



# ***Contribuciones de la geomática al desarrollo del pensamiento multiescala en la enseñanza***

Por ***Almendra Guadalupe Brasca Merlin***

Presentado como parte de los requerimientos para la obtención del grado de Doctora en Educación en Ciencias Básicas y Tecnología, de la

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA**

***Diciembre, 2023***

**DIRECTORA y CO-DIRECTORA**

***Dra. Patricia Kandus y Dra. Cecilia Martínez***

Universidad Nacional de San Martín y Universidad Nacional de Córdoba

**TRIBUNAL ESPECIAL**

***Dra. Laura Buteler, Dr. Jairo Ortiz-Revilla y Dr. Raúl Rivas***

Universidad Nacional de Córdoba, Universidad de Burgos y Universidad del Centro



Éste trabajo se distribuye bajo una licencia:

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

*Para Eliana Alvarez Di Fino.  
Me atreví con tu amor.*

# Agradecimientos

Una idea estafalaria deja de serlo cuando se transforma en un plan, deja de serlo cuando tiene orientadores como referente, deja de serlo cuando tiene muestras, y necesidades visibles de que exista, deja de serlo cuando cumple los objetivos planteados. La educación y la formación docente en ciencias, no es por gusto o por vocación. Es un derecho y obligación de todas las personas que reciben la denominación "docente".

Al Doctorado en Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología por existir, a la Secretaria de Ciencia y Tecnología por auspiciar parte del trayecto y a mi casa cuando se transformó en un *hobbie* y ocupó fines de semanas.

A Patricia Kandus, hay muchos sí, el primer sí abre portales.

A Marcelo Scavuzzo, el sí de una casa académica, mantiene esos portales abiertos.

A Cecilia Martinez, no seríamos nada en educación si no hubieses llegado y transformado hasta nuestra confianza en hacerlo.

A los 33 referentes que se prestaron al desafío y a los docentes que abrazaron la propuesta y la hicieron propia en todos los espacios que intervenimos.

A Sofía Lanfri, soy valiente y segura de mis habilidades laborales gracias a tu confianza.

A Marcela Cioccale, tsunami de creatividad y mimos, resumen vincularse contigo.

A Anabella Ferral y Santiago Seppi, ambos lo dieron todo, a diversas escalas, para que se pueda.

A Andrés Solarte, docente queda pequeño para describirte.

A Mariela Aguilera, por cuidarnos a las dos y permitir que la amistad atravesase los roles que nos tocan.

A Rodrigo Molina y Matías Lopez, compañeros de trabajo queda muy chiquito para el amor y el respeto que genera en mi compartir el espacio.

A la oficina 2 porque el chisme vive en ustedes mis queridas.

A la oficina 13 3/4, origen de esta magia.

A mis compañeros del doctorado, enpandmiados para cursar fue disfrute.

A mi familia, la que vino conmigo y la prestada.

A Manuel, gracias por hacer bonito el final de cada día.

A Dante, ser tu mamá es la crema.

# Resumen

En éste proyecto de tesis, cuyo objetivo es aportar al entendimiento del valor del concepto de escala en el proceso de formación de estudiantes de nivel superior frente a problemas complejos, nos preguntamos *¿cómo se relacionan las estrategias de enseñanza de geomática con el desarrollo de la percepción multiescala en una propuesta de enseñanza por resolución de problemas?*

Para resolver el interrogante planteamos un estudio de diseño que incluyó tres grandes momentos: 1) reconstrucción histórica de la enseñanza de la geomática para comprender cuáles son las tradiciones científicas y epistemológicas que orientan las prácticas, 2) análisis de tres casos representados en tres materias de nivel superior universitario (de grado, posgrado y diplomatura), que incluyen geomática, para estudiar cómo se abordan dichas prácticas y 3) elaboración y análisis de una propuesta de enseñanza, mediada por el Aprendizaje Basado en Problemas, que permita el abordaje de la multiescala con operaciones cognitivas de alto nivel.

La investigación nos permitió reconstruir la historia de la enseñanza de la geomática en Argentina entre 1991 y 2021, certificar que la estrategia del Aprendizaje Basado en Problemas permite al aula resolver problemas a diversas escalas, y que es necesario formar a los docentes en el campo disciplinar. Finalmente, hay múltiples escalas en cada problema, y saber manejar la relación entre las escalas, es de las propuestas pedagógicas más poderosas.

**Palabras clave:** pensamiento multiescala, enseñar geomática, Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)

# Abstract

In this thesis project, the goal is to contribute to the understanding of the scale of values concept in university students' education to face complex problems, we ask ourselves, *How the geomatics teaching strategies are related with the multiscale perception development in a problem-solving teaching proposal?*

To solve this question, we set up a design study which included three major steps: 1) geomatic teaching historical reconstruction to understand which the science and epistemology traditions that orientate its practices are, 2) three case analyze are represented in three university courses (undergraduate, postgraduate, diploma) which include geomatics to know these practices, and 3) teaching proposal elaborated with Problem Based Learning (PBL) to approach the multiscale in a high level cognitive operations.

The research allowed us to rebuild teaching geomatics history in Argentina between 1991 and 2021, to certify the use of Problem Based Learning (PBL) strategy to solve problems at different scales and to educate teachers in this discipline. Finally, there are multiscales to each problem, and to know the relation between scales is a powerful pedagogical proposal.

**Keywords:** multiscale thinking, teaching geomatics, Problem Based Learning (PBL)

# Acrónimos

**ABP** Aprendizaje Basado en Problemas

**AOD** Aerosol Optical Depth, que en español significa Espesor Óptico de Aerosoles

**ARGENCON** Argentinian Congress

**ASPO** Aislamiento Social Preventivo y Obligatorio

**ASI** Agenzia Spaziale Italiana

**CAERCEM** Centro Argentino de Estudios de Radiocomunicaciones y Compatibilidad Electromagnética

**CAT** Congreso Argentino de Teledetección

**CEREGEO** Centro Regional de Geomática

**CENPAT** Centro Nacional Patagónico, Centro Científico Tecnológico

**CNIE** Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales

**CONAE** Comisión Nacional de Actividades Espaciales

**CONEAU** Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria

**CONICET** Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas

**DGSE** Doctorado en Geomática y Sistemas Espaciales

---

**DUGA** Diplomatura Universitaria en Geomática Aplicada

**EaD** Educación a Distancia

**ESA** Agencia Espacial Europea

**FAUBA** Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires

**FCA** Facultad de Ciencias Agrarias

**FCEyN** Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

**GEA** Grupo de Estudios Ambientales

**HGAA** Herramientas Geomáticas Aplicadas al Ambiente

**IHLLA** Instituto de Hidrología de Llanuras

**HCS** Honorable Consejo Superior

**IAFE** Instituto de Astronomía y Física del Espacio

**Gulich** Instituto de Altos Estudios Espaciales Mario Gulich

**IHLLA** Instituto de Hidrología de Llanuras

**IEEE** Institute of Electrical and Electronics Engineers

**IT** Introducción a la Teledetección

**LETyE** Laboratorio de Ecología, Teledetección y Eco-Informática

**MAIE** Maestría en Aplicación de Información Espacial

**MAEARTE** Maestría en Alerta y Respuesta Temprana a Emergencias

**MaTeSIG** Maestría en Teledetección y Sistemas de Información Geográfica

---

**McyTR** Mecánica y Tratamiento de Rocas

**MDE** Modelo Digital de Elevación

**MGAGRA** Maestría en Geomática Aplicada a la Gestión de Riesgos Ambientales

**MDDI** Material Didáctico Digital Interactivo

**MIS** Maestría en Instrumentos Satelitales

**2mp** Dos Millones de Pibes

**MODIS** Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer

**MTS** Maestría en Tecnologías Satelitales

**NASA** Administración Nacional de Aeronáutica y Espacio de Estados Unidos

**NSES** National Science Education Standards

**PEN** Plan Espacial Nacional

**PISA** Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos

**PRODITEL** Programa de Desarrollo e Investigación en Teledetección

**PPE** Prueba de Pensamiento Espacial

**PPM** Prueba de Pensamiento Multiescala

**QDA** Qualitative Data Analysis

**QGIS** Quantum GIS

**RAE** Real Academia Española

**RQDA** Rstudio Qualitative Data Analysis



---

**RPIC** Reunión de Trabajo en Procesamiento de la Información y Control

**SAR** Radar de Apertura Sintética

**SELPER** Sociedad de Especialistas en Percepción Remota y Sistemas de Información Espacial

**SIG** Sistema de Información Geográfico

**STEAM** Ciencia (Science), Tecnología (Technology), Ingeniería (Engineering), Artes (Arts) y Matemáticas (Mathematics)

**TeleAgro** Teledetección y SIG aplicados al estudio de los recursos naturales y la producción agropecuaria

**TeleAmbiente** Teledetección y SIG aplicado al medio ambiente

**TIC** Tecnologías de la Información y la Comunicación

**TRMM** Tropical Rainfall Measuring Mission

**UADER** Universidad Autónoma de Entre Ríos

**UBA** Universidad de Buenos Aires

**UNC** Universidad Nacional de Córdoba

**UNICEN** Universidad Nacional del Centro

**UNLu** Universidad Nacional de Luján

**UNR** Universidad Nacional de Rosario

**UNSAM** Universidad Nacional de San Martín

**UNSL** Universidad Nacional de San Luis

# Glosario

La presente guía de conceptos complejos involucrados en ésta tesis se plasman a continuación con explicaciones sobre su significado en base a páginas de referencia y autores, pertenecientes al idioma inglés y español.

**ANÁLISIS CUALITATIVO:** consiste en un enfoque disciplinado y sistemático para investigar textos, entrevistas, datos, posee una dimensión científica y otra artística (Sandelowski, 1995).

**ANÁLISIS CUANTITATIVO:** análisis de variables categóricas y numéricas y utilizando preferentemente técnicas estadísticas que permiten mostrar la tendencia de los datos y establecer, a través de relaciones funcionales, la interrelación y la dependencia de las variables con fines explicativos y predictivos (Hidalgo, 2019).

**BASE DE DATOS:** conjunto de datos, incluyendo ubicación geográfica, organizados de modo sistemático para su posterior uso. Facilita la gestión de los datos, evitando redundancias y facilitando su integridad. Una Base de Datos Geográfica (BDG) es un conjunto de datos geográficos organizados de tal manera que permiten la realización de análisis y la gestión del territorio dentro de aplicaciones de Sistemas de Información Geográfica (SIG). Además, una BDG se utiliza de soporte para la implantación de servicios geográficos relacionados con las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE), y su contenido es la base fundamental en los procesos de producción cartográficos. Fuente: [IGN España](#).

**BANDA ESPECTRAL:** segmento finito de longitudes de onda del espectro electromagnético. Fuente: [NASA earth observatory](#).

**CONSTRUCTIVISMO:** teoría del aprendizaje basada en la idea de que las personas construyen activamente el conocimiento en lugar de recibirlo pasivamente. Fuente: [Macmillan Dictionary](#)

**COHORTE:** corresponde al año de inicio de un trayecto de aprendizaje de un estudiante. Fuente: [Ministerio de Educación, Argentina](#)

**DATO:** recopilación de hechos, conceptos o instrucciones de manera formalizada y adecuada para su comunicación o procesamiento por parte de seres humanos o por ordenador. Fuente: [NASA earth observatory](#).

**DIDÁCTICA:** parte de la pedagogía que estudia las técnicas y métodos de enseñanza. Fuente: el pequeño Larousse ilustrado, pág. 346, 2007

---

**ENSEÑAR:** coordinar un grupo de estudio para que quieran aprender lo que deben aprender, con los recursos disponibles. Crear puentes entre el entorno, los estudiantes, los conocimientos culturales y los nuevos conocimientos. La tarea de enseñar está atravesada por diferentes niveles o sistemas dentro del sistema educativo, desde las orientaciones curriculares hasta los vínculos que los estudiantes establecen con sus docentes (Rockwell, 2013).

**EDUCACIÓN A DISTANCIA:** tipo de educación en ámbitos virtuales, la relación docente - estudiante se encuentra mediada por tecnologías, puede ocurrir separado o no en tiempo y espacio. Fuente: [Gobierno de BsAs, Argentina](#).

**ESCENA:** espacio del objeto iluminado por un sensor. Fuente: [NASA earth observatory](#).

**ESPACIAL:** característica que se refiere a un lugar (que puede ser un lugar concreto de la superficie terrestre o relativo a un punto arbitrario). Fuente: [NASA earth observatory](#).

**MAQUETAR:** constituye la planificación, organización y presentación de contenidos en un medio digital y acorde al tipo de espacio y público al cual se destina.

**OBJETO GEOGRÁFICO:** objeto Geográfico (geographic feature, en inglés): Abstracción (representación) de una entidad del mundo real asociado con una localización relativa a la Tierra. Fuente [IDERA](#).

**PEDAGOGÍA:** ciencia que se ocupa de los métodos y principios para enseñar. Fuente: [RAE](#)

**PRESA:** obra de ingeniería sobre un río consistente en un muro grueso con el objetivo de embalsar agua para diferentes fines (abastecimiento humano, riego, producción hidroeléctrica, etc.). Fuente: [Instituto Geográfico Nacional, España](#).

**QUIZ:** expresión en inglés referente a una prueba rápida, que funciona como competición o juego donde las personas contestan preguntas. Fuente: [Longman Dictionary](#)

**RADIÓMETRO:** instrumento que mide cuantitativamente la radiación electromagnética. Los satélites meteorológicos llevan radiómetros para medir la radiación procedente de la nieve, el hielo, las nubes, las masas de agua, la superficie terrestre y el sol. Fuente: [NASA earth observatory](#).

**RASTER:** modelo de representación espacial que considera al espacio distribuido en una matriz cuadriculada donde cada una de las celdas contiene información correspondiente al dato geográfico dominante. Cada celda o pixel constituye la unidad mínima de representación, de manera tal que cualquier dato se encuentra representado por esa unidad. Fuente [IDERA](#).

**REFERENTE EMPÍRICO:** permite recabar información sobre eso que indagamos. Por ejemplo, si nuestra indagación es sobre las actividades de la clase, los referentes empíricos posibles son: las consignas que organiza el docente y las tareas que realizan los estudiantes.

**RESOLUCIÓN:** medida de la capacidad de separar cantidades observables. En el caso de las imágenes, describe el área representada por cada píxel de una imagen. Cuanto menor sea el área representada por un píxel, más precisa y detallada será la imagen. Fuente: [NASA earth observatory](#).

**RÚBRICA:** del inglés *rubric* una serie de instrucciones al principio de un examen para ser evaluado, otorgan claridad y transparencia. [Macmillan Dictionary](#)

---

**Sistemas de Información Geográfica (SIG):** es una integración organizada de hardware, software y datos geoespaciales diseñada para obtener información geográficamente referenciada a partir de la captura, almacenamiento, manipulación y análisis de datos geoespaciales con el fin de resolver problemas complejos de planificación y de gestión. Los SIG son el resultado de la aplicación de las llamadas Tecnologías de la Información (TI) a la gestión de la Información Geoespacial, permitiendo separar la información en diferentes capas temáticas almacenadas independientemente, facilitando así la posibilidad de relacionar la información existente a través de la topología geoespacial de los objetos. Fuente [IDERA](#).

**VECTOR:** modelo de representación espacial que asimila la cartografía a las bases de datos relacionales, es decir, que dan cuenta de la influencia que un elemento tiene sobre otro que lo condiciona y, a su vez, es condicionado por este. Se utilizan en él las tres entidades propias de todo mapa de objetos: punto líneas y polígonos. Fuente [IDERA](#).

**TUTORÍA:** relativo al tutor/a, a cargo de orientar y aconsejar a estudiantes de un curso o asignatura durante el trayecto. Fuente: el pequeño Larousse ilustrado, pág. 1010, 2007

# Índice de Contenidos

<b>1. Introducción y contextualización de la problemática</b>	<b>1</b>
1.1. Introducción . . . . .	1
1.1.1. Contextualización de la problemática . . . . .	4
1.1.2. Los objetivos . . . . .	4
1.2. La historia de éste proyecto . . . . .	5
1.3. Nuestros supuestos . . . . .	5
1.4. El problema en estudio . . . . .	6
<b>2. Marco teórico</b>	<b>7</b>
2.1. Antecedentes . . . . .	9
2.2. Marco . . . . .	12
<b>3. Metodología</b>	<b>16</b>
3.1. Metodología para el análisis histórico . . . . .	18
3.1.1. Elaboración del protocolo de entrevista . . . . .	18
3.1.2. Análisis de las entrevistas . . . . .	20
3.1.3. Destacados del método . . . . .	23
3.2. Metodología para el análisis de aulas . . . . .	23
3.3. Metodología para las intervenciones . . . . .	26
3.3.1. Producciones estudiantiles y encuestas sobre la experiencia educativa	26
3.3.2. Prueba de Pensamiento Multiescala . . . . .	26
<b>4. Historia de la enseñanza de la geomática en Argentina</b>	<b>29</b>

4.1.	Introducción al primer capítulo de resultados . . . . .	30
4.2.	La formación y el trabajo de docente . . . . .	32
4.2.1.	Las trayectorias . . . . .	35
4.3.	El desarrollo de la disciplina en nuestro país en relación al mundo . . . . .	38
4.4.	Los fundamentos de la disciplina en Argentina . . . . .	42
4.4.1.	Relación entre el desarrollo de la geomática y el sistema socio productivo . . . . .	42
4.4.2.	Identificación de la relación entre el desarrollo de la geomática y los planes de formación . . . . .	43
4.4.3.	Ventajas y desventajas para la formación en la disciplina . . . . .	44
4.4.4.	Uso de las herramientas en el campo docente . . . . .	45
4.4.5.	Geomática en la cotidianeidad . . . . .	47
4.4.6.	Reflexiones sobre las secciones previas . . . . .	48
4.5.	Enfoques en la enseñanza de la geomática en Argentina . . . . .	49
4.5.1.	Origen del concepto . . . . .	51
4.5.2.	Los problemas complejos . . . . .	54
4.5.3.	Reflexiones sobre las secciones previas . . . . .	56
4.6.	El modo de la enseñanza de la geomática en la construcción multiescalar del análisis de problemas complejos . . . . .	57
4.6.1.	Enseñar geomática . . . . .	57
4.6.2.	Supuestos aprendizaje, perfil formativo de estudiante . . . . .	59
4.6.3.	La disponibilidad tecnológica . . . . .	61
4.6.4.	Ofertas académicas . . . . .	62
4.6.5.	Reflexiones sobre las secciones previas . . . . .	68
4.7.	Reflexiones del capítulo . . . . .	68
<b>5.</b>	<b>Nuestras aulas, cómo enseñamos</b>	<b>70</b>
5.1.	Introducción al segundo capítulo de resultados . . . . .	71
5.1.1.	¿Desde dónde partimos? . . . . .	72
5.2.	El caso de la materia Introducción a la teledetección . . . . .	73
5.2.1.	Escenario inicial . . . . .	74

5.2.2.	Análisis de la experiencia . . . . .	82
5.3.	El caso de la materia Herramientas Geomáticas Aplicadas al Ambiente . . .	86
5.3.1.	Escenario inicial . . . . .	87
5.3.2.	Análisis de la experiencia . . . . .	93
5.4.	El caso de la materia Mecánica y Tratamiento de Rocas . . . . .	95
5.4.1.	Escenario inicial . . . . .	96
5.4.2.	Análisis de la experiencia . . . . .	97
5.5.	Desafíos de acuerdo al espacio . . . . .	101
<b>6.</b>	<b>Descripción de tres experiencias de intervención educativa</b>	<b>103</b>
6.1.	El caso de la materia Introducción a la teledetección . . . . .	104
6.1.1.	Intervención . . . . .	104
6.1.2.	Percepciones de los estudiantes sobre la intervención . . . . .	108
6.2.	El caso de la materia Herramientas Geomáticas Aplicadas al Ambiente . . .	115
6.2.1.	Intervención . . . . .	115
6.2.2.	Percepciones de los estudiantes sobre la intervención . . . . .	119
6.2.3.	Evolución de las tutorías . . . . .	121
6.3.	El caso de la materia Mecánica y Tratamiento de Rocas . . . . .	123
6.3.1.	Intervención . . . . .	123
6.3.2.	Percepciones de los estudiantes sobre la intervención . . . . .	134
6.4.	Indicadores de Pensamiento Multiescala . . . . .	145
6.4.1.	Análisis de los casos presentados en esta tesis . . . . .	147
6.5.	Temas emergentes en la investigación . . . . .	150
6.5.1.	Aprendizajes del estudiantado . . . . .	151
6.5.2.	Experiencias de enseñanza del cuerpo docente . . . . .	153
<b>7.</b>	<b>Nuestro aporte</b>	<b>155</b>
7.1.	Conclusiones del trabajo . . . . .	155
7.2.	Implicancias . . . . .	159
<b>Anexos</b>		<b>166</b>

<b>A. Modelo Prueba de Pensamiento Multiescala</b>	<b>166</b>
<b>B. Modelo parcial McyTR centrado en ABP</b>	<b>178</b>



# Índice de figuras

2.1. operadores cognitivos para el aprendizaje que escalan el aprendizaje, modificado de Bloom y cols. (1977) . . . . .	15
3.1. diagrama de objetivos y resultados en la propuesta de tesis . . . . .	17
3.2. instituciones identificadas en las entrevistas . . . . .	21
3.3. panel principal del <i>software</i> RQDA . . . . .	22
3.4. vínculo entre códigos y categorías en grafos . . . . .	23
3.5. flujo de trabajo propuesto para el proyecto de tesis . . . . .	26
4.1. grafo de conexiones entre dimensiones y códigos usados en el análisis cualitativo realizado en Rstudio Qualitative Data Analysis (RQDA) . . . . .	31
4.2. códigos conectados a cada dimensión usados en el análisis cualitativo (Qualitative Data Analysis (QDA)) realizado en RQDA . . . . .	32
4.3. rango etario de referentes en geomática . . . . .	33
4.4. relación entre años de ejercicio de la docencia y trabajo en el área de la geomática . . . . .	34
4.5. formación de base de referentes en entrevista: a) Agronomía, b) Astronomía, c) Biología, d) Física, e) Geografía, f) Geología, g) Ing. de petroleos, h) Ing. forestal, i) Ing. naval y mecánica, j) Nutrición, k) perito topocartografa, l) Recursos Naturales y m) Master of Science . . . . .	35
4.6. historia de la geomática en la Argentina, relatada a través de sus referentes .	41
4.7. definición de la disciplina y derivaciones en la enseñanza . . . . .	51
4.8. concepciones de geomática según niveles de abstracción en el uso de la geomática . . . . .	56
4.9. palabras clave para definir lo que inspira a enseñar . . . . .	58

5.1. estadío inicial en los casos en investigación . . . . .	73
5.2. elementos presentes detectados en los mapas . . . . .	100
6.1. flujo de trabajo de la propuesta pedagógica de Introducción a la teledetección 2020 . . . . .	105
6.2. imágenes de obras civiles modelo analizadas en los ciclos . . . . .	124
6.3. datos ficha técnica de momentos culturales: ejemplos de casos . . . . .	125
6.4. mapa de obras civiles creada con la base de datos de estudiantes McyTR 2019	126
6.5. propuesta de configuración del aula virtual del 2020, actualizada al 2021 . .	128
6.6. estrategia didáctica de desafíos disponibles para elaborar la práctica de ma- pas McyTR . . . . .	129
6.7. clases de consulta en vivo, ciclo 2019 McyTR . . . . .	130
6.8. mapas modelo de unidades geotécnicas, creados por estudiantes entre el ciclo 2018 y 2021 . . . . .	132
6.9. grupo de 47 estudiantes, 11 sin entrega, 22 con errores de citas y referencias, 14 mezcla de apartados, 13 epígrafes, 12 sin uso de productos propios, 9 elementos de mapa, 9 gramática, 7 sin elaboración de conclusiones y 3 sin observaciones (ciclo 2021 McyTR) . . . . .	133
6.10. resultados de aplicar diferentes <i>quiz</i> en aula con la herramienta <i>mentimeter</i> , (ciclo 2019 McyTR) . . . . .	135
6.11. resultados de aplicar <i>quiz</i> en aula con la herramienta <i>mentimeter</i> , (ciclo 2020 McyTR) . . . . .	138
6.12. análisis experiencia educativa en aula con la herramienta <i>saturate.app</i> (ciclo 2020 McyTR) . . . . .	138
7.1. hitos en la formación docente desde una perspectiva constructivista según Díaz Barriga Arceo (2002) . . . . .	159
7.2. propuesta pedagógica para cursos de formación de docentes especialistas en geomática . . . . .	162
A.1. Modificado de Bednarz y Lee (2019) . . . . .	168
A.2. La Figura pertenece a Seppi et. Al, facilitado específicamente para la prueba	170
A.3. La Figura pertenece a Seppi et. Al, facilitado específicamente para la prueba	170
A.4. La Figura pertenece a Seppi et. Al, facilitado específicamente para la prueba	171
A.5. La Figura pertenece a Seppi et. Al, facilitado específicamente para la prueba	172

A.6. La Figura pertenece a Seppi et. Al, facilitado específicamente para la prueba 172

# Índice de tablas

3.1. preguntas para elaborar las entrevistas, hipótesis planteada y supuestos cualitativos a revisar . . . . .	19
3.2. casos de estudio: Herramientas Geomáticas Aplicadas al Ambiente, Mecánica y Tratamiento de Rocas e Introducción a la Teledetección . . . . .	25
3.3. tipos de preguntas sugeridas por Bednarz y Lee (2019) para elaborar una Prueba de Pensamiento Espacial (PPE) . . . . .	27
4.1. roles detectados entre los referentes de geomática entrevistados . . . . .	33
4.2. enfoques de de enseñanza según objeto y procesos . . . . .	50
4.3. universidades de Argentina que otorgan título habilitante en geomática: teledetección y Sistema de Información Geográfico (SIG) de la Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Universidad de Buenos Aires (UBA), Universidad Nacional de Luján (UNLu), Universidad Autónoma de Entre Ríos (UADER), Universidad Nacional del Centro (UNICEN) y Universidad Nacional de Rosario (UNR), todas pertenecientes a la región centro del país, en celeste las de acceso gratuito, en amarillo en creación al momento de la entrevista, actualizado al 2022 . . . . .	62
4.4. objetivo general de las propuestas educativas y estructura curricular. 1) Teledetección y SIG aplicados al estudio de los recursos naturales y la producción agropecuaria (TeleAgro), 2) Teledetección y SIG aplicado al medio ambiente (TeleAmbiente), 3) Diplomatura Universitaria en Geomática Aplicada (DUGA), 4) MGAGRA, 5) Maestría en Teledetección y Sistemas de Información Geográfica (MaTeSIG), 6) Maestría en Aplicación de Información Espacial (MAIE) y 7) Doctorado en Geomática y Sistemas Espaciales (DGSE) . . . . .	64
4.5. características de los espacios de formación activos. 1) TeleAgro, 2) TeleAmbiente, 3) DUGA, 4) Maestría en Geomática Aplicada a la Gestión de Riesgos Ambientales (MGAGRA), 5) MaTeSIG, 6) MAIE y 7) DGSE . . . . .	65

5.1. operadores cognitivos resultantes del desafío de cada unidad: 1) fundamentos de física, 2) Formación de la imagen, 3) Interpretación y análisis de imágenes, 4) Filtros en imágenes, 5) Correcciones 6) Transformaciones espectrales, 7) Clasificaciones, 8) Datos satelitales, 9) Datos atmosféricos, 10) Datos SAR y 11) SIG . . . . .	80
5.2. contenidos didácticos del módulo de especialización en ambiente Herramientas Geomáticas Aplicadas al Ambiente (HGAA) de la DUGA parte 1 . . . . .	88
5.3. contenidos didácticos del módulo de especialización en ambiente HGAA de la DUGA, parte 2 . . . . .	89
5.4. características evaluables en todas las unidades del módulo . . . . .	91
5.5. operadores cognitivos resultantes del desafío de cada unidad . . . . .	93
6.1. revisión de contenidos y sugerencias al material didácticos del módulo HGAA: ID de unidades: 1 (Introducción), 2 (Atmósfera), 3 (Hidrosfera), 4 (Biosfera), 5 (Litósfera) y 6 (Integrador) . . . . .	116
6.1. revisión de contenidos y sugerencias al material didácticos del módulo HGAA: ID de unidades: 1 (Introducción), 2 (Atmósfera), 3 (Hidrosfera), 4 (Biosfera), 5 (Litósfera) y 6 (Integrador) . . . . .	117
6.2. resumen de la propuesta para el material didáctico del módulo HGAA: ID de unidades: 1 (Introducción), 2 (Atmósfera), 3 (Hidrosfera), 4 (Biosfera), 5 (Litósfera) y 6 (Integrador) . . . . .	118
6.3. propuestas de acuerdo al rol en el módulo HGAA . . . . .	118
6.4. tabla de atributos para la base de datos de obras civiles . . . . .	126
6.5. evolución del planteo del problema entre el ciclo 2018 y 2021 para la generación de mapas geotécnicos . . . . .	131
6.6. instrumentos en uso para estudiar las intervenciones en el aula de McyTR: en rojo previo a la creación del manual y en verde con el manual en uso . . . . .	134
6.7. pre Prueba de Pensamiento Multiescala MIS/MTS 39% (celeste) y MAIE 47% (verde) . . . . .	146
6.8. pos Prueba de Pensamiento Multiescala MIS/MTS 59% (celeste) y MAIE 83% (verde) . . . . .	147
6.9. resultados Prueba de Pensamiento Multiescala en casos de estudio: Herramientas Geomáticas Aplicadas al Ambiente, Mecánica y Tratamiento de Rocas e Introducción a la Teledetección ciclo 2020 . . . . .	148
B.1. Ficha técnica obra civil Mammoth Pool Dam (37°19'23"N y 119°18'58"W) . . . . .	178

# Introducción y contextualización de la problemática

## 1.1. Introducción

En las últimas décadas pensar la magnitud y complejidad de las problemáticas vinculadas a la vida y las acciones de las sociedades, nos obliga a abordar múltiples escalas espacio-temporales, y también nos invita a pensar el aporte desde la enseñanza de y con la geomática en ese contexto. Ésta tesis busca en su desarrollo, entender cómo el conocimiento sobre las escalas se ve enriquecido al incorporar geomática en su análisis.

