

DE LA CARTOGRAFÍA CLÁSICA A LAS GEOTECNOLOGÍAS: INTEGRACIÓN DE SIG E IDE EN LA UNT

Horacio Leonardo Madariaga

Departamento de Geografía–UNT. IEG-UNT. ILAV-CONICET
madariagah@gmail.com

Javier Ignacio Carreras Baldrés

Departamento de Geografía–UNT. EEAOC
jcarreras83@gmail.com

David Alfredo Montenegro

Departamento de Geografía–UNT. INTEPH – CONICET
david.montenegro@filo.unt.edu.ar

Recibido 06/07/25. Aceptado 25/09/25

Resumen

La continua evolución de la cartografía, impulsada por los avances en la tecnología digital y los Sistemas de Información Geográfica (SIG), exige una actualización constante de los enfoques pedagógicos. En este contexto, la Cátedra de *Técnicas de Representación Cartográfica* de la Universidad Nacional de Tucumán ha llevado a cabo una reestructuración orientada a la formación en cartografía digital, la integración de herramientas SIG —especialmente QGIS— y la implementación de una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) propia. Este trabajo describe la transición de contenidos, la estructura de asignaturas y la organización progresiva de aprendizajes que priorizan el desarrollo de habilidades prácticas. La IDE, concebida como un repositorio georreferenciado de libre acceso para los estudiantes, incluye capas físicas, variables censales, imágenes satelitales y productos cartográficos elaborados por los alumnos. Su implementación ha favorecido la producción de material didáctico optimizado, la integración de proyectos de investigación y la mejora en la empleabilidad de los egresados en instituciones gubernamentales y científicas. Esta experiencia demuestra la importancia de incorporar tecnologías emergentes y ↩

	metodologías actualizadas en la enseñanza universitaria de la cartografía Palabras clave: <i>Cartografía digital, SIG, Infraestructura de Datos Espaciales, enseñanza universitaria.</i>
--	---

Resumo	A evolução contínua da cartografia, impulsionada pelos avanços da tecnologia digital e dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG), exige uma atualização constante das abordagens pedagógicas. Nesse contexto, a Cátedra de Técnicas de Representação Cartográfica da Universidade Nacional de Tucumán realizou uma reestruturação voltada para a formação em cartografia digital, a integração de ferramentas SIG —especialmente o QGIS— e a implementação de uma Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE) própria. Este trabalho descreve a transição de conteúdos, a estrutura das disciplinas e a organização progressiva das aprendizagens que priorizam o desenvolvimento de habilidades práticas. A IDE, concebida como um repositório georreferenciado de livre acesso para os estudantes, inclui camadas físicas, variáveis censitárias, imagens de satélite e produtos cartográficos elaborados pelos alunos. Sua implementação favoreceu a produção de material didático otimizado, a integração de projetos de pesquisa e a melhoria da empregabilidade dos graduados em instituições governamentais e científicas. Esta experiência demonstra a importância de incorporar tecnologias emergentes e metodologias atualizadas no ensino universitário de cartografia. Palavras-chave: <i>Cartografia digital, SIG, Infraestrutura de Dados Espaciais, ensino superior</i>
--------	---

Abstract	The continuous evolution of cartography, driven by advances in digital technology and Geographic Information Systems (GIS), requires constant updates to teaching approaches. In this context, the Chair of Cartographic Representation Techniques at the National University of Tucumán has undertaken a restructuring aimed at training in digital cartography, integrating GIS tools —especially QGIS— and implementing a proprietary Spatial Data Infrastructure (SDI). This paper describes the transition of contents, the structure of courses, and the progressive organization of learning that prioritizes the development of practical skills. The SDI, conceived as a georeferenced repository freely accessible to students, includes physical layers, census variables, satellite imagery, and cartographic products developed by students. Its implementation has facilitated the production of optimized teaching material, the integration of research projects, and improved graduate employability in governmental and scientific institutions. This experience highlights the importance of 
----------	--

integrating emerging technologies and updated methodologies into university cartography education.
--

Keywords: <i>Digital cartography, GIS, Spatial Data Infrastructure, higher education.</i>
--

1. Introducción

La Geografía, como disciplina científica, ha atravesado profundas transformaciones a lo largo de su historia, influenciada por cambios socioeconómicos, culturales y, en especial, por la irrupción de nuevas tecnologías. Desde mediados del siglo XIX, la evolución del pensamiento geográfico puede comprenderse a partir de la noción de *paradigma* propuesta por Kuhn (1971), entendida como un conjunto de realizaciones científicas aceptadas que orientan la investigación y la enseñanza.

En las últimas décadas, la incorporación de las Tecnologías de la Información Geográfica (TIG) ha redefinido las formas de producir, analizar y comunicar el conocimiento espacial. El denominado *paradigma geotecnológico* (Buzai, 2001) surge como resultado de la convergencia entre cartografía digital, teledetección, sistemas de información geográfica (SIG) e infraestructuras de datos espaciales (IDE), generando un entorno de trabajo interdisciplinario y colaborativo que expande las fronteras tradicionales de la disciplina. La denominada *Geografía Global* (Buzai, 2014) y la *Neogeografía* (Cortizo Álvarez, 2015; Cerda Seguel, 2015) surgen como expresiones contemporáneas de un campo en el que convergen herramientas digitales, cartografía participativa, geolocalización social y grandes volúmenes de datos geoespaciales (Bosque Sendra, 2015).

Este cambio no solo ha impactado en la investigación, sino también en la docencia universitaria, exigiendo la incorporación de competencias digitales y el dominio de herramientas de análisis espacial en la formación de futuros geógrafos (González González & Pereira García, 2016). De esta manera, los avances tecnológicos han potenciado el desarrollo de metodologías activas y participativas, en las que el estudiante asume un rol central en la construcción del conocimiento.

La transformación impulsada por el desarrollo de las geotecnologías, los SIG y la teledetección ha modificado no solo las técnicas de representación espacial, sino también la forma en que se concibe y se ejerce la profesión geográfica. Según Buzai (2014), la *geografía global* y la *neogeografía* emergen como paradigmas que integran las herramientas digitales, la web 2.0 y la participación colaborativa en la producción

cartográfica. Este enfoque incorpora datos generados por usuarios, imágenes satelitales en tiempo casi real y plataformas de código abierto que democratizan el acceso a la información geoespacial.

