

## **La modalidad virtual de la Tecnicatura Superior en SIG de la Universidad Nacional de General Sarmiento como estrategia de federalización en la formación de recursos humanos en las Tecnologías de la Información Geográfica**

Resumen: Teniendo en cuenta el convenio marco entre el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y la Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS) y abordando las necesidades planteadas para la capacitación del personal se elaboró un convenio específico para el dictado de la Tecnicatura Superior en SIG (TECSIG) en Modalidad Virtual. Los destinatarios corresponden a agentes de la institución radicados en todas las provincias argentinas. Con el objetivo de lograr una dinámica más fluida fue necesaria la elección de software de distribución gratuita, mayormente de código abierto, para las prácticas específicas que incorporan el uso de las herramientas de Tecnologías de la Información Geográfica (TIG).

Palabras clave: Tecnologías de la información geográfica – Programas de código abierto – Federalización educativa

Nicolas Caloni (\*\*)  
Leonardo Di Franco (\*\*\*)  
Marina Miraglia (\*)

(\*) Tecnicatura Superior en Sistemas de Información Geográfica. UNGS. E mail: [mmiragli@ungs.edu.ar](mailto:mmiragli@ungs.edu.ar)

(\*\*) Laboratorio y Tecnicatura Superior en Sistemas de Información Geográfica. UNGS. E mail: [ncaloni@ungs.edu.ar](mailto:ncaloni@ungs.edu.ar)

(\*\*\*) Laboratorio y Tecnicatura Superior en Sistemas de Información Geográfica. UNGS. E mail: [ldifranco@ungs.edu.ar](mailto:ldifranco@ungs.edu.ar)

### 1. Introducción

En las últimas décadas, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se han convertido en tecnologías idóneas para ser aplicadas en proyectos de análisis territorial, en relación no solo con la geografía sino también con otras disciplinas científicas, ya que permiten una nueva visión para los mencionados procesos de análisis. Los SIG integran el uso de diversos sistemas: cartografía computacional, computación gráfica, procesamiento digital de imágenes, modelos digitales de elevación y sistemas de información geográfica. Actualmente, estos sistemas presentan un avance exponencial en los ámbitos públicos y privados de planificación, gestión, formación profesional y académica, investigación y educación. Debido al uso generalizado de esta poderosa herramienta de síntesis, la formación de recursos humanos altamente capacitados constituye un factor fundamental para su desarrollo y la implementación exitosa. Los profesionales formados en la operación de este instrumento deberán interactuar en proyectos interdisciplinarios, interpelando al territorio a través de las herramientas informáticas y brindando ese apoyo a los profesionales especialistas. Teniendo en cuenta la necesidad creciente de recursos humanos técnicos y la todavía escasa oferta

educativa en la Región Metropolitana de Buenos Aires (RMBA) se aprueba, por Resolución MCyE N° 1358/11 y Resolución C.S. N° 439/12, la carrera de Tecnicatura Superior en Sistemas de Información Geográfica (TECSIG). Esta nueva carrera, creada a partir de una política de fomento hacia las tecnicaturas universitarias, requiere un plantel docente especializado en las diferentes temáticas propuestas en su plan de estudio, lo que posibilita ampliar y complementar las fortalezas en investigación y docencia de la Universidad.

La TECSIG se orienta al dominio de los procesos tecnológicos característicos y al desarrollo de un conjunto de capacidades referidas al uso y aplicación territorial de técnicas de procesamiento digital y análisis de información espacial. El técnico superior es capaz de diseñar y asistir en el proceso de implementación, mantenimiento y operación de los SIG, teniendo en cuenta criterios de calidad instituidos en el campo. Asimismo, puede desempeñarse en la selección y abastecimiento de insumos y equipos componentes de los sistemas de información geográfica según las aplicaciones territoriales requeridas.

Los futuros graduados de esta tecnicatura cuentan con las siguientes capacidades: interpretación y explicación de los problemas vinculados a la dinámica y organización territorial, monitoreados a través de sistemas de información geográfica; desarrollo de habilidades que permitan aplicar las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en problemáticas territoriales; capacidad de comprensión y explicación de las problemáticas del espacio geográfico en su complejidad; operación de SIG y teledetección a fin de efectuar la observación y análisis del espacio geográfico; interpretación y análisis de fotografías aéreas e imágenes satelitales y realización de los correspondientes informes cartográficos.

