

Memorias



Sociedad Latinoamericana en
Percepción Remota y Sistemas
de Información Espacial
Capítulo Colombia

30
AÑOS

Medellín, Colombia
29 de Septiembre al 3 de Octubre de 2014



Enseñanza de la interpretación de Imágenes de radar en Ingeniería Catastral y Geodesia

José Luis Herrera Escorcía

Universidad Distrital F.J.C.

Carrera 7ª No 40-53 Piso 7 Of. 19 Bogotá D.C.

jherrera@udistrital.edu.co

Profesor Asociado

Palabras Claves: Educación, Geomática, Radar, Interpretación, Cartografía Temática, Gestión del Conocimiento Territorial.

Resumen: En el presente artículo se realiza una breve contextualización de la manera como se han venido utilizando las imágenes de radar en Colombia, como soporte para la realización y/o actualización de Cartografía, ya sea básica o temática en aquellas zonas donde los sensores pasivos no son una opción viable, principalmente por las instituciones del estado que están comprometidas con la gestión del conocimiento territorial de la nación.

En ese contexto se reflexiona acerca de la utilización de las imágenes de radar con énfasis en la Academia Colombiana y principalmente en la formación de profesionales relacionados con las ciencias de la tierra y de la manera como este sensor activo no se ha podido consolidar en los planes de estudio o currículos de las instituciones encargadas de los procesos de transferencia o innovación de nuevo conocimiento.

Lo anterior permite apreciar la importancia de ofrecer una materia relacionada con la introducción teórica, conceptual y metodológica para la interpretación y análisis de imágenes de radar, enfocada principalmente en la realización de mapas de uso y cobertura, necesarios para los procesos catastrales rurales y para el monitoreo y planificación territorial, también se enfatiza en la generación de cartografía básica a partir de estos sistemas activos de percepción.

Esto en el marco de una de las carreras con mayor tradición en Colombia en la gestión del conocimiento territorial desde la Ingeniería, como lo es Ingeniería Catastral y Geodesia.

Así mismo se reflexiona acerca del “qué hacer” pedagógico de más de siete años, orientando esta materia o curso, con estudiantes que han adquirido ,en el contexto nacional, un alto nivel de conocimiento en Geomática y en especial en áreas relacionadas con el levantamiento masivo de datos espaciales, como son: Topografía, Fotogrametría, Geodesia, Percepción Remota Satelital y Sistemas de Información Geográfica entre muchas, lo que ha permitido evaluar el aprendizaje significativo y las competencias adquiridas por los estudiantes, que han participado y han evaluado, semestre tras semestre durante un lustro y medio de manera continua, su participación en este curso o materia.

Esta experiencia relacionada con la enseñanza en la utilización de imágenes de radar es el fundamento principal, para dar a conocer estos temas estratégicos para la consolidación y crecimiento de comunidades tan especializadas, como la Sociedad Latinoamericana en Percepción Remota y Sistemas de Información Espacial SELPER y a la par estimular la utilización de este tipo de tecnología poco utilizada en el país y posiblemente en América Latina, desde la academia y en especial en la formación de los profesionales que comúnmente acceden a estas sociedades, para mantenerse actualizados en esta áreas del conocimiento.

Keywords: Education, Geomatics, Radar, Interpretation, Thematic Mapping, Territorial Knowledge Management.

Abstract: In this article a brief contextualization of the way done as have been using radar imagery in Colombia, as support for the completion and / or updating of Cartography, whether basic or issue areas where passive sensors are not a viable option, mainly by state institutions that are committed to the management of spatial knowledge of the nation.

In this context, we reflect on the use of radar images with an emphasis on Colombian Academy and especially in the training of professionals working in the geosciences and how this active sensor has not been able to consolidate the plans study or curricula of institutions for transfer processes of new knowledge and innovation.