Problemáticas como la implicancia de las acciones humanas en el calentamiento global y el cambio climático, la pérdida y degradación de la biodiversidad, los patrones de uso del suelo, el consumo y comercio de bienes y servicios, la justicia y la equidad en las condiciones de vida del planeta, entre otros, constituyen ejemplos concretos que reciben el nombre de **problemas complejos**, que trascienden múltiples escalas de espacio y tiempo.

Para ejemplificar el concepto de problema complejo, y usar un tema en común, elegimos **la comunicación**. Hoy impulsados fuertemente por la pandemia del COVID-19, asumimos puestos y modos de trabajo intervenidos plenamente, por medios digitales. Nos percibimos conectados a la red considerando que las computadoras iniciaron su camino en el mundo en la década del 30 y en Argentina -las de uso personal en los 90-, con lo cual se suman 30 años de evolución tecnológica hasta llegar al acceso del teléfono celular que opera como computadora personal en los últimos diez años.

La comunicación redujo tiempo -no la distancia-, y una escala se desvinculó de la otra, garantizando su eficacia. Estamos al alcance de un *click* de acción inmediata para llegar a donde queramos, disociando la distancia a la cual nos encontramos y usando herramientas que a una escala global, mediada por satélites, conectan. Esas conexiones arman una gran red, usuario a usuario, sin importar su geolocalización.

La mayoría de las responsabilidades sociales, como impuestos de rentas, trámites bancarios, entre otros, se desarrollan plenamente de manera virtual sin presencia física aunque atravesados por circunstancias particulares que generan disparidades entre diferentes sectores y regiones. Entre las disparidades encontramos el caso de algunas escuelas donde no hay computadoras ni conectividad que permitan incorporarse a mecanismos de trabajo con Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). También existen zonas rurales,

carentes de red y falta de formación en algunos sectores de la población para usar las herramientas. En ese sentido ingresa y merece un paréntesis el concepto de **brecha digital**.

La brecha digital entre los diferentes grupos socioeconómicos en América Latina es particularmente problemática. Un estudio sobre la integración de tecnologías digitales comparó el uso de computadoras entre estudiantes de secundaria que participaron en la prueba Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA)<sup>1</sup> y arrojó que los diferentes tipos de usos se distribuyen equitativamente entre cuartiles económicos y socioculturales en la mayoría de los países evaluados, pero en América Latina los usuarios frecuentes pertenecen al tercer y cuarto cuartil superior (es decir la población más enriquecida económica y socioculturalmente) y muy pocos pertenecen al primer cuartil, es decir la población en situación de pobreza (Sunkel, Trucco, y Espejo, 2013).

Parte del problema que dificulta el acceso de la población a la tecnología es la dependencia de la región del desarrollo tecnológico exterior. Sólo el 5% de las exportaciones latinoamericanas pertenecen a sectores de alta tecnología. La fuerte dependencia de los avances computacionales extranjeros afecta directamente a la capacidad de la región para encontrar una senda específica de crecimiento económico compatible con la inclusión social y la sostenibilidad (Suarez y Yoguel, 2020).

La comunicación, hoy de acuerdo a la presencia/ausencia de ciertos elementos, es diferente, pero se trata de un problema complejo por la cantidad de variables que involucra. Una variable relevante es la localización de un usuario debido a que el acceso a la red no es global ni equitativo. Otra variable son las condiciones económicas que muestran usos diferenciados según quintiles de ingreso (Sunkel y cols., 2013).

Para que la comunicación sea efectiva y la variable tiempo se recorte, se necesitan otras variables funcionando como el acceso a la red, un dispositivo que pueda conectarse, una carga eléctrica para que funcione y, que elementos básicos que permitan a la población participar de la red.

Abordar problemas complejos, implica trabajar múltiples variables, y es un desafío en la investigación que se fue construyendo a la par de una profunda revolución científica, tecnológica y cultural en cuanto a la generación y acceso a la información, y a la posibilidad de análisis a partir de una enorme variedad de herramientas informáticas.

En este contexto, emerge la geomática como campo disciplinar que reúne diferentes campos de estudio de las ciencias exactas, naturales y sociales, y otorga una instancia formal de uso e integración de datos espaciales y no espaciales, a múltiples escalas espacio-temporales. La geomática comprende un conjunto de ciencias de enfoque sistémico, multidisciplinario e integrado para seleccionar los instrumentos y las técnicas apropiadas para recolectar, almacenar, integrar, modelar, analizar, recuperar a voluntad, transformar y presentar datos *geo-espaciales*, sin importar la fuente de la cual provienen y si, con características de precisión bien definidas, en formato digital (Gomasasca, 2009).

En Argentina se identifica como punto de inflexión en el desarrollo de la geomática, la creación en 1991 de la Comisión Nacional de Actividades Espaciales<sup>2</sup>. Ésta agencia espacial que en sus orígenes se denominó Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales (CNIE) y sus objetivos se centraban en el desarrollo de la astronáutica, representa un hito histórico, que impulsó y dinamizó esfuerzos de diversas entidades académicas y de la gestión de datos pública y privada vinculadas al conocimiento, la salud, el ambiente y la producción del país

---

<sup>1</sup> Acceso página oficial: [PISA](#)

<sup>2</sup> Decreto: [995/91](#)

y conscientes de la complejidad de abordar estas temáticas de manera integral. Así, en nuestro país podríamos decir que la geomática se desarrolla como disciplina científica, y objeto de enseñanza en los últimos 30 años (1991-2021), con raíces epistemológicas y educativas previas.

La Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE)<sup>3</sup> tiene como misión, entre otras, **contribuir**; a través del conocimiento derivado de las acciones científico-tecnológicas-espaciales, con información de origen espacial y sus aplicaciones, sobre nuestro territorio continental y marítimo; mejorar la calidad de vida de la población y aportar al ámbito científico-tecnológico nacional, tanto conocimientos de avanzada como nuevas oportunidades de educación y trabajo.

Disponer y usar información de origen espacial y sus productos derivados, en un mundo donde las problemáticas de todo tipo (económicas, geopolíticas, sociales, ambientales, de salud) resultan sumamente complejas, requiere de una implementación robusta de tecnologías innovadoras; pero sobre todo de una conceptualización teórica de carácter interdisciplinar y multiescalar.

Proponer el uso y apropiación crítica de la tecnología requiere capacitación, y para ello el desarrollo de los espacios formativos con sus debidas propuestas académicas, para que podamos apropiarnos del campo y abordar problemas de por sí multiescalares y multidisciplinarios. La dimensión de los aprendizajes críticos remite a comprender profundamente un fenómeno de manera que podamos valorar sus alcances y limitaciones, distinguir modos de uso ético de perjudiciales, y promover la aplicación del desarrollo tecnológico para el bien común.

Así, la formación en tecnologías requiere de estrategias para abordar su enseñanza. Generalmente, las estrategias de enseñanza que los docentes elegimos responden a diferentes supuestos sobre la manera en la que se aprende, el rol docente en ese trayecto y el lugar que ocupa la tecnología. Asimismo, el docente asume también una posición respecto a cómo se entiende el campo disciplinar (Jackson, 1998).

La geomática, desde la perspectiva de su enseñanza, como campo disciplinar, requiere necesariamente de problemas y escalas. Es por ello que se la piensa en este trabajo como un elemento que contribuye a entender y también a desarrollar el pensamiento multiescala, porque sus consecuencias se expresan a diferentes escalas espaciales e incluso temporales, que ayudan a definir las con su complejidad.

Un concepto central para abordar problemas complejos desde la geomática es el de escala. Su centralidad radica en que hay más de una perspectiva, y si hay más de una perspectiva, múltiples miradas en una o varias escalas, multiescala; indefectiblemente se cambiará el nivel de detalle (espacial y temporal) para entender el escenario completo. Ésta tesis aborda el concepto de multiescala como categoría fundamental del aprendizaje, porque contribuye al entendimiento de problemas complejos.

Su centralidad radica en que los problemas complejos suelen surgir de fenómenos que se expresan a diferentes escalas espaciales: fenómenos globales inciden sobre los regionales y locales (ejemplo, el precio de los *commodities* a escala global afecta las decisiones locales de los modos de agricultura) y muchas veces los fenómenos regionales y globales pueden ocurrir de la integración sinérgica de conjuntos de fenómenos locales (ejemplo, calentamiento global por emisiones).

---

<sup>3</sup>Página oficial [CONAE](#)



### 1.1.1. Contextualización de la problemática

El enfoque que proponemos para ésta investigación es el análisis *socio-crítico*, porque para entender el campo disciplinar que propone a la geomática en Argentina necesitamos comprender su historia. Para entender cómo se enseña geomática en el presente de nuestras aulas, requerimos entender cómo fue construida en su devenir histórico y en el contexto social, político y educativo.

La perspectiva pedagógica sociocrítica, aborda dimensiones como el liderazgo y la inclusión en el análisis de los espacios educativos (Giroux, 1990), y observa una disciplina en su contexto vinculada a la realidad que le atraviesa pero sin enajenarse de esa realidad, promoviendo interpelar a los espacios. Indagar desde una perspectiva histórica, nos permite entender cómo se fueron desarrollando las estrategias y tradiciones de enseñanza de la geomática en nuestro país.

Identificamos que enseñar geomática, trae aparejado la implementación de herramientas complejas, que funcionan como intermediario entre lo que nos proponemos que los estudiantes aprendan, y los resultados. Por ello, la manera en cómo enseñamos se relaciona directamente con el foco que ponemos en los aprendizajes de los conceptos, las herramientas, ó en la formulación del problema complejo a abordar con la geomática como instrumento.

Teniendo los procesos históricos como marcos de referencia, y para focalizar en la enseñanza, analizamos tres cursos de nivel universitario en donde se enseñaba geomática. Particularmente estudiamos cómo en cada caso, se aborda el concepto de multiescala, se enseña y se aprende a usar las herramientas que provee la geomática. Finalmente analizamos qué problemas educativos se presentan y desde qué perspectiva didáctica se los abordan.

Indagamos múltiples factores que involucran los conceptos de escala, pensamiento espacial y multiescala, enseñar geomática desde una perspectiva de campo disciplinar, lo que nos invita a preguntarnos *¿Cómo se relacionan las estrategias de enseñanza de geomática con el desarrollo de la percepción multiescala en una propuesta de enseñanza por resolución de problemas?*.

La pregunta constituye el interrogante principal de ésta **tesis** e impulsa nuestra investigación; deviene de éste interrogante comprender *¿por qué, cómo y para qué se enseña geomática?* y también dentro de esa acción *¿qué vínculo tiene la geomática con la escala en un trayecto de aprendizaje?*.

### 1.1.2. Los objetivos

El objetivo general es aportar al entendimiento del valor del concepto de escala en el proceso de formación de estudiantes de nivel superior frente a problemas complejos.

#### **Objetivos específicos**

- Indagar sobre la incidencia del concepto de escala en la enseñanza del uso de tecnologías geoespaciales.
- Analizar situaciones contrastantes en la enseñanza de la geomática.
- Explorar los aportes del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en la conceptualización de la escala mediante la enseñanza de la geomática.

- Diseñar estrategias educativas basadas en la geomática en educación superior que permitan conceptualizar la escala en un problema complejo y faciliten el desarrollo del pensamiento multiescala.

## 1.2. La historia de éste proyecto

Entré a un aula como auxiliar, era mi primer trabajo, después de un par de años como becaria. Lo más importante era hacer el trabajo lo mejor posible. No tenía ni formación, ni una historia en docencia, ni un plan; pero sí conocía las herramientas y el programa de clases, puesto que había sido estudiante en esas mismas aulas no mucho tiempo atrás.

El plan era colaborar con docentes que temporariamente venían a enseñar y se iban. Además debía reunir las calificaciones, resolver los problemas de *software* en el desarrollo de cursos, maquetar el aula (lo cual en ese momento no sabía que se denominaba así y tampoco cómo se hacía), entre otros.

En el papel de docente auxiliar, uno acompaña todo el desarrollo de un curso, y en esa labor también acompaña a diferentes docentes encargados de distintos apartados del programa. Gracias a esa función, pude observar cómo se repetían los temas, cómo se desarrollaba un salto cuántico de un contenido a otro, como pasábamos de encuentros teóricos a prácticos con un amplio del paso a paso para llegar al resultado en un software, y como se evaluaba únicamente en el trayecto lo teórico, a través de un examen opción múltiple.

En ese momento se me presentaron dos opciones: a) replicar una estrategia que repetimos intuitivamente b) cuestionarla; sugiriendo una estrategia que podría abordarse en nuestras aulas haciendo foco en los problemas que traen al espacio quienes vienen a aprender. Elegí esta última.

Socialice la inquietud y encontré que esa pregunta tenía mucho espacio, y lo que le faltaba era tiempo. Por lo que pasó de un singular a un plural para poder interpelarnos, en nuestro propio oficio de educadores, investigadores y gestores. Escribimos un plan más de una vez, y llegamos aquí.

Antes sí, mencionar que los ingredientes para ésta propuesta están disponibles, gracias al tiempo de docentes, educandos y gestores, que abrazaron el proyecto y se sintieron totalmente desafiados.

## 1.3. Nuestros supuestos

Como supuesto, entendemos que en la enseñanza de las ciencias existe una tendencia a la fragmentación del conocimiento, que lleva a la compartimentalización de los eventos o procesos en escalas particulares. Esta fragmentación está impulsada en primera instancia por una necesidad de reducir la complejidad para facilitar el entendimiento y eventualmente la experimentación. Sin embargo, lleva a una especialización extrema cuando se pierde de vista la necesidad de integración frente a un problema complejo<sup>4</sup>.

Por lo general, cada uno de nosotros se ha formado en una única disciplina, y suele analizar la localización espacio-temporal de manera sesgada. Es aquí donde la geomática con

---

<sup>4</sup>Cuando nos referimos a fragmentar queremos decir focaliza en las partes perdiendo el contexto, el sistema complejo.

su percepción múltiple de un problema, podría colaborar en la aplicación de la perspectiva de una investigación, permitiendo visualizar el escenario completo y potenciar el desarrollo del pensamiento espacial y también multiescalar (National Academies Press, 2006).

Respecto a las “*maneras de averiguar*” (Aduriz Bravo, 2015), un supuesto para nuestra investigación es que nuestra principal falencia es el tecnicismo en la enseñanza de la geomática: esto es la fragmentación del conocimiento, y el uso de herramientas y procedimientos tecnológicos, debido a nuestra especialización extrema como docentes.

No nos sumergimos en reflexionar cómo entendemos la complejidad en espacio-tiempo de las problemáticas, porque la tecnología nos seduce por sí misma. No profundizamos en la conceptualización subyacente con la que abordamos las diferentes problemáticas, y les robamos en ese proceso algo muy valioso, que es el pensamiento crítico de para qué y cómo usamos esas herramientas en las diversas situaciones. Ese pensamiento crítico no indagado es el que permite adaptar el uso de herramientas (para el caso geomática), en diversas situaciones. El modo en que se han abordado en la enseñanza los conceptos geoespaciales, nos permite interpelar la posibilidad de activar procesos de pensamiento que incluyan la abstracción de las problemáticas, la multiescalaridad.

### **1.4. El problema en estudio**

*¿Por qué enseñamos cómo enseñamos?*, retomamos uno de los interrogantes ya presentados, la búsqueda de su respuesta respalda la historia de ese accionar intuitivo para enfrentar aulas atravesadas por geomática, más allá de la construcción de un plan de estudios para un nuevo espacio de formación.

En el Capítulo 1 sentamos las bases de la propuesta, el campo disciplinar y en el Capítulo 2 el marco que elegimos nos guíe en la investigación. En el capítulo 3 presentamos el enfoque metodológico y las herramientas de recolección y análisis de datos que permitieron responder a las preguntas de investigación.

Desde el enfoque de estudios de diseño, en una primera fase se analizó la enseñanza de la geomática (tanto en su devenir histórico como en tres casos puntuales), y se procedió a diseñar una propuesta de enseñanza superadora. En la fase final se analizaron los resultados de esta propuesta, en los capítulos 4, 5 y 6.

El Capítulo 4 describe la reconstrucción histórica de la geomática en Argentina. A partir de entrevistas con referentes de la geomática pudimos reconstruir cómo se fue delimitando el campo disciplinar de la geomática en nuestro país, su relación con las corrientes globales y sus derivaciones en la enseñanza. Particularmente en el desarrollo de carreras y materias específicas.

En el Capítulo 5, y recuperando la perspectiva histórica del Capítulo 4, analizamos cómo se enseña geomática en los tres casos estudiados que corresponden a aulas universitarias de diferentes programas académicos: materia de grado, diplomatura y especialización. El Capítulo 6 describe la intervención pedagógica realizada en los cursos tomados como casos y analizar los resultados en cada caso.

En términos generales se trabajó con el enfoque del ABP para promover la enseñanza de la multiescala a través de la geomática. Este capítulo presenta también los resultados de la intervención. Finalmente el Capítulo 7 presenta las conclusiones y desafíos que resumimos de éste trayecto de tesis.

## Marco teórico

En esta sección realizamos una indagación de antecedentes y consecuente definición de estrategias y metodologías. El objetivo que proponemos es definir los conceptos clave del proyecto. Detallamos a continuación los principales conceptos y el motivo por el cual fueron seleccionados.

1. Pensamiento multiescala: proponemos indagar el desarrollo cognitivo de ésta habilidad, con foco en la resolución de problemas.
2. Enseñar geomática: indagar propuestas educativas y hallazgos en el campo disciplinar.
3. Aprendizaje Basado en Problemas (ABP): método elegido para poner a prueba por su versatilidad para incluir el concepto de escala, la geomática y proponer el desarrollo de habilidades, para el caso el pensamiento espacial.

En el **saber popular**, hay conceptos que son propios de la ciencia y se asumen y aceptan sin haber sido experimentados. Ejemplos de ello lo tenemos en los microorganismos, las células, el movimiento de la tierra alrededor del sol. Esos conocimientos hacen que podamos percibir la realidad de un determinado modo, reconocer patrones y tomar decisiones.

Un ejemplo de estos saberes científicos que son apropiados de manera cotidiana y nos permite pensar problemas, es el concepto de escala. Recurriendo al eje de nuestros interrogantes, un problema complejo podría ser “*la pandemia*”, desde el imaginario colectivo, hubo contagios de un virus en un país lejano al propio y luego la movilidad de las personas y la facilidad del contagio, dio origen a un problema mundial. La problemática toma dimensiones no abordables al detalle, se requieren de herramientas y valoraciones que permitan otra perspectiva, y es aquí donde los datos que propicia la geomática cobran un valor clave en el abordaje.

La escala se encuentra inmersa y naturalizada en la vida cotidiana. La geomática fortalece y formaliza el concepto de escala como tal, otorgando herramientas que arrojan para su análisis datos de relevancia, según el problema. El análisis desde la geomática permite llegar a la comprensión del problema a través de detalles y datos exactos y localizables, que incluyen variables y sus cambios en una dimensión temporal. Por el valor analítico que tiene la geomática para comprender la escala, es que enseñarla es una preocupación de muchas instituciones.

Vincular geomática y educación, forma parte de las políticas para fomentar su uso desde las agencias espaciales, a través de programas. Esto ocurre, porque las herramientas que provee la geomática -como la teledetección-, permiten obtener información acerca de un objeto área, proceso o fenómeno, sin entrar en contacto con ese objeto, área, proceso o fenómeno (Lillesand, Kiefer, y Chipman, 2015). Y esa es la clave de su relevancia para la comunidad; se llega a más lugares y a diferentes escalas, que resultarían de otra manera incluso inaccesibles y económicamente no sustentables para levantar una campaña de relevamiento a campo con el mismo objetivo.

Ejemplos de programas a escala internacional y nacional que promueven ese vínculo son: la NSES<sup>1</sup>, programa que promueve la educación en ciencias en escuelas medias de EEUU. La NASA<sup>2</sup>, la ESA<sup>3</sup>, la ASI y en Argentina la CONAE<sup>4</sup>, entre otras agencias y entidades educativas.

Revisando la transversalidad, es probable que la *teledetección* que estamos extrayendo en éste apartado de la geomática, representa hoy la formalización moderna de la percepción de las escalas, tarea que antiguamente se realizaba con monumentales campañas de relevamiento a campo y, por supuesto, a mano. Las herramientas geoespaciales nos dan el permiso de acceder al todo, alejarnos, generar una hipótesis previa, pasar de un modelo inductivo a otro deductivo, con el mero hecho de proporcionar múltiples escalas para el caso/problema de interés.

La geomática como se planteó en sus orígenes, reúne una serie de herramientas que se nutren de datos geoespaciales; que por sí solas no resuelven el problema o la pregunta, ayudan en el proceso/caso/problema que indagamos, es decir que quedan direccionadas en el producto final en función del problema, y no al revés.

De aquí se desprenden dos paradigmas importantes: uno y fundamental, es que el uso de tecnología satelital hoy<sup>5</sup>, es la llave que permite acceder al escenario completo de problemáticas de interés público (World Health Organization, 2016), lo cual implica un cambio de perspectiva, subestimado como de simple resolución. Y otra y no menor, es el acceso a la información, a los datos, a las herramientas con las cuales se puede generar contenido y resolver problemas (Litwin, 2003). Y es aquí, donde docentes, en su papel de facilitadores, y no la tecnología, son la clave para liberar el potencial de estudiantes (Crews, 2008).

La multiescala tiene una dimensión espacial, una temporal y otra de complejidad del sistema (García, 2000). La multiescala (incluso en teledetección), no es solamente un tema de ubicación espacial sino de comprensión de la complejidad del espacio que nos rodea ubicando objetos, en ciencias naturales y sobre todo sociales.

El pensamiento multiescala, se construye con tres elementos: *conceptos geoespaciales, representación y razonamiento* (National Academies Press, 2006). La fusión de los mismos permite interpretar el espacio y finalmente, hacer un diagnóstico de un problema que requiera la geolocalización. *¿Y qué es la escala?, ¿se pueden tener varias?*, la Real Academia Española (RAE) la define como *sucesión ordenada de valores distintos de una misma cualidad*, también hace algunas observaciones respecto a mapas y planos indicando que *su tamaño, se ajusta según la escala y, finalmente tamaño o proporción en que se desarrolla un plan o*

---

<sup>1</sup>NSES: <https://www.csun.edu/science/ref/curriculum/reforms/nses/>

<sup>2</sup>Programa de NASA <https://www.nasa.gov/offices/education/centers/kennedy/k-12/index.html>

<sup>3</sup>Programa de ESA: <https://www.esa.int/Education>

<sup>4</sup>La CONAE a través del programa 2mp <https://www.argentina.gob.ar/ciencia/conae/unidad-educacion/acerca-de/programa-2mp>

<sup>5</sup>Que se formaliza en el uso a través de la teledetección.

*idea.*

*¿Cuál es el vínculo del pensamiento espacial y el pensamiento multiescala?* Las bases de la visualización y el pensamiento se apoyan en la creatividad, la abstracción y la visualización; estas operaciones mentales son condición para poder operar en escalas múltiples. Para el desarrollo de planes de estudio y formación de profesores que maximicen el logro de la capacidad meta-visual de estudiantes de ciencias, es necesario comprender como desarrolla un estudiante los sub-modos de representación (Gilbert, Reiner, y Nakhleh, 2007).

La mencionada tecnología constituye una herramienta de uso actual, por lo que el público y el medio en el cual se desea implementar requiere de nuevas ideas, no convencionales, y no del todo teóricas para ser implementada. En la enseñanza de la ciencia buscamos “*pistas*” de como permitir adicionarla a un análisis como facilitador (Aduriz Bravo, 2015), y la geomática no escapa a esa metodología de indagación.

Para definir de acuerdo a un problema que es mejor usar, o implementar, cuantos niveles de detalle se requiere para analizar una situación, introduce en el análisis el concepto de escala, donde de acuerdo a los interrogantes la funcionalidad de mirar a un cierto nivel de detalle, respecto a otro.

Cambiar de escala, de detalle, y de perspectiva; colabora con la construcción del pensamiento espacial, temporal y sistémico, permite desarrollar la tarea de describir lo que se quiere analizar, e incluso desarmarlo o des-estructurarlo; en sus componentes esenciales o fundamentales cuyo efecto en conjunto no es la suma de las partes. En el aula y en el marco de ésta investigación, nos valemos de éstas herramientas que cambian la escala de análisis, para generar propuestas de aprendizaje que permitan la independencia en su uso.

## 2.1. Antecedentes

Enmarcado en los conceptos claves, seleccionamos las propuestas de autores que ya han documentado procesos de enseñanza de la geomática por problemas los cuales presentaremos en los párrafos a continuación, a través de trabajos realizados en la escuela media y la universidad, de países principalmente de América del Norte y Europa.

En estos trabajos el eje central ronda en torno al pensamiento espacial. Asimismo utilizan aplicaciones de *software*, y son vistas como una ventaja para experiencias prácticas porque permiten fomentar lo interdisciplinario en las propuestas.