En este contexto, los SIG han pasado de ser herramientas especializadas para la planificación y la investigación, a convertirse en recursos esenciales en múltiples áreas de la geografía aplicada y académica (González González & Pereira García, 2016; García & López, 2019). Su integración en la formación de los geógrafos permite desarrollar competencias técnicas y analíticas, favoreciendo la capacidad de interpretación espacial y la resolución de problemas complejos en entornos urbanos, rurales y ambientales.

La teledetección, por su parte, ha evolucionado hacia sistemas de mayor resolución espacial, temporal y espectral, lo que amplía las posibilidades de análisis multiescalar y la detección de cambios territoriales (Escudero & Medus, 2012; Buzai, 2020). En combinación con los SIG, se potencia la generación de productos cartográficos dinámicos, capaces de integrar datos socioeconómicos, ambientales y físicos.

La literatura reciente destaca que estas innovaciones impactan directamente en la enseñanza universitaria de la cartografía y la geografía, exigiendo una actualización constante de los planes de estudio, la incorporación de software libre como QGIS¹ (Pérez & Torres, 2014) y la implementación de infraestructuras de datos espaciales que faciliten la gestión y el acceso a información territorial. El *paradigma geotecnológico* (Buzai, 2001) plantea que la alfabetización geoespacial es hoy una competencia básica para el ejercicio profesional, lo que implica repensar las estrategias didácticas y priorizar metodologías activas centradas en el estudiante.

En suma, los avances en cartografía, SIG y teledetección han redefinido el perfil profesional del geógrafo, demandando habilidades técnicas, capacidad crítica y una comprensión profunda de las interrelaciones entre tecnología y territorio.

La cartografía, históricamente concebida como herramienta de poder y conocimiento territorial, ha experimentado una transición desde los paradigmas de exactitud topográfica del siglo XIX hacia entornos digitales interactivos que permiten no solo la representación, sino también la generación y circulación colaborativa de información geográfica. El mapa, como documento técnico y cultural (Anderson, 2005), se ve potenciado por

¹ <https://qgis.org/project/overview/>

la integración de datos multiescalares y multisensor, aunque mantiene las distorsiones inherentes a su naturaleza proyectiva.

Los SIG, tanto privativos como de código abierto, se han consolidado como herramientas esenciales en la formación de geógrafos (González González & Pereira García, 2016), ofreciendo capacidades de análisis espacial, modelado y visualización que favorecen el desarrollo del pensamiento espacial (Escudero & Medus, 2012). Ejemplos de aplicación incluyen proyectos de detección de conflictos de uso del suelo en entornos costeros (Escudero & Medus, 2012) y la planificación territorial mediante IDE (González González & Pereira García, 2016). Casos como OpenStreetMap² ilustran cómo el voluntariado cartográfico puede complementar bases oficiales, pero requieren estrategias de validación para su integración en procesos de ordenamiento territorial.

La incorporación de TIG y SIG en la docencia universitaria implica, además, repensar las metodologías de enseñanza. Experiencias de aulas invertidas, prácticas de levantamiento de datos con GPS y drones, y el uso de visores web interactivos son algunas de las estrategias que han demostrado su potencial pedagógico (López Fernández & Martínez Medina, 2016). En este sentido, el paradigma geotecnológico no solo redefine la investigación, sino que transforma la formación de profesionales capaces de integrar análisis espacial, interpretación crítica y gestión de datos en entornos interdisciplinarios.

En el ámbito académico, diversas universidades latinoamericanas han incorporado el uso de SIG en sus programas de grado y posgrado, destacándose experiencias en las que los estudiantes desarrollan proyectos de análisis de cambio de uso del suelo a partir de imágenes satelitales Landsat y Sentinel, utilizando plataformas como QGIS y Google Earth Engine³. Este tipo de prácticas fomentan la integración de datos multiescalares y multitemporales para evaluar procesos como la deforestación o la expansión urbana. Otro caso relevante es el uso de Sistemas de Información Geográfica para la gestión de riesgos naturales.

En el campo de la cartografía digital, se han implementado actividades pedagógicas que involucran la creación de mapas colaborativos en plataformas abiertas como OpenStreetMap. Estas experiencias permiten que los estudiantes comprendan la dinámica de la

² OpenStreetMap es un proyecto colaborativo y de datos abiertos que permite el mapeo y la actualización constante de caminos, senderos, actividades y sitios de interés para los usuarios. <https://www.openstreetmap.org/about>

³ <https://earthengine.google.com/>

geoinformación voluntaria, al tiempo que contribuyen al enriquecimiento de bases de datos públicas con información de relevancia local.

En cuanto a la geolocalización social, proyectos desarrollados en colaboración con municipios han empleado datos de redes sociales georreferenciados para estudiar patrones de movilidad urbana y la percepción ciudadana sobre espacios públicos. Estos análisis han demostrado cómo la información no estructurada, adecuadamente procesada, puede aportar insumos valiosos para la planificación urbana y la mejora de servicios públicos.

Finalmente, en el contexto del paradigma geotecnológico, se destacan las iniciativas que integran la teledetección, los SIG y las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE) en proyectos interinstitucionales. Un ejemplo es el desarrollo de la plataforma web del Instituto de Estudios Geográficos “Dr. Guillermo Röhmeder” de la Universidad Nacional de Tucumán (IEG – UNT) que permite la consulta interactiva de indicadores socioambientales, facilitando tanto la investigación académica como la toma de decisiones en políticas públicas.

El presente trabajo examina los procesos de enseñanza de los SIG y el soporte de las IDE en la formación geográfica, integrando un marco teórico que aborda la evolución de la cartografía hacia la neogeografía, el papel de las TIG y la geolocalización social, y los desafíos que plantea la era de la Big Data geoespacial. Asimismo, se analizan casos y experiencias que ilustran la aplicación de estas tecnologías en contextos académicos y profesionales, con especial énfasis en su impacto en la enseñanza de la Geografía en la Universidad Nacional de Tucumán.