This allows us to appreciate the importance of providing a subject related to the theoretical, conceptual and methodological introduction to the interpretation and analysis of radar images, focused mainly in making use maps and coverage needed for rural cadastral processes and the monitoring and spatial planning, also emphasizes the generation of basic mapping from these active sensing systems. This part of one of the most traditional bachelor in Colombia in the management of spatial knowledge from engineering, as is Cadastral and Geodesy Engineering.

It also reflects on the "to do" teaching of more than seven years, guiding the subject or course, with students who have acquired, in the national context, a high level of knowledge in Geomatics and especially related with the massive spatial data, such as Surveying, Photogrammetry, Geodesy, Satellite Remote Sensing and Geographic Information Systems among many, allowing assess meaningful learning and skills acquired by students who have participated and been assessed for more tan five years continuously, your participation in this course or subject.

This experience related to teaching in the use of radar images is the main foundation for bringing these strategic issues for the consolidation and growth of specialized communities such as the Latin American Society for Remote Sensing and Spatial Information Systems SELPER, even encourage the use of this technology recently used in the country and possibly in Latin America, from the academy and especially in the training of professionals commonly agree to these societies to stay current in the areas of knowledge.

Contexto del curso

El contexto se enmarca en la manera como se ha venido utilizando la percepción remota en Colombia, para ello no se realiza una descripción detallada de las instituciones, universidades o personas, que han aportado y siguen aportando en la aplicación y estudio de esta área del conocimiento en nuestro país, ya que de hecho, la historia de la percepción remota en Colombia sería un tema digno para una publicación en extenso.

Entonces, la utilización de fotografías aéreas para la realización de mapas de cartografía básica por parte del Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC, a comienzos y mediados del siglo XX fue el comienzo de la utilización de manera masiva, sistémica e industrial de la fotogrametría, la cual al igual que lo sucedido en el mundo occidental fue el primer sensor remoto utilizado para la producción masiva de datos espaciales. La segunda alternativa comenzó a ser consolidada desde el lanzamiento del satélite Sputnik en 1957 por parte de la Unión Soviética y corresponde a la utilización de sensores remotos ubicados en plataformas satelitales, pero con un avance significativo en la digitalización de las imágenes y en las comunicaciones. Esta nueva tecnología no fue tan utilizada por el IGAC para la producción cartográfica básica, pero se estimulaba la utilización y apropiación con fines de cartografía temática: Suelos, geomorfología, geología, uso y cobertura, por medio del Centro Interamericano de Aero-Fotointerpretación CIAF y la cooperación de países como Francia, Holanda y Japón.

Recientemente, esto quiere decir una década atrás, el IGAC ha venido realizando y actualizando cartografía básica de manera regular utilizando sensores remotos de plataforma satelital, es importante mencionar que no solamente el IGAC utiliza de manera periódica la

producción cartográfica utilizando imágenes satelitales, también lo realizan entidades del estado como el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM, el Servicio Geológico Colombiano INGEOMINAS, las Corporaciones Autónomas Regionales, entre muchas y también algunas entidades privadas que son contratadas para realizar o actualizar cartografía básica y temática acordes a las necesidades del mercado.

En el caso de la utilización y enseñanza de las imágenes radar, Colombia no ha tenido un gran número de aplicaciones o proyectos que hayan incluido la utilización de estas, las causas pueden ser muchas, pero quizás una de las que sin lugar a duda tiene mayor peso, está referida precisamente, a uno de los objetivos de este artículo, y es la falta de continuidad en el ofrecimiento de cursos de capacitación en la interpretación con imágenes de radar, por parte de la academia nacional y de las entidades estatales que necesitan producir y actualizar cartografía básica y temática, no solamente en áreas del país, donde conseguir imágenes ópticas es casi imposible, sino en cualquier parte del territorio nacional, en el que se quiera tener seguimiento continuo.

