclopedista de recopilación. Bueno, pues ya que sabemos lo que es la geodinámica, cuéntenos un poco qué son estos congresos que se celebran bajo los auspicios del Consejo de Europa. ¿Por qué se celebran? ¿Cuántos se celebran? Sí, precisamente la idea surgió de la necesidad de tratar de relacionar todas estas disciplinas que estaban separadas, y digamos, científicos que tenían poco conocimiento de cómo trabajaban en otros campos.

Entonces, la idea surgió del Consejo de Europa y organiza tres veces al año estos congresos. ¿En diferentes lugares? No, siempre son en Luxemburgo, digamos que quizás está elegido por una razón geográfica, de que pilla en el centro de Europa, con lo cual resulta más fácil el desplazamiento de más personas. Y se organizan tres veces al año.

¿Y hace años que se vienen celebrando estos congresos? ¿A partir del año 78, entonces? Aproximadamente, del 78, sí. ¿Y más o menos han sido fecundos estos trabajos de puesta en contacto o puesta en común entre científicos procedentes de diferentes especialidades sobre la misma temática? No, creo que sí son productivos. No creo, lo aseguro que son productivos.

Tienen la ventaja, a diferencia de, por ejemplo, otro tipo de simposium científico, en que es bastante importante el diálogo y el coloquio. Es decir, la exposición viene a durar del orden de una hora, cosa que generalmente en simposiums las comunicaciones son esas más cortas. Y después el diálogo que se suele establecer suele durar otra media hora.

Suele participar gente bastante joven, pero a su vez asisten directores de los centros de geodesia, geofísica y astronomía importantes, que son los que en cierta manera controlan el trabajo, pueden presentar críticas, opiniones, para llegar a conclusiones en cuanto a líneas de trabajo. O sea, que se trata de ponencias verdaderamente interesantes desde el punto de vista científico. ¿Y los representantes son solamente europeos o también acuden...? No, estas jornadas son... ¿Internacionales? Son internacionales, pero fundamentalmente son europeos los que participan.

A partir de 1978 empieza a manejarse por la comunidad científica el concepto de geodinámica, como disciplina que trata de la dinámica de la Tierra y de todas las cuestiones referidas a los movimientos terrestres. En la geodinámica se integran otros campos de trabajo especializados como sismología, ciertos temas de astronomía como los que se refieren a la rotación y

traslación de la Tierra, etc. Cobrando impulso por la importancia actual de los satélites artificiales y la necesidad de establecer sistemas de referencia precisos.

La geodinámica posee un valor de recapitulación e integración en un mismo sistema científico coherente de los resultados observados por disciplinas hasta ahora dispersas. Bajo los auspicios del Consejo de Europa se celebran congresos de geodinámica tres veces al año en Luxemburgo, tratándose temas de geodesia, geofísica, astronomía... Entonces, ya concentrándonos un poco en la que ha tenido lugar hasta la semana pasada, así de grandes rasgos, ¿cuál ha sido tu impresión como persona que has estado allí y lo has visto? Digamos que los temas que se han podido tratar evidentemente han sido todos los proyectos científicos que en este momento puedan tener previstas instituciones como la Agencia Europea del Espacio. También se han tratado algún tipo de proyecto que en estos momentos, por ejemplo, lleva la NASA y la repercusión que eso podía tener en la ciencia europea.

En cuanto a los temas, digamos que ha habido tres grandes bloques o tres áreas. Una de ellas se ha centrado en el tema de satélites artificiales para determinación de posiciones. Aquí es donde se han contrastado las dos técnicas, la que actualmente está en uso, la técnica de posicionamiento por Doppler, que es la que utilizan todos los barcos para en un determinado momento conocer su posición en el mar, en un instante determinado, y que esa misma técnica se utiliza en puntos de la Tierra para conocer sus coordenadas y conocer las coordenadas para poder levantar la cartografía de un país.

Esta técnica de Doppler, observada en una serie de satélites que se llaman Transit, son unos satélites que el promedio de vida que tienen se supone que durarán como unos 10 o 12 años. Un satélite artificial, una vez que se pone en órbita, causas como el freno de rozamiento atmosférico, la presión de radiación solar hacen que se desvíen de su órbita y que finalmente puedan terminar cayendo. Este sistema de posicionamiento se le está tratando de buscar una alternativa.