El *software* en el contexto de la geomática merece un apartado, porque es fundamental como herramienta. No obstante es frecuente la tensión sobre el aprendizaje del mismo, que compite con el aprendizaje de conceptos para analizar un problema que requiera de georreferenciación. La tensión radica en que el *software* es un medio necesario para procesar los datos, y sin embargo, lo central al proceso de enseñanza terminan siendo esos datos, como se los procesa y los conceptos que permiten interpretarlos, quedando el problema por fuera como un hecho aislado y funcional.

Un equipo de la Universidad de Berlin, Alemania (Konecny, 2002); revisó la evolución de las geotecnologías a nivel global, los conceptos que reúne, y su papel estratégico en la educación vinculando los momentos de la historia donde fue incorporada a planes de estudios, que lo ubica en Europa Central en los años 30 incorporadas como una evolución en la administración catastral y la producción agrícola; e indica que en el presente los profesionales de éstas áreas son un eslabón clave en el desarrollo sostenible, por las habilidades

que adquieren profesionales de esa disciplina, para gestionar y organizar a gran escala las problemáticas de la sociedad.

Un estudio elaborado con labor a campo en escuelas de Leeds, Inglaterra (Wiegand, 2006), planteó como incluir en el currículo de educación primaria y secundaria a través de la geografía a los mapas; incorporar elementos cartográficos que permitan enseñar y aprender. Esa incorporación en los planes revaloriza la visualización de los objetos y las relaciones entre las que ellos existen, percibir el espacio y representarlo y pasar de modelos 3D a 2D y viceversa. Las ciencias de la geoinformación deben ser parte del currículo ya que la tecnología del entorno las considera e implementa.

El mapa como concepto fortalece la comprensión de la localización y sus atributos, la reducción de la realidad, simbolizar, la escala y también decidir qué mostrar en un mapa de acuerdo al objetivo ya que es un resumen objetivo de la realidad. Es labor en la escuela, potenciar la cognición del espacio; partiendo desde el jardín de infantes; y que crezca paulatinamente hasta su uso total en secundaria a través de mapas (Wiegand, 2006).

En base a un estudio de caso en la Universidad del Valle de Paraíba en Brasil, que propone la fusión de problemáticas atravesadas por geotecnologías con los cursos de formación para el grado en geografía, arquitectura y ciencias sociales, se encontró que a partir de los 2000 las tesis de grado fueron atravesadas por el uso de geotecnologías, y plantea que esa propuesta debe salir primero en el espacio de formación (Di Maio, Da Costa, y dos Anjos Ribeiro, 2002). Para ello propone ejercicios de aula en materias específicas donde se trabaje desde lo conocido como la ubicación de la institución, el cambio de escala y el análisis por ejemplo del barrio, la contabilización posterior de las dimensiones de cobertura urbana o rural. Además menciona que esa propuesta fortalece pedagógicamente los planes donde se incorporan geociencias, ya que un mapa mental aporta mucho más que un texto y nuestra habilidad de plasmarlo adecuadamente en un gráfico coopera con la especialización de un tema que se desea trabajar.

En base a un estudio de caso en una materia *SIG aplicado al ambiente* semestral de la carrera de grado Ingeniería Ambiental de la Universidad de Paraná en Brasil, proponen el uso de datos públicos con *software* libre para el aprendizaje de conceptos introductorios de geomática que incluyen SIG (Sistema de Información Geográfica), escala, coordenadas, representación y clasificación, y como eje para cada estudiante que sea aplicado a una zona conocida por cada uno, cerrando el ciclo con los logros de cada uno integrando teledetección, SIG y cartografía (Brandalize y Antunes, 2009).

Bajo la hipótesis de que *lo que acerca a la industria de la tecnología geoespacial a los jóvenes es la educación*, propone incorporar en los programas de la escuela y presenta el concepto de *alfabetización espacial*. Para respaldar la propuesta, el proyecto fue incorporado en dos ciclos académicos entre 2006 y 2007 de la localidad de Montana, EEUU; donde docentes y estudiantes se involucraron en el desafío. Se midió la propuesta con un pre y post test y el total de estudiantes involucrados fue de 429. En los resultados la diferencia en el estudio fue considerable entre cursos que recibieron una alfabetización espacial y los que no; pero esa diferencia no se vió muy marcada en los desafíos prácticos, dato de relevancia para pensar el como aprendemos (Crews, 2008).

Indagar el lugar que ocupan los SIG y la geomática en la enseñanza de la geografía es importante para esta tesis ya que se puede observar como desde un campo disciplinar (la geografía) se abordan un tipo de herramientas geomáticas (los SIG). El estudio fue realizado sobre 665 estudiantes de 15 instituciones de educación secundaria entre 2008 y 2009 de Estambul, Ankara, Mersin, Manisa, Gaziantep, Samsun, Corum, Kutahya y la provincia de

Erzurum. Sus resultados arrojan que la actitud hacia el uso de SIG es positiva, pero faltan herramientas para motivar aún más su uso. Deja como interrogante resolver si el *software* de geomática es una herramienta para la enseñanza, o un fin en sí mismo (Artvinli, 2010).

En universidades chilenas y españolas se realizó un estudio sobre estudiantes, y se pudo establecer que en el grupo de universitarios consultados, el sentido del espacio y sus componentes en el uso de las herramientas geomáticas se mantiene en un nivel básico donde pudieron compartir elementos básicos como: la ubicación, usando geotecnologías (Nagata, 2013).

A través de una revisión de experiencias en escuela secundaria en Lyon (Francia), se probó que el aprendizaje de geotecnologías se ve favorecido por la implementación de métodos de *aprendizaje basado en proyectos/problemas/casos* y aprendizaje colaborativo, y que la clave para su implementación son los geoservicios (Sanchez, 2009). Sobre este tema, otro estudio indaga en espacios de educación técnica superior en el vínculo entre los contenidos en la red y el papel docente, en universidades líderes en ciencia y tecnología de Europa como la Escuela Politécnica Federal de Lausana y en la Escuela de Ingenieros del Estado de Vaud (Suiza) y, certifica en sus estudios que la red es un complemento necesario para el abordaje de la geomática (Schneider, 2002).

En base a una investigación en escuelas públicas y privadas de México, se generó una propuesta didáctica de enseñanza del pensamiento espacial para ser implementado en el primer año de la escuela secundaria; a través de experiencias teórico-prácticas incursiona en la implementación del pensamiento espacial en situaciones propias de la vida cotidiana, como el ciclo del agua, la rutina del camino recorrido de casa a la escuela y de la escuela a casa, y certifica que el uso de geotecnologías fortalece estrategias didácticas que fomenten la colaboración y el aprendizaje de a pares, donde la clave en la labor docente es la reestructuración de los planes de estudios en la escuela, la propuesta fue realizada en el marco de una tesis de maestría en geomática y no tuvo apartados prácticos en su ejecución (Gómez, 2012).

Para medir aprendizajes en cursos de geografía se ideó una prueba, el eje de la propuesta se centra en una Prueba de Pensamiento Espacial previo y posterior al curso con preguntas específicas sobre los Sistema de Información Geográfico. El artículo presenta una propuesta probada a través del análisis de 22 estudios de éste tipo de pruebas con un criterio respaldado en tres aspectos 1) Entorno, 2) tipo de intervención y 3) resultados. Los estudios incluidos en el análisis se realizaron en ocho países: Japón, Indonesia, Singapur, China, Países Bajos, Estados Unidos, Brasil y Ruanda (Bednarz y Lee, 2019). Medir el antes y el después nos interpela, y también nos ubica en el lugar del cual parte quien/quienes vienen al espacio a aprender, ésta estrategia de trabajo es de suma importancia para los objetivos que persigue ésta tesis doctoral.

Proponer los **puntos de referencias** en los croquis de ruta y para la elaboración de mapas como base del pensamiento multiescala, en un estudio para el cual participaron 64 estudiantes de la carrera de psicología de la Universidad de Descartes, Francia, de entre 19 y 27 años de edad (Denis, 2017). Trabajaron sobre dos escenarios uno carente de puntos de referencia y otro reforzado con los mismos, las diferencias de ubicación entre la situación a y b fueron abismales; fundamentalmente en tiempo de resolución del problema y generación del croquis.

Incorporar en los espacios áulicos laboratorios de paisaje tangible donde cada estudiante puede entrar en contacto con el espacio, que analiza e interpreta a otra escala, y pasar de dos a tres dimensiones, es lo que se propuso crear un grupo de investigación del Departamento de Arquitectura del Paisaje de la Universidad de Carolina del Norte, EEUU (Millar



y cols., 2018). 16 estudiantes de grado y posgrado probaron el prototipo en un experimento voluntario donde durante tres semanas trabajaron en duplas y guiados por un coordinador realizando diferentes desafíos. El estudio marcó la diferencia en la enseñanza práctica de temas geoespaciales.

Ver en proceso el como mide un estudiante en el mismo modelo de paisaje, según lo que observa (Millar y cols., 2018), permite cualitativamente ubicar a docentes en el lugar del estudiante comprendiendo cuales son los verdaderos desafíos que enfrenta al construir pensamiento espacial, y traspolarlo a lo que experimenta un aula al aprender geografía, diseño, arquitectura, ingeniería con materiales tangibles.

Una combinación de saberes a múltiples escalas y dimensiones colabora con la construcción de la idea que se tiene sobre los mapas más allá de su veta cartográfica (Lois, 2015) de la Universidad de Buenos Aire y la Plata, Argentina, en su revisión bibliográfica del mapa como metáfora de la espacialización del pensamiento. Una idea que plasmó en la Universidad de Salamanca, España en otro estudio teórico, es que hay un límite en la definición de un mapa como representación mental del espacio y lo que en cartografía se define como representación real, que la base se define según si se lo toma desde la psicología o la geografía (Marchesi, 1983).

En un estudio exploratorio y teórico apunta a estudiantes del primer año de la universidad, y propone el aprendizaje por descubrimientos con fundamentos teóricos de dos disciplinas: la psicología moderna y las ciencias de la educación, y sus puntos en común para generar aprendizaje, clave para desarrollar la enseñanza de la geomática. Concluye que el aprendizaje por descubrimiento es clave a la hora de involucrar en un trayecto geomática y que el eje se constituye por: la estrategia de la pregunta, la estrategia de la situación, la estrategia de la información y la estrategia de la tarea (Jian, Jing-xiang, y Chang-hui, 2010).

Si bien no contamos con antecedentes directos que investiguen la enseñanza de la geomática en Argentina, a partir de diferentes lecturas pudimos reconstruir algunas particularidades de como se presenta la disciplina.

El foco, valiéndose de lo enunciado, y de todos los antecedentes presentados es trabajar con herramientas complejas como las que devienen de la geomática como disciplina, en el formato adecuado de transferencia e implementación. Son múltiples las experiencias de aula con diferentes enfoques educativos para abordar problemas a diversas escalas, donde el patrón común es facilitar experiencias para aprender ciencias.

## 2.2. Marco

Un desafío para poder elaborar e investigar el papel de *educadores*, es hacer un ejercicio de ruptura con nuestras ideas previas o prejuicios (Bourdieu, 1973). Para el caso particular de éste proyecto, requerimos conocer nuestra historia, el porqué de las concepciones sobre la disciplina; y arrojar al análisis variables cualitativas y cuantitativas buscando respuesta a nuestros interrogantes.

En plena búsqueda de esclarecimiento del aporte de una tesis doctoral abocada a la metodología de enseñanza de una disciplina que se sustenta de *software*, programación, modelos, Sistema de Información Geográfico y análisis pleno de adquisiciones satelitales; resulta compatible y de interés, respaldar el trayecto en un modelo científico vinculado a la enseñanza de las ciencias.

La fusión de un modelo lógico y narrativo propuesto en desafíos vinculados a la enseñanza de la ciencia (Aduriz Bravo, 2015), adaptado a la geomática, permite ampliar la justificación del como implementarla y transferirla. En detalle, la naturaleza de ésta ciencia (la geomática), es el análisis de variables a través de una herramienta (datos provenientes de algún sensor), identificado y plasmado en un lenguaje común como lo constituye **mapa** desde la perspectiva filosófica (Lois, 2015), y que se sustenta a los fines de esta tesis con leyes básicas de la física (retrodispersión, radiación, espectro electromagnético, entre otros) para delimitar variables que colaboren en la resolución de problemas complejos.

Volviendo a la propuesta de un modelo científico (o varios) en el cual armar el escenario para ésta disciplina, nos preguntamos: *¿cuales son los estilos de razonamiento científico en los que se podría enmarcar la **geomática** y sus derivados como los SIG y la **teledetección**?*, en base a la propuesta de Aduriz Bravo (2015), se deducen cuatro:

- El experimental, porque necesitamos muestras de campo para comparar con datos geo-espaciales.
- El analógico, porque de eso se sustenta el aprendizaje de la geomática.
- El genealógico, porque la historia de la geomática permitiría respaldar el porqué de como enseñamos.
- El laboratoril, porque necesitamos plantear nuevos modelos de prueba para las técnicas en uso y como son propuestas en el aula.

Cabe destacar que, la educación tradicional en el aula ignora casi por completo el proceso de generación de las ideas, enfocando su atención en el producto final (Rizzi Iribarren, Furman, Podestá, y Luzuriaga, 2014). Abocados a las preguntas fácticas y no a las que involucren la creatividad e imaginación de quien aprende. El foco, valiéndose de lo enunciado, es trabajar con herramientas complejas como constituyen las de geomática, en el formato adecuado de uso, análisis, transferencia e implementación en nuestras aulas.

Centrar el análisis en la superficie de los resultados, corre el riesgo de limitar la comprensión de los procesos que estudiamos (Aduriz Bravo, 2015). Esto significa, para el campo de la geomática, que al ser de aplicación indirecta, le sumamos además la validación de un análisis espacial y el tratamiento del error, lo que implica una serie de pasos intermedios que limitan la comprensión del concepto.

La propuesta de repensar modelos científicos de tipo lógico/narrativo, abre portales para éste proyecto, el cual tiene una fuerte base teórica y una escasa formación pedagógica de todos los que la usamos, repartimos y propalamos. Es aquí donde nos proponemos probar una estrategia, para promover el aprendizaje profundo en ciencias: el Aprendizaje Basado en Problemas (Torp y Sage, 1999).

Este enfoque consiste en presentar problemas significativos, nuestros problemas complejos, para el aula, y diseñar actividades intermedias que permitan la apropiación conceptual de los contenidos involucrados al resolverlo.

El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) promueve el pensamiento crítico, desde una perspectiva **constructivista**. Para analizar la formación de docentes en ciencias la corriente constructivista hoy, es el eje de infinidad de propuestas, entre autores referentes se destaca la labor de Díaz Barriga Arceo (2002), la cual promueve acciones críticas en el aula y en la formación docente.

El uso de nuevas tecnologías requiere desarrollar espacios formativos para que estudiantes y profesionales, puedan apropiarse de ellas; pero también comprender de manera crítica sus alcances y limitaciones. Ese abordaje requiere de múltiples **estrategias de enseñanza**, las cuales ubicadas dentro del trayecto y oficio de aprender generan las herramientas adecuadas para generar aprendizaje.

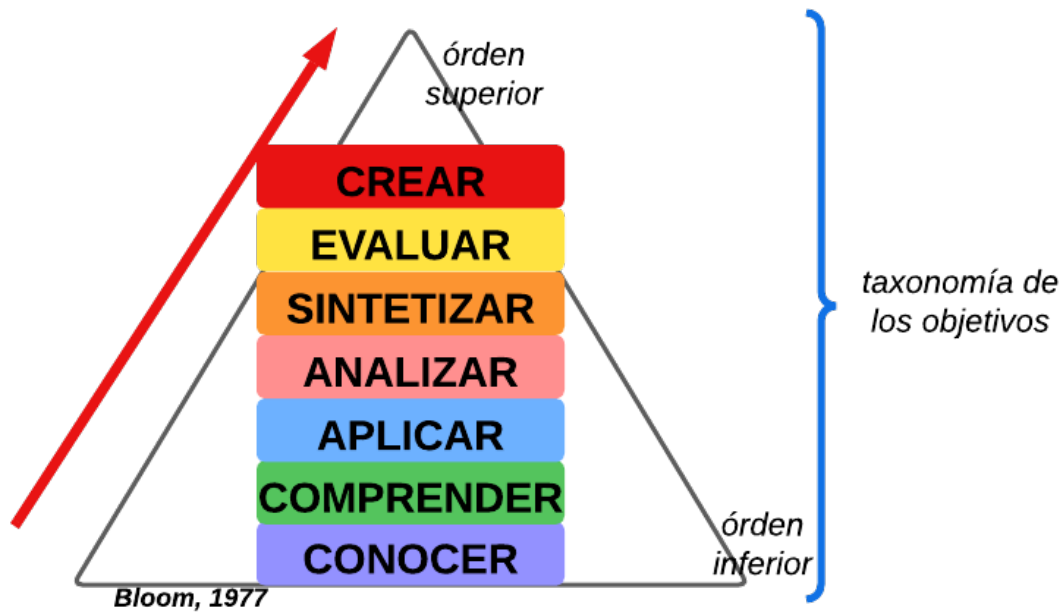
Una propuesta es el abordaje integrado Ciencia (Science), Tecnología (Technology), Ingeniería (Engineering), Artes (Arts) y Matemáticas (Mathematics), enfoque que permite mirar un aula de ciencias, humanizando el conocimiento, y permitiendo que dentro de la investigación surjan más preguntas, que incluso modifiquen supuestos pedagógicos y didácticos en su desarrollo, al contextualizar una problemática (Ortiz-Revilla, Adúriz-Bravo, y Greca, 2020).

La base de la propuesta se fundamenta en una necesidad actual que responda a la demanda del sistema educativo moderno, la tecnología y su crecimiento, también la necesidad de encontrarse con otro tipo de aulas en la función docente (Díaz Barriga Arceo, 2002).

El constructivismo como corriente es el principal sustento del aprendizaje colaborativo (Dillenbourg, Baker, Blaye, y O'Malley, 1996), debido a fomento de esclarecer que las metas no se pueden alcanzar en soledad, que se necesita de cooperación y trabajo conjunto (Correa, 2003).

Las dimensiones cognitivas que propone Bloom y cols. (1977) y Di Pierro (2016a), y desde el recorrido que proponen esas operaciones, entre ellas: observar, experimentar, reflexionar, comprender, interpretar, juzgar, evaluar, formular hipótesis, describir, producir, comparar y crear, según Di Pierro (2016b) haciendo un análisis teórico sobre sus implicancias psicológicas, pedagógicas y sociales.

Esas dimensiones se resumen en capacidades cognitivas, y podemos presentarlas en una pirámide que integre las habilidades a las cuales se les enfrenta a educando de acuerdo a la actividad práctica propuesta en aula, la misma es de interés para los apartados en los cuales el enfoque sea el estudio del aula. En la Figura 2.1, presentamos los objetivos de aprendizajes escalados según la taxonomía de los objetivos para diagramar las habilidades cognitivas que pueden ser adquiridas de acuerdo a la secuencia didáctica que se presenta en un trayecto formativo, en esta tesis se busca tomar esa pirámide y construir saberes desde un orden inferior culminando un trayecto en un orden superior.



**Figura 2.1:** operadores cognitivos para el aprendizaje que escalan el aprendizaje, modificado de Bloom y cols. (1977)

Los contenidos presentados en éste apartado se mencionan direccionados hacia la propuesta, elegimos no profundizar en cada una de ellas en los apartados de presentación, las desarrollaremos escalando cada uno de los desafíos y resultados que presentaremos en la indagación, de acuerdo a la tarea que nos propusimos.

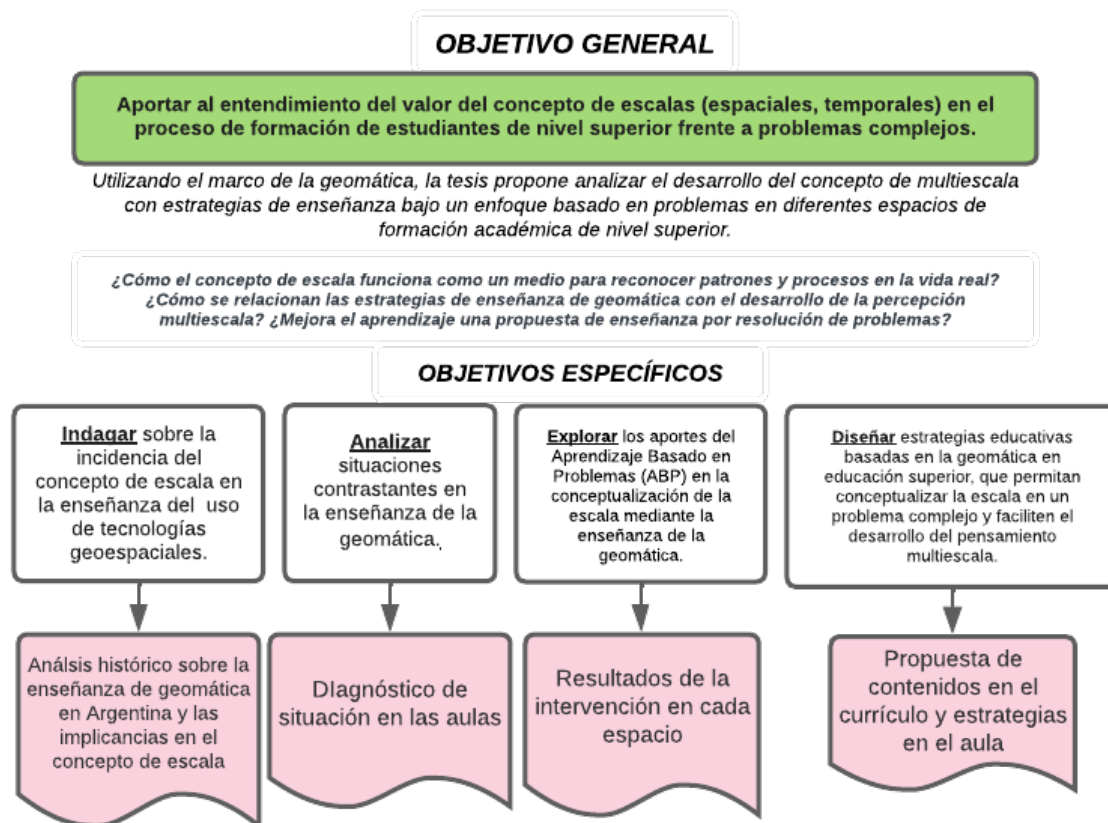
La tarea en esta investigación, es conocer la historia, y también conocer los cimientos educativos con los cuales se sustenta, para proponer estrategias adecuadas a los espacios de aprendizaje, desde el rol de educadores.

## Metodología

En éste apartado se presentan las estrategias metodológicas utilizadas para cada uno de los tres Capítulos de resultados ya presentados. Describimos las estrategias y herramientas de indagación utilizadas para realizar una investigación y análisis de las principales corrientes de pensamiento en torno a la geomática de la región latinoamericana. También describimos las metodologías utilizadas para un estudio de prácticas de enseñanza situadas en contextos particulares que son nuestros casos de estudio. En particular cómo revisamos un trayecto de aprendizaje desde la perspectiva de la resolución de problemas con geomática en aula.

De acuerdo a los objetivos planteados para éste proyecto, en la introducción de la tesis y que resume el diagrama de la Figura 3.1, se llevó a cabo un estudio de diseño de trabajo que incluyó tres grandes momentos.

En primer lugar la reconstrucción histórica de la enseñanza de la geomática para comprender cuáles son las tradiciones científicas y epistemológicas que orientan las prácticas de enseñanza de la geomática, que se presenta en el Capítulo 4 de resultados. En segundo lugar se realizó el análisis de tres casos representados en tres materias de nivel superior universitario que enseñan geomática o la utilizan para estudiar una temática particular presentado en el Capítulo 5 de resultados. Finalmente se elaboró una propuesta de enseñanza que permita el abordaje de la multiescala con operaciones cognitivas de alto nivel presentado en el Capítulo 6 de resultados.



**Figura 3.1:** diagrama de objetivos y resultados en la propuesta de tesis

El análisis de las principales corrientes de pensamiento sobre la geomática con alcance regional, se realizó en base a relatos de referentes que han sido clave en el desarrollo de la disciplina del país, y en su desarrollo, en el Capítulo 4 de resultados, buscamos responder uno de nuestros principales interrogantes de *¿por qué enseñamos cómo enseñamos?*, que representa el objetivo de indagar sobre la incidencia del concepto de escala en la enseñanza del uso de tecnologías geoespaciales.

A partir de reconstruir los movimientos y corrientes de pensamiento que atraviesan la enseñanza de la geomática como dimensión de análisis, en el Capítulo 5, analizamos prácticas de enseñanza actuales sobre una muestra de tres aulas, pertenecientes a diferentes estadios de formación: un curso de especialización en una diplomatura, una materia de grado y un curso de posgrado en una maestría, indagaremos cómo enseñamos y cómo es posible abordar la geomática de manera significativa que permita el análisis de problemas multiescala.

Dentro de este segundo momento (Capítulo 5) -el diseño de la propuesta de enseñanza- (Rinaudo y Donolo, 2010), describimos desde donde partimos recuperando para ello planes de estudio, situaciones de clase, perfil del aula y estrategias de enseñanza, en los espacios donde desarrollamos la investigación.

Finalmente, se investigó a través de encuestas y pruebas, la evolución individual y colectiva del proceso de aprendizaje multiescala de cada estudiante, para acercarnos a entender la relación entre propuesta de enseñanza de la geomática y aprendizajes, lo cual desafía a la investigación a hacer un análisis multidimensional, en el Capítulo 6.

## 3.1. Metodología para el análisis histórico

La reconstrucción de los modos y experiencias de enseñanza de la geomática, y el concepto de escala para abordar las problemáticas donde se aplica, se realizó a través de **entrevistas** a referentes de Argentina, que compartieron sus experiencias de forma anónima y voluntaria.

### 3.1.1. Elaboración del protocolo de entrevista

El modelo de entrevista llevó una etapa previa de elaboración, para poder obtener la información de interés necesaria para la reconstrucción histórica. Considerando el desarrollo de la actividad espacial en el mundo y la historia socio-política de la República Argentina, queríamos indagar tres dimensiones de la formación en geomática: *el abordaje de problemas complejos, las escalas y la posibilidad de desarrollar técnicas de estudios geomáticos generalizables a diferentes contextos*. En ese sentido, el propósito de esta etapa del proyecto de investigación de doctorado era la reconstrucción histórica de experiencias de enseñanza, para eso se advirtieron de manera deductiva 5 dimensiones que corresponden a nuestras categorías de análisis:

- Definiciones y avances de la disciplina geomática.
- Enseñanza universitaria de grado y posgrado en geomática.
- Descripción del desarrollo satelital (paradigmas, técnicas).
- Aplicación satelital a problemas ambientales o productivos.
- Formación académica.

Para desarrollar el protocolo de entrevista se identificaron ejes temáticos. A partir de esos ejes se diseñaron doce preguntas abiertas. Los principales ejes fueron: reconstruir hitos temporales, fechas, que atraviesan la historia de la enseñanza de la geomática en Argentina, conceptualizar y contextualizar la geomática en campos disciplinares disímiles, rescatar modos de enseñanza y las redes de colaboración.