El primer proyecto que arrojó resultados concretos, fue realizado en 1973, bajo el convenio suscrito por el Centro Interamericano de Fotointerpretación CIAF, el IGAC y el Ministerio de Defensa Nacional, el cual tuvo el concurso de la compañía Aeroservice Corporation, se denominó: El proyecto Radargramétrico del Amazonas PRORADAM (Herrera, 1975), el objetivo principal de este proyecto estaba relacionado con la completitud de la cartografía básica del país a escala 1:100.000, ya que era uno de los objetivos misionales del IGAC desde su creación en 1935, pero 40 años después no se había podido concretar debido a los factores atmosféricos y otros por material técnico, principalmente en la Amazonía.

Otros de los objetivos del proyecto PRORADAM, estaba relacionado con la producción de mapas temáticos de: Geología, Geomorfología, Suelos y Forestal, de cerca de 380.000 Km² de los departamentos del Guainía, Vaupés y Amazonas y parte de Caquetá y Putumayo.

Este proyecto cumplió sus objetivos y buena parte del personal civil capacitado para dar cumplimiento al proyecto, quedo en el ahora Centro de Investigación y Desarrollo en Información Geográfica CIAF, en donde se ofrecían cursos de interpretación de imágenes para Cartografía Básica, Uso y cobertura de la tierra, Geología, Geomorfología, Suelos y Forestal, principalmente y después sirvió de puente para la gestión de la cooperación internacional en el país, por parte de países como Holanda, Francia, Japón y Estados Unidos y de entidades como las Naciones Unidas, la Organización de Estados Americanos OEA y el Banco Interamericano de Desarrollo BID en los temas de las ciencias de la tierra y en especial de: percepción remota, sistemas de información geográfica e infraestructuras de datos espaciales.

Los cursos eran ofrecidos a profesionales de Suramérica, Centroamérica y del Caribe, con becas financiadas por el BID, pero ninguno de estos cursos eran especialmente dirigidos a la interpretación y tratamiento de imágenes de radar, obviamente porque prevalecía el carácter temático y no del tipo de sensor a utilizar.

Otro proyecto importante, fue el desarrollado dentro del marco del Plan Pacífico de Colombia en 1992 y consistió en la toma de imágenes de Radar de todo el Litoral Pacífico Colombiano, desde la frontera con Panamá hasta la frontera con Ecuador, por parte de la compañía INTERA de Canadá. Las imágenes fueron orto-correctas y unidas para ser cortadas acorde a la grilla 1:100.000 del IGAC, entidad que recibió estos productos y también los cursos de capacitación en este sensor activo. Lamentablemente, los productos de INTERA fueron poco utilizados y la capacitación recibida no tuvo su cauce normal, en la oferta de cursos de capacitación para la utilización de este tipo de datos.

Un programa ineludible en este artículo, es el de GlobeSar-2, el cual presento resultados en un simposio en Buenos Aires, Argentina, en 1999 (Bruce *et al.* 2011), ya que los propósitos principales de este programa, están directamente relacionados con la temática de este artículo: primero, demostrar las aplicaciones de Radarsat para el uso prioritario en el manejo de áreas de recursos naturales, segundo, construir la capacidad de trabajo con radar, tercero, dar soporte a los convenios temporales entre universidades canadienses y su contrapartes en América Latina.

GlobeSar-2 tuvo un total de 60 proyectos en 8 países de América Latina: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Perú, Uruguay y Venezuela, de los cuales 8 fueron realizados por entidades colombianas, 4 de ellos en temas forestales y uso y cobertura de la tierra, 3 en geología y 1 en cartografía.

En el caso colombiano, la realización del programa GlobeSAR-2 permitió demostrar la utilidad del radar en los temas propuestos y capacitar a algunos profesionales de las instituciones que participaron en el programa, pero no se generó, ni una red de apoyo para la discusión y trabajo con imágenes de radar, ni la oferta de cursos frecuentes, ya sean introductorios, intermedios, avanzados o de aplicaciones temáticas.