Por ejemplo, los Estados Unidos tienen en proyecto una nueva serie de satélites que cubrirá toda la superficie de la Tierra para poder establecer la posición en cualquier punto y que se reciba desde cualquier punto, pero ha planteado el problema de que, igual que con la técnica Doppler estaba el código a disposición de todos los usuarios de todo el mundo, con este nuevo grupo de satélites, que es el Global Position System, al parecer no van a dar el código para que pueda ser utilizado por el resto de los países. Eso plantea problemas políticos y a la comunidad europea le hace responsable de algo y tenerse que plantear algún tipo de alternativa ante esta situación. Digamos que quizás en reuniones como estas es donde se plantean esos problemas.

Evidentemente a ese tema no se ha llegado a ninguna solución. Ese, por ejemplo, sería un tema que se ha podido tratar, que no ha sido llevar una conclusión, pero sí plantear un problema y discutir qué es lo que se podría hacer. Este ha sido uno de los grandes temas de los satélites.

Habías dicho que había otras dos grandes áreas. Otra área importante ha sido la que está relacionada con los movimientos de la Tierra en el espacio. La relación está en fijar un sistema

de referencia y todo lo que suponga mejorar el conocimiento del movimiento de rotación de la Tierra supone una mejora en la precisión del conocimiento de la posición y de este establecimiento de sistemas de referencia, con lo cual encaja también dentro de esta línea.

Ahí se han podido presentar trabajos de tipo teórico, resultados de campañas observacionales donde se daban datos de parámetros que se necesitan determinar por observación. Se puede estar al tanto de cómo se plantean ahora esos problemas. Y el tercer grupo de temas, por decir así, que se han presentado en las ponencias... El tercer grupo de temas toca el fenómeno que se conoce con el nombre de mareas terrestres.

Es el mismo fenómeno que se observa en la superficie de los mares, que por la acción gravitatoria del Sol y la Luna se deforma la superficie líquida y lo que ocurre es que la superficie que nosotros llamamos sólida de la Tierra no es sólida, sino que también sufre esa serie de deformaciones. Digamos que la investigación en mareas terrestres consiste en medir esas deformaciones de lo que entendemos por corteza de la Tierra y a partir de los datos observacionales determinar parámetros de elasticidad y de viscosidad de la superficie. Aquí el gran reto que tiene la investigación está en la mejora instrumental.

En estos momentos se está trabajando con gravímetros, que son instrumentos dedicados a medir el valor de la gravedad y de esas variaciones de la gravedad es de donde se deduce lo que se deforma la corteza. Como digo, estos gravímetros están hasta ahora basados en las oscilaciones que sufría un muelle al variar la fuerza de la gravedad, al querer mejorar la precisión. En estos momentos hay unos 10 gravímetros en el mundo, que son lo que se llaman los gravímetros superconductores, que se basan en un campo magnético creado dentro de una cámara donde se ha hecho el vacío y llena de helio líquido.

Por ejemplo, aquí se han planteado problemas de tipo instrumental, como son los que presentan este tipo de instrumentos, que quizás teóricamente son más perfectos, pero a la hora de la práctica están presentando problemas de termostatación interior por pérdidas de helio y tienen variaciones de temperatura que quizás hacen que teóricamente sean más perfectos, pero los resultados prácticos todavía no han alcanzado los de los instrumentos tradicionales. Es decir, que presentan unos márgenes de error bastante grandes. Todavía los problemas instrumentales que se están planteando y cómo en cada centro donde disponen estos gravímetros se están solucionando.

Y eso ha sido, por ejemplo, otro grupo de temas. Bueno, estos han sido en general los tres grandes bloques de temas que se han presentado en estas ponencias en Luxemburgo que han finalizado la semana pasada. Tú has presentado una ponencia.

¿Sobre qué? Justo el trabajo de investigación que llevo generalmente aquí es un tema de trabajo teórico, estoy en una facultad de ciencias matemáticas y el trabajo que he presentado era un trabajo fundamentalmente teórico. Supone una mejora desde el punto de vista teórico y de cálculo. Permite sacar mayor precisión que, digamos, teorías clásicas con otro tipo de ecuaciones.