La intencionalidad de recuperar esos ejes era reconstruir la historia, comprender cómo se conformaron las tradiciones en la enseñanza y qué lugar ocupa el entendimiento de la escala a través del uso de la geomática. La Tabla 3.1, resume las doce preguntas de la entrevista, con su correspondiente supuesto. Buscamos reconocer diferentes aspectos sobre el recorrido personal de cada referente, de acuerdo a los problemas con los cuales trabaja en el campo disciplinar, partiendo de los mismos interrogantes al entrevistar.

### 3.1 METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS HISTÓRICO

**Tabla 3.1:** preguntas para elaborar las entrevistas, hipótesis planteada y supuestos cualitativos a revisar

Pregunta	Hipótesis	Código
¿Cuál es su formación académica de base?	Los especialistas pertenecen al campo de las ciencias naturales y exactas	Grado, posgrado
¿En qué organización se desempeña/desempeñó? ¿Qué posición ocupa/ocupó?	Los cargos son de titular de cátedra o director o docente	director, docente, jefe, investigador
¿Qué definición daría a lo que hoy se denomina geomática? ¿Cuál es su vínculo con la misma?	El concepto está ligado a la profesión del entrevistado	Concepto
¿Qué le aportó la enseñanza de la geomática a su área de conocimiento?	Enseñar refuerza la formación del formador	Docentes = expertos
¿Ha tenido experiencias en centros extranjeros? ¿Cómo contribuyen estas experiencias a su formación?	Los docentes que han recibido formación en el exterior son pioneros en la temática	Formación extranjero
¿Considera que el desarrollo de la geomática en nuestro país se vinculó a las problemáticas ambientales y/o productivas?	No se vincula	Geomática y problemas ambientales
¿De qué manera y por qué usted se vinculó a la enseñanza de la geomática? ¿En qué espacios?	De casualidad, no es por vocación	Evolución
¿Cómo impactan las tecnologías de última generación en la enseñanza de la geomática en nuestro país?	No impacta, la tecnología llega mucho más tarde al aula	Tecnología
¿Qué diferencias en cuanto a las concepciones de enseñanza de la geomática observa en las diferentes instituciones educativas que usted ha atravesado?	No hay diferencias	Instituciones
¿Usted cree que la enseñanza de la geomática favorece una forma de pensar diferente los problemas de la vida cotidiana (no vinculados con la geomática)? ¿Tiene algún ejemplo?	Sí	Vida cotidiana
¿A su criterio, cuáles serían las principales fortalezas y limitaciones para la expansión y profundización de la enseñanza de la geomática en Argentina?	Fortalezas: Capacidad docente Debilidades: Fondos	Fortalezas expansión, limitaciones expansión
¿Qué impresión o recuerdo ha marcado más su carrera docente?	Fue un maestro	Inspiración

Treinta y tres (33) referentes fueron contactados a través de correo electrónico y finalmente entrevistados. Las citas se dieron en formato presencial (2019) y virtual (2020 y 2021). La muestra fue conformada buscando dispersión geográfica y temporal. Cada referente pertenece a diferentes entidades de la República Argentina, y son representantes de diferentes



generaciones etarias. Asimismo los referentes han construido su carrera como científicos, educadores y desarrolladores.

Las entrevistas tuvieron entre 30 minutos y una hora de duración. Las entrevistas fueron confidenciales y se les hizo saber a los entrevistados, que sus nombres no iban a ser publicados y que la información que resultara de las mismas se presentaría de forma agregada.

Las entrevistas fueron transcritas y documentadas, en total se contó con 900 minutos grabados de entrevistas que fueron transcritos a texto para poder analizar los relatos con rigurosidad. El enfoque de análisis abordó los relatos desde dos perspectivas: cualitativa y cuantitativa.

#### 3.1.2. Análisis de las entrevistas

La investigación sobre las entrevistas, la centramos primero en un análisis cuantitativo y posteriormente cualitativo. En detalle, las transcripciones de las entrevistas conformaron la base de análisis cuantitativo (en *R studio* y QGIS); y cualitativo (en el *software* RQDA), del sistema operativo *R studio* y del inglés *qualitative analyse*).

La base en el análisis cuantitativo que propusimos en el marco de ésta investigación se sustenta en *hojas de cálculo*. Para construir la base de datos le agregamos ubicación espacial a las instituciones y personas. Lo mismo con los análisis y encuestas realizadas a la experiencia educativa y, las producciones, eje en los mapas y sus características.

Como la base del análisis se originó en una tabla, la decisión más importante a tomar es la selección de los *items* a desarrollar fue el criterio para subdividir la información que de base vino en formato texto y se deseaba cuantificar.

Con la base de datos disponible, el análisis estadístico lo desarrollamos en *R Studio*<sup>1</sup>, vinculando las diferentes variables involucradas en la investigación para enriquecer el análisis cualitativo ya presentado. A continuación se enumeran los análisis estadísticos a realizar sobre los datos: diagrama de caja (*box plot*), histograma, regresión lineal, gráficos de torta, áreas de influencia, media, mediana, desvío.

Reconstruimos el recorrido del campo disciplinar en los últimos 30 años desde la mirada de la enseñanza (1991-2021). La tesis se enmarca en la hipótesis de que *el modo en que se define una disciplina tiene derivaciones directas en la enseñanza*. Un ejemplo de ello se puede revisar en el trabajo de Niess (2005) donde analiza el vínculo entre enseñar ciencias mediados por tecnología.

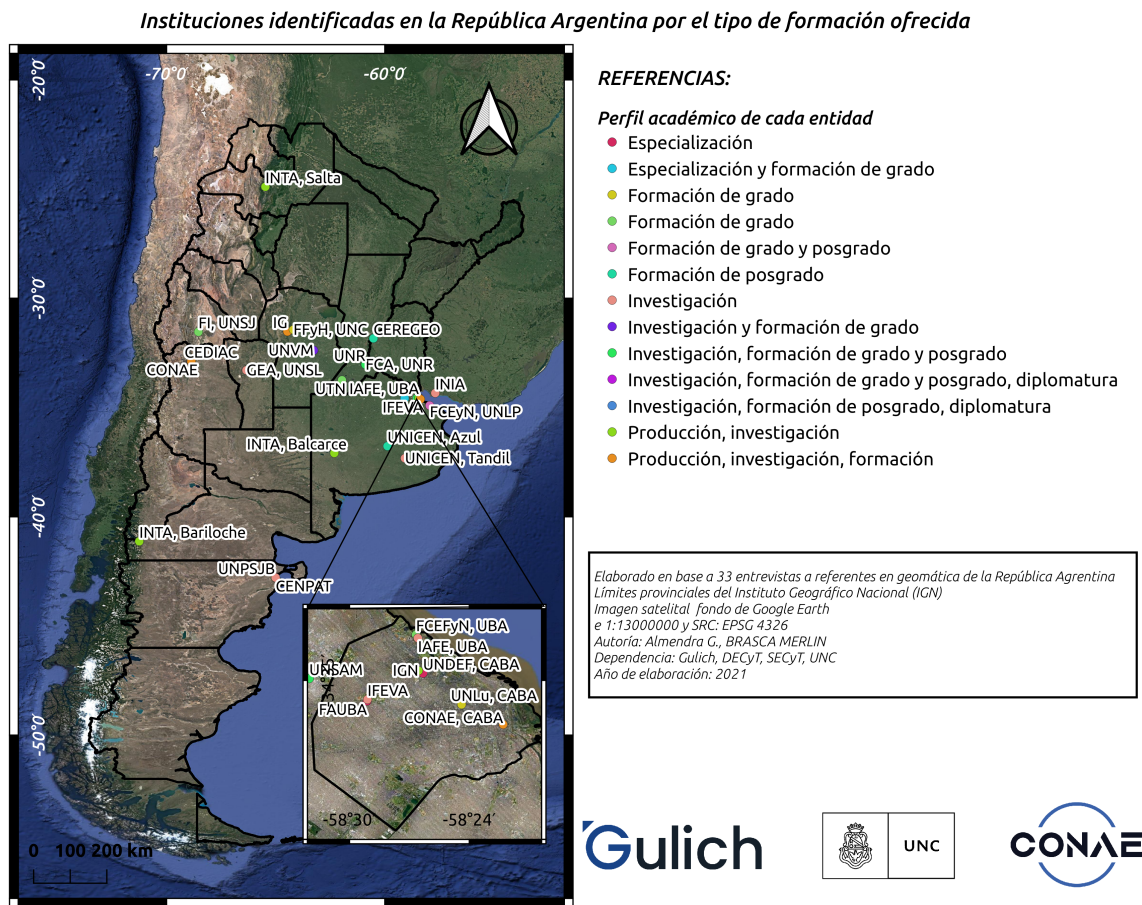
Primero clasificamos los roles educativos según las diferentes funciones que tenían referentes en entrevista, es por ello que por persona entrevistada pueden existir uno o más roles. Resumiendo:

- Docentes de grado, posgrado, especialización.
- Directores de entidades, proyectos y secretarías académicas.
- Investigadores.
- Técnicos.
- Nuevas generaciones destacadas en su función.

---

<sup>1</sup><https://www.rstudio.com/>

En la Figura 3.2) presentamos el mapa de entidades, donde reflejamos la distribución espacial de las instituciones a las que pertenece cada referente; sumamos a esa indagación el tipo de formación que ofrece el espacio, si es que la posee.



**Figura 3.2:** instituciones identificadas en las entrevistas

Cabe que destaquemos que las entrevistas constituyeron la base de este análisis y también el sesgo, como lo demuestra el mapa de la Figura 3.2, ya que no podemos dar cuenta de que detectamos a la comunidad completa a través de las entrevistas, y nuestros principales relatos se centran en la región centro de la República Argentina.

En el análisis cualitativo de entrevistas se usó el *software* RQDA (*R-Qualitative Data Analysis*) de uso libre, como un paquete acoplado al *software* estadístico *R Studio*. RQDA acepta archivos de texto en formato *.txt*. El análisis se realiza primero a través de códigos y posterior a ese análisis en todos los archivos, la respectiva agrupación en categorías de análisis. La Figura 3.3 resume las características fundamentales de RQDA:

### 3.1 METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS HISTÓRICO

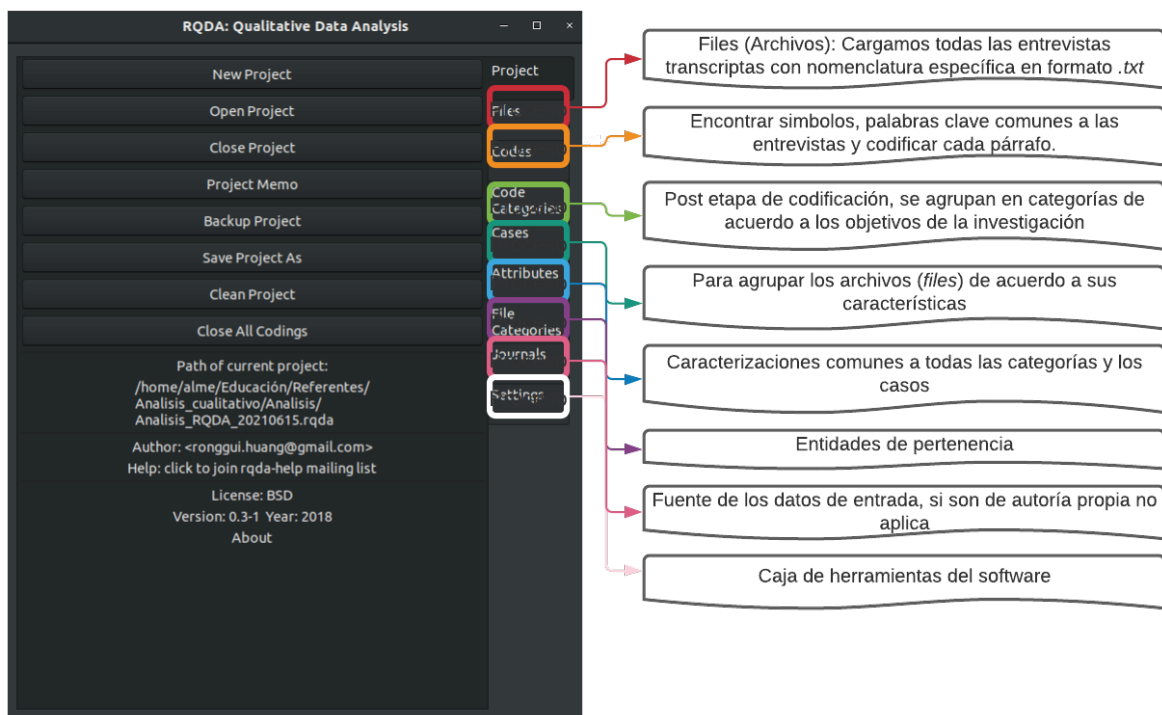


Figura 3.3: panel principal del *software* RQDA

El formato de trabajo que propone RQDA, es la identificación de fragmentos de texto los cuales se asocian a códigos creados en el marco de la lectura de esos mismos archivos o como premisa al formular cada pregunta para la entrevista como se presentó en la sección anterior, los cuales terminada esa etapa de análisis en toda la documentación, se categorizan.

La ventaja de trabajar dentro de un *software* de análisis de texto fundamentalmente es la agrupación de ideas comunes, lo cual permite a la hora de responder los interrogantes de la investigación, ser más objetivo con la indagación.

La Tabla 3.1 presenta las preguntas a realizar en cada entrevista y el supuesto planteado. Cada una lleva un análisis en dos etapas: se construyen *códigos* y con esos resultados *categorías* finales que agrupan los códigos detectados. En detalle:

1. **CÓDIGOS:** en el marco de las hipótesis planteadas en cada pregunta identificamos palabras claves para asociar fragmentos de entrevista entre sí, el conjunto de códigos determina las muestras, que se agrupan gracias a la codificación.
2. **CATEGORÍAS:** los códigos se asocian entre sí de acuerdo a las palabras clave comunes generando grupos de código que denominamos categorías. Las categorías agrupan incidentes que comparten similares descripciones de las cuales se elabora un concepto de mayor nivel de abstracción.

La Figura 3.4 nos permite representar cómo se vinculan los códigos y categorías en una investigación cualitativa, con el uso de un *software* de análisis cualitativo, para plasmar su potencial y objetividad, permite, al seleccionar cualquier código, acceder a los fragmentos de texto de todos los documentos analizados, y tomar las diferentes miradas sobre el código de interés y en el caso de las categorías detectar cuales son los códigos que la constituyen, éste tipo de salidas gráficas se denomina **grafos** y las flechas constituyen sus nodos conectores.

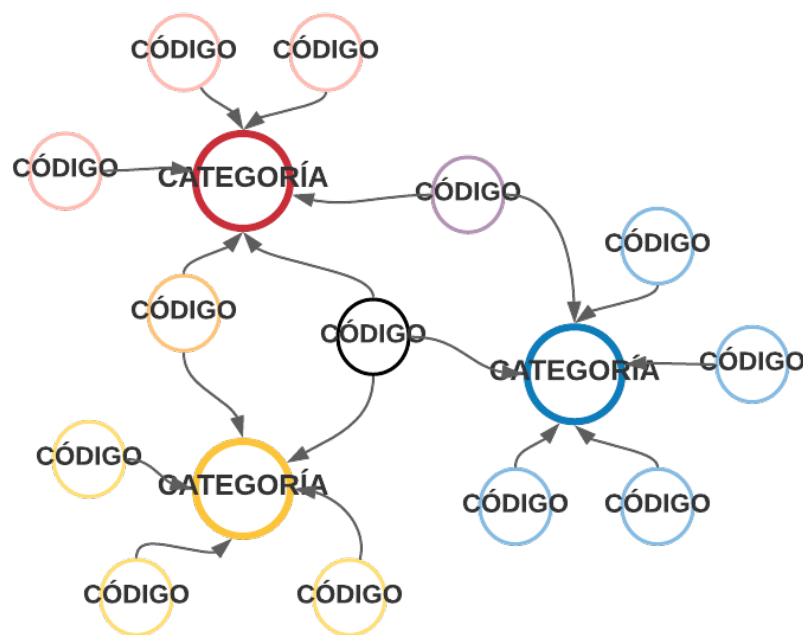


Figura 3.4: vínculo entre códigos y categorías en grafos

Por ejemplo, si la gran categoría es un **CONCEPTO**, los códigos que se extraigan de diferentes entrevistas van a ser las definiciones sobre el tópico, algunas definiciones serán equivalentes y otras no, la clave es encontrar en los relatos todas las posibles **DEFINICIONES**, que constituyen los códigos de esa categoría. Se complejiza el análisis cuando un código corresponde a más de una categoría de análisis y fue labor de ésta tesis comprender porque se vinculan o no.

### 3.1.3. Destacados del método

El punto de partida en nuestra indagación, fue conocer la formación de los referentes entrevistados, saber donde y como se formaron, desde qué ramas se encontraron con éste área del conocimiento, y desde qué perspectiva, sin perder de referencia el lugar del país desde el cual trabajan. Buscamos que la investigación nos permita presentar las raíces que construyen la enseñanza de la disciplina en el país.

Entender cómo evolucionó el área en los últimos 30 años (1991-2021), nos permitió esa mirada regional y a escala país, para comprender cómo se fue construyendo el modo de enseñar la geomática o con geomática. Respondiendo a preguntas guía como *¿cuáles fueron las corrientes de pensamiento que atravesaron ese proceso?* y, *¿qué actores participaron?*

A partir del análisis inductivo generamos primero códigos de identificación de patrones comunes entre entrevistas, para luego categorizar la información e identificar las principales dimensiones que nos permitieron dar respuestas a nuestras preguntas previas; se clasificó toda la información en 9 categorías, de acuerdo al relato de cada referente.

## 3.2. Metodología para el análisis de aulas

En el segundo momento de la tesis, analizamos las propuestas de enseñanza con uso de geomática en tres espacios curriculares diferentes seleccionados *a priori* por el formato de

enseñanza que implementan.

Se trabajó en un aula de diplomatura, una de grado y otra de posgrado, donde la tesista fue parte del equipo docente. Precisamente los casos fueron elegidos por la habilitación plena para poder poner en práctica nuevas estrategias de trabajo. De acuerdo al caso, se intervino. En uno de los casos se abordó una unidad didáctica, en otro la estructura de la propuesta del curso completo y una unidad didáctica y en otro el curso completo. Elaboramos e implementamos la propuesta en tres ediciones (entre el 2018 y 2022) de los espacios.

En estos espacios, los problemas o interrogantes del aula, los analizamos, indagando el lugar que ocupa la geomática en la currícula, y su relación con el aprendizaje de competencias relacionadas a la resolución de problemas que requieren de ubicación espacial. Las materias seleccionadas fueron:

1. La materia Herramientas Geomáticas Aplicadas al Ambiente en la Diplomatura Universitaria en Geomática Aplicada.
2. La materia Mecánica y Tratamiento de Rocas en la carrera de Ciencias Geológicas.
3. La materia Introducción a la Teledetección en la Maestría en Aplicaciones de Información Espacial.

Los espacios de enseñanza que seleccionamos para explorar, reciben estudiantes con diferentes trayectorias formativas: de grado, posgrado y pregrado. Esto nos permitió observar cómo se implementa geomática desde la perspectiva del ABP, qué requerimientos se necesitan para facilitar su entendimiento, y preparar material de enseñanza adecuado, ya que lo que buscamos es extraer información para que la geomática se implemente y transforme, en una *herramienta para generar aprendizaje*.

Una razón por la cual se eligieron estos casos, es porque teníamos el permiso de los equipos docentes involucrados para realizar la investigación, reformular el material didáctico, modificar la configuración de las aulas virtuales, acceder y analizar las producciones estudiantiles, las evaluaciones, las presentaciones de las clases, grabaciones específicas de momentos de aula, y el plan de estudios.

A partir de observaciones previas, detectamos modos de vincular el trabajo con la geomática. Las perspectivas de uso de las herramientas son diferentes entre sí: mientras que en la Maestría en Aplicación de Información Espacial y la Diplomatura Universitaria en Geomática Aplicada el foco es enseñar geomática, en Mecánica y Tratamiento de Rocas es transferirla. En posgrado y grado la modalidad de enseñanza es presencial y la diplomatura en línea.

En los casos presentados, el abordaje de la geomática es diferente: En algunos es 1) el objeto de estudio, 2) es una herramienta para mirar otro objeto y también, 3) ambas cosas. Las características de cada uno de los escenarios a considerar dentro de éste proyecto de tesis, se resumen en la Tabla 3.2:

**Tabla 3.2:** casos de estudio: Herramientas Geomáticas Aplicadas al Ambiente, Mecánica y Tratamiento de Rocas e Introducción a la Teledetección

<b>Escenario</b>	<b>DIPLOMATURA</b>	<b>GRADO</b>	<b>POSGRADO</b>
<b>Descripción</b>	Foco en el uso de la geomática como herramienta para la resolución de problemas ambientales	Análisis de obras civiles en contexto de la litología, rotura de la roca y geomorfología. Escenarios que varían a escala regional, local y de detalle	Aplicación y uso de la información satelital de profesionales de diversa especialidades; primer aproximación al uso e implementación de la geomática
<b>Cátedra</b>	HGAA	McyTR	IT
<b>Carrera</b>	DUGA	Cs. Geológicas	MAIE
<b>Modalidad</b>	Distancia	Presencial	Presencial
<b>Docentes</b>	2	2	4
<b>Asistentes</b>	50 -100	20 - 40	10 - 20
<b>Perfil</b>	Multidisciplinario	Específico	Multidisciplinario
<b>Horas cátedra</b>	70	90	60
<b>Rol</b>	Resolver problemas	Elaborar mapas	Curso introductorio

El curso de grado es de desarrollo cuatrimestral y el número de matrículas oscila entre 30 y 40 personas; el de posgrado es intensivo y de 60 horas cátedra distribuidas en tres semanas cuya matrícula es de entre 10 y 20 personas; y el último posee una duración de dos meses y a diferencia de los dos anteriores se dicta exclusivamente a distancia y la matrícula del curso en promedio es de 100 estudiantes. Los dos primeros cursos son gratuitos, y el último arancelado.

Los espacios de enseñanza que seleccionamos para explorar, reciben estudiantes con diferentes trayectorias formativas: de grado, posgrado y pregrado; esto nos permitirá observar cómo se implementa la geomática, que requerimientos se necesitan para facilitar su entendimiento, y preparar material de enseñanza adecuado, ya que lo que buscamos es extraer información para que la geomática se implemente y transforme, en una *herramienta para generar aprendizaje*.

Indagamos la relación entre estas propuestas pedagógicas y los aprendizajes relacionados a la resolución de problemas procedimentales, revisando cómo los estudiantes logran la comprensión de una problemática, con el uso y aplicación de la geomática.

Recuperando el análisis del primer y segundo momento del proyecto, se reformularon las propuestas pedagógicas con el uso y aplicación de la geomática, enriquecidas con la perspectiva del ABP, éste constituye el Capítulo 6 de resultados.

Se pusieron en práctica estas nuevas propuestas enriquecidas y analizaremos nuevamente los aprendizajes sobre la comprensión de un problema, evaluando los diferentes niveles de comprensión que construyen estudiantes, con las distintas propuestas pedagógicas.

Proponemos como metodología de trabajo los "*estudios de diseño*" (Rinaudo y Donolo, 2010), adaptado para la propuesta, consta de cuatro fases resumidas en el diagrama de flujo de la Figura 3.5.

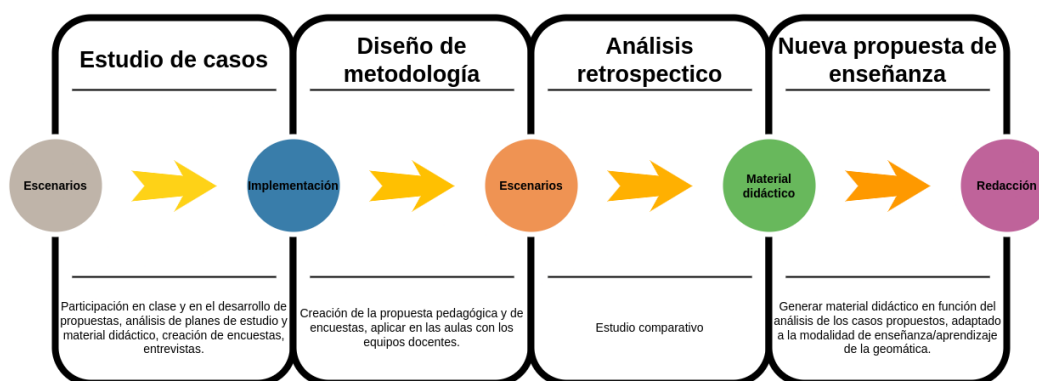


Figura 3.5: flujo de trabajo propuesto para el proyecto de tesis

### 3.3. Metodología para las intervenciones

Para medir el impacto de lo que creamos, se consideró 1) analizar a través de encuestas y entrevistas la experiencia educativa y 2) estudiar la apropiación de saberes y contenidos a partir de ese trayecto educativo a través de las producciones estudiantiles y 3) medir saberes previos y posteriores a la intervención. En su conjunto, constituyen un *input* esencial para mejorar lo que proponemos con nuestro equipo.

#### 3.3.1. Producciones estudiantiles y encuestas sobre la experiencia educativa

A los fines de abordar el objetivo de auto-evaluarnos en el rol docente, la base de la propuesta se sustentó a través de encuestas o relatos grabados anónimos, con preguntas que apuntaron a reconstruir los trayectos, esa información fue la base de datos de un análisis cualitativo y cuantitativo que nos permitió develar las oportunidades de mejora a las propuestas.

Una encuesta es un instrumento clave para analizar el impacto de una propuesta pedagógica. Las devoluciones respecto al aprendizaje, dinámica, cronograma, desempeño docente y espacio de sugerencias para el curso en próximas ediciones. Las preguntas que nos planteamos responder se centraron en tres aspectos:

- ¿Cómo nos desempeñamos en el rol docente?
- ¿Qué herramientas les facilitamos a nuestros estudiantes para trabajar en la propuesta pedagógica?
- ¿Cuáles son las sugerencias de nuestros estudiantes para mejorar futuras ediciones?

Las **herramientas de recolección de datos** corresponden al análisis de producciones estudiantiles, evaluación, entrevista, registro de clases y encuestas técnicas, desde una perspectiva cualitativa y cuantitativa.

#### 3.3.2. Prueba de Pensamiento Multiescala

Un indicador clave de los aprendizajes son los saberes previos de los estudiantes. Para conocer cuáles eran los saberes previos sobre la resolución de problemas considerando múl-

tiples escalas de la población analizada, ideamos en el marco de nuestras referencias una prueba. Esta prueba nos permitió medir cómo resuelve problemas un estudiante sin herramientas y con las herramientas proporcionadas por la propuesta pedagógica.

Se recurrió a un *test* que se ofreció a modo de *pre test* y *post test*. Los *pre test* constituyen uno de los instrumentos de mayor impacto para medir la variabilidad de saberes con los cuales ingresa cada estudiante al aula y en caso de que exista un cierre, los saberes adquiridos en el trayecto.

La Prueba de Pensamiento Multiescala se basa en el *Spatial Thinking Ability Test* (STAT) (Bednarz y Lee, 2019), evaluación que estudia conceptos clave de pensamiento espacial incluyendo: procesos cognitivos (es decir, maximización, procesos espaciales y minimización de procesos verbales); justificación psicométrica; modo de representación (texto, imagen, gráfico, mapa, color VS blanco y negro, etc.); y restricciones prácticas (por ejemplo, la cantidad de tiempo requerida para completar la prueba), se detalla en la Tabla 3.3.