Esto último es un tema importante, no solamente para la formación de especialistas en el monitoreo territorial y de los recursos naturales de una nación, sino para la consolidación de redes de trabajo y discusión para la adecuada asimilación y utilización de nuevas tecnologías para el desarrollo sostenible de cualquier nación, esa es precisamente la propuesta para Sociedad Latinoamericana en Percepción Remota y Sistemas de Información Espacial SELPER, reflexionar acerca de la manera como se viene utilizando la percepción remota y los sistemas de información geográfica en América Latina y de qué manera consolidar esfuerzos

para ofrecer formación continua de calidad en estas áreas del conocimiento, a los profesionales y futuros profesionales acorde al nivel requerido.

Para terminar este contexto colombiano de la enseñanza en radar, es importante mencionar la publicación de algunos artículos, no coordinados al programa GlobeSAR-2, relacionados con la aplicación y análisis de los sistemas de radar, como los publicados en la Revista Análisis Geográficos del IGAC, cuyos autores: Bernate, Posada, Santacruz y León entre otros, han permitido mantener actualizados a los interesados en el tema en el país. También es necesario mencionar los cursos cortos ofrecidos por SELPER capítulo Colombia en Asocio con el IGAC, con expertos nacionales e internacionales, orientado a profesionales para la actualización conceptual y metodológica en la utilización de imágenes de radar, pero por cuestiones de logística y disponibilidad de los expertos no se han podido concretar para ofrecerlos de manera permanente.

Objetivos del curso

Los objetivos del curso tienen en cuenta el contexto nacional, ya esbozado, pero también tienen en cuenta el currículo en el cual se ofrece y las competencias que han adquirido los estudiantes, en el semestre en el cual se permite acceder al curso.

Respecto al currículo de Ingeniería Catastral y Geodesia, ha tenido varias modificaciones desde 1967, la última ha sido aprobada por el Ministerio de Educación Nacional MEN en el 2009 y obedece a las directivas nacionales para la formación de ingenieros, de tal manera que este tiene componentes obligatorios y no obligatorios. El obligatorio contiene un componente básico (74%), el cual contiene las áreas de: Ciencias Básicas (Física y matemáticas), Ciencias Básicas de Ingeniería e Ingeniería Aplicada (Computación, Económico-Administrativa, Catastro, Gestión territorial, Geodesia, Geomática, Seminario, entre otras) y el otro

componente, el Complementario (10%), en el cual se tienen en cuenta la socio-humanística y el segundo idioma.

El componente no obligatorio corresponde a espacios electivos, unos propios de la profundización en la carrera, denominados intrínsecos (11%) y los otros extrínsecos (5%), de formación profesional. (I.C.G., 2009)

La materia Sistemas de Radar, se ofrece como una electiva intrínseca de profundización profesional y puede ser escogida por los estudiantes desde el séptimo semestre, de tal manera que los estudiantes que acceden a esta, ya han adquirido una serie de competencias importantes en el área de Geomática, ya que en este semestre, han aprobado materias como: Geodesia, topografía, cartografía, percepción remota e interpretación de imágenes ópticas, fotogrametría, Sistemas de Información Geográfica, Bases de datos y programación, el prerrequisito obligatorio para asignar un cupo es haber aprobado la materia procesamiento digital de imágenes.

Teniendo este entorno, se puede entender de manera clara los objetivos propuestos para ser alcanzados en 16 semanas:

Objetivo General: Comprender y aplicar los fundamentos conceptuales y metodológicos de los sistemas de radar en los procesos o proyectos geomáticos.

Objetivos Específicos:

- Conocer los fundamentos físicos y matemáticas que permiten interpretar adecuadamente los datos producidos por los sistemas de radar aerotransportados y satelitales.

- Aplicar los conocimientos teóricos en la solución de problemas relacionados con la consecución de datos espaciales principalmente de radar y con énfasis en el uso y cobertura de la tierra.
- Utilizar procesamientos digitales básicos propios de los sistemas de radar en los proyectos de ingeniería, geografía y ordenamiento territorial.
- Analizar los procesamientos digitales intermedios y avanzados para la utilización de los sistemas de radar en los proyectos de las ciencias de la tierra.