El cambio impulsado por las geotecnologías ha generado la necesidad de revisar y actualizar las estrategias de enseñanza en las carreras de Geografía. La Cátedra de *Técnicas de Representación Cartográfica I y II* de la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad Nacional de Tucumán respondió a este desafío con una reestructuración de sus asignaturas, integrando herramientas digitales y metodologías innovadoras.

Los principales objetivos de esta reestructuración son, en primer lugar, la transición basada en orientar las asignaturas hacia la adquisición de competencias en la producción y el manejo de cartografía digital. Por otro lado, la integración de SIG al incorporar el uso intensivo de herramientas de geoprocésamiento, específicamente el software QGIS, para el análisis y la gestión de datos georreferenciados. El aprendizaje progresivo, que permite organizar los contenidos de manera gradual, asegurando la adquisición sólida de los conocimientos básicos antes de

abordar temas más avanzados y el desarrollo de habilidades prácticas, priorizando el componente práctico de la enseñanza, a través de la implementación de una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) que facilita el acceso a recursos cartográficos y el desarrollo de trabajos prácticos (TP).

2. Metodología

La reestructuración se basó en la incorporación progresiva de competencias digitales y en el uso intensivo del software QGIS, junto con la implementación de una IDE de desarrollo propio basada en Geoserver⁴. La implementación tecnológica se ha realizado con recursos universitarios. Está constituida de un servidor Linux sobre el cuál se ha instalado el software necesario para publicar datos georreferenciados. Físicamente está ubicado en el Instituto de Luminotecnia, Luz y Visión (ILAV), organismo de doble dependencia UNT - CONICET en la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología de la UNT.

En cuanto al hardware se trata de recursos informáticos mínimos, una placa madre con procesador Intel i3, 16 GB de memoria RAM, y unidades de discos convencionales sumado a un disco SSD. Sobre este hardware se ha instalado una versión del sistema operativo Ubuntu Server. En cuanto a las aplicaciones, se han instalado Geoserver, PostgreSQL - Postgis, JavaScript y PHP. Luego de sortear diversas dificultades a la hora de poner en línea los servicios logramos con estas herramientas concretar algunas publicaciones.

En el plano didáctico se analizaron los programas vigentes, se identificaron contenidos obsoletos y se rediseñaron las unidades para favorecer un aprendizaje gradual. Como plataforma de material didáctico empleamos el Campus Virtual de la Facultad de Filosofía y Letras, que está basado en la plataforma educativa Moodle⁵. En este entorno compartimos material bibliográfico y clases de producción propia (PDF). Las clases tienen una modalidad presencial y con características de teórico- prácticas, las que se dictan en módulos de 2 horas, dos veces a la semana.

Consideramos de gran importancia la componente de aplicada de nuestras asignaturas, por ello implementamos nuestra IDE, donde los

⁴ <https://geoserver.org/>

⁵ <https://campus.filo.unt.edu.ar/course/view.php?id=240>

alumnos disponen de material con características adecuadas a los procedimientos que requieren los TP. También es fuente de información para proyectos monográficos de los estudiantes, para una propuesta docente de las demás cátedras o para proyectos de investigación, los que a su vez van a generar nueva información geográfica que va a ser incorporada a dicha plataforma (realimentación).

La IDE consiste en un repositorio de datos georreferenciados de fácil acceso y de contenido adaptado a las necesidades didácticas, montado sobre Geoserver y con acceso en línea permanente⁶.

Se compone de un visor geográfico de la provincia de Tucumán (Figura 1), una Mapoteca⁷ con productos cartográficos producidos por los integrantes del proyecto y estudiantes de la carrera de Geografía, un catálogo de datos vectoriales y ráster disponibles para la libre descarga⁸ y un catálogo de información geoespacial para ser incorporada en un SIG de escritorio a través de geoservicios WMS, WFS y WCS.

Esta importante componente ha podido concretarse como una tarea de investigación y extensión de la cátedra de Técnicas de Representación Cartográfica I y II en combinación con el Laboratorio de Cartografía Digital “Dr. Alfredo Bolsi” del IEG, y que por intermedio de financiamiento de un proyecto de investigación de la Secretaría de Ciencia, Arte y Tecnología de la Universidad Nacional de Tucumán ha sido posible implementar.

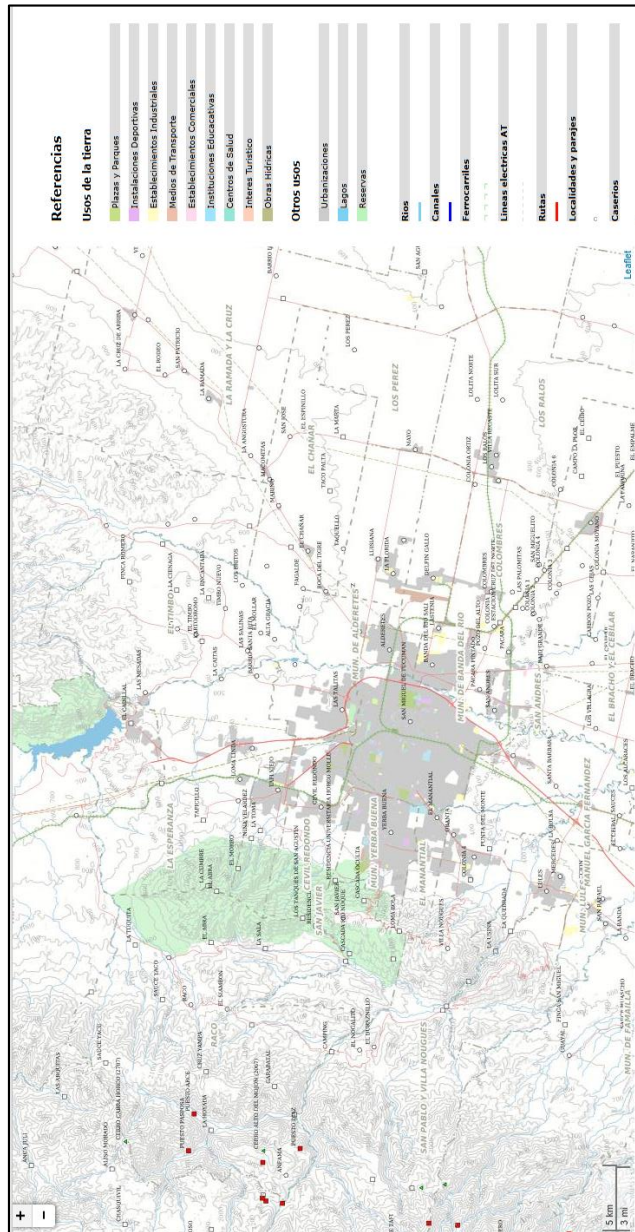
El proyecto de Investigación PIUNT H725 denominado *Infraestructura de Datos Espaciales orientada a la docencia y la investigación sobre temas relacionados al ordenamiento del territorio* dirigido por el Esp. Horacio Madariaga y codirigido por el Mag. Javier Carreras Baldrés, tiene como objetivo principal *producir cartografía digital de la Provincia de Tucumán (escala máxima 1:2000), y publicarlos empleando Infraestructura de Datos Espaciales (IDE)*. Este proyecto plantea el desarrollo de una cartografía base en formato digital y disponible mediante acceso web de la Provincia de Tucumán, cuya finalidad es brindar las fuentes de información necesarias para el desarrollo de proyectos académicos de la carrera de Profesorado y Licenciatura en Geografía. Es decir, esta cartografía digital, está diseñada para ser usada por nuestros alumnos en los distintos niveles y en todas las materias en las que se solicite información cartográfica digital.