## 2. Sobre el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)

El INTA es un organismo estatal descentralizado con una fuerte presencia en el territorio dependiente del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación. Desde el año de su creación, en 1956, desarrolla labores de investigación e innovación tecnológica con énfasis en las cadenas de valor, las regiones y los territorios tendientes a mejorar la competitividad y el desarrollo rural sustentable. La presencia nacional tiene lugar a través de una sede central, 15 centros regionales, 5 centros de investigación, 50 estaciones experimentales, 16 institutos y más de 300 Unidades de Extensión. Esta amplia distribución geográfica supone un desafío constante para el desarrollo de potencialidades y oportunidades que brinden acceso a los mercados internacionales con productos y servicios de alto valor agregado. El esfuerzo en la formación de recursos humanos en tecnologías de la información geográfica (TIG) en una institución como INTA implica un reto en la inclusión de su cadena de valor. Esta problemática, en el octavo país más extenso del planeta, presume un enorme desafío ya que si bien en el país la oferta de las universidades que incluyen esta temática han ido en aumento, el déficit de profesionales dedicados a estas tecnologías aún es elevado y su oferta educativa se dicta, principalmente, en las capitales provinciales. Por ello las oportunidades de federalización brindadas a través del dictado virtual de la TECSIG supone un avance significativo en la formación de recursos humanos universitarios dentro de la institución.

### 3. La propuesta de educación a distancia de la Tecnicatura Superior en Sistemas de Información Geográfica

A partir de las necesidades de formación de recursos humanos en estas tecnologías por parte del INTA y teniendo en cuenta las características geográficas de la institución se avanzó en la creación de la modalidad virtual de la TECSIG. Esta primera experiencia de carrera íntegramente dictada a distancia por parte de la UNGS supone una solución a los planteos mencionados anteriormente ya que la primera cohorte 2013 se inició con 100 agentes del INTA distribuidos en todas las provincias del país (Figura N°1).

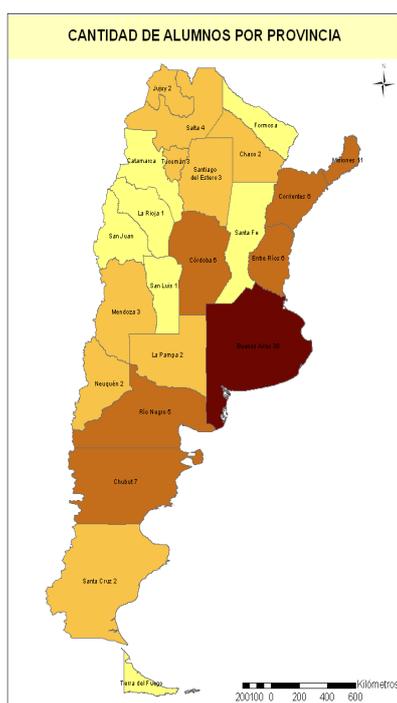


Figura N°1: Distribución geográfica de los agentes capacitados por la TECSIG.

La educación a distancia, en sus orígenes, estuvo vinculada a brindar una segunda oportunidad para aquellos que no accedían o habían fracasado en las propuestas escolares tradicionales. En la actualidad, esta metodología de educación, se ha posicionado como una modalidad con características específicas y con propuestas variadas de alta calidad académica. De esta manera la modalidad virtual se ha transformado en una potente herramienta para lograr la expansión y cobertura de la formación universitaria, a través de propuestas educativas de calidad.

La TECSIG en su modalidad virtual es creada siguiendo el mismo espíritu de su versión presencial, enfocada a dar respuesta a una necesidad de formación específica. En este sentido, resulta central la validación social de la propuesta, tanto desde lo curricular, como desde la modalidad en la que se imparte, entendiéndose su planificación como un proceso que supone necesariamente el intercambio con agentes externos a la Universidad, especialistas del campo e interlocutores de las organizaciones sociales, cámaras industriales, empresas, etc. Este intercambio presenta un doble

objetivo: por un lado, permitir confirmar inicialmente la pertinencia de las ofertas propuestas y, a la vez, facilitar su instalación y reconocimiento en el medio social.