Metodología de Enseñanza Aprendizaje

Para lograr los objetivos propuestos, se tiene en cuenta como hilo conductor, lo propuesto por el programa GlobeSAR-2 (Bruce *et al.* 2011), en el cual se divide el curso en 4 módulos:

1. Introducción al Radar: En el que se explican con clases magistrales, los fundamentos teóricos y conceptuales para interpretar con énfasis en uso y cobertura de la tierra.
2. Radar Intermedio: En donde se aclaran y reproducen los procesamientos básicos de radar, para llevar una imagen al entorno SIG y realizar un mapa de uso y cobertura, también se manejan datos radargramétricos.
3. Técnicas avanzadas de Radar: Se describen y muestran ejemplos, desde los datos crudos, hasta la obtención y utilización de productos polarimétricos e interferométricos.
4. Aplicaciones de Radar: Se ilustran algunas características propias de este tipo de imágenes para cartografía, geología, bosques, hidrología y agricultura principalmente.

Otro fundamento de este curso, es el tratar de que los alumnos tengan un aprendizaje significativo, una aproximación a este concepto lo realiza Coll de la siguiente manera:

“Hablar de aprendizaje significativo equivale, ante todo, a poner de relieve el proceso de construcción de significados como elemento central del proceso enseñanza/aprendizaje. El alumno aprende un contenido cualquiera –un concepto, una explicación de un fenómeno físico o social, un procedimiento para resolver determinado tipo de problemas, una norma de comportamiento, un valor a respetar, etc.- cuando es capaz de atribuirle un significado. De hecho, en sentido estricto, el alumno puede aprender también estos contenidos sin atribuirles significado alguno; es lo que sucede cuando los aprende de una forma puramente memorística y es capaz de repetirlos o de utilizarlos mecánicamente sin entender en absoluto lo que está diciendo o lo que está haciendo” (Coll, 1988).