⁶ https://www.filo.unt.edu.ar/ieg/?page_id=963

⁷ http://vport.herrera.unt.edu.ar:8894/mapoteca_ieg.html

⁸ http://vport.herrera.unt.edu.ar:8894/catalogo_ieg.html

Figura 1: Visor geográfico Mapa Base de Tucumán.



Fuente: IDE – IEG

http://vport.herrera.unt.edu.ar:8894/JavaBridgeTemplate621/pos621/visor_ieq.html

A partir de esta información, correctamente georreferenciada y documentada siguiendo los estándares de la Infraestructura de Datos Espaciales de Tucumán (IDET), se produce el material de las clases (PDF), las consignas de los TP, y los instructivos correspondientes. A su vez el material se va actualizando y mejorando, en el transcurso del período lectivo, optimizándolo para su futuro uso.

Analizando el estado actual del conocimiento en nuestra área de competencia, hemos visto la necesidad de reestructurar los contenidos de las asignaturas a fin de que los alumnos reciban de una manera gradual los conocimientos básicos, pero sin dejar temas importantes en el camino. Las asignaturas correspondientes a nuestra cátedra se denominan:

- Técnicas de Representación Cartográfica I (asignatura de 1er año del Profesorado y Licenciatura en Geografía)
- Técnicas de Representación Cartográfica II (asignatura de 3er año de la Licenciatura en Geografía)
- Curso Especial: Clasificación multiespectral. (materia optativa para alumnos avanzados del Profesorado y Licenciatura en Geografía)

Programa de Técnicas de Representación Cartográfica I (TRC I)

- Unidad N°1: Cartografía: concepto, evolución y aplicaciones actuales.

Concepto, definición y bases teóricas. Evolución del conocimiento cartográfico: desarrollo del Conocimiento Geográfico y de la Cartografía como soporte del mismo. Avances y aplicaciones cartográficas actuales.

- Unidad N°2: Sistemas de representación cartográfica: marcos de referencia espacial y sistemas de proyecciones. Escala.

Formas y dimensiones de la Tierra. Coordenadas geográficas y planas. Proyecciones cartográficas: principios y clasificaciones. Marcos de referencia: el sistema POSGAR. El concepto de escala. Escala gráfica y numérica.

- Unidad N°3: Sistemas de información geográfica (SIG) aplicados a la cartografía.

Aplicaciones informáticas disponibles. Tendencias. Funcionamiento de un SIG como nodo integrador. Concepto de cartografía digital. La importancia de las fuentes de información. La calidad en la producción de datos. GPS.

- Unidad Nº4: Cartografía Digital. Entidades gráficas: elementos del mapa y diseños de impresión.

Entidades gráficas: puntos, líneas y polígonos. Digitalización. Asignación de datos. Símbolos estandarizados. Etiquetas. Cuadrículas. Acotación del marco de referencia. Diseño de las referencias. Diseño de impresión.

- Unidad Nº5: Formas de Representación del relieve. Cartas topográficas.

Las formas del relieve y su representación. Modelos digitales de terreno. Generación de curvas de nivel a partir de modelos de elevación. Cotas. Simbología estandarizada. Mapas hipsométricos, Cartas Topográficas. Trazado y representación de perfiles altimétricos. Mapas de sombras. Pendientes.

- Unidad Nº6: Imágenes de satélite: aplicaciones.

Sensores y Plataformas satelitales. Imágenes de satélite: resolución espacial, espectral, radiométrica. Composiciones de bandas. Interpretación visual. Índices de vegetación. Otros índices. Imagen de Radar. Características y aplicaciones.

- Unidad Nº7: Cartografía temática: estadísticas espaciales y representación.

Concepto de cartografía temática. Tipos de mapas temáticos. Clasificación y categorización de variables. Gráficos y símbolos graduados. Aplicaciones y ejemplos.

Programa de Técnicas de Representación Cartográfica II (TRC II)

- Unidad Nº1: Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE).

Concepto de IDE. Mapas base globales. Servicios Web. Publicación de la información. Metadatos. Estandarización. Visores geográficos.

- Unidad Nº2. Procesamiento Vectorial.

Descarga y Digitalización de capas vectoriales. Procesamiento de capas (Geoprocesos): Recorte, Área Buffer, Unión. Combinar. Intersección. Geocoding.

- Unidad Nº3. Procesamiento Raster.

Descarga de Imágenes ópticas. Mosaicos. Composiciones. Índices. Clasificaciones. Imágenes de radar. Textura. Humedad. Otras

composiciones. Rasterización de vectores. Mapas de distancia. Mapas de densidad. Estadísticas raster.

- Unidad N°4. Modelos digitales de elevación.