**Tabla 3.3:** tipos de preguntas sugeridas por Bednarz y Lee (2019) para elaborar una PPE

<b>Tipo</b>	<b>Evalúa</b>
<b>I</b>	pensamiento espacial, habilidades relacionadas con la comprensión de la orientación y dirección
<b>II</b>	habilidades de pensamiento espacial
<b>III</b>	capacidad del alumno para seleccionar una ubicación ideal y comprensión del concepto de superposición
<b>IV</b>	visualizar un perfil de pendiente basado en un mapa topográfico
<b>V</b>	medir habilidades para identificar correlaciones espaciales, ya sean positivas o negativas, por comparar patrones presentados en un conjunto de mapas y representar tales relaciones espaciales en forma gráfica
<b>VI</b>	visualizan mentalmente terrenos en 3D basados en una topografía bidimensional plasmado en un mapa
<b>VII</b>	comprensión de varios tipos de superposición y procesos de disolución y la capacidad de aplicarlos para seleccionar imágenes mediante ejecución mental de tales procesos
<b>VIII</b>	comprensión de características geográficas representadas como puntos, líneas o polígonos

Elaboramos un instrumento de medición de las habilidades y desarrollo del pensamiento espacial y análisis multiescala. La prueba se efectuó como primera actividad en un curso y, posterior a la última. La dinámica de la propuesta es que en primera instancia el estudiante responda al cuestionario y, en segunda instancia lo vuelva a contestar con nuevas perspectivas adquiridas.

Respecto a la construcción de las preguntas, 4 corresponden a una modificación de las propuestas de la bibliografía de referencia y las restantes a nuestra investigación focalizada en la resolución de problemas de acuerdo a un rol y el uso de la geomática. En general por tipo de pregunta según Bednarz y Lee (2019), se recomienda generar de 1 a 3 opciones de respuesta, para poder certificar el nivel de comprensión del tópico propuesto.

La prueba se efectúa como primera actividad en un curso y, posterior a la última. La dinámica de la propuesta es que en primera instancia cada estudiante responda al cuestionario y, en segunda instancia lo corrija, respondiendo exactamente las mismas preguntas. El objetivo de la prueba es conocer los saberes previos y medir la evolución de su conocimiento post



curso (ver Anexo A de la tesis donde se presenta el cuestionario completo).

Las preguntas formuladas son doce (12) por examen, y responden a diferentes tipos de análisis ya presentados en la Tabla 3.3. Para resolver estos problemas, cada estudiante debe comprender los tipos de datos espaciales, y poder aplicar ese conocimiento para identificar el tipo de datos apropiado (por ejemplo, puntos, líneas o polígonos) para representar varias características geográficas del mundo real (por ejemplo, estaciones meteorológicas, ríos, rutas, etc.), leer mapas, hacer mapas, comprender qué herramientas de la teledetección se usan o se necesitan de acuerdo al planteo de un problema y, finalmente presentar el criterio propio de acción.

Cada estudiante recibe un código de identificación, el cual se mantuvo durante el análisis completo de las producciones, la designación fue aleatoria para resguardar la objetividad, la corrección de cada respuesta se asignó en función de palabras clave o guías que nos permitió como analistas develar si el estudiante posee o no esos conocimientos, y finalmente a través de un análisis nominal (0 si no es correcto y 1 si es correcto), generamos un valor promedio para todo el curso y, debido a que varias preguntas podían corresponder a un mismo tipo de análisis, el resultado final es un promedio entre esas preguntas.

Las metodologías planteadas apuntaron a develar los objetivos específicos de la tesis, el primer Capítulo de resultados (Capítulo 4 en ésta tesis), a través de la reconstrucción histórica donde la metodología central fue el análisis cualitativo se centró en indagar la concepción de escala en la enseñanza considerando a la geomática como un campo disciplinar que otorga herramientas. El trabajo en aulas presentado en el Capítulo 5 con un fuerte eje en el estudio de diseño como metodología, integró la primera etapa de análisis histórico como estadio previo y su incidencia en el aula de acuerdo a los enfoques, sentando las bases para explorar los aportes del Aprendizaje Basado en Problemas, lo que finalmente nos permitió diseñar una propuesta pedagógica.

Capítulo **4**

# Historia de la enseñanza de la geomática en Argentina

*Una imagen radar  
vale más que mil palabras,  
y más que mil palabras  
hacen falta para interpretarla.*  
A. Gagliardini

## 4.1. Introducción al primer capítulo de resultados

Toda propuesta pedagógica de manera explícita o implícita se orienta por supuestos en torno a cómo se concibe la disciplina, las maneras de transmitir el conocimiento y qué se espera que estudiantes construyan con los conceptos y habilidades adquiridas (Meirieu, 2001).

Es por ello que en una primera etapa de la investigación nos propusimos identificar y describir esos supuestos, para caracterizar analíticamente la enseñanza de la geomática. Esta caracterización nos permitirá interpretar estrategias y prácticas de enseñanza e ideas didácticas sobre cómo se abordan los problemas complejos que requieren el concepto de escala. El recorte histórico que proponemos es de los últimos 30 años (1991-2021) debido a que en 1991 se dicta el primer curso de SIG, se inaugura la CONAE y el Programa de Desarrollo e Investigación en Teledetección.

Para realizar dicha reconstrucción, analizamos las entrevistas realizadas que nos permitieron, en primera instancia, entender que quienes dictan cursos de geomática han sido líderes o miembros de grupos de investigación que utilizan la geomática como objeto de estudio o como herramienta en sus procedimientos para enseñar nociones de escala. Los entrevistados, en sus inicios, si bien estaban abocados principalmente al desarrollo de actividades científicas y/o profesionales; han tenido un papel fundante en la enseñanza de la geomática en nuestro país. Actualmente, estos grupos siguen construyendo modos de enseñar la disciplina.

A partir de la sistematización y análisis de las entrevistas ordenamos los resultados según cuatro (4) grandes temas analíticos: 1) La formación y el trabajo de docentes, 2) El desarrollo de la disciplina en nuestro país en relación al mundo y sus fundamentos 3) Enfoques en la enseñanza de la geomática en Argentina y 4) El modo de la enseñanza de la geomática en la construcción multiescalar del análisis de problemas complejos. Las secciones que presentamos a continuación indagan en ese orden los temas, donde desarrollamos los aspectos más relevantes que arrojó el análisis cuantitativo y cualitativo de los relatos.

Cada entrevista aportó perspectivas con algunas características cuantificables en su frecuencia y posibles de convertir en estadísticas, vinculadas estrechamente con un análisis cualitativo. En un primer momento se clasificó la información a través de códigos, una primera agrupación de estos códigos nos permitió encontrar 9 temas emergentes.

Estos temas se agruparon en dimensiones más generales, resultantes de codificar inductivamente las ideas plasmadas en los relatos de cada referente. En ese sentido, la estrategia de análisis recupera la metodología de la teoría fundamentada que propone identificar emergentes, compararlos y contrastarlos para luego vincularlos entre sí y agruparlos en categorías más generales (Bonilla-García y López-Suárez, 2016). La Figura 4.1 resume los códigos y dimensiones totales generadas en el *software* RQDA.



Esas dimensiones de análisis ya presentadas en conexión a través del grafo de la Figura 4.1, fueron construidas a partir de códigos que inicialmente clasificaron la información de las entrevistas y que están descritos con detalle en la Figura 4.2. Cabe que destaquemos que una en especial, la de **PENSAMIENTO MULTIESCALA**, queda atravesada y conecta todas las otras dimensiones a través de algunos de los códigos que la componen, y ese detalle no es menor, ya que es lo que impulsa la interdisciplinariedad y multiescalaridad que enraíza la disciplina. Con esta Figura, transparentemos el proceso de clasificación y sistematización de la información proveniente de las entrevistas.

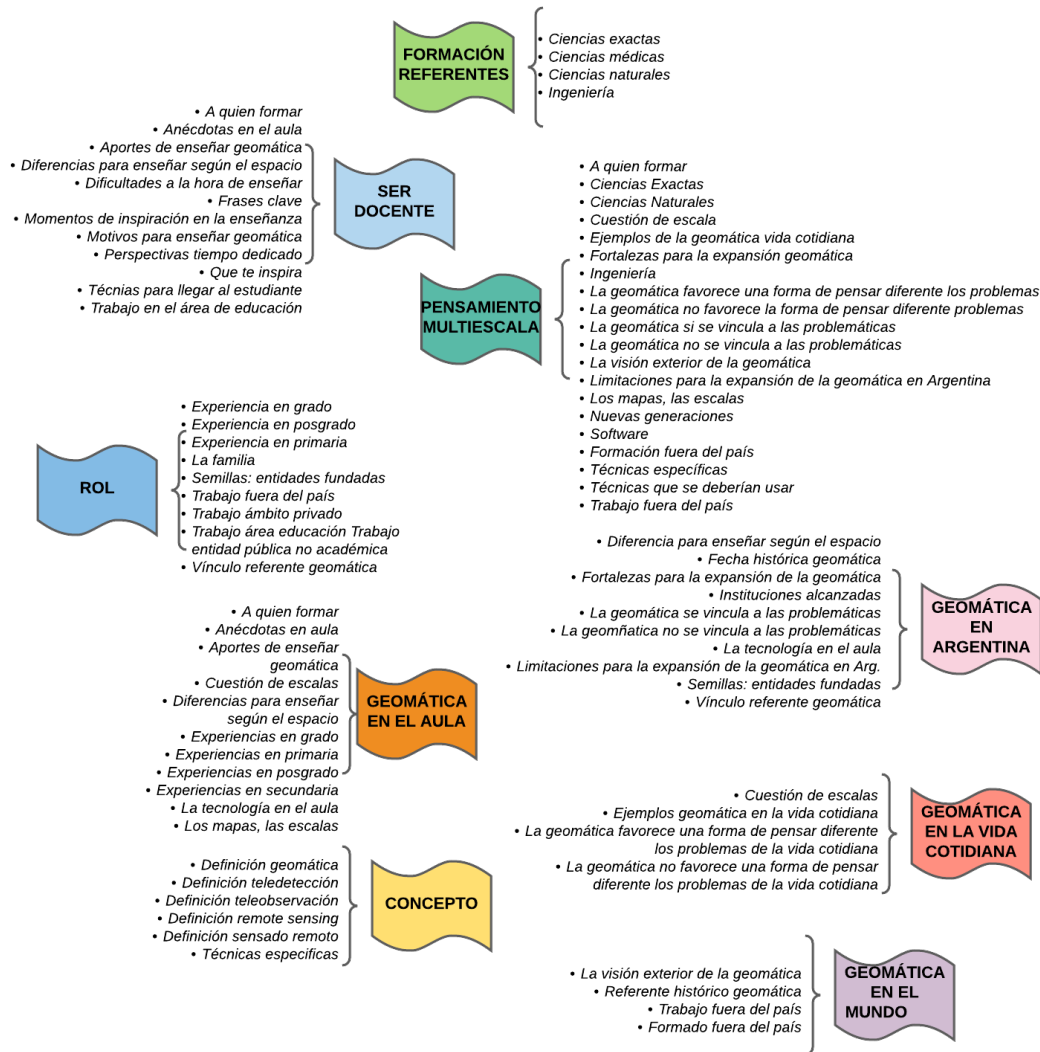


Figura 4.2: códigos conectados a cada dimensión usados en el análisis cualitativo (QDA) realizado en RQDA

## 4.2. La formación y el trabajo de docente

Luego de este primer análisis general de la información, comenzamos a sistematizar la información en cada dimensión. Como primer paso, distribuimos los relatos de referentes en tres grandes grupos, según un rango etario que denominamos: a) Fundadores de entre 60 y 80 años, quienes trajeron al país las nuevas tecnologías y la forma de interpretar datos, b) referentes de entre 40 y 60 años, quienes hoy llevan adelante los espacios de investigación,

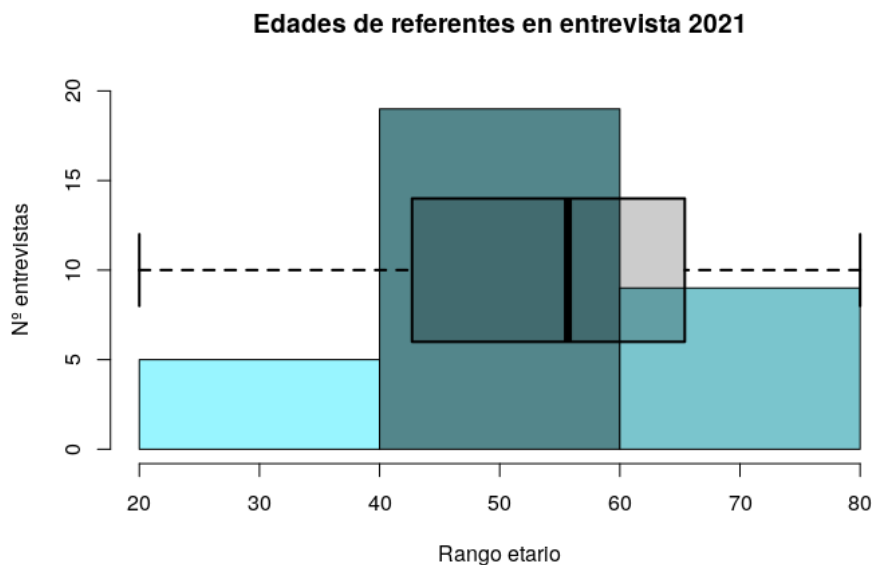
desarrollo y formación y, c) nuevas generaciones, de entre 20 y 40 años, cuyas perspectivas aportan a la temática y definen a través de sus trabajos hacia dónde va la disciplina.

Dentro de estos grupos, encontramos cinco tipos de roles: investigación, docencia, trabajo técnico, gestión y formación de nuevas generaciones. Cada referente lleva a cabo uno o varios de estos roles. Cabe aclarar que el apartado de gestión abarca: a la dirección de espacios, grupos de investigación y secretarías académicas y, formación de nuevas generaciones referentes jóvenes destacados en su función (ver Tabla 4.1).

**Tabla 4.1:** roles detectados entre los referentes de geomática entrevistados

Rol	Investigación	Docencia	Trabajo Técnico	Gestión	Formación de Nueva generación
Casos	24	30	6	28	4

En términos de género, la proporción es 14 mujeres y 19 hombres, distribuidas en todos los rangos etarios, lo que nos permite destacar una presencia equitativa en la disciplina desde sus inicios. Las edades de referentes en entrevista se resumen en la Figura 4.3.



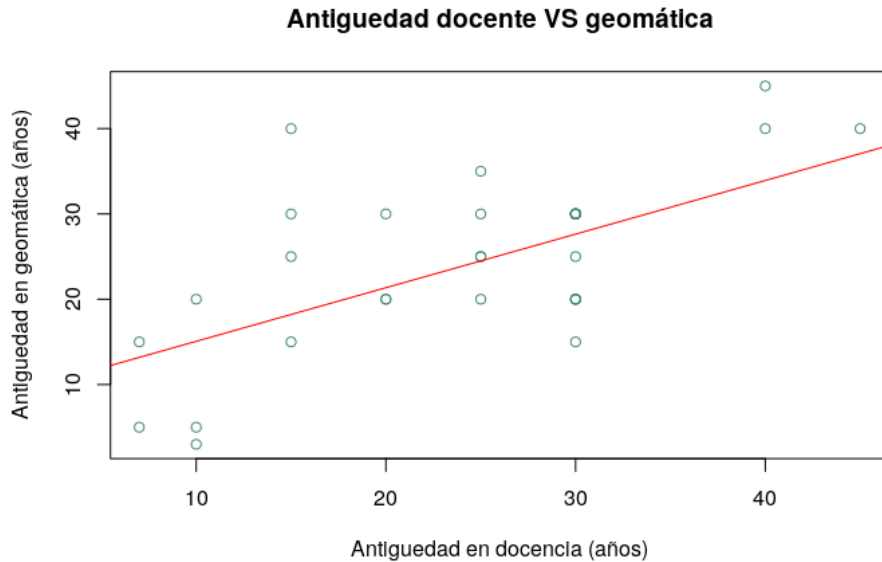
**Figura 4.3:** rango etario de referentes en geomática

Entre la edad de 60 y 80 años plasmados en la Figura 4.3), se ubican las personas que representan y han formado parte de la creación de los espacios donde hoy se enseña. Pertenecen en su gran mayoría a los grupos gestionados por representantes que se ocuparon de traer la temática al país a partir de sus estancias en el extranjero y efectuaron las primeras capacitaciones masivas.

El rango etario de mayor representatividad se ubica entre los 40 y 60 años (Figura 4.3). A partir de los relatos pudimos reconstruir que este grupo de personas, se han formado como primera camada en los espacios emergentes donde hoy se enseña y pertenecen, en su gran mayoría, a los grupos de investigación creados por fundadores. También constituyen los pilares creadores de grupos e instituciones pioneras y de referencia en el campo disciplinar de Argentina, y son quienes han inaugurado todos los planes de estudio de formación en la temática.

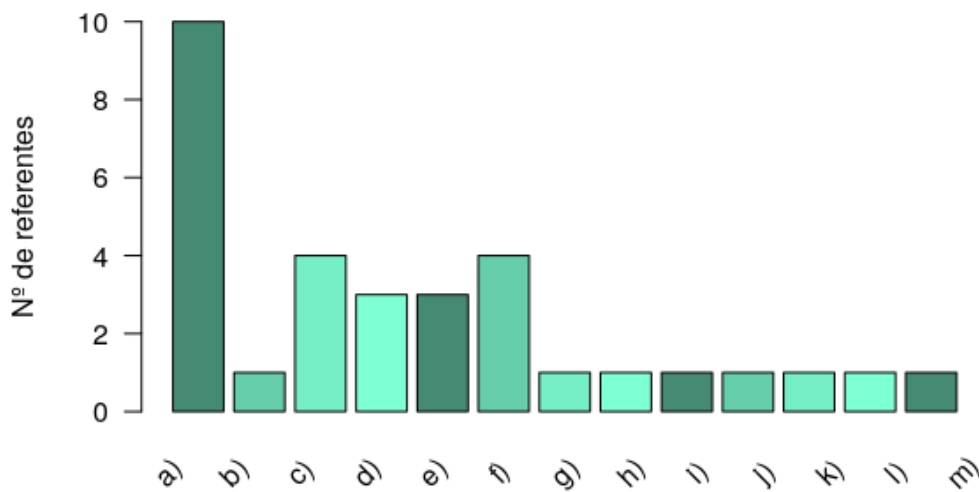
La Figura 4.4 vincula la edad de referentes con la antigüedad en su actividad docente (si es que lo poseen), respecto a su ejercicio profesional o científico (la línea roja en la Figura permite identificar esa asimetría entre las dos funciones: docente y profesional/investigador contrastadas).

El gráfico permite observar que la actividad docente es complementaria a la profesional/científica. La Figura 4.4 sugiere que, en el marco de las entrevistas realizadas, la docencia en geomática es ejercida ya avanzada la carrera profesional. La línea roja en la Figura 4.4 permite identificar esa asimetría entre las dos funciones: docencia e investigación.



**Figura 4.4:** relación entre años de ejercicio de la docencia y trabajo en el área de la geomática

En cuanto a la formación de base los referentes provienen de trece (13) carreras. En detalle, la mayor parte proviene de: Agronomía, luego en Biología, Geología, Física, y Geografía. En tanto que el resto de las formaciones apenas tienen un representante cada una (Figura 4.5).



**Figura 4.5:** formación de base de referentes en entrevista: a) Agronomía, b) Astronomía, c) Biología, d) Física, e) Geografía, f) Geología, g) Ing. de petroleos, h) Ing. forestal, i) Ing. naval y mecánica, j) Nutrición, k) perito topocartografa, l) Recursos Naturales y m) Master of Science

En síntesis, se observa que la mayoría de los referentes actuales en el campo de la geomática son profesionales de 40 a 60 años que provienen de Agronomía, Geografía, Biología, Geología y Física. La mayoría de ellos se dedican a la docencia y a la investigación.

### 4.2.1. Las trayectorias

Los referentes entrevistados corresponden a cuatro perfiles de formación vinculados a las ciencias naturales, exactas y tecnología. En el campo de las ciencias exactas: la física, la astronomía y la química, existe en todos los casos una especialización en la misma disciplina a través de un doctorado. Esas formaciones doctorales no se ligan en su origen directamente con la geomática. En todos los casos pudimos reconstruir que su vinculación es posterior o simultánea (en el caso de las generaciones actuales) a la realización del posgrado.

Desde las ciencias naturales, se encuentran referentes especialistas en: biología, geología, geografía, ecología, ambiente. En todos los casos tienen un vínculo -dentro de su proceso de formación- con datos espaciales en menor o mayor medida en materias como cartografía. No todos los entrevistados tienen formación de doctorado o maestría. Pero todos los referentes han realizado especializaciones en geomática para vincularlo a su campo disciplinar de origen, y consideran en sus problemas de estudio la variable espacial y escalar como importante para resolverlo.

La formación en ingeniería es principalmente agronómica seguida de topografía, petróleo, naval y mecánica. En todos los casos se han especializado en el área de interés desde la formación de base, la minoría ha accedido a una formación de posgrado. Todos tienen especializaciones.

En ciencias médicas se entrevistó a una sola persona orientada a la nutrición que en su formación de posgrado ingresó la variable espacial para resolver problemas complejos



vinculados a la Seguridad Alimentaria e inaugurar una nueva línea de formación para ese área en la República Argentina.

En más de un relato hemos evidenciado que el ejercicio de la docencia permite aprender contenidos nuevos, en ese sentido la docencia es vista más como un espacio de formación que de transmisión de saberes previamente aprendidos. Destacamos en un extracto literal de una entrevista esa idea: *...siempre para crear un espacio de aprendizaje algo hay que estudiar y eso a su vez te impulsa a estar al día...* Recuperamos ésta reflexión en el desarrollo del capítulo por ser un dato de interés para comprender una de las condiciones en las que enseñamos que refiere al dominio del contenido. La enseñanza -para los entrevistados-, pule y profundiza la capacidad de hacernos preguntas y descubrir saberes nuevos que se proponen en el aula que se renueva edición a edición.

En relación a la necesidad o interés que promueve un acercamiento a la geomática se pudieron reconstruir los siguientes motivos: 1) en los casos de formaciones en primera fase no vinculados a la rama de las ciencias exactas, la geomática le agrega una variable espacial a lo que se enseña, cambia la escala de los problemas y también el acceso a los problemas. 2) desde la perspectiva de la formación propia de la física y la matemática como base, lo que se enriquece como eje son las variables involucradas en el problema que permita construir diferentes datos de satélite como la temperatura, verdor, precipitación de un área específica para ser usados en modelos.

La primera necesidad que la geomática satisface (como campo disciplinar) es la medición, la medición cercana, y la capacidad de ampliar el rango exponencialmente para áreas mucho mayores. Anteriormente estas tareas se realizaban sólo a mano, y eran consideradas tediosas y cargadas de errores del operador. Aquí evidenciamos el planteo del marco teórico en donde propusimos que la teledetección, en el marco del campo disciplinar, es la materialización moderna de la escala.

Otro punto que despertó el uso de la herramienta es la idea del *espacio-tiempo*, la posibilidad de entender plenamente lo que significa una escala temporal y espacial, saber sobre el fenómeno, el problema complejo, la investigación, etc, tiene una escala temporal y espacial; y que mirarlo de otra manera, le permite a una investigación abrir un portal hacia estudios dinámicos, generando otras perspectivas e ideas sobre el tema que nos ocupa. Compartimos otro extracto de nuestros relatos de respaldo a esta afirmación:

... gracias a la geomática... Uno no se conforma solamente con lo que se ve en campo, necesita saber y entender el contexto en el cual está metido y eso da una idea global sobre todo. Ojo que sólo al revés no sirve, porque a nivel de detalle, cerca o en el problema también se tiene información. Ampliar las dimensiones de análisis...

En síntesis, si bien la trayectoria formativa de nuestros entrevistados varía en su educación formal -particularmente en la formación de posgrado- observamos que todos se acercan a la geomática por la necesidad de complejizar el análisis de sus estudios, ya sea de incluir nuevas variables o de ampliar la escala.

De los relatos podemos deducir que el potencial de la geomática es la multiescalaridad, la labor de cambiarla adecuadamente para analizar un problema y generar productos que acompañen. No es lo mismo generar productos derivados, principalmente los vinculados con los SIG, tomando datos del mismo tipo a diferentes niveles. Extraemos de un relato de un comentario sobre el tema: *...la escala y la resolución no son lo mismo, y para generar*

*productos nuevos tiene que quedar muy claro cómo fueron concebidos. Sino nuestras capas de soporte pierden credibilidad. . .*

A modo de resumen de esta sección podemos decir que de acuerdo al rango etario se presentaron tres grupos fundadores, discípulos y referentes actuales, nuevas generaciones. Proponemos tener presente el interrogante de *¿por qué enseñamos cómo enseñamos?*; y de acuerdo a nuestra investigación podemos enunciar dos variables que atraviesan la manera en qué enseñamos; la primera y fundamental tiene que ver con nuestra historia; y la segunda nuestra formación de base. Es por eso que en esta sección abordamos estas variables.

Tal como observamos, la formación principal responde a la agronomía, y en mucha menor proporción la geología y biología, seguido de la física y la geografía. Las entrevistas nos permitieron reconstruir que el vínculo con la herramienta fortalece una forma de enseñanza basada en la *interpretación visual*; esa estrategia responde al escaso acceso a datos al momento de entrar en contacto con el área de desarrollo; seguido del análisis de variables biogeofísicas y en menor proporción la automatización de procedimientos.

En el marco de este rango etario, entre los 40 y los 60 años de edad, la formación de base predominante también es la Agronomía, pero seguida muy de cerca por la física, el resto de especialidades se diversifica fundamentalmente en el área de ciencias naturales.

La estrategia de formación en el marco de este rango etario se fundamenta en la automatización de procedimientos; seguido muy de cerca por el análisis de variables biogeofísicas. A diferencia del rango etario anterior, la interpretación visual es una estrategia casi sin uso y en algunos casos aparece la perspectiva de herramientas cuali-cuanti para resolver problemas.

Entre los 40 y los 20 la formación es variada, centrada en las ciencias naturales. La perspectiva como educadores se centra en pensar la enseñanza de la geomática como herramienta cuali y cuanti para resolver problemas, seguida muy de cerca por el análisis de variables biogeofísicas y la automatización de procedimientos, no se detectaron casos centrados en la interpretación visual.

Referentes indican en más de un caso que, fueron formados en parte fuera del país pero en parte también en su propio espacio de trabajo. Todos los referentes entrevistados provienen de una formación básica principalmente en agronomía y en menor proporción ciencias naturales, otras ingenierías y física, vale que destaquemos que el mayor porcentaje se vincula a la formación de base en agronomía.

La historia de la geomática en el país posee como respaldo la formación de referentes reconocidos en este capítulo como fundadores, los cuales han realizado su formación de base en la temática muchas veces en otros países, pero también de experiencias de intercambio, pasantías cortas y trabajo conjunto de las cuales también recuperamos información.

El vínculo con el ejercicio de la docencia de todos los referentes entrevistados deviene ya avanzada su formación en el uso de las herramientas que provee la geomática, y está muy vinculado a su formación/especialización de trabajo. En términos de *género* destacamos que no se buscó intencionalmente obtener una muestra con paridad de género sino que ante la convocatoria respondieron 14 mujeres y 19 varones que aceptaron participar de la experiencia con su relato. Esta composición de la muestra podría indicar una paridad en géneros donde las mujeres ocupan papeles estratégicos en aplicaciones en ciencias.