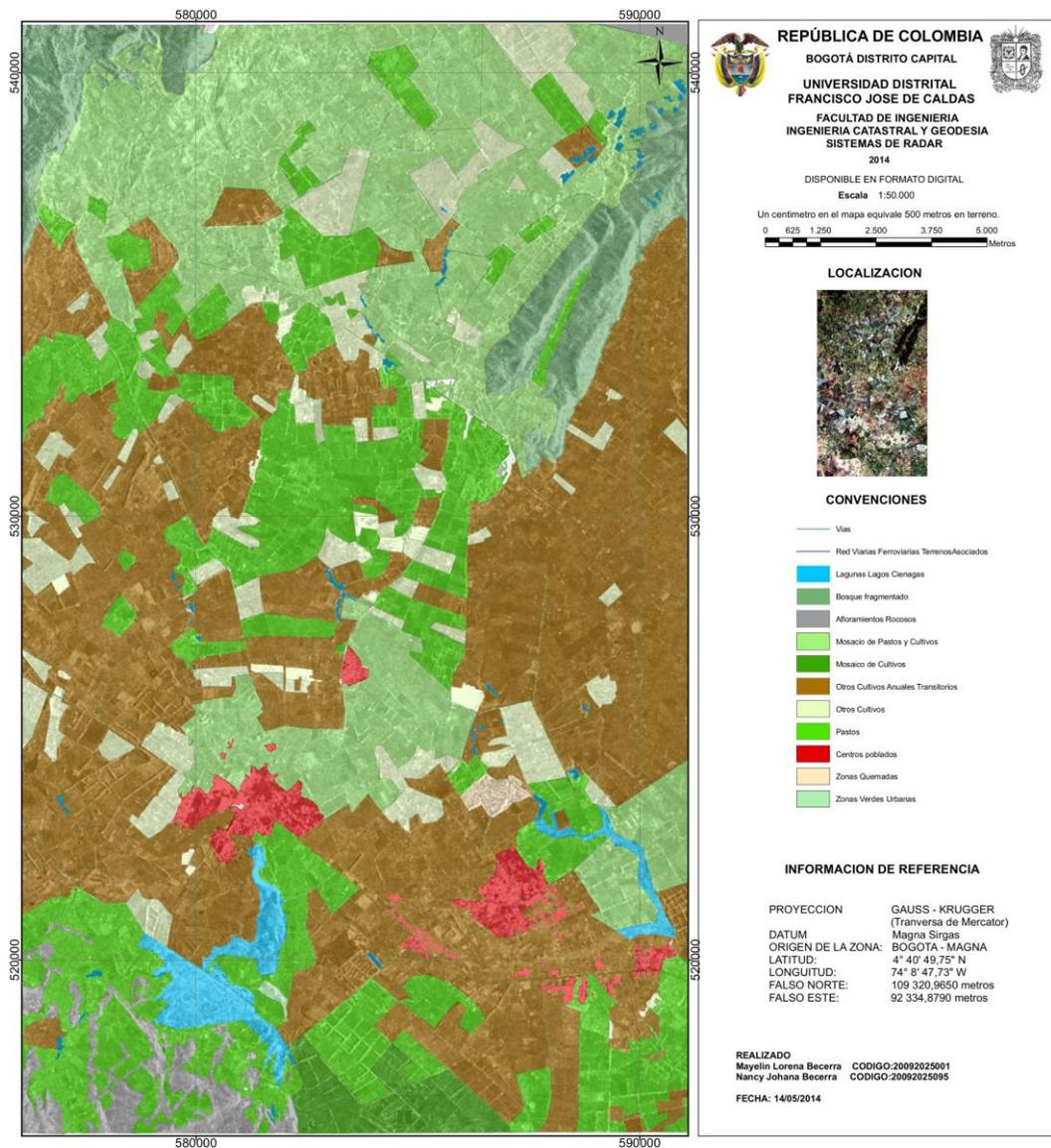
Lo que se busca en este curso de Radar, no es simplemente que los estudiantes conozcan y utilicen las imágenes de radar, es también que entiendan y manejen una serie de significados importantes, no solo para su vida profesional, también para la sostenibilidad de su país. Estos se enuncian desde la primera clase y permite que el aprendizaje sea mucho más reflexionado por parte del estudiante, ya que el trabajar con imágenes de radar, implica nuevos conceptos y procedimientos no utilizados en imágenes ópticas.

Para reforzar y aplicar los nuevos conceptos y procedimientos, se proponen tres talleres que implican trabajo autónomo y grupal. En el primero se utilizan imágenes multitemporales del European Remote Sensing ERS, en el segundo, imágenes de RADARSAT y en el último imágenes de TERRASAR X y de INTERA. Todos se ubican en la Sabana de Bogotá, en donde los estudiantes tienen un conocimiento previo en interpretación de imágenes, lo que permite que el estudiante aporte su experiencia personal en la interpretación, análisis y síntesis de los problemas y cuestionamientos propuestos en los talleres y utilizando dos sistemas de clasificación de uso y cobertura de la tierra, el del CIAF y el del “Coordination of Information on the Environment” CORINE LAND COVER, adaptado para Colombia.

A la par de este concepto de aprendizaje significativo, también se estimula el aprendizaje autónomo y para ello la plataforma Moodle administrada por la Facultad de Ingeniería, permite gestionar no solamente el material básico a desarrollar en el curso sino también, mucho material didáctico que puede ser leído y trabajado en horarios diferentes a las horas presenciales.

Un ejemplo de un mapa realizado en el curso, se muestra en la Gráfica 1, en donde se muestra un trabajo con un alto valor agregado, al obtener una imagen-mapa de uso y cobertura de la Sabana de Bogotá, a partir únicamente, de una imagen de radar.

MAPA DE USO Y COBERTURA DE BOGOTÁ IMAGEN DE RADARSAT



Gráfica 1, Imagen-Mapa de Uso y Cobertura de la Sabana de Bogotá producido por estudiantes del curso.