Descarga de MDE. Generación de curvas de nivel. Generación de un MDE a partir de puntos. Otras técnicas: Estereometría, interferometría. Mapa de orientación. Mapa de pendientes. Mapa de iluminación. Perfiles altimétricos. Cálculo de distancias.

- Unidad N°5: Aplicaciones. Consultas espaciales.

Sistemas de localización. Evaluación multicriterio. Mapas de aptitud.

Programa del Curso Especial Clasificación Multiespectral (C.E.)

- Unidad N°1. Las imágenes de satélite. Características.

Imágenes de satélite. Las imágenes ópticas. Elemento de imagen, Extensión, Bandas. Características.

- Unidad N°2. Fundamentos Físicos de Teledetección.

El espectro electromagnético. Términos y unidades de medida. Interacciones de la atmósfera con la radiación electromagnética. Sensores y plataformas satelitales. Tipos de sensores. Características de los sensores. Tipos de imágenes. Calibración. Correcciones. Composiciones.

- Unidad N°3. Interpretación visual de imágenes satelitales.

Firmas espectrales. Sistema de colores. Composiciones. Interpretación visual de una imagen. Entrenamiento. Colores, formas y asociaciones. Filtros, realces y mejoras. Muestreo. Estadísticas básicas.

- Unidad N°4. Procesamiento digital de imágenes satelitales.

Muestreo y clasificación multiespectral. Mapas de uso del suelo. Clasificación. Metodologías. Medición del error. Matriz de confusión. Aplicaciones.

- Unidad N°5. Otros procesamientos.

Teledetección aplicada a los riesgos naturales: inundaciones, incendios. Detección de cambios de usos. Análisis multitemporal.

- Unidad N°6: Procesamiento en la nube.

Automatización. Procesamiento empleando Google Earth Engine. Scripts.

Tabla 1: Cuadro resumen de competencias adquiridas por los estudiantes según la asignatura

Asignatura	Competencias	Herramienta principal	Producto esperado
TRC I	Cartografía básica, digitalización y simbología	QGIS	Mapa topográfico vectorial
TRC II	Procesamiento ráster, índices de vegetación	QGIS + GEE	Mapa NDVI y análisis temporal
Curso Clasificación Multiespectral	Procesamiento de imágenes satelitales SAR y ópticas	QGIS + SNAP	Clasificación supervisada / NDVI / radar

3. Resultados

La IDE implementada funciona como un repositorio de datos georreferenciados que incluye capas temáticas, variables censales, imágenes satelitales y productos cartográficos elaborados por los estudiantes. Este recurso ha permitido mejorar la calidad de los trabajos prácticos, fomentar proyectos monográficos y de investigación, y servir como base para la generación de nuevos insumos geográficos. Los contenidos actualizados han ampliado las salidas laborales de los egresados hacia áreas técnicas de organismos públicos, mediante pasantías rentadas que forman parte de un convenio entre la Facultad de Filosofía y Letras con el Ministerio de Producción de la Provincia de Tucumán (incluye las direcciones de Bosques, Recursos Hídricos y Minería) y la Dirección de Defensa Civil. Asimismo, favoreció la incorporación de herramientas de análisis espacial para becarios estudiantiles (EVC – CIN) y doctorales (CONICET).

Los contenidos de las asignaturas se actualizan permanentemente, incorporando los avances en SIG, las nuevas metodologías y las herramientas emergentes, como por ejemplo los procesamientos en la nube, la incorporación de complementos con IA, y el conocimiento de nuevas tecnologías de teledetección SAR (SAOCOM). Esta actualización continua garantiza la pertinencia de la formación ofrecida y prepara a los estudiantes para los desafíos futuros de la disciplina.

El proyecto de investigación PIUNT se encuentra en una instancia avanzada, de manera que puede ser utilizado por cualquier usuario que requiera información especial de la provincia, no solo por los alumnos de nuestra cátedra, sino por todos los alumnos de la UNT y otras instituciones educativas, estamentos gubernamentales y ONG's.

Esta plataforma digital es fuente de información inicial para diseñar la metodología de trabajo para la investigación de un determinado estudio de caso, cualquiera sea el área de estudio seleccionada. Ya sea para un proyecto docente o de investigación, los que a su vez van a generar nueva información geográfica que va a ser incorporada a dicha plataforma (realimentación). Estos proyectos pueden tratar sobre una gran gama de temáticas como ser Medio Ambiente, Ordenamiento Territorial, Hidrografía, Hábitat, Epidemiología, Desertificación, Monitoreo de fenómenos naturales y antrópicos, Estudios geológicos, Estudios arqueológicos, Urbanismo, Ruralidad, Estudios de variables sociales, Mapas de vulnerabilidad social, Mapas de riesgos, Estudios de localización, Estudios de impacto ambiental, entre otras.

A su vez, este producto cartográfico permite plantear proyectos gubernamentales de infraestructura, como ser factibilidad de caminos, puentes, diques, líneas eléctricas, etc. Del mismo modo, a través de un ordenamiento territorial integral, plantear soluciones urbanísticas, creación de nuevas reservas naturales, promulgar leyes de promoción industrial y agrícola, definir ordenanzas para el ordenamiento urbano, etc.

El material publicado en la IDE ha ido evolucionando de acuerdo a las necesidades de docentes e investigadores del Instituto de Estudios Geográficos y del Departamento de Geografía de la Facultad de Filosofía y Letras de la UNT. También ha influido en tal sentido el desarrollo de trabajos de investigación y transferencia, tesis de posgrado y de consultas que recibimos de instituciones del estado provincial y municipal.

Entre los trabajos de investigación que forjaron la idea, encontramos los proyectos "Población y Territorios en Transformación en la Provincia de Tucumán (PIUNT 2013)", "Proyecto de Desarrollo Local El Puestito (UCAR-UNT 2013)", y "Modelo de Elevación del Sur de la Provincia de Tucumán (CONAE 2019)".

Entre los proyectos de transferencia interinstitucionales destacamos producción de mapas temáticos en el ATLAS 100 K publicado por el IGN en conjunto con CONAE y la UNT en el año 2014.