### 4.3. El desarrollo de la disciplina en nuestro país en relación al mundo

A partir de las entrevistas pudimos reconstruir que entre 1960 y 1990 el desarrollo de la geomática en el país se presenta a través de una serie de esfuerzos aislados y frecuentemente inconexos por establecer su aplicación para resolver problemas. Caracterizamos a estos esfuerzos como aislados debido a que no observamos políticas y programas sistemáticos y articulados entre sí. Estos procesos están atravesados por la pérdida de la democracia en por lo menos 20 de esos años, con la discontinuidad de procesos madurativos en la ciencia, en las instituciones (Romero, 2017).

A pesar de esas discontinuidades, las aplicaciones espaciales en Argentina se encuentran en constante crecimiento desde la década del '90. Esfuerzos aislados previos llevaron a formalizar instituciones dedicadas exclusivamente a su investigación y uso, tal es el caso de la CONAE, entidad nacional inaugurada en el año 1991. Tomamos a la creación de la CONAE como un hito histórico, no necesariamente como ente impulsor. En este período cada década representa estadios de crecimiento particulares vinculados a esfuerzos de diversas entidades del país, con raíces epistemológicas y educativas previas.

Es importante destacar el contexto material que permite el desarrollo de la geomática. Pasados los años 90 las nuevas tecnologías se volvieron más accesibles a la comunidad, ya que es donde también ingresaron al país las computadoras de uso personal. Es por ello que esta investigación parte de 1991 en adelante, debido a que se trata de un camino sin cortes y de constante crecimiento hasta hoy, con una fluida vinculación con la comunidad internacional, abarcando ya 30 años de evolución.

A partir de las entrevistas, el análisis sobre el desarrollo histórico de la geomática se ha dividido en tres grandes momentos correspondientes a cada década que representa un estadio de crecimiento particular de la geomática en Argentina:

- 1991 a 2001: capacitaciones aisladas y consolidación de pequeños grupos de trabajo.
- 2001 a 2011: primeras carreras y especializaciones.
- 2011 hasta la fecha: formación de posgrado, extensión y vinculación.

El período 1991-2001 se caracteriza por el desarrollo de capacitaciones aisladas, entre ellas encontramos por ejemplo: la creación del grupo de Teledetección del Centro Argentino de Estudios de Radiocomunicaciones y Compatibilidad Electromagnética (CAERCEM) de Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), a cargo de los primeros cursos de teledetección a nivel nacional, precursor de lo que posteriormente sería el grupo de Teledetección Cuantitativa del Instituto de Astronomía y Física del Espacio (IAFE) de CONICET y la UBA, primeros cursos de SIG en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN) de la UBA a cargo del Laboratorio de Ecología Regional, y las capacitaciones del Instituto de Hidrología de Llanuras<sup>1</sup>. En esa década en la FCEyN-UBA se comienzan a incluir contenidos de teledetección y SIG en los cursos de grado (ecología regional y ambiental) y en cursos de posgrado aislados en esos temas.

<sup>1</sup>La creación del Instituto de Hidrología de Llanuras ([acceso](#)) corresponde al 1984, y es dependiente de la UNICEN y el CONICET. Desde sus orígenes propone a la teledetección como herramienta de trabajo.

La creación del PRODITEL<sup>2</sup> en la UNLu ocurre en 1997, cuyo equipo también interviene en cátedras de grado para reforzar contenidos en materia de datos espaciales. El grupo de teledetección en la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires (FAUBA), y la creación del Instituto de Altos Estudios Espaciales Mario Gulich (Gulich) en 1997, representan las primeras entidades dedicadas oficialmente a la enseñanza de las aplicaciones espaciales exclusivamente.

Algunas cátedras oficializan contenidos de geomática en las currículas a partir de la habilitación que les otorga la Ley de Educación Superior modificada en el año 1995, la cual permite esa acción en los planes de estudio. Asimismo, también se fueron inaugurando diferentes carreras enfocadas en la geomática. Se detalla la resolución que las habilitó; ya sea el Honorable Consejo Superior (HCS) de la Facultad de una Universidad Nacional y/o la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU)<sup>3</sup>. En este período, los miembros de los diferentes grupos en creación también fueron llamados por otras instituciones para realizar capacitaciones aisladas<sup>4</sup> en la temática, estrategia que se mantiene hasta hoy.

Entre 2001-2011, década en la que se desarrollan las primeras carreras y especializaciones: se crea la “Especialización en Teledetección y SIG aplicado al Estudio del Medio Ambiente” en la UNLu. En el año 2003, se crean la “Licenciatura en Ambiente (LiCiA)” en la FAUBA con una impronta en el uso y aplicación de la teledetección, la “Maestría en Teledetección y Sistemas de Información Geográfica (SIG)” en la UNICEN en el año 2004, sede Azul BSAS, la “Especialización en Teledetección y SIG aplicados al estudio de los recursos naturales y la producción agropecuaria” en la FAUBA inaugurada informalmente en el año 2004 como cursos aislados y oficializada por resolución en 2008. Y en 2005 se abre la subsede en Tandil del Instituto de Hidrología de Llanuras (IHLLA).

En el año 2004, también surge gestionado por CONAE, el programa Dos Millones de Pibes (2mp) cuyo objetivo fundamental es acercar la tecnología espacial a la escuela, a partir de los 8 años de edad, despertando el interés en la infancia sobre instrumentos y aplicaciones espaciales.

Asimismo, se crea un área dedicada a la teledetección en el Centro Nacional Patagónico, Centro Científico Tecnológico (CENPAT) del CONICET el cual se especializa en oceanografía. Además se inauguran, el Grupo de Estudios Ambientales (GEA) en la Universidad Nacional de San Luis (UNSL) en el año 2003, el Centro Regional de Geomática (CEREGEO) en la UADER en el año 2007, y el Laboratorio de Ecología, Teledetección y Eco-Informática (LETyE) en el Instituto de Investigación e Ingeniería Ambiental (3iA), de la Universidad Nacional de San Martín (UNSAM) en 2008.

Del mismo modo se desarrolla el programa de cooperación alemana de enseñanza mixta *virtual-presencial*, para capacitar a referentes en Argentina (vigente por 10 años entre el 2002 y el 2012); y el convenio de capacitación y pasantías de la CONAE con la Agenzia Spaziale Italiana (ASI) en 2004, precursor de la maestría que se crea hacia finales de esa década en el año 2009 en el Gulich, llamada primero Maestría en Alerta y Respuesta Temprana a Emergencias (MAEARTE), y cuyo convenio continúa vigente.

---

<sup>2</sup>Programa de Desarrollo e Investigación en Teledetección.

<sup>3</sup>La CONEAU según el Art. 5 del Decreto Nacional N° 499/95, que establece que las carreras pueden ser categorizadas con A si son consideradas excelentes, con B si son consideradas muy buenas y con C si son consideradas buenas.

<sup>4</sup>Referentes invitados por instituciones académicas del país convocados a enseñar introducción a la teledetección, manejo de datos SAR y otros vinculados a la geomática por su expertise no difundida y no en forma regular.

Desde el 2011 hasta el 2021 inclusive, podemos observar que el foco está puesto en el desarrollo de los programas de posgrado. Se crea la tercera maestría del país denominada “*Maestría en Geomática Aplicada a la Gestión de Riesgos Ambientales*” en la UADER en el año 2011, y se modifica el plan de estudios en la maestría del Gulich, a la cual también se le cambia el nombre a Maestría en Aplicación de Información Espacial en el año 2016.

En esa misma institución se crean el Diplomatura Universitaria en Geomática Aplicada también en 2019, para cubrir diferentes necesidades y perfiles de capacitación y tres diplomaturas en “*Geomática Aplicada al Ambiente, a la Salud y a la Agronomía*” en 2019, unificadas en 2021 a una sola diplomatura denominada “*Diplomatura en Geomática Aplicada*” y en 2022 finalmente establecida como Diplomatura Universitaria en Geomática Aplicada con diferentes orientaciones.

Cabe que destaquemos que el primer paso que evidenció la necesidad de promover un espacio específico de formación doctoral, surge con el programa de becas conjuntas CONICET-CONAE para tesis doctorales y pos-doctorales que usen geomática en su proyecto de tesis, inaugurado en 2009.

Asimismo, este proceso es acompañado por la organización de reuniones científicas sobre la temática: Argentina se une a la Sociedad de Especialistas en Percepción Remota y Sistemas de Información Espacial (SELPER)<sup>5</sup> a través de la UNLu, en el año 1996 en el marco del MERCOSUR, y organiza las “*Jornadas de Educación en Percepción Remota en el Ámbito del MERCOSUR*” en 1998, el objetivo de ésta sociedad es mejorar y ampliar los programas de educación en la percepción remota<sup>6</sup>, así como propiciar el encuentro de los diversos actores, pertenecientes a los distintos niveles educativos, a fin de difundir y lograr familiaridad con las geotecnologías. Actividad que se desarrolla hasta la fecha.

Con el mismo objetivo de divulgación, también se crea en el país, en el año 2012, el primer Congreso Argentino de Teledetección (CAT) en la ciudad de Córdoba, este paso constituye la base de las conferencias organizadas por la Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), en Argentina como la Argentinian Congress (ARGENCON), principal evento de la Sección Argentina de la IEEE, el cual se realiza cada dos años; otra línea actual asociada al mismo origen, son las Reunión de Trabajo en Procesamiento de la Información y Control (RPIC), que han incorporado recientemente sesiones específicas de geociencias, allí se publican trabajos de investigación dedicados al análisis de problemas, a través de la teledetección.

La historia más reciente, y *en parte asociada directamente a la virtualización de todo*, impulso obligado por la pandemia del COVID 19, es la conexión y formación entre e intra entidades. En este sentido, hoy se trabaja en la apertura de nuevos espacios de formación. En Argentina se ha lanzado el SAOCOM-1B<sup>7</sup>, se han inaugurado nuevos espacios de aprendizaje, virtualizando espacios que de naturaleza no tenían esa modalidad y se trabaja en el nuevo Plan Espacial Nacional (PEN) 2021/2030, de la CONAE, lo cual indica en su conjunto que -incluso ante situaciones adversas no pronosticadas- se puede aprender, generar contenido y espacios de aprendizaje.

No obstante observamos que en la historia de creación de entidades de investigación y educativas, no pareciera trabajarse de manera interdisciplinar, no aparecen redes federales en la creación de esos espacios ni conexiones entre ellos. De las entrevistas se desprende que

---

<sup>5</sup>La sociedad SELPER nace en Quito, Ecuador en 1980. Fuente: [https://www.youtube.com/watch?v=nDC47zM\\_N5s](https://www.youtube.com/watch?v=nDC47zM_N5s)

<sup>6</sup>Sinónimo de teledetección, teleobservación ó sensado remoto

<sup>7</sup>Satélite de recolección de datos tipo radar

no existe un vínculo oficial entre entidades, en algunos casos se colabora, pero no es parte de las tareas que se proponen como objetivo dentro de las actividades como instituciones dedicadas a la formación. No existe un lugar de reunión común entre las personas que han sido participantes activos de la historia del desarrollo de la disciplina en el país. Cada persona entrevistada reconoce la labor de colegas de las otras entidades, no obstante no mencionan colaborar. Ésta historia descrita en los párrafos anteriores se resume en la línea de tiempo de la Figura 4.6.

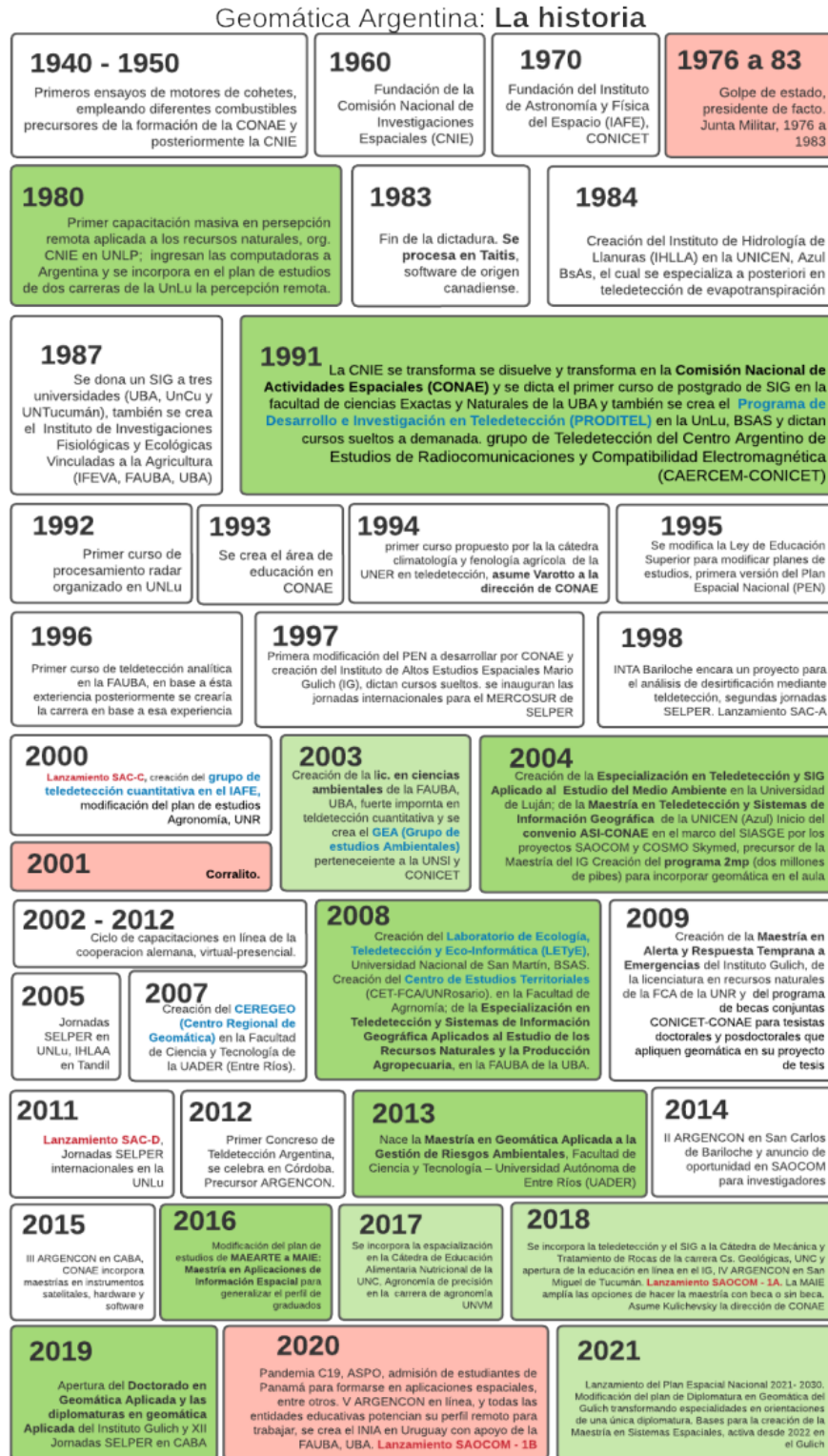


Figura 4.6: historia de la geomática en la Argentina, relatada a través de sus referentes

En síntesis, el desarrollo de la geomática como disciplina en Argentina se vio interrumpido por la dictadura militar que provocó la emigración de científicos y la desfinanciación del sistema. Recuperando los relatos de las entrevistas, es a partir de 1991 donde comienza un desarrollo más sistemático y continuo del área según se pudo reconstruir triangulado información documental y datos de entrevistas sobre los procesos y acciones que contribuyeron al desarrollo del área en cada década.

Si bien durante los 90s se observaron capacitaciones aisladas, estas sirvieron como punto de partida para las formaciones de grado y de postgrado materializadas en programas académicos en las décadas posteriores. El acceso a dispositivos tecnológicos y los marcos normativos de educación superior proveyeron del contexto necesario para este desarrollo.

## 4.4. Los fundamentos de la disciplina en Argentina

Otra dimensión analítica para analizar la geomática en Argentina es la relación entre su desarrollo y su vinculación con las problemáticas ambientales y actividades productivas del país.

Resulta relevante destacar que -entre los entrevistados-, hay una muy baja representación de profesionales de las ciencias exactas que aplican la geomática en docencia e investigación (física, matemática) y una gran abundancia de profesionales vinculados a la agronomía, en todas las funciones. Teniendo nuestro país raíces profundas en la actividad agropecuaria, es importante observar que desde la agronomía surgió con mucha preponderancia, la necesidad de incorporar las herramientas que permitan el análisis espacial y el cambio de escala.

Recuperamos dos posturas en los relatos en relación al *desarrollo de la geomática en nuestro país vinculado a las problemáticas ambientales y/o productivas*. Cuantitativamente el 50% de los entrevistados mencionó vínculos entre el desarrollo de la geomática y los problemas ambientales o productivos (16 de 33) y el 27% (9 de 33) no hizo mención a tal vínculo. Esto nos permite identificar dos temas emergentes que describimos a continuación.

### 4.4.1. Relación entre el desarrollo de la geomática y el sistema socio productivo

Por un lado en dieciséis (16) relatos, nos mencionaron que la geomática se desarrolla a partir de las demandas desde las problemáticas ambientales: catástrofes, emergencias ambientales, calentamiento global, recursos naturales, sistemas naturales, impulsión de leyes de protección (glaciares, bosques), problemas territoriales, políticas públicas y; la producción agrícola (el territorio a aplicar fertilizantes y su funcionamiento, estado de salud de los cultivos, estudios de suelos, agricultura de precisión, extracción minera (diques de cola por ejemplo y análisis de estabilidad de taludes), de hidrocarburos y producción de alimentos.

Por otro lado, también nos mencionaron en esos relatos que la relación entre la planificación, la gestión y la ciencia no es fluida. Este grupo de referentes explicó que en función de la escala de análisis y las políticas de estado, se ha debatido la relevancia de la disciplina y que generalmente para el estado Argentino la geomática no ha sido relevante.

En otros casos, un grupo menor de entrevistados mantienen que la formación en geomática no tiene ningún vínculo explícito con el área de desarrollo productivo. Sino que las formaciones están pensadas de manera más general dejándose en manos de quien egresa in-

corporarse a las problemáticas ambientales para sumar estas nuevas herramientas. Del mismo modo se comenta en las entrevistas que quienes estudian problemas productivos o ambientales, no recurren a la geomática como disciplina que pueda aportar al abordaje de estos problemas.

En resumen, cuando se indica que las problemáticas productivas y ambientales y la geomática no se vinculan, se explicitan un gran repertorio de necesidades en donde el área tendría la capacidad de solucionar gran parte de los problemas pero no se aplica. No obstante, también reconocen que el ingreso de la geomática a estos sectores es limitado, porque es percibido como algo complejo de usar y de implementar. Compartimos extractos de los relatos, evidenciado las afirmaciones construidas sobre el tema:

*...para mi forma de verlo, la geomática a surgido como una respuesta a cosas que no podíamos darles respuesta de otra manera, entonces emergencias, urgencias.. de hecho fijate una de las principales áreas de estudio. . . en sus orígenes fueron, emergencias ambientales, de cualquier tipo, pero emergencias principalmente y epidemiología panorámica. . .*

*...fue mucho más fotointerpretación que una geomática cuantitativa, no creo que la mayoría de la gente trabaje con una magnitud de superficie con su error asociado, te diría que el 80 % no lo hace, son más interpretaciones, mapas..*

En los casos que nuestros referentes indican que su uso se conecta con el área de producción, enuncian que se trata de una mínima parte orientada a cubrir observaciones de grandes superficies de terreno, sustentadas en su interpretación visual. El uso no avanza más allá de estas observaciones generales. Los resultados de éstas exploraciones por lo general quedan resguardadas en el ámbito científico y son escasas las derivaciones concretas al sistema socioproductivo.

No obstante también recuperamos de las entrevistas que existe un gran crecimiento de oferta privada, ésto quiere decir que se encuentran cursos de formación no asociadas a una titulación, tales como emprendimientos de grupos de profesionales que se especializan en SIG, bases de datos, manejo de plataformas de procesamiento en línea, centrado más en aprender a usar herramientas geomáticas.

En las entidades públicas la perspectiva de los problemas es fuerte en algunos campos, referentes coinciden que *sí se trabaja fuerte sobre los apartados de emergencia, de hecho cuando el problema está ahí (inundación, incendio, desborde, catástrofe), surge como la herramienta que ayuda a resolver el problema. No sobre la prevención, se va por la acción, en definitiva por las características del país el foco no está puesto en la prevención y la planificación, cambio que aportaría otras perspectivas al vínculo con el área de desarrollo.*

#### **4.4.2. Identificación de la relación entre el desarrollo de la geomática y los planes de formación**

Los relatos que nos indican que se vincula a las problemáticas ambientales y productivas, mencionan que los planes estratégicos y los espacios educativos se crean y se piensan en base a los problemas ambientales y productivos. Compartimos como respaldo el extracto de uno de los relatos que refleja esa postura:



*...impulsoras de cómo aprovechar estas herramientas, era más necesario y más sencillo aplicarla, qué pasa con los cultivos, que pasa con las emergencias, que pasa con la pesca, que pasa con temas de contaminación y demás, entonces le dieron un poquito el contexto a que explotara éstas herramientas sumado a la vez con detalles mayores o menores, con ventajas y desventajas con defectos y virtudes también una legislación que de alguna manera soportó todo eso...*

En base a éstas dos posturas sobre si la disciplina se vincula o no a las problemáticas ambientales y productivas ya presentadas, también recuperamos de los relatos *ventajas y desventajas para propiciar la expansión y profundización de la enseñanza de la geomática en Argentina*.

#### **4.4.3. Ventajas y desventajas para la formación en la disciplina**

Un tema emergente reiterado en los relatos es que, lo que se sabe sobre la geomática, no se ofrece durante la formación de grado en la universidad sino que ese aprendizaje se adquiere después del egreso, y es 'cuentapropista' en la mayoría de los casos. En ese sentido nos señalan que a las entidades educativas les falta oficializar su uso, fundamentalmente en el grado. Esto muestra de alguna manera que la escasez de uso de las herramientas de la geomática en los cursos de grado o de enseñanza en sí misma, es una *falta* en la formación de base de las universidades en Argentina. Algunos estudiantes buscan complementar esta formación a posteriori, mientras que otros no acceden a esta área porque desconocen de su desarrollo.

En las entrevistas se reconocen los esfuerzos aislados detectados en la labor de referentes que lo incorporan a una Cátedra de manera complementaria para enriquecer el material, aunque oficialmente no se reconozca en la currícula. En algunos relatos se enuncia que las herramientas que provee la geomática deberían adquirirse durante los primeros años de la formación naturalizando su existencia como disciplina. De esta manera, se superaría la debilidad ya enunciada también por referentes en entrevista, que es el recurso humano. Sin embargo, la escasa introducción de herramientas de geomática pareciera estar vinculada con otro aspecto que se suele mencionar en las entrevistas que es la falta de presupuesto para acceder a dispositivos y aplicaciones. Entre las necesidades se enuncian mayor: poder computacional, acceso de calidad a redes para procesar en la nube, formación docente en especialistas, herramientas de trabajo de campo como radiómetro, GPS, *drone*, para incluir en los espacios formativos muestreo y relevamiento de campo.

Otra limitación expresada, es el foco en la enseñanza de la herramienta, un supuesto emergente de los relatos. Un referente explicó: *...deberíamos dejar de enseñar a usar las herramientas, porque las herramientas con la evolución de la tecnología y tipo de datos siempre cambian...* Una alternativa a esta perspectiva es trabajar desde los problemas y discutir los principios fundamentales de la geomática, la teledetección y los SIG con relativa independencia de las aplicaciones o herramientas. Esto es, abordar conceptos y métodos que se trabajan con diferentes herramientas.

Otro gran punto de debate entre los relatos de referentes es la regionalización. En Argentina existen muchas provincias con carencia de intercambio académico y otras demasiado enriquecidas. Ya hemos evidenciado que la distribución de entidades dedicadas casi exclusivamente a facilitar este tipo de herramientas se ubican con una distribución escasa por fuera de la región centro del país. Observamos diferencias entre los profesionales de las regiones

fuera del centro del país para poder valerse de teorías y capacitarse en conceptos específicos de la geomática, dado que en provincias del interior del país las capacitaciones son poco frecuentes y se localizan en la región centro, especialmente en CABA (Capital Federal de Argentina) y Córdoba Capital<sup>8</sup>. Las formaciones de posgrado oficiales que incluyen geomática solo ocurren en Entre Ríos (1) Buenos Aires (3) y Córdoba (3). En síntesis, las condiciones materiales y formativas limitan la enseñanza de la geomática en momentos tempranos de las carreras de grado y dependen de la región en donde se encuentra la universidad.

#### 4.4.4. Uso de las herramientas en el campo docente

Un detalle importante es que no en todos los espacios educativos se transforma el dato satelital en variable biogeofísica, es decir la información que se recoge no se transforma en función de otras variables que la condicionan, para entender un fenómeno<sup>9</sup>. Destacamos que lo que se observa es que no se enseña a interpretar la información, y se usa tal cual se descarga de los servidores. Este es un gran problema en los procesos de formación porque los estudiantes no analizan las variables, los datos no son representativos y no se calculan los errores espectrales y espaciales de valores representativos sobre la respuesta de la superficie, principalmente en el análisis de datos tipo Radar de Apertura Sintética (SAR), que puede tener un número en función de estas variables. Asimismo, tampoco se acostumbra a entender esa información<sup>10</sup> en datos ópticos.

Otra forma de enunciar esa división entre la toma de datos y la interpretación de los mismos es la especialización en el manejo de la herramienta respecto a la formación de base de los estudiantes. En efecto, se forma a los estudiantes principalmente en el manejo de códigos y de una cantidad de datos de diferentes fuentes. Esta formación separa al analista de datos que maneja las variables de problemas complejos y al usuario de la aplicación.

Sí encontramos diferencias respecto al rango etario de docentes con el uso e implementación de tecnologías de interés para estudiantes de nuevas generaciones. Las diferencias claves radican en el manejo de múltiples herramientas. Un docente contemporáneo puede saber cómo funciona un programa de procesamiento de datos estadísticos, de procesamiento de SIG, espaciales y programación en línea. Sin embargo, el interés por el uso de la herramienta no se ha multiplicado de una generación contemporánea a otra anterior. Esto es un problema porque, siguiendo a Simari (2013) y DiSessa (2001), la alfabetización en saberes computacionales es importante porque nos permite acceder a información y datos para construir ciencia que son inaccesibles al tipo de pensamiento y posibilidades humanas. Es decir, es humanamente imposible procesar datos del modo que lo hacen las herramientas computacionales de la geomática. Y el acceso a esta información permite construir nuevos modelos científicos. De ahí, la importancia de la alfabetización digital entre los investigadores.

*...me agarró de grande el cambio de software y cuando sos grande te cuesta cambiar...*

En los relatos hemos hallado en reiteradas ocasiones que docentes especialistas en alguna técnica específica, oriundos por lo general de la región centro del país, generan o son invitados a dictar cursos de posgrado en espacios donde la formación en geomática no es común

---

<sup>8</sup>La pos-pandemia propone otro cambio de paradigma referente a la enseñanza virtual

<sup>9</sup>El dato se usa directamente sin pensar en el recorrido que requiere este para transformarse en una variable que indica diferentes comportamientos en la superficie

<sup>10</sup>Los datos de acuerdo a la región del espectro en el cual se ubican, solemos denominarlos con la denominación de la región: óptico, radar, infrarrojo, etc.

ni alcanzable. Esa es la labor de vinculación un tanto informal entre las diferentes entidades según hemos podido reconstruir y que se estimula desde los orígenes de la disciplina, bajo el lema *quien sabe de...*, buscando profesores por temas de especialización y no por su desempeño como docente. Si bien la formación docente universitaria de manera formal es prácticamente nula -y en la mayoría de las disciplinas los cursos de posgrado los dictan los especialistas en contenidos- en el caso de la geomática, el problema particular radica en que la carencia en formación docente se traduce en una deficiente enseñanza de herramientas de trabajo fundamentales en la disciplina. Las aplicaciones y problemas múltiples de la geomática se reducen al campo de formación del especialista y no es posible establecer abstracciones, generalizaciones y transferencias sobre el modo de análisis que permite la geomática a los posibles saberes o campos de los educandos.