Reflexiones y Conclusiones

En una proporción muy alta, alrededor de un 95% de los estudiantes que acceden al curso, adquieren las competencias para interpretar una imagen de radar con una sola polarización

(HH o HV o VH o VV) y realizar un mapa de uso y cobertura acorde a la escala que permite la resolución espacial de la imagen insumo y además, asesorar la manera como las imágenes de radar pueden ser utilizadas principalmente en proyectos geomáticos.

Acorde a las evaluaciones docentes semestrales realizadas por la Universidad Distrital F.J.C. (Docencia U.D., 2014), la electiva ha tenido una calificación de muy alta a superior, en promedio durante los últimos cinco años por parte de los estudiantes que han accedido al espacio académico, lo que demuestra que el proceso de enseñanza ha sido bien evaluado y apreciado por los alumnos.

Esta buena evaluación esta soportada en un buen manejo del material didáctico, de una adecuada planificación de los momentos importantes de enseñanza y de aprendizaje, acorde a las competencias que ya deben tener los estudiantes y de las que se esperan adquieran y refuercen en la materia, además de un esfuerzo importante para la reconsideración de significados, válidos para la carrera, para las ciencias de la tierra, para la Geomática, para la ingeniería y para la vida personal.

Precisamente uno de los significados más importantes, está relacionado con la justificación de esta materia en un país, que como se vio en el contexto, no produce ni desarrolla conocimiento en la producción de sistemas de radar para el estudio de la tierra, por eso Colombia tiene que utilizar tecnologías sofisticadas para gestionar de manera continua, el conocimiento de su territorio y así comenzar a garantizar un mejor manejo de los recursos naturales y no naturales.

Ingeniería Catastral y Geodesia es una carrera profesional presencial, pero la utilización de los Entornos Virtuales de Aprendizaje como lo es la plataforma Moodle en esta materia de Sistemas de Radar, ha permitido tener una valiosa experiencia de dos años, en un curso del área de Geomática, lo que permitiría evaluar la posibilidad de proponerla vía web. A priori

existiría la necesidad de utilizar imágenes específicas de los alumnos que no vivan o conozcan la capital del país.

Este curso ofrecido en la web, a la par de la capacitación presencial, permitiría formar a un mayor número de universitarios en la adecuada utilización de imágenes de radar y así aportar un grano de arena para consolidar una comunidad crítica para la utilización y evaluación de los sistemas de radar.

Bibliografía

Herrera Celemin, Alvaro. Proyecto Radargramétrico del Amazonas, sus metas y su proyección en la Economía Nacional. Artículo Boletín Sociedad Geográfica de Colombia, Número 107, Volumen XXIX, 1975.

Bruce, Willy. Brisco, Brian. Goodfellow, Carolyn. GlobeSAR-2 Education and Training Program Update. Artículo recuperado de: http://wmsmir.cits.rncan.gc.ca/index.html/pub/geott/ess_pubs/219/219692/4824.pdf, 2011.

Bernate Suárez, María Eunice. Posada Elena. Avances conceptuales y aplicaciones de la polarimetría y la interferometría de radar. Revista Análisis Geográficos IGAC No 44, 2010.

Santacruz Delgado, Alí Marcel. Posada Elena. Evaluación de los programas no comerciales disponibles para el procesamiento digital de imágenes de radar. Revista Análisis Geográficos IGAC No 44 , 2010.

Santacruz Delgado, Alí Marcel. Posada Elena. Clasificación de los estados fenológicos del cultivo de arroz a partir de imágenes de radarsat-2 mediante el programa Polsarpro. Revista Análisis Geográficos IGAC No 44, 2010.

León Pérez, Jonás Cirilo. El radar y sus aplicaciones en la agricultura. Revista Análisis Geográficos IGAC No 44, 2010.

Programa Curricular Ingeniería Catastral y Geodesia I.C.G. Implementación del sistema de créditos académicos (Documento de trabajo), Agosto de 2009 (Versión 1.0)

Docencia Universidad Distrital F.J.C., <http://www.udistrital.edu.co:8080/en/web/docencia/>, agosto 2014.