¿Y cómo se titulaba tu trabajo? Pues, ecuaciones de Hamilton para el estudio de la rotación de la Tierra. Estas ecuaciones estaban aplicadas únicamente al caso de considerar una Tierra rígida y en este trabajo se han aplicado a una Tierra deformable teniendo en cuenta efectos de deformación por mareas terrestres. Bien, pues visto así esto a grandes rasgos, yo lo que te sugeriría un poco a título informativo es que nos fueras un poco desgranando algunas de las ponencias que a ti te han llamado más la atención o de todas las ponencias que se han presentado las que pienses que han sido más interesantes o que han aportado algo que no se conociera previamente.

En fin, algunos rasgos globales sobre ponencias específicas que tú hayas presenciado. Las ideas generales creo que fundamentalmente han sido temas a discutir o de presentar problemas. Otras como han sido únicamente resumen de datos de, por ejemplo, campañas como lo que se llama la campaña Merit.

¿Y eso qué es la campaña Merit? La campaña Merit es una campaña en la que participan todos los países con un cierto desarrollo tecnológico tratando de intercomparar técnicas que permiten determinar parámetros de rotación de la Tierra. Las técnicas fundamentales han sido comparar datos de astronomía clásica, datos obtenidos por Doppler y datos obtenidos por láser a la Luna. La campaña de observación terminó en junio del año pasado y ha comenzado ahora todo el proceso de reducción de datos.

Se han podido presentar los datos preliminares de cada una de las técnicas, las precisiones correspondientes que daba cada una. ¿En qué países en Europa existe mayor interés por todos estos temas según los ponentes que han participado? Bueno, la participación ha sido de Alemania, Inglaterra, Bélgica, Francia, Italia y España. En el Congreso de Geodinámica que ha tenido lugar la semana pasada en Luxemburgo se ha hablado de algunos de los proyectos de la Agencia Europea del Espacio en relación con otros proyectos en curso de la NASA.

Se ha tratado, entre otras cuestiones, de la técnica de posicionamiento por Doppler usada para fijación de posiciones de barcos en alta mar y las alternativas al Global Position System que es el nuevo sistema de posicionamiento con código secreto que impondrá Estados Unidos a corto plazo mediante una red propia de satélites. Un segundo grupo de temas abordados se ha referido a la fijación de posiciones en el espacio de la rotación de la Tierra y de definición de sistemas de referencia. También se ha ocupado el último Congreso de Geodinámica de Luxemburgo de las mareas terrestres y de las deformaciones de la corteza de la Tierra en lo que se refiere a la mejora de los instrumentos de medición en lo que se utilizan unos aparatos denominados gravímetros que son de alta precisión, de los que hay unos 10 en el mundo y los posibles errores que puedan derivar de su uso.

Bueno, contestando un poco más a tu pregunta de qué temas en concreto se habían podido tratar te voy a comentar algunos de carácter general que quizás pueda ser interesante que la gente conozca qué tipo de trabajos se presentan. El primer día, por ejemplo, una comunicación sobre el Proyecto Hiparcos. El Proyecto Hiparcos es un proyecto propuesto por la Agencia

Europea del Espacio, la ESA, en la que se pretende realizar observaciones de estrellas evitándose el principal problema que existe de una observación hecha desde Tierra, que es el fenómeno de la refracción atmosférica.

Entonces se trata de lanzar un satélite fuera de la atmósfera y que sea capaz de recibir información de las estrellas tratando de conseguir bastante precisión en su posición con lo cual se puede determinar... Digamos que un poco la pregunta inmediata sería esta. ¿Es que hasta ahora todavía no ha habido ningún satélite de los que están por ahí arriba dando vueltas que esté fuera de la atmósfera? Hay satélites fuera de la atmósfera, ha habido viajes espaciales fuera del sistema solar, pero el objetivo de estos viajes no era el de... Científico. Sí, era científico, pero no era el de trabajar en este tema en concreto, de mejorar precisión en cuanto a posiciones de estrellas.