Entre las tesis podemos mencionar "Impacto del cambio climático sobre la enfermedad roya marrón de la caña de azúcar (Cristina Morales,

2021)", "Aplicación de los Sistemas de Información Geográficos en la redefinición de los circuitos educativos de la Provincia de Tucumán (Rubén Olea, 2021), "Dinámica del uso del suelo rural en el departamento de Burruyacu, provincia de Tucumán, desde finales del siglo XX y principios del XXI" (Javier Carreras Baldrés, 2021) y otras tesis en desarrollo como "Territorio y Desarrollo Local en el Este Tucumano a partir de 1990", por David Montenegro.

Entre las consultas de Instituciones del Estado Provincial, impulsaron la IDE los trabajos de "Actualización del Mapa de Ordenamiento Territorial de Bosques Nativos (SAAyA, 2019)", "Cauces de la Provincia de Tucumán (DRH, 2019)", y "Mapa de Riesgo Epidemiológico de Dengue (SIPROSA, 2020)".

Incorporamos a la IDE capas de información georreferenciada, algunas contienen además información sobre características físicas y/o variables censales. También pusimos a disposición imágenes de satélite de diferentes orígenes y características. Los productos cartográficos generados por los alumnos también forman parte del repositorio.

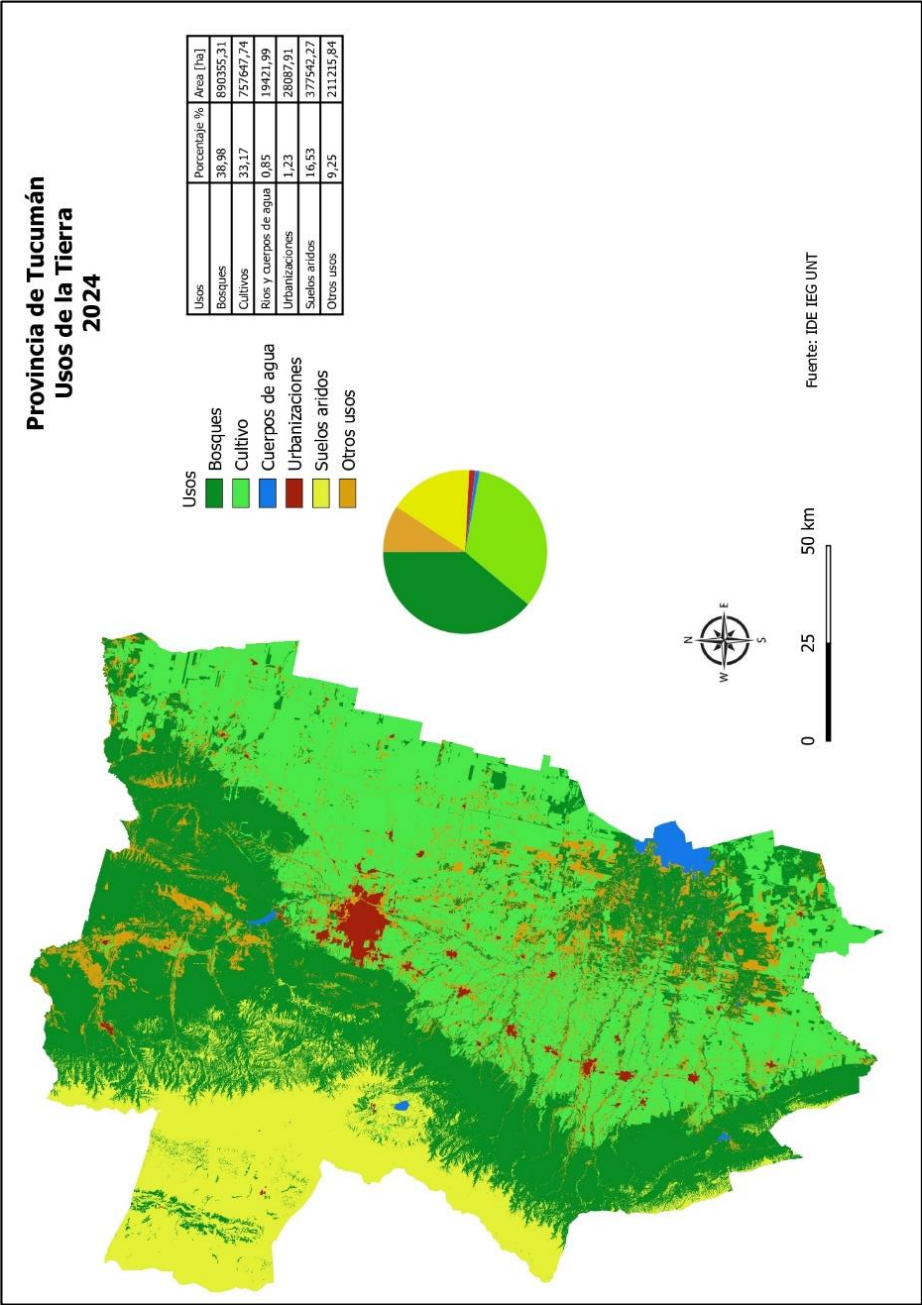
Productos vectoriales:

- Urbanizaciones concentradas y dispersas (urbanas y rurales).
- Servicios públicos (educación, salud, seguridad) e instituciones (civiles y religiosas).
- Red vial (callejeros, rutas y caminos).
- Red hídrica (incluyendo canales y cuerpos de agua).
- Topografía (curvas de nivel, hitos y puntos de interés).
- Usos de la tierra (incluyendo bosque nativo, cultivos, urbanizaciones, cuerpos de agua).
- Áreas protegidas (provinciales, nacionales y privadas).
- Jurisdicciones (departamentos, municipios, radios censales).

Productos Ráster:

- Usos de la tierra de la provincia de Tucumán.
- Categorías OTBN.
- Modelo de elevación.

Figura 2: Mapa de Usos de la Tierra de la Provincia de Tucumán Año 2024.