Por lo general, el paso de enseñar conceptos básicos a conceptos específicos, es muy complejo de enseñar sin las herramientas de base. El problema no radica en el acceso a los datos que hoy dependen de una buena conexión a la red, sino en la formación previa de quienes concurren a capacitarse.

En general, un problema recurrente que ligamos a la escasa formación, es centrar el espacio de enseñanza en el uso de la herramienta. Contrario a eso una opción es aprender las técnicas que propone implementar geomática y ubicarlas en eslabón de base o avanzado. Esos espacios de aprendizaje focalizan en el cómo se usa, para qué sirve, qué tipo de datos procesa o incluso en usar el dato. Esta perspectiva avanza en detrimento de analizar el sentido de la geomática, ya que los mismos son múltiples, compartimos un extracto de relato:

*“...la variable física, a veces los cursos de teledetección óptica trabajaban con contaje digital... se aprende haciendo*

Para estos referentes la forma de aprender es a partir de hacer, es decir manipular los datos, procesarlos y obtener los resultados. Se asume que la forma de aprender la disciplina es de manera autodidacta *porque siempre ha sido así*, y no se pareciera avanzar hacia un desarrollo didáctico de la disciplina.

Es decir, observamos dos grandes perspectivas de enseñanza: 1) la instrumental con el foco en el uso de la herramienta y 2) la conceptual con el foco en la interpretación de los datos para analizar un problema. Estas perspectivas nos servirán para analizar las aulas y las clases diseñadas en función de cómo se concibe la geomática y cómo son usados los datos satelitales: a) como una herramienta para observar ó b) como el proceso de recogida de datos biogeofísicos (variables) de diferentes objetos.

Lo que recuperamos en los relatos, y análisis de los planes de estudios es que encontrar saberes de las dos perspectivas -la perspectiva instrumental y la conceptual- en un proceso de formación es extremadamente difícil. La integración de los saberes suele ocurrir en cursos completamente diferentes, muy vinculados a la formación base del docente a cargo de enseñar.

En los espacios educativos se encuentra más generalizada la interpretación visual respecto al análisis biogeofísico de los productos o derivados satelitales. Lo vemos fundamentalmente en los productos de ciencia, artículos y trabajos desarrollados en los espacios de formación donde este tipo de análisis es recurrente. También en la recuperación de relatos, identificamos que la evolución del trayecto docente se centra en el ejercicio de la labor y como parte complementaria de una función mayor vinculada a la gestión o investigación en los mismos espacios.

Cuando el eje del trabajo del referente entrevistado no es la enseñanza, se desbalancea el papel docente respecto a otras funciones y la docencia se incluye en una lista de funciones con prioridad previa sumadas a ese papel. Este desbalance -en términos de la cantidad de tiempo y formación dedicada a la docencia-, sumado a la baja exposición a problemas de la industria que pueden tener los docentes universitarios que enfatizan la investigación básica en su carrera, se puede traducir en una presentación de los temas de estudio sin relación a las aplicaciones, la industria o los papeles empresariales en el área de desarrollo. En general, las propuestas de clase no distinguen una conexión directa con las problemáticas actuales de la industria y del ambiente, según lo que recuperamos de los relatos. Tampoco nos han mencionado los análisis en el campo para validar datos como parte de una experiencia educativa. Es decir, no encontramos una reflexión sobre la enseñanza de la geomática que recupere los saberes básicos de la didáctica universitaria que incluyen por ejemplo, la presentación de problemas relevantes y con sentido para los estudiantes, el trabajo en situaciones reales de la mano de la pedagogía auténtica y el vínculo con el futuro desempeño profesional.

#### 4.4.5. Geomática en la cotidianeidad

Recuperamos de los relatos la vinculación de la geomática con la necesidad de resolver problemas cotidianos que requieran geolocalización de las personas, y también cuán evidente es ese vínculo si es que se considera que existe. En base a uno de los interrogantes en el marco de la investigación, denominamos cotidianeidad a situaciones habituales en la vida de las personas que pueden verse enriquecidas o son intervenidas por la geomática. Aquí, como ejemplo, vemos situaciones cotidianas que preocupan a tomadores de decisiones de programas y políticas públicas en una ciudad:

*... al conteo de los baches de una ciudad, a la elección adecuada para ubicar un semáforo en pos de reducir accidentes, ¿donde ubicar un Centro de Atención Primaria?, que se puede producir según el tipo de suelo a nivel local, como ampliar las fuentes de trabajo, donde exactamente ubicar puestos de control por alcoholemia para evitar los accidentes fatales, cual es el mejor horario para hacer un trámite presencial en una entidad, que colectivo me puedo tomar y cuando va a pasar por mi casa. Que productos de la canasta se producen más cerca de donde habito, cual es el súper más cercano y cual me conviene para mi bolsillo, qué establecimientos educativos de acuerdo a la especialidad pueden ser de interés para mi formación de acuerdo a donde vivo...*

Hay dos posturas marcadas, la primera y negativa es que directamente la geomática no contribuye a la cotidianeidad de la población, pero no porque no tiene el potencial sino porque está malograda. Un ejemplo que se desprende en reiteradas ocasiones en las entrevistas es la cartografía de uso público. Los relatos de los entrevistados enuncian que la misma se concibe a una escala regional, que por ejemplo en las dimensiones de un municipio no permitiría cubrir ningún tipo de necesidad.

En el marco de ésta investigación concebimos a la geomática como un campo disciplinar que otorga múltiples herramientas, las que proporcionan escala además de datos posibles de ser analizados. En ese sentido, la importancia de la comprensión del concepto de escala radica en poder interpretar que un dato satelital recogido a una determinada escala no es posible de ser transformado a una situación que tiene otra escala mayor o menor. Por ejemplo, usar un mapa regional en un contexto barrial. Comprender el concepto de escala permitiría tomar decisiones respecto del uso de esos datos.

En ese sentido, la importancia de la comprensión del concepto de escala radica en po-

der interpretar que un dato satelital recogido a una determinada escala no es posible de ser transformado a una situación que tiene otra escala mayor o menor. Por ejemplo, usar un mapa regional en un contexto barrial. Comprender el concepto de escala permitiría tomar decisiones respecto del uso de esos datos.

La otra postura afirma que la geomática se vincula a los problemas de la vida cotidiana. Quienes así lo hacen reconocen que la geomática ayuda a entender las cosas de diferentes maneras, al aportar lo que ya hemos presentado como *otras perspectivas*.

A modo de hipótesis podemos plantear que es posible que no se identifique el uso de la geomática en la cotidianeidad porque el vínculo entre la geomática y el abordaje de problemas que requieren de geolocalización no está presentado de manera explícita. Recuperamos esa hipótesis de varias entrevistas, en las cuales se tomó como ejemplo el caso *google maps*, *google earth* y el servicio del tiempo, la distribución de factores de riesgo para contraer enfermedades, entre otras muchas otras.

Otras posturas que reconocen la necesidad de la geomática en la vida cotidiana, la centran en el análisis de problemas desde un punto de vista espacial. Cuando referentes expresan esa postura identifican el análisis desde un ámbito espacial asumiendo que se reconocen y saben usar las herramientas, lo cual permite *distribuir espacialmente los conocimientos, los problemas y la información*. En palabras de diversos referentes en entrevista:

*"...Y si se usan definitivamente tienen que apoyarse en teorías racionalistas cuantitativas y sistémicas, y esas teorías tienen que ayudarlo a pensar de manera racional..."*

#### 4.4.6. Reflexiones sobre las secciones previas

A partir de los relatos pudimos reconstruir tres etapas en el desarrollo de la geomática entre 1991 y 2021: primera década capacitaciones aisladas, segunda década consolidación de espacios de investigación y formación y tercera década: vinculación y expansión.

Durante estas etapas se han inaugurado diferentes ofertas formativas las cuales se centran en la formación de posgrado. Actualmente se ofrecen 4 carreras de posgrado (3 maestrías y un doctorado), 2 especializaciones y 1 diplomatura, también se reconoce labor en la temática en cátedras de la formación de grado para reforzar algunos ejes y problemas propios de la materia.

Recopilando relatos de referentes, describimos que en base a su experiencia: usar la geomática libera al intérprete de la variable **espacio-tiempo**, escalas temporales y espaciales propiamente, permite analizar las cosas de una forma más dinámica y pensar problemas de otra manera porque se incorporan otras herramientas. La geomática permite conocer la escala temporal de lo que nos ocupa (o preocupa) en su contexto, es decir, vincula tiempo y contexto. Además permite cambiar la perspectiva de lo que se analiza pasando de la observación de detalle a múltiples escalas.

Podemos enunciar que a problemas de geolocalización de la vida cotidiana la geomática le aporta una vista global, de sistema. Es por ello que en este apartado recuperamos lo que aprendieron los referentes en entrevista que pudieron tener acceso a experiencias formativas que aportan esta perspectiva sistémica. En más de un caso referentes en entrevistas se han formado, han trabajado, se han vinculado con otros referentes en el mundo, de esas experiencias se analiza la variable de desarrollo y perspectiva del área.

## 4.5. Enfoques en la enseñanza de la geomática en Argentina

Si bien en la sección anterior ya comenzamos a analizar las derivaciones que tienen la concepción de la disciplina y el vínculo de trabajo en geomática con el entorno socio-productivo en la enseñanza, en esta sección profundizamos y focalizamos el análisis en esta temática.

Respecto a los fundamentos de la geomática, un primer hallazgo es que en Argentina esta disciplina ha tenido en su fundación dos corrientes independientes, una basada en un *pensamiento científico* (hipotético deductivo), más vinculado a las ciencias exactas y el desarrollo tecnológico; y una corriente orientada a aplicaciones desde un aspecto más intuitivo, entendiendo a la teledetección como una *fotografía*. Las mismas no se vinculan entre sí y crecen en paralelo.

La formación de base de quienes acceden a la geomática, cómo ya hemos develado en el marco de las entrevistas, proviene de las ciencias exactas y naturales y en ningún caso desde disciplinas de las ciencias sociales. En segundo lugar, ligado a este punto, observamos en los relatos de nuestros referentes, que el desarrollo de la geomática no se vincula a las problemáticas sociales y productivas de la comunidad, que hay un gran capital humano en el área; pero ubicado en la región centro del país y sin formación docente, y lo que faltan son recursos para descentralizar de la región centro del país el acceso a saberes y herramientas. Recuperamos en las entrevistas de referentes formados fuera del país, que quienes se han formado en el exterior son pioneros en la temática hoy, y consolidan los equipos más fuertes y referentes.

A pesar de que hace más de 20 años que se enseña geomática, no se ha llegado a un acuerdo en cómo definir el área de desarrollo. Las diferencias se expresan claramente en lo que abarca el concepto de geomática en cada área de investigación<sup>11</sup>. Diferentes concepciones se manejan según la perspectiva del lugar y el modo en el cual se ha formado cada referente.

También observamos que la manera en que quienes ejercen la docencia se vinculan al área es más bien por casualidad, y que el requisito para dar clases es ser especialistas en la disciplina sin pesar la formación docente. Las referencias e inspiraciones de los docentes para ejercer ese papel y elegir el cómo enseñar, fueron los propios docentes.

Teniendo en cuenta las observaciones previas, en relación a la enseñanza pudimos reconstruir a partir de triangular observaciones de clases, relatos de profesores, planes de estudios y programas, que conviven en los espacios de formación de geomática cuatro enfoques de enseñanza según el **OBJETO** de estudio que se aborda y el **PROCESO** de trabajo con los datos.

En cuanto a los objetos identificamos que en algunos espacios se enseña **GEOMÁTICA**, como disciplina con sus conceptos y fundamentos propios; y en otros el foco está puesto en enseñar **CON GEOMÁTICA**, abordar otros objetos de estudios aplicando observaciones de geomática.

En cuanto a los **PROCESOS** observamos en términos generales dos enfoques. Uno, desde una perspectiva hipotético-deductiva centrada en generar interrogantes y construcción del concepto, y otra centrada en la interpretación del problema, su contexto y en mayor pro-

---

<sup>11</sup>para el término teledetección, no existe consenso en la comunidad en el uso de este concepto, se usa también teleobservación, observación de la tierra, sensado remoto.

fundidad las variables espaciales y temporales que lo atraviesan, más allá de su ubicación geográfica. La Tabla 4.2 resume la interacción entre *definiciones - derivaciones* de la geomática.

Tabla 4.2: enfoques de de enseñanza según objeto y procesos

Combinación de métodos y enfoques	Hipotético-deductivo	Representativo
Enseñar geomática	automatizar procedimientos	interpretar visualmente
Enseñar con geomática	analizar variables biogeofísicas	herramienta cuali-cuantitativa para resolver problemas

La definición de la disciplina desde diferentes enfoques nos permite tomar la geomática: a) como disciplina que construye datos o b) como disciplina que usa datos de origen espacial. Esa separación nos concede cuatro formas de abordar la enseñanza con mayor o menor influencia de cada uno de estos enfoques, determinando los contenidos que se enseñan y finalmente las escalas con las cuales se trabaja el objeto de estudio y su contexto.

1. Como soporte para **cambiar de escala e interpretar visualmente**: se respalda en la interpretación visual, son considerar variables biogeofísicas.
2. Cómo medio para **analizar variables biogeofísicas** de la superficie y generar productos: sustenta lo que se ve con las regiones del espectro electromagnético que caracterizan el dato, para el caso de datos satelitales y en el caso de productos derivados, se los vincula con el entorno.
3. Cómo **herramienta cuali y cuantitativa** para resolver problemas a diferentes escalas: foco en la situación, parte de un grupo de herramientas de utilidad para su abordaje.
4. Para **automatizar procedimientos** con foco a optimizar el rendimiento de las herramientas sin importar de qué problema se esté hablando. Se recurre a generar una mayor cantidad de resultados en menor tiempo, centrado en descubrir el potencial de las herramientas y no necesariamente vincularse a si realmente cubre situaciones problemáticas.

La conexión entre enfoques de concepción de la disciplina con propuestas de enseñanza, es un hallazgo que develamos gracias a las diversas voces analizadas en los relatos. Podemos definir que la escala puede tomarse desde una perspectiva espacial, donde el tamaño del píxel define lo que es posible visualizar, donde se involucra el hecho de que se pueda ver, de acuerdo también a las características biogeofísicas del objeto, y sujeto al factor tiempo.

El diagrama de la Figura 4.7, responde a nuestra pregunta de *¿cómo se enseña?*, y devela el papel de la geomática en el aula. Los dos grandes enfoques enunciados en el inicio de la sección delimitan la escala de trabajo con los datos y el grado de abstracción con la cual son analizados, sumado al no consenso de acuerdo a los términos específicos del área.

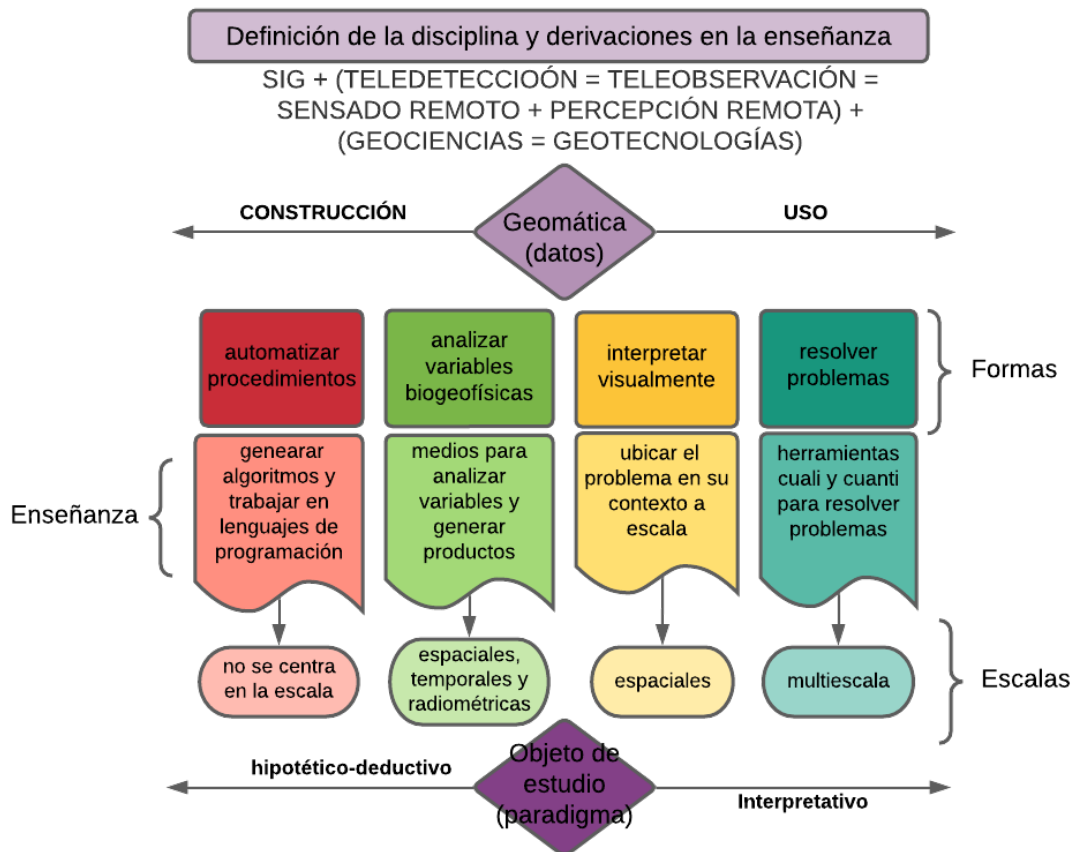


Figura 4.7: definición de la disciplina y derivaciones en la enseñanza

### 4.5.1. Origen del concepto

Las entrevistas nos permitieron indagar diferentes posturas acerca del desarrollo del área, las cuales expondremos en ésta sección. Estas posturas reflejan miradas sobre su definición y papel en los espacios educativos y la sociedad.

Ante la pregunta ¿Qué definición daría a lo que hoy se denomina geomática, tecnologías geoespaciales, sensado remoto, percepción remota, teledetección, teleobservación, geociencias? hallamos las siguientes respuestas.

En los relatos encontramos referencia a dos grandes enfoques y cuatro formas de manejar datos espaciales para analizar uno o varios objetos de estudio; el enfoque representativo usa lo visual de los datos para cambiar de escala y ubicarse en el espacio y contexto ó lo usa como un *input* con muchos otros para trabajar sobre el problema; y otro enfoque hipotético-deductivo sustenta la construcción de modelos, algoritmos, automatización de procedimientos o usa variables desde los datos con una perspectiva física.

Respecto al uso de la geomática para **interpretar visualmente**; presentamos la primera definición centrada en el uso de los datos únicamente por su carácter de espacial, donde se puede apreciar el objeto de estudio a diferentes escalas. Desde esta perspectiva el dato no se interviene ni se acompaña una interpretación. Un relato asociado a ésta postura se resume a continuación:



*"...es la información georreferenciada que podía ser de todo tipo, física también social, también económica, también de riesgo o de peligrosidad, o sea que cuando queremos plantear un tema, que mejor que establecer su ubicación geográfica..."*

Otra postura recuperada en los relatos refiere al propósito de **resolver problemas**. Aquí la geomática ubicada desde el problema apunta a un análisis integral de los datos y también implica el uso de herramientas para ver un fenómeno. En este caso si se intervienen los datos, se los vincula con la situación *in situ* y se descentra parcialmente de las técnicas, en el sentido que la técnica no es el objeto de estudio, sino que son los problemas y su análisis lo que constituye el objeto. Algunos referentes explicaron:

*"...es la aplicación de tecnologías de información geográfica, para completar los trabajos o para entender principalmente como salir a muestrear en el campo y cómo entender la dinámica de los problemas en los lugares donde se trabaja, lo que se llama análisis espacial..."*

En línea con lo anterior para ampliar el planteo, la concepción donde se reconoce a la teledetección como un conjunto de herramientas que permiten manejar los datos georreferenciados, ya sea en formato vectorial o raster, para hacer un análisis espacial y resolver un problema:

*"...las entiendo cómo un grupo de herramientas, me aportó otra escala, una mirada más ampliada de entender cómo es esa dinámica (refiriendo a un problema puntual), y cómo influye el entorno (el contexto). Eso está determinado por un entramado muy grande de cruzamiento de variables que van desde lo biológico, lo social, lo cultural, lo económico, etc. y el entorno se construye por así decirlo de eso, es construido y a su vez es determinante de esas cuestiones,...según desde la lente con la que yo mire la problemática, ..la distribución de los datos, la frecuencia, y entender cómo interviene esa espacialidad, como influye el lugar..."*

Desde el otro enfoque, centrado en un método hipotético-deductivo, también presentamos extractos que respaldan la forma y el vínculo con los datos satelitales (y derivados), centrado en su procesamiento y optimización. Es decir el foco está puesto en la **automatización de procedimientos**. Aquí vemos extractos de relatos que permiten evidenciar ésta forma de percepción de la geomática:

*"...todo lo que se pueda extraer a partir del procesamiento de imágenes satelitales mediante técnicas de alguna manera automatizadas, no la observación a ojo de algo como un: me parece esto, me parece aquello; sino la construcción de algoritmos que permitan extraer información de distinto tipo, de distintos sensores..."*

La postura anterior se vincula ampliamente con la comprensión de las variables que sustentan cualquier planteo y también con la obtención de dichas variables. Sin embargo, no

se centra en el análisis del problema o la reflexión sobre los problemas. Esto incluye saber qué es lo que se tiene que medir y por qué, dando espacio a lo que también es reconocido como *teledetección cuantitativa*. La definición recuperada en algunos relatos es que la teledetección (ó sensado remoto ó percepción remota ó teleobservación) es la solución al problema inverso; es decir que se pueden construir instrumentos (sensor a bordo de plataformas espaciales). Lo cual nos permite develar el cuarto y último objeto de **analizar variables biogeofísicas**:

*"...es lo que nosotros decimos, que es la solución del problema inverso, que vos no podés construir instrumentos, si no manejas el problema directo, que incide en cómo voy a medir, que quiero medir, y que se supone que si yo elijo una banda, como elijo las bandas para tener la respuesta del objeto de estudio. Bueno eso sería el problema directo que, cualquiera que desarrolle instrumentos, lo primero que tiene que hacer es resolver el problema directo en la zona del espectro electromagnético en el que se esté moviendo; y el problema inverso es dado una medición sacar una variable biogeofísica del objeto de estudio y ahí nos posicionamos..."*

Aquí ingresa una nueva concepción, entender el problema primero para poder construir los instrumentos que van a permitir analizarlo. Como ya mencionamos la geomática reúne diferentes áreas disciplinares que incluyen las Ciencias de la información ó SIG, de teleobservación (ó teledetección, ó sensado remoto ó percepción remota) y finalmente se integra con otros componentes para resolver problemas que requieran de geolocalización. Aquí también vale pausar el análisis y compartir otro fragmento:

*"...creo que es un área de intersección entre lo que es el mundo de los SIG y todo lo que es el mundo del sensado remoto, con un conjunto de inputs tradicionales, que tienen que ver con problemas temáticos y con herramientas, herramientas como la matemática, la física, y después temáticos en términos de lo que tiene como input, de donde vienen los problemas, de la biología, de la agronomía, de las ciencias sociales, de lo que sea..."*

La geomática también es una palabra tomada, en este caso del francés "géomatique", y como ya hemos develado, hoy se usa para englobar todo lo que implica aplicación de tecnologías de información geográfica, satelital. Es una tecnología que los referentes la recuperan como integradora, multidisciplinaria, y también huérfana, porque no tiene un origen claro, y sin embargo lo engloba todo. Y es aquí donde vale traer otro relato:

*"...es un concepto huérfano, surge como una área de estudio a la que llegaron y llegamos muchos, pero sin una formación clara en geomática..es como la alegoría de la cueva de Aristóteles, es decir todos vinimos a caer a esa bolsa, pero ninguno sabe cómo está esa bolsa ahí... tocamos de oído, haciendo algo con alguna imagen.. Eso tiene factores positivos y negativos. Los positivos es que termina siendo un área absolutamente multidisciplinaria; y un aspecto negativo es que no tiene un origen claro, si no tenés un origen claro el dominio del conocimiento entra en el juego de las múltiples definiciones sobre un mismo problema..."*

En las entrevistas recuperamos dos enfoques que ya presentamos, lo cual nos permitió cuatro formas de definir el área de desarrollo y a su vez caracterizar virtudes y falencias de ese área de desarrollo desde su origen. Nuestros referentes se reconocen de un modo u otro, los relatos seleccionados ilustran los apartados a definir, y en más de un caso en ambas. Se reconoce colectivamente que existen y son muy marcadas las posturas desde las cuales se gestiona el trabajo, aquí vale incluir dos extractos más vinculados a esos paradigmas:

*...hay dos concepciones, yo adhiero más a la física. Es analizar el comportamiento de los diferentes objetos a diferencia de los cambios de las respuestas espectrales de las diferentes longitudes de onda en el tiempo y en el espacio...*

*...siempre me fascino entender cómo se aprovecha todas las señales activas o pasivas que podemos recibir de la tierra, para entender cosas variadas; pero no me interesa mucho saber la geometría, la matemática y la física de eso, sino más bien sus usos, si funciona adelante y si no funciona vamos a otra cosa...*

**¿Cuál es la que se encuentra en el aula?** La respuesta es todas, depende de donde quede en Argentina esa aula, porque aquí juega un papel fundamental la primera capacitación que recibió el referente y de ahí el grupo; recuperando la idea de que al no tener un origen claro puede ser tomado y definido desde muchas posturas, como hemos compartido gracias al análisis de los relatos.

Otro ítem relevante es el concepto, tenemos múltiples formas de enunciarlo, encontrando con equidad de referencia el término teledetección, teleobservación, sensado remoto para referirse a la observación de la tierra, como ejemplo base.

#### **4.5.2. Los problemas complejos**

Cuando se habla sobre el papel de la geomática en las entrevistas, en más de un caso se repite la frase: interpretación visual de imágenes para entender y organizar una salida de campo. Por otro lado también se encuentra otro grupo que menciona el paradigma cuantitativo, regularidades en el comportamiento espacial de los objetos y su vínculo con las leyes científicas, desarrollo de modelos, permanencia en el espectro, problemas en los datos que recolecta un sensor. Y es aquí donde para analizar el vínculo de los referentes con la geomática, es necesario saber las razones del acceso a esta área temática.

Desde ese enfoque, en cada relato, nuestros referentes enuncian que su interés por esta herramienta comenzó con el análisis espacial y regional de un problema, con la necesidad de ver más terreno con mayor detalle y en menos tiempo y el cambio en la búsqueda de patrones y procesos locales a campo.

Estas necesidades implican una perspectiva de cambio de escala. Al cambiar de escala, la posibilidad de conectar y analizar la redundancia y encontrar la mejor manera, por ejemplo de organizar un muestreo, se vuelve más eficaz.