El diseño de esta tecnicatura en la modalidad virtual apunta a sumar a este encuadre inicial, el objetivo de lograr un mayor acceso, atendiendo particularmente a la permanencia, la calidad y la mayor adecuación posible de los estudiantes en su tránsito por la carrera. La cursada en modalidad virtual permite también adquirir habilidades propias del campo disciplinar. Dado que los sistemas de información geográfica se basan en tecnologías y operar con ellas es una competencia propia de esta disciplina, cursar la carrera en modalidad virtual otorga un valor agregado. En esta Tecnicatura no se aprenden solo contenidos sino que se aprende de manera transversal a operar con tecnologías. La metodología de la virtualidad trae implícito algo que para la formación de los técnicos en SIG es inherente a su formación, ya que no se puede pensar el ejercicio de esta profesión sin formarse en tecnologías.

Considerando estos supuestos, los elementos básicos de la percepción del quehacer pedagógico para la modalidad que sustenta este proyecto, están orientados hacia la promoción y acompañamiento del aprendizaje, la creación y recreación de conocimientos ligados a los procesos culturales, la recuperación de la experiencia y la memoria personal, grupal, institucional y colectiva e involucrarla en el propio aprendizaje, priorizar el aprendizaje sobre las prácticas sociales, aprender en la colaboración, en la solidaridad y en el interaprendizaje. Estos supuestos con los que es creada esta nueva modalidad de la TECSIG, se alejan de un modelo universitario centrado en el docente, y donde la preocupación por el aprendizaje del alumno es limitada o marginal y donde el fracaso es comúnmente asociado a factores externos a la enseñanza: por ejemplo, las carencias heredadas de los niveles anteriores del sistema educativo, o ciertas características de la cultura juvenil.

De esta manera, la Tecnicatura Superior en Sistemas de Información Geográfica se sustenta en un modelo de relación entre la actividad de enseñar y la actividad de aprender de carácter mediado. La actividad de enseñanza consiste en las estrategias que diseñan los docentes para ofrecerles a los estudiantes actividades que resulten verdaderas oportunidades para aprender. Lo mediado, entonces, refiere en este primer sentido a que hay algo que media entre la intención de enseñar y el resultado final del aprendizaje: esas son las propuestas de enseñanza y las actividades de aprendizaje; pero además es mediado por cuanto el conocimiento es necesariamente reconstruido y resignificado. Y eso es, justamente, lo que en ambientes con TIC aparece con mayor claridad y evidencia: las TIC median en este mismo sentido, ampliando las opciones para proponer y sostener el estudio, oportunidades para construir conocimiento.

En este marco, es necesario resaltar que en los procesos de enseñanza mediados por TIC, la interactividad resulta un componente central del triángulo didáctico (alumno, contenido y profesor). Toda propuesta educativa se caracteriza por contar con un sujeto de aprendizaje y un sujeto de enseñanza a los efectos de construir conocimiento. En el ámbito del aula, este modelo triangular se concreta en la interactividad entendida como la articulación de las actuaciones del profesor y alumnos en torno a una tarea o contenido determinado. Si bien en la educación a distancia se mantiene esta relación triádica, la forma que asume el “sujeto de enseñanza” es diferente. Por lo tanto, una propuesta pedagógica de calidad será aquella en la que los profesores y alumnos usan la

actividad conjunta y las TIC para mediar y transformar los procesos intra e inter psicológicos que intervienen en la construcción del conocimiento.

Una diferenciación útil para comprender esta cuestión es la que realizan Coll, Mauri y Onrubia (2008) entre interactividad tecnológica e interactividad pedagógica. La primera se refiere a la incidencia que pueden tener las características de las herramientas tecnológicas presentes en el entorno, contexto o situación en la estructura de la interactividad. Sin embargo, limitar el problema de la interactividad a la propuesta tecnológica es ver sólo una cara de la moneda. Es tan importante la propuesta instruccional que llevan adelante profesores y alumnos, en forma conjunta, como las herramientas tecnológicas disponibles. A este segundo aspecto los autores lo denominan interactividad pedagógica y corresponde a la incidencia del diseño instruccional que guía el proceso de enseñanza y de aprendizaje en las formas de organización de la actividad conjunta.