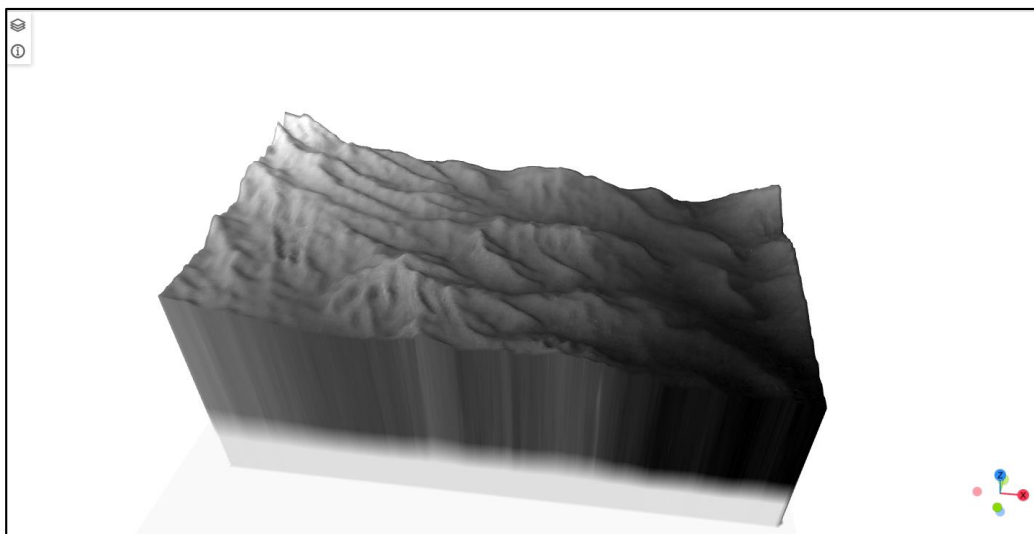
Fuente: Mapoteca IDE – IEG.

Figura 3: Estudiantes trabajando en el Laboratorio de Cartografía Digital.



Fuente: archivo de la cátedra.

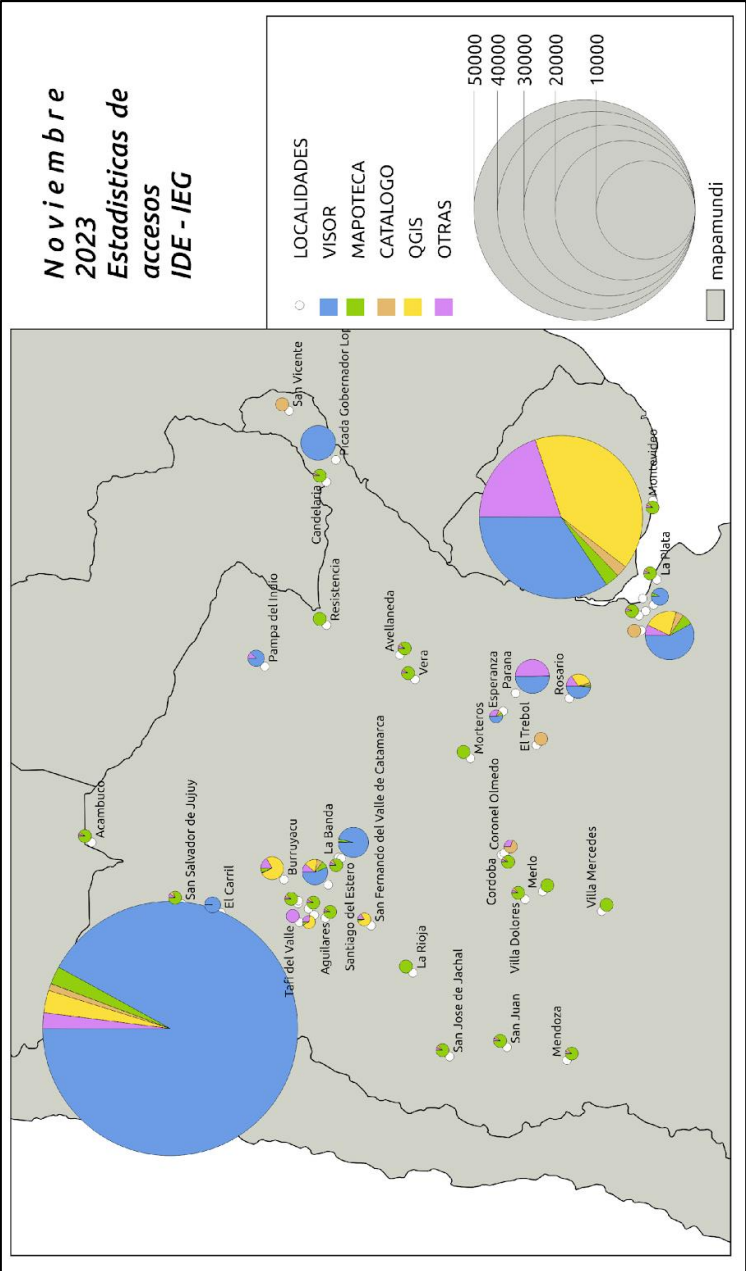
Figura 4: Modelo Digital del Terreno interactivo en 3D de la Quebrada del Río Lules, Tucumán.



Fuente: IDE – <http://vport.herrera.unt.edu.ar:8894/Qgis2threejs/index.html>

IEG

Figura 5: Consultas recibidas por parte de la IDE – IEG desde distintos puntos del país.



En la figura 5 se muestran las solicitudes al servicio IDE durante un mes (60000).

4. Conclusiones

Los alumnos obtienen el nivel suficiente para desarrollar cualquier actividad relacionada con la gestión de información georreferenciada al finalizar el cursado. En cada unidad, deben realizar un trabajo empleando SIG, lo que le proporciona una buena ejercitación en diversas tareas, entre las cuales podemos mencionar: Cartografía vectorial. Composición de mapas. Rasterizado y funciones espaciales. Cruce de variables (físicas y socioeconómicas). Clasificación de imágenes. Cálculo de índices. Estadísticas básicas.

Si bien es posible implementar este esquema QGIS-IDE con otras plataformas de infraestructura de datos espaciales, el disponer de datos propios brinda algunas ventajas a la hora de desarrollar una determinada tarea. La principal ventaja es que los alumnos, al disponer de los datos, se enfocan en el procesamiento, logrando buenos resultados en pocas horas de trabajo.