Y esta es una idea de la Agencia Europea del Espacio. Digamos que la investigación americana se ha tirado por otros caminos y no ha habido ningún satélite con este objetivo, o sea, con un telescopio para observar dentro del espectro visible y determinar posiciones de estrellas con esta precisión. Si hay satélites que se han lanzado para observar en el ultravioleta, que por ejemplo es una radiación que a la Tierra no llega porque la atmósfera es opaca a esa radiación, pero para observar en el visible y, como digo, obtener la precisión que hace que el fenómeno de la refracción cuando se observa en Tierra se pierda va a ser el primer proyecto.

Bien, ese es el proyecto Hiparco. ¿Qué más cosas se presentaron en ese primer día de ponencias? Fue un día dedicado a satélites. Se presentaron también los resultados de la campaña Doppler efectuada en Gran Bretaña.

Antes dijiste algo del Doppler, pero creo que sería importante volver a insistir en esto. ¿Exactamente qué es? La técnica Doppler es una técnica basada en un principio físico que descubrió un austriaco, Doppler, que se basa en un efecto de superposición de ondas. Se puede calcular perfectamente la distancia a la que se encuentra un satélite o un emisor de alguna fuente de energía.

Es un mecanismo para la medición de distancias. Esa medición de distancias se puede aplicar conociendo la órbita del satélite o observando desde una serie de puntos, según el método que se emplea en la resolución de los datos, para determinar la posición, las coordenadas, desde el punto donde tú has observado el satélite. Es un método de observación rápido, bastante cómodo, porque todo el proceso de datos se hace fácilmente con un ordenador.

Es de las técnicas cómodas y actualmente en uso para determinar posiciones. Casi todos los barcos importantes llevan su sistema de navegación Doppler, que les permite en cualquier momento conocer su situación. ¿Los aviones lo utilizan también o no? Creo que lo deben utilizar, pero no estoy segura.

Normalmente todas las series de satélites para posicionamiento mediante Doppler han sido lanzadas con objetivos fundamentalmente navales. Lo que ocurre es que los países los han

utilizado para determinar coordenadas en puntos de la superficie, lo cual se necesita para levantar la cartografía y los mapas de un país. Otro tema que he tratado en ese día fue precisamente la alternativa del Doppler a lo que he comentado antes, a la nueva serie de satélites del Global Position System.

Era una especie de visión general de lo que iba a ser el proyecto, sin esa aplicación inmediata, sino una especie de información sobre cómo podrían cambiar las técnicas y lo que supondría. Más temas han sido resultados de campaña Doppler en Italia, en Austria y en Finlandia. ¿Con respecto a los otros días? Como he dicho, otro día fue dedicado a la rotación de la Tierra, con por una parte trabajos de tipo teórico y por otra parte con los resultados experimentales obtenidos mediante técnicas como el láser.

Todos estos trabajos luego se traducirán al castellano o se podrán consultar en España, podrán ser conocidos, o es difícil que los resultados de estas ponencias puedan circular por los países que han participado en Luxemburgo. El Congreso edita sus conterrendi que se distribuyen en todo el mundo. Casi todas las instituciones reciben al cabo de los dos meses la publicación de los trabajos, bien desarrollados enteros o bien hay gente que presenta un pequeño resumen y lo publica en algún otro tipo de revista.

Una de las ponencias de mayor relieve presentadas en Luxemburgo ha tratado del proyecto hiparco de la Agencia Europea del Espacio, proyecto por el que se pretende lanzar un satélite fuera de la atmósfera con un telescopio para fijar posiciones de estrellas desde el espacio y evitar los problemas que plantea la difracción y la refracción de la luz. Nada más, muchas gracias Pilar Romero por esta información que nos has aportado de este Congreso que ha tenido lugar en Luxemburgo sobre geodinámica y temas vinculados a la geodinámica. Gracias por estar aquí y que continúes en tu Facultad de Matemáticas de la Complutense de Madrid preocupada por estos temas y haciendo que muchas personas se interesen por ellos.

Llegó al final AccesoUNED, un programa elaborado por la Universidad Nacional de Educación a Distancia para saber algo más.