Por esto y siguiendo a Coll (2004), diremos que se entiende que “la clave para analizar y valorar el impacto de la incorporación de las TIC en la educación formal no está en los recursos tecnológicos en sí mismos, sino en los usos pedagógicos de los recursos tecnológicos, definidos en términos de su función mediadora, entre los elementos del triángulo interactivo.”

Vemos entonces cómo el carácter de las TIC como mediadoras entre los procesos de enseñar y aprender adquiere en la Tecnicatura Superior en Sistemas de Información Geográfica un valor destacado, favoreciendo procesos de aprendizaje vinculados a la interacción entre pares y teniendo como protagonista a un sujeto que aprende en colaboración con otros y con el entorno.

#### 4. Plan de estudios de la Tecnicatura Superior en SIG. Modalidad a distancia

La carrera tiene veintiuna asignaturas que componen un total de 1608 horas distribuidas de la siguiente manera:

<b>Asignatura</b>	<b>Horas</b>	<b>Correlatividades</b>
Introducción al aprendizaje en entornos virtuales	40	
Taller de lectoescritura	64	
Problemas socioeconómicos contemporáneos	64	
Cartografía, Sensores Remotos y Sistemas de Información Geográfica	64	
Geografía Física	96	
Taller de aplicación inicial	64	
Geografía Urbana y regional	96	Geografía Física
Laboratorio interdisciplinario	64	Problemas socioeconómicos contemporáneos
Programas de Sistemas de Información Geográfica	64	Cartografía, Sensores Remotos y Sistemas de Información Geográfica. Taller de aplicación inicial
Teledetección y procesamiento de imágenes	96	Cartografía, Sensores Remotos

satelitales		y Sistemas de Información Geográfica. Taller de aplicación inicial
Informática aplicada a los SIGs. Parte I	96	Programas de Sistemas de Información Geográfica. Cartografía, Sensores Remotos y Sistemas de Información Geográfica
Taller de Aplicación I: Escala Nacional	64	Taller de aplicación inicial
Estadística aplicada a las ciencias sociales	64	Programas de Sistemas de Información Geográfica
Construcción y gestión de Bases de Datos Geográficas aplicadas a SIG	64	Programas de Sistemas de Información Geográfica
Análisis Territorial I	96	Geografía Física
Taller de aplicación II: Escala Regional	64	Taller de Aplicación I: Escala Nacional
Cartografía Temática	64	Cartografía, Sensores Remotos y Sistemas de Información Geográfica
Análisis Territorial II	96	Análisis Territorial I
Taller de aplicación III: Escala Municipal	96	Taller de aplicación II: Escala Regional
Informática aplicada a los SIGs, Parte II	96	Informática aplicada a los SIGs. Parte I
Taller final de aplicación: proyecto cartográfico	96	Taller de aplicación III: Escala Municipal

## 5. Aplicaciones de las herramientas libres en las asignaturas de la Tecnicatura

Teniendo en cuenta la espacialidad de los estudiantes fue necesario adoptar una respuesta concreta ante la distribución del material bibliográfico, las coberturas vectoriales y raster, y la adquisición de experiencia en el manejo de software específico. Esta necesidad fue satisfecha con la incorporación del GVSIG para la utilización y gestión de información geográfica tanto vectorial como raster y la utilización de una plataforma virtual de contenidos donde interaccionan los docentes, tutores y estudiantes. A modo de ejemplo, puede citarse, la utilización de GVSIG como herramienta de análisis espacial aplicada a los procedimientos de georeferenciación de imágenes satelitales, el análisis de zonas de influencia, la reproyección de bases de datos geográficas, etc.

Por ejemplo, en la asignatura Teledetección y Procesamiento de Imágenes Satelitarias, utilizando el software SOPI de la Comisión Nacional de Actividades Espaciales, se elaboraron índices, los cuales representan cálculos matemáticos estandarizados para determinados objetivos. De acuerdo al Manual de Usuario 2.1 en SoPI se encuentran presentes tres índices:

Índice de Vegetación con Diferencia Normalizada (NDVI, Tucker 1979). La imagen resultante es un potente indicador de presencia de vegetación en el píxel. El rango de

valores del índice se encuentra entre -1 y 1. Los valores más altos corresponden a la abundancia de vegetación sana.