Los contenidos de las asignaturas se actualizan permanentemente, incorporando los avances en SIG, las nuevas metodologías y las herramientas emergentes, como por ejemplo los procesamientos en la nube, la incorporación de complementos con IA, y el conocimiento de nuevas tecnologías de teledetección (SAR y LIDAR). Esta actualización continua garantiza la pertinencia de la formación ofrecida y prepara a los estudiantes para los desafíos futuros de la disciplina.

Una medida de la respuesta del actual enfoque de la formación impartida en esta disciplina se manifiesta en que gran parte de nuestros alumnos están siendo incorporados a instituciones gubernamentales para desempeñarse en oficinas técnicas. Creando de esta manera una salida laboral diferente a la tradicional, generalmente orientada a la docencia.

La Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) desarrollada surgió de la necesidad de contar con información adecuada para el desarrollo de la docencia y la investigación en temas relacionados con el ordenamiento del territorio. Podemos definir a nuestra IDE como un nodo de carácter académico. Un nodo académico se caracteriza, por lo general, por disponer de un desarrollo tecnológico mínimo, por lo que no está preparado para un acceso masivo. Por ello, normalmente está destinado a alumnos universitarios, lo que implica una baja demanda. Asimismo, los datos publicados suelen contener información geográfica parcial sobre estudios de casos, con campos particulares orientados a objetivos didácticos específicos.

La producción de información de base es fundamental en cualquier análisis espacial. Para que esta gran cantidad de información pueda ser procesada, cada capa debe poseer un grado de generalización equivalente, con un detalle simplificado de igual manera, asegurando la posibilidad de superposición entre capas.

El primer desafío consistió en mejorar la calidad de la información vectorial de la infraestructura básica de la provincia, incluyendo la estandarización de datos y la generación de metadatos. Posteriormente, se avanza hacia una segunda etapa, que contempla la incorporación de información sobre: Usos del suelo, Población, Variables ambientales, Otras dimensiones de interés territorial.

La virtud principal de este servicio radica en brindar información con un nivel de generalización adecuado a las escalas de trabajo de alumnos, tesistas y doctorandos. Además, se asegura que toda la información se encuentre en un mismo sitio, bajo un formato estándar y con un marco de referencia común.

El servicio no solo brinda acceso a datos, sino que también constituye la base para la producción de nueva información georreferenciada, que se realimenta dentro del mismo sistema. Ejemplos de ello son los estudios sobre accesibilidad, problemas ambientales, distribución de la población y calidad de vida. Con el fin de optimizar la producción, se están diseñando metodologías que permitan actualizar y completar capas de manera sencilla y colaborativa. En esta etapa, adquiere relevancia la recolección de datos mediante aplicaciones móviles Android.

Asimismo, valoramos que parte de la información se encuentre disponible como repositorio abierto. Incluso cuando la misma ya esté publicada en otros servicios, no constituye un inconveniente, sino una fuente de información complementaria. A su vez, buscamos que nuestra información pueda replicarse en otros servicios con mayor eficiencia técnica.

Los principales destinatarios de los datos son:

- Alumnos de grado y tesistas de la carrera de Licenciatura en Geografía y de otras carreras afines.
- Doctorandos de posgrado que desarrollan tesis en temáticas vinculadas al territorio tucumano.
- Personal técnico de instituciones administrativas del Estado.
- Funcionarios y decisores de diversas jurisdicciones de la provincia.

La información se encuentra disponible para todos los usuarios, solicitando únicamente la cita correspondiente (IDE - IEG). No obstante, se destaca que, al tratarse de datos académicos, en muchos casos carecen de la exactitud y precisión necesarias para ser utilizados en resoluciones legales.

A pesar de haber iniciado hace relativamente poco tiempo la curación y publicación de datos, la plataforma ya recibe más de 50.000 visitas mensuales. Esto demuestra el creciente interés y la enorme cantidad de aplicaciones que requieren este tipo de información de base.

La experiencia de la Cátedra demuestra que la integración de tecnologías emergentes, la actualización de contenidos y la priorización de habilidades prácticas fortalecen la formación en cartografía. La implementación de la IDE no solo ha enriquecido el proceso de enseñanza-aprendizaje, sino que también ha incrementado las oportunidades profesionales de los egresados. La continuidad de este modelo permitirá adaptarse a los cambios tecnológicos futuros.

BIBLIOGRAFÍA

- Anderson, P. S. (2005). Principios de cartografía básica. São Paulo: Editora Técnica.
- Buzai, G. D. (2018). La geolocalización social. Revista de Estudios Territoriales, 15(1), 55–72.
- Beltrán, M., & Cerda, C. (2021). Neogeografía. Revista de Innovación Geográfica, 2(1), 15–27.
- Buzai, G. D. (2019). Mapas digitales y sociedad: geosemántica social. Revista de Cartografía Social, 8(2), 25–44.
- Buzai, G. D. (2014). Geografía global y neogeografía: estudios socioterritoriales. Revista de Geografía, 20(3), 45–62.
- Buzai, G. D. (2020). Neogeografía, big data y TIG. Revista de Geografía Aplicada, 5(1), 77–95.
- Buzai, G. D. (2015). Geografía global y el paradigma geotecnológico. Estudios Geográficos, 76(278), 33–49.
- Escudero, D., & Medus, S. (2012). Implementación de un sistema de información geográfica para la detección de conflictos en el ordenamiento territorial de Puerto Rosales. GEOSIG, 4(4), 111–119.
- Buzai, G. D. (2016). Geografía global, paradigma geotecnológico y cibergeografía. Geografía Digital, 13(25), 1–20.
- García, F., & López, J. (2019). Geotecnologías y su impacto en el pensamiento geográfico. Revista de Geografía y Educación, 14(2), 99–118.

- González González, M. J., & Pereira García, I. (2016). Los SIG en la docencia e investigación. En *Nativos digitales y geografía* (pp. 45–62). Universidad de León.
- González, J., & García, A. (2018). SIG para la detección de conflictos de ordenamiento territorial. *Revista de Ordenamiento y Territorio*, 6(1), 87–105.
- Pérez, R., & Torres, L. (2014). *Introducción a los SIG con QGIS 2.0*. Editorial Academica.