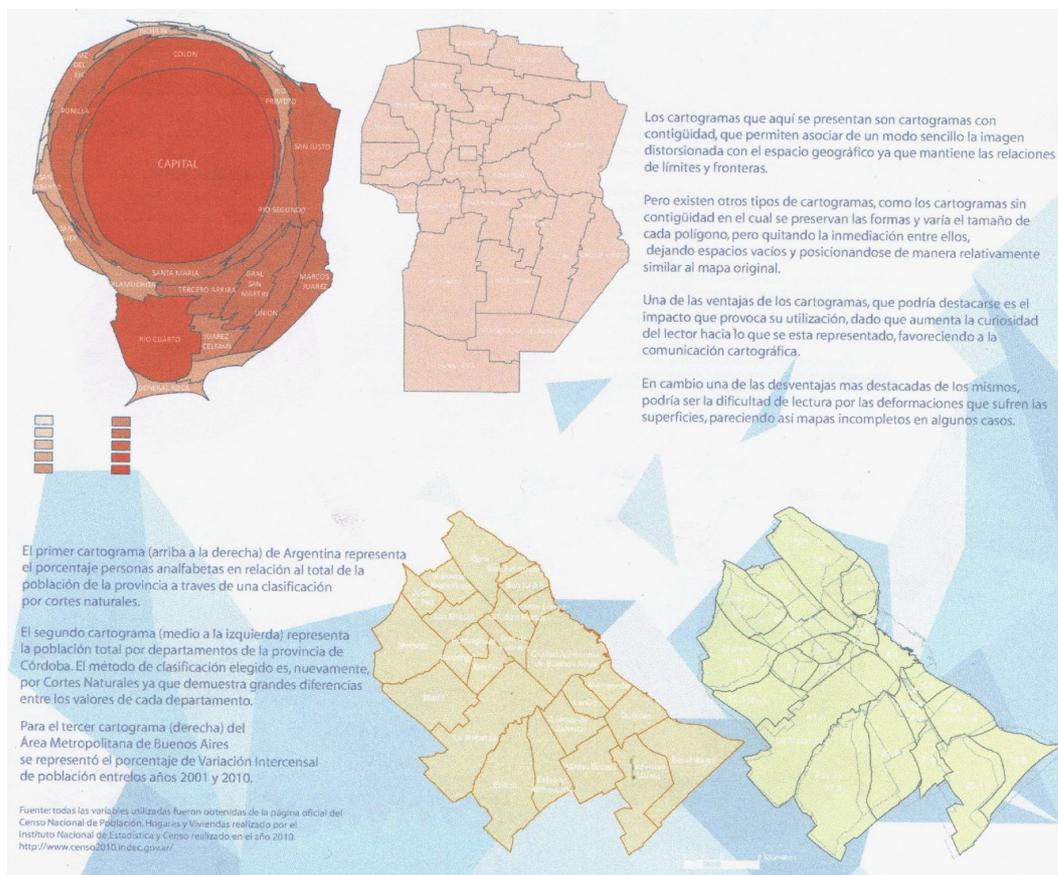
### Índice de Agua con Diferencia Normalizada (NDWI, Gao 1996)

La imagen resultante es un buen indicador de presencia de agua y humedad en el píxel. El rango de valores del índice se encuentra entre -1 y 1. Los valores más altos corresponden a la abundancia de agua. La banda del infrarrojo de onda corta requerida debe tener un centro cercano a los 1600 nm.

### Índice Radar de Vegetación (RVI, Kim & Van Zyl 2004)

La imagen resultante es un buen indicador de presencia de vegetación húmeda en el píxel. Se deben utilizar los diferentes componentes polarimétricos de la respuesta en banda L de un Radar de Apertura Sintética (SAR).

En Cartografía Temática se han realizado cartodiagramas aplicando conceptos de análisis espacial y semiótica, tal como puede verse en los siguientes productos:



En Informática Aplicada a los SIG, Parte I, se desarrolló un algoritmo para corregir el bandeado (gaps fill en inglés) de las imágenes satelitales Landsat 7 ETM+ con software libre. El ejercicio se desarrolló con un diagrama de flujo y se ejecuto en lenguaje Python. Para ello se utilizo la versión 2.7 con las librerías necesarias y una escena de Landsat 7 ETM+, con fecha del 11 de marzo de 2013, path row 225/84 correspondiente al Gran Buenos Aires, provista por la United State Geological Survey (USGS).

El satélite fue lanzado en 1999 como parte del Programa Landsat de la NASA siendo el anteúltimo de la serie hasta la fecha. Su objetivo principal es la observación de la Tierra mediante la utilización sensores remotos. El 31 de mayo de 2003 uno de sus componentes (Scan Line Corrector –SLC-) dejó de funcionar provocando así una importante pérdida de información (bandeado – gaps). Este nos motivó a desarrollar un algoritmo capaz de minimizar la falta de datos provocada por el bandeado. Los resultados obtenidos fueron comparados con los arrojados por algoritmos similares desarrollados en software con licencia.

## 6. Conclusiones

La Universidad Nacional de General Sarmiento ha dado un impulso sostenido a las carreras técnicas en temáticas innovadoras creando, en este caso, la TECSIG en el año 2011. La necesidad concreta de una institución como INTA cuya distribución en el territorio es heterogénea y con fuerte presencia en todas las provincias argentinas, supuso un desafío no solamente académico sino tecnológico y viable económicamente que permita federalizar el acceso a las TIG manteniendo la calidad educativa e institucional. Esta formación académica dotará a la Institución de técnicos especializados en el manejo de tecnologías de la información geográficas suponiendo un avance cualitativo en la gestión de la información espacial. Los software de código abierto contribuyen a resolver cuestiones tecnológicas y de tipo económicas al ofrecer prestaciones similares pero de costo nulo implicando una ventaja definitiva en el proceso de implementación de la TECSIG. De esta manera se contribuye a la federalización en el uso de las TIG a nivel general y en la institución en particular.

## 7. Referencias bibliográficas

Anguix, Alvaro, Laura Díaz, and M. Carrera (2008), "gvSIG: A GIS desktop solution for an open SDI." *Journal of Geography and Regional Planning* 1.3: 041-048.

Chand, Jagdish (2014), "Free and open source software's for Geographic Information System (GIS)." *European Academic Research*. Vol. I, Issue 12.

Coll, C. (2004), "Psicología de la educación y prácticas educativas mediadas por las tecnologías de la información y la comunicación: una mirada constructivista." *Sinéctica*, 25, 1-24.

Coll, C., Mauri, T. y Onrubia, J. (2008), "Análisis de los usos reales de las TIC en contextos educativos formales: una aproximación sociocultural." *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 10 (1). En: <http://redie.uabc.mx/vol10no1/contenido-coll2.html>. Fecha de consulta: 31.01.2013

Estatuto General de la Universidad Nacional de General Sarmiento (1999), Resolución (AU) N°6. Artículo 1. Pág. 3.

Estatuto General de la Universidad Nacional de General Sarmiento (1999), Resolución (AU) N°6. Sección III: Ámbito Académico y de Servicios – Título I: Estructura Académica Artículo 58. Pág. 16.

Selamat, M. H., et al. (2012), "A review on open source architecture in geographical information systems." *Computer & Information Science (ICCIS), 2012 International Conference on*. Vol. 2. IEEE.

SOPI 2.1 (2013), Manual del Usuario, Comisión Nacional de Actividades Espaciales, Argentina.

Tsou, Ming-Hsiang, and Jennifer Smith (2011), "Free and Open Source software for GIS education." *Unpublished White Paper Prepared for the GeoTech Center* (available at [http://www.iapad.org/publications/ppgis/tsou\\_free-GIS-for-educators-whitepaper.pdf](http://www.iapad.org/publications/ppgis/tsou_free-GIS-for-educators-whitepaper.pdf)).

Documentación oficial de Python. Sitios: [www.python.org](http://www.python.org) y [www.python.org.ar](http://www.python.org.ar). Fecha de consulta: Abril de 2014

Documentación de GvSIG <http://www.gvsig.org/plone/docusr>. Fecha de consulta: Abril de 2014