La resolución espacial y temporal otorgan diversas formas de observar el territorio y realizar un diagnóstico. Pero además los datos satelitales también tienen una resolución espectral, que alude a regiones del espectro, y de acuerdo la proveniencia de los datos permite hacer una lectura de la superficie sobre su comportamiento.

La posibilidad de incorporar un paradigma cuantitativo en un problema al vincularlo con su comportamiento espacial, espectral y temporal y de medir la redundancia de patrones y regularidades a diferentes escalas y sobre todo su conexión con leyes de la física para generar modelos; fue un interés posterior a la posibilidad de simplemente observar la superficie en la región del visible.

De los relatos extraemos que, al decir de los entrevistados: *...a medida que los datos fueron haciéndose más accesibles y se empezó a conocer sobre sus potenciales...*, se le dió lugar a una nueva perspectiva en la geomática. Esta se comenzó a centrar en los problemas, con el objetivo de encontrar aplicaciones que sirvan para analizar el comportamiento de los objetos (procesos o fenómenos) en la superficie. Mencionada perspectiva, no se vinculó con la anterior y se desarrolló en grupos de forma aislada, evidenciando una gran falencia en las redes de trabajo para la temática.

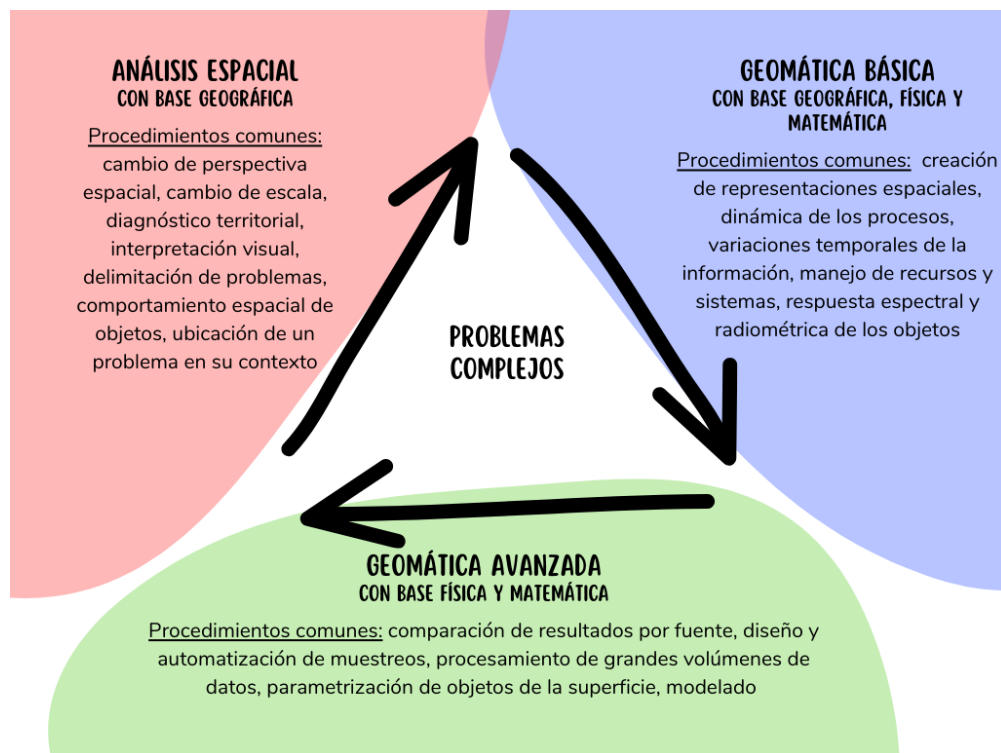
La geomática, en cambio, desde el punto de vista más instrumental, cubre la necesidad de tener un modelo de la realidad para entender cómo se comportan y relacionan una serie de variables geolocalizadas, dado que el foco en la visión instrumental es registrar y construir la base de datos.

Entender cómo ocurren y se conectan las corrientes de la geomática como disciplina, nos permite analizar cómo se perciben los procesos de la superficie. Pensar en la posibilidad de integrar las corrientes, nos permite plantear una hipótesis para modelar un problema, de carácter complejo, y finalmente pensar una resolución, sin perder de vista que lo que se ve, no es lo único que otorga respuestas.

La frase hecha *'training on the job'*, indica que salvo en los últimos 10 años donde sabemos que existen entidades formales donde es posible capacitarse, se aprendió haciendo. No había hasta entonces una ayuda o una guía. Simplemente se disponían de los datos, las herramientas de acceso -en principio bajo licencia (*softwares*)- y sus manuales que permitieron la experimentación. Esta forma de aprender ha trasvasado la manera en que se procesan los datos hoy donde todavía predomina el *paso a paso* en el proceso de trabajar con los elementos.

Integrando perspectivas y adicionando la variable temporal recuperamos de los relatos la concepción de la geomática desde el vínculo con el área disciplinar. Eso a su vez se asocia directamente con los niveles de abstracción que se promueven en su uso.

El esquema expuesto en los niveles de abstracción de la Figura 4.8 nos permite responder a la pregunta de *¿cómo se acercan los referentes a la geomática?* de acuerdo a las formas ya presentadas al principio de ésta sección. En la figura, también es posible visibilizar el papel de la escala como hilo conductor en el vínculo de nuestros problemas complejos con la concepción de la geomática. La teledetección, como apartado de observación en la geomática, guía la abstracción de la escala en su uso, incluso cuan cerca o lejos se encuentra de tratar el campo disciplinar, también como la concepción de un mapa decanta de una serie de variables y da lugar a otras nuevas. Desde ésta perspectiva es entonces donde estudiaremos el papel de la enseñanza.



**Figura 4.8:** concepciones de geomática según niveles de abstracción en el uso de la geomática

La Figura 4.8 nos permite analizar desde el vínculo con el área disciplinar cómo la concepción de geomática se complejiza, desde un primer análisis de una adquisición hasta finalmente ser el alimento de un programa que modela, pronostica y predice. En su conjunto las perspectivas se reúnen en el abordaje integral de problemas complejos, donde las variables, interrogantes, y el vínculo crítico de la información resultan esenciales para resolverlo, por ello es de especial atención tomarlo como eje en ésta propuesta de tesis.

### 4.5.3. Reflexiones sobre las secciones previas

Hasta aquí presentamos en términos generales los hallazgos principales de este capítulo. Hemos desentrañado dos grandes enfoques fundados en uno hipotético-deductivo y otro representativo, lo cual nos permite reconocer cuatro formas de enseñar que tienen como objeto: 1) automatizar procedimientos, 2) analizar variables biogeofísicas, 3) interpretar visualmente y 4) resolver problemas.

Otra variable de interés involucra desde donde nuestros referentes se han aproximado al área de desarrollo, lo cual refuerza la existencia de paradigmas y procesos certificando la existencia de grados de abstracción para vincularse con la geomática y escala de trabajo.

Cómo esta historia tiene ya 30 años, las referencias y los grupos de investigación se cruzan, es por ello que los límites entre los enfoques, las concepciones, las definiciones y sus derivaciones tienen un origen claro pero tienden a cruzarse, por lo propio de ser un área en expansión.

## 4.6. El modo de la enseñanza de la geomática en la construcción multiescalar del análisis de problemas complejos

### 4.6.1. Enseñar geomática

En función del concepto de geomática y de los problemas complejos en los niveles de abstracción potenciados con el uso de la geomática (de la Figura 4.8), es posible definir desde qué perspectiva se ubica la enseñanza de la geomática. Desde la perspectiva cuantitativa, el foco analítico está en las variables detrás de la escena tales como administrar eficientemente bases de datos, generar un algoritmo que permita automatizar la descarga y análisis de la información, entre otros. Esa corriente se respalda en la manera en que se construyen las configuraciones de *software* con las cuales trabajamos. Desde la perspectiva cualitativa el análisis parte de la interpretación visual y deriva en un análisis cuantitativo de los datos que componen una escena<sup>12</sup>.

Un ejemplo de enseñanza con fuerte base en una perspectiva cuantitativa sería un curso sobre interferometría, donde el foco es entender cómo procesar adquisiciones satelitales para reducir el grado de error de las mismas y usar objetos de estudios como casos pero no vistos como una problemática socio-ambiental, por ejemplo la ubicación de procesos de remoción en masa de una región y si éstos se encuentran en movimiento o no. Un ejemplo de perspectiva cualitativa de enseñanza sería el relevamiento de geofomas en la traza de un camino sujeto a procesos de remoción en masa en una adquisición satelital de buena resolución para poder construir inventarios digitales de su forma características y distribución.

La capacidad de los docentes de ofrecer un tipo u otro de enseñanza depende en gran parte de los extremos en la abstracción donde se ubiquen como analistas de acuerdo a su formación. Es por ello que un primer resultado en el marco de ésta investigación es idear problemas con fines educativos que fomenten el aprendizaje en el marco de su desarrollo.

Ese grado de abstracción también lo podemos vincular directamente con el tipo de herramientas geomáticas en uso, podríamos construir un diagrama donde en vez de la concepción se ubiquen las herramientas en sí y cada una de ellas se podría complejizar.

Algunos ejemplos prácticos para respaldar nuestros supuestos: una interpretación visual de una adquisición se relaciona directamente con el concepto de composiciones de color. Un diagnóstico territorial implica un cambio de escala y una necesidad de diferenciar componentes y ubicar un problema en su contexto, plasman la necesidad de salir de la escala local y pasar a un análisis espacial que implica dimensiones temporales y propiamente espaciales para empezar a pensar en la construcción de mapas, como un continuo entre niveles de abstracción.

La Figura 4.8 que representa los niveles de abstracción se vincula directamente con el escalado en los operadores cognitivos (Di Pierro, 2016a); para ubicar la adquisición de diferentes herramientas que propone la geomática desde saberes base enfocados en cambiar de escala y generar transformaciones a partir de productos satelitales hasta complejizar el análisis automatizando de procedimientos de nuestros campos disciplinares de aplicación de la disciplina.

En función de los niveles de abstracción que requieren diferentes propuestas de enseñan-

---

<sup>12</sup>Refiere a la adquisición satelital.



de nuestro país la calidad de la enseñanza sino principalmente la trayectoria científica. La formación docente proviene generalmente de una actitud autodidacta y a partir de la práctica: aprendiendo *sobre la marcha* a enseñar, sin ningún otro tipo de fuente para ubicarse en el rol. Asimismo, el rol docente, no es central sino que es parte de las múltiples tareas que desarrolla para una o múltiples entidades no vinculadas con el rol de educador.

La geomática constituye una herramienta para resolver problemas y en última instancia aproximarnos a nociones de la realidad más abarcativas en términos de escalas y complejidades. Sin embargo, la enseñanza muestra que se suele hacer foco sobre la herramienta en sí, usando problemas de corte simple, sin conflicto. Los docentes preparan una clase donde los ejemplos son muy conocidos por él, porque corresponden a su campo disciplinar, y por lo general no hay lugar a la duda (del docente), ni posibilidad de construcción colectiva. Pareciera establecerse un flujo unidireccional, donde el estudiantado asume un rol pasivo.

En cambio, pensar en la enseñanza desde la problematización, particularmente considerando problemas complejos, incluye a los problemas para entender a la geomática y no como meros ejemplos. La enseñanza por problemas asume que el docente no sabe todo, permite identificar qué aporta la geomática y cuáles son sus limitaciones para responder preguntas relevantes sobre ese problema y al revés deja analizar cuestiones del problema que son relevantes y cuáles no en el contexto de análisis con geomática. Esto implica que los docentes deben asumir su papel de conducción de una búsqueda donde el mismo encontrará nuevas cosas. Frente a la diversidad de problemas existentes y complejos, y a la diversidad de herramientas disponibles, el docente elige los más apropiados para transmitir los conceptos y es a lo que apunta el Aprendizaje Basado en Problemas.

Lo que motiva a enseñar contribuye al aprendizaje de los docentes, es decir que al enseñar un docente se enriquece, se carga de nuevas preguntas, conoce otras perspectivas, miradas e incluso posturas para con los problemas. Enseñar permite evolucionar con los nuevos, y en todos los casos es recurrente el concepto de disfrutar el cómo se apropia del conocimiento quien viene aprender. Pensando el concepto de enseñar sólo se pueden resumir todas esas ideas, extracto que nos sustenta aquí:

*...al enseñar, también se puede aprender pero hay un gran componente de gusto por lo que uno hace y deseos de compartir con otros lo que uno ha aprendido... compartir sería la palabra adecuada, lo mezcla todo... ser docente te da olfato...*

#### **4.6.2. Supuestos aprendizaje, perfil formativo de estudiante**

Hemos encontrado en los relatos que una de las grandes diferencias es trabajar con las variables físicas o directamente con el contaje digital y también la certidumbre sobre la validez y error de los datos, ejemplo de los Modelo Digital de Elevación (MDE). Otra gran diferencia es el destinatario, no es lo mismo enseñar a jóvenes que a personas adultas. Se advierte que las personas adultas ofrecen más resistencia a incorporar nuevas tecnologías. Respaldamos este pensar en un extracto de entrevista:

*...una vez una mujer dice, no puede ser, esto no es práctico, esto no va a ser útil para los chicos..yo (aclara), me había llevado una imagen del SAC-C del río de la plata, que era espectacular para lo que había en ese momento en ese momento era ¡wau!, ahora lo ves un google*



*maps o google earth, en ese momento no había nada.. despliego la imagen y estábamos hablando sobre eso, y la mujer diciendome que no, que no iba, y de golpe empezó uuuuh y esto es Buenos Aires, y este río (risas). Y yo digo bueno, la compré, que se yo, fue el cambio más abrupto...*

Otro gran tema que se nos aparece en múltiples relatos es que a la hora de enseñar hoy, con tanta disponibilidad de herramientas tecnológicas, la salida a campo es opcional y en consecuencia enseñar cómo se analiza en el trabajo de campo también. Asimismo, dentro de las herramientas el uso de *enlatados* como *software* de procesamiento no siempre permiten ver que *hay detrás*, es decir, cómo se procesa el dato. En estos *software* el resultado es una variable de salida, se deduce el análisis pero no se transparenta cómo se llegó a ese valor.

Pensando las estrategias didácticas, observamos algunas falencias en la formación. Encontramos que se avanza mucho en la carrera profesional y en la formación de los estudiantes sin promover la autonomía en los aprendizajes y la investigación. Compartimos otro extracto respaldo:

*...las imágenes no ven lo que va a pasar, ven lo que pasó, o por problemas de escala, las imágenes no ven mosquitos, ven el contexto del mosquito entonces, necesariamente tenés que pasar a pensar en los problemas, y mirar en las imágenes como input del problema no como el problema...*

Es importante la falta de interrogantes a la hora de enseñar. De numerosos relatos hemos recuperado y presentado extractos de entrevistas donde referentes coinciden respecto a enunciar que el mecanismo de enseñanza está sujeto a lo que sabemos hacer como docentes. No se observan en los relatos reflexiones sobre lo que es posible hacer en las aulas tales como presentación de problemas, preguntas y posibles herramientas que puedan mejorar el entendimiento y resolución de situaciones problemáticas.

Los entrevistados acuerdan en la relevancia de la escala, pero sin embargo, no se aborda su enseñanza en las aulas de manera explícita. El foco estaría puesto -como ya mencionamos- en la enseñanza del uso de la herramienta. Otro extracto de entrevista que acompaña el supuesto:

*...yo a veces digo que es como la segunda generación de aplicaciones de la geomática, en el sentido de que la primera generación de aplicaciones de todo lo que es la teledetección es, tratar de extraer de las imágenes lo que las imágenes están viendo...*

No identificamos en las entrevistas una única estructura sólida para saber cómo y qué enseñar de acuerdo al grupo de estudiantes a quienes está dirigida la propuesta. El hecho de enseñar geomática requiere poder abordar múltiples áreas más allá del área puntual en la cual cada profesor se desarrolla para poder transmitir un concepto transferible a diferentes contextos. Este requisito pareciera ir promoviendo una modificación de los saberes docentes sobre las herramientas, y promueve una actualización con las necesidades y las tecnologías. Aquí un extracto que nos acompaña en este enunciado:

*... la enseñanza de lo que sea no empieza y termina en el curso, es un proceso dinámico que se extiende a lo largo de todas las experiencias profesionales que vos vas teniendo, en esas la geomática puede jugar roles interesantes, pensada desde una visión un poco menos dogmática...*

Tener una visión más integral de la geomática sobre todo, permite que el docente salga del lugar de lo que podríamos llamar *espacio de especialización extrema*, más aún si él mismo queda involucrado en cursos de formación general. Otro detalle relevante de la disciplina comparada con las ciencias es que la visión de escalas que propone la geomática se asocia de manera importante a los niveles de organización de los medios naturales.

Asimismo, otro de los interrogantes que analizamos en los relatos es *¿a quien debería enseñarle geomática?*. Es recurrente en todos los entrevistados y con mucho ahínco, que la geomática es algo deseable a incorporar desde el jardín de infantes o en la escuela primaria para naturalizar su existencia. De esta manera, estos saberes no serían vistos como extras en un proceso de formación superior. Compartimos extracto:

*... la mejor gente para que aprenda son los chicos, o sea hay que formar docentes, pero no podés llegar a todos los docentes, entonces es la formación de formadores, eso es, me parece lo principal...*

Un desafío ante ésta problemática es el estatus no científico de la geomática. Al considerarla como una disciplina que otorga herramientas a diferentes campos disciplinares con sus propios problemas complejos, se toma al problema como el objeto de estudio, lo cual también permite que se pongan a prueba diferentes elementos que proporcionen resultados acordes a los interrogantes que presentan. Esto descentra el abordaje de la geomática como objeto de estudio.

Respecto a qué enseñar, se recupera de los relatos la necesidad de poner énfasis en las técnicas de clasificación, entidades y atributos y construcción de tablas de atributos, saber muy vinculado a la rama SIG. El resultado depende no solo de los atributos considerados sino de las técnicas usadas para agruparlos. Estos atributos integrados con distintas técnicas permiten generar múltiples clasificaciones, lo cual muestra la naturaleza de construcción humana de ese proceso.

Enseñar a pasar de una escala a otras requiere poner énfasis en la discusión de niveles de abstracción y separar el concepto de escala topográfica, cambiando la altura de la observación de más cerca de más lejos (el *zoom*), de la escala como dimensión espacio-temporal que manifiesta un fenómeno, por ejemplo vinculado a la fecha de la adquisición, la estación del año, su respuesta radiométrica, el grado de detalle delimitado por el píxel, la región del espectro. Conocer la importancia de delimitar, separar la extensión, el contexto, y hacer foco en el problema; es importante para cambiar la mirada que tenemos sobre el mundo, y plasmarlo en diferentes espacios del entorno.

### **4.6.3. La disponibilidad tecnológica**

Recuperando de los relatos diferentes opiniones respecto a la enseñanza, otra pregunta que nos interpelaba era sobre el abordaje de la tecnología. Referentes entrevistados reconocen diferencias según el nivel educativo sea primario, secundario, universitario o de posgrado. Detallamos lo que logramos unir de todas esas opiniones sobre el tema.

En la universidad, de acuerdo al caso se tiene o no acceso a una de uso personal, más están escasamente disponibles en el espacio educativo. En todos los casos hacemos referencia al marco de la enseñanza pública. En general, los docentes reportaron que no se piensan las clases considerando a la computadora como parte de los recursos.

Esa realidad cambia drásticamente en posgrado o en una especialización, porque quien concurre tenga o no tenga medios el espacio de aprendizaje, generalmente si posee una de uso personal. La cantidad de personas que acceden a los postgrados en estas temáticas son reducidos.

Dentro de la computadora, en el caso de tener el acceso, existe una nueva variable que es el *software* (programas para procesar). Referentes entrevistados certifican que los datos y los *software* en su característica de uso libre existen, es por ello que el problema se limitaría a un *hardware* actualizado y el acceso a una buena red.

#### 4.6.4. Ofertas académicas

La pertenencia de referentes a diferentes espacios institucionales, nos permite afirmar que existen diversas entidades académicas que se dedican a la enseñanza exclusiva de la geomática, las cuales otorgan título, y se distribuyen en diferentes universidades del país. A partir de las entrevistas y análisis de los planes de estudios pudimos reconstruir una lista de diversas ofertas académicas de formación en geomática de nuestro país. Las presentamos en la Tabla 4.3.

**Tabla 4.3:** universidades de Argentina que otorgan título habilitante en geomática: teledetección y SIG de la UNC, UBA, UNLu, UADER, UNICEN y UNR, todas pertenecientes a la región centro del país, en celeste las de acceso gratuito, en amarillo en creación al momento de la entrevista, actualizado al 2022

Universidad	Especialización	Diplomatura	Maestría	Doctorado
UNC		Geomática Aplicada	Aplicaciones de Información Espacial	Geomática Aplicada
UBA	Teledetección y SIG aplicados al estudio de los recursos naturales y la producción agropecuaria			
UNLu	Teledetección y SIG aplicado al medio ambiente			
UADER			Geomática Aplicada a la Gestión de Riesgos Ambientales	
UNICEN			Teledetección y SIG	
UNR		Geomática Aplicada		

Iniciamos el análisis sobre los planes de estudio propuestos. Entre los contenidos de títulos equivalentes, con excepción de la dedicación horaria y prácticas, no se distinguen diferencias en la malla curricular básica entre sí. La formación que ofrecen, de acuerdo al desarrollo de conceptos se pueden dividir en tres estadios:

1. *Bases y fundamentos*: Cursos de estadística, matemática, fundamentos físicos para introducir al uso de datos satelitales.
2. *Aplicaciones*: Cartografía, generación de productos derivados de datos espectrales, implementación de diversos software de procesamiento, análisis espacial.
3. *Especialización*: De acuerdo al tipo de formación ofrecida ésta etapa se encuentra o no presente. Apunta directamente a las aplicaciones avanzadas y el desarrollo de un trabajo final y le permite al estudiante profundizar en algún tópico vinculado a problemas como ambiente, salud, producción, entre otros ó uso de herramientas como series temporales, programación.

Específicamente, la especialización en TeleAgro que propone la FAUBA, respecto a la especialización en TeleAmbiente que propone la Universidad Nacional de Luján, difieren en materias de ciencias básicas como matemática y estadística, coinciden en aplicaciones básicas y difieren nuevamente en las materias de especialización donde apuntan directamente a las especialidades que ofrecen en cada uno de los cursos.

La Diplomatura Universitaria en Geomática Aplicada ofrece cinco orientaciones: en ambiente, producción agropecuaria, salud, ordenamiento territorial, hidrometeorología, el plan presenta un módulo dedicado al desarrollo de las bases y fundamentos, dos módulos dedicados a las aplicaciones y un módulo final donde el estudiante elige la orientación de interés.

La Diplomatura en Geomática Aplicada próxima a inaugurarse en la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA) de la Universidad Nacional de Rosario propone un **Programa de Formación en Geomática Aplicada**<sup>14</sup> dividido en cuatro módulos, tres dedicados a SIG y uno a elección para especializarse en agricultura de precisión, recursos naturales y ambiente.

La Universidad Nacional del Centro dicta la MaTeSIG, el Instituto de Altos Estudios Espaciales Mario Gulich propone la MAIE, la Universidad Autónoma de Entre Ríos la MGAGRA- Las tres carreras poseen una formación en fundamentos y bases y aplicaciones. Difieren en la orientación en las materias de formación específica. En todas las carreras se desarrolla una tesis que requiere de una defensa oral y en sólo en una se incluye una pasantía de investigación y un proyecto integrador vinculado al desarrollo espacial.

El Doctorado en Geomática y Sistemas Espaciales, responde a una necesidad de unificar propuestas de planes de tesis doctorales que implementan geomática como herramienta esencial entre las variables que desarrollan y analizan aplicaciones espaciales. Las mismas han sido y son parte de carreras en otros doctorados del país que la incorporan, para resolver problemas.

En todos los espacios de formación se puede resumir la estructura de la carrera de acuerdo al objetivo propuesto según la Tabla 4.4, en todos los espacios se coincide en la intención de capacitar, formar y dar a conocer las utilidades del área de desarrollo.

Las características comunes y las páginas oficiales de donde se analizó la información presentada, se resumen en la Tabla 4.5, en ella plasmamos las características básicas de los espacios de formación detectados en el marco de la investigación.

---

<sup>14</sup><https://fcagr.unr.edu.ar/?p=16210>

#### 4.6 EL MODO DE LA ENSEÑANZA DE LA GEOMÁTICA EN LA CONSTRUCCIÓN MULTIESCALAR DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS COMPLEJOS

**Tabla 4.4:** objetivo general de las propuestas educativas y estructura curricular. 1) TeleAgro, 2) TeleAmbiente, 3) DUGA, 4) MGAGRA, 5) MaTeSIG, 6) MAIE y 7) DGSE

	<b>Objetivo general de la formación ofrecida</b>	<b>Estructura de la carrera</b>
1	Adquirir los conocimientos de Teledetección, SIG y TIC vinculados al estudio de los recursos naturales y la producción agropecuaria	Se divide en 15 cursos, 4 vinculados a los conceptos básicos de área, 4 a conocimientos avanzados y los restantes 7 a diferentes aspectos de la especialización en agro, como actividad de cierre propone talleres para cerrar el trabajo final de carácter individual
2	Capacitar profesionales provenientes de diferentes disciplinas científico técnicas calificándolos, desde una perspectiva teórico metodológica y práctica, en el desarrollo de datos georeferenciados aplicables al estudio y gestión de recursos naturales y problemas ambientales	Consta de 11 cursos, los cuales se dividen en tres ciclos, el primero de formación básica con 5 cursos, el segundo de formación especializada con 4 cursos, y el tercero de aplicaciones con 2 cursos, se cierra la formación con un trabajo integrador final guiado
3	Formar recursos humanos en el área de la teledetección, el uso de la información geoespacial, los SIG, el análisis avanzado de datos espaciales y en la aplicación de la geomática como respuesta a cuestiones relevantes a la sociedad en su conjunto	La formación ofrece cuatro módulos, uno introductorio y dos avanzados en conceptos vinculados a la teledetección y SIG, el cuarto módulo de acuerdo a la orientación elegida se orienta a las aplicaciones pertinentes, en este módulo se busca también que el estudiante desarrolle un trabajo integrador
4	Formar profesionales altamente calificados y con capacidad de seleccionar, adaptar y aplicar herramientas de geomática apropiadas para la gestión de riesgos ambientales	La maestría por año divide la formación en tres apartados, formación básica/introductoria, avanzada y elaboración de tesis. El primer ciclo constituye 9 de los 16 cursos de posgrado y el segundo los 7 restantes, consta de 5 seminarios tres comunes que incluyen temas básicos y también metodología de la investigación y dos a elección, cierra la formación con el trabajo final
5	Formar profesionales capaces de utilizar la teledetección y los SIG en el diseño, puesta en marcha, ejecución, mantenimiento y actualización de proyectos y otras actividades relativas a esta temática	La carrera se divide en cuatro ejes en el cual distribuye 12 cursos de posgrado 3 seminarios y un trabajo final. En detalle: Eje Métodos de Estudio/Epistemología/Estadística, el cual se denomina básico, Ejes Sistemas de información geográfica /Cartografía /Teledetección, el cual se denomina introductorio, Eje: Procesamiento digital de imágenes, Geoestadística, Minería de datos y mapas interactivos en línea y finalmente je: herramientas metodológicas para la gestión ambiental vinculadas a ecosistemas terrestres / mecanismos de control y mitigación
6	Especializar profesionales para un abordaje interdisciplinario de problemas relacionados a los ciclos de información espacial del Plan Espacial Nacional	Consta de doce cursos de posgrado 4 de formación básica, 6 de formación aplicada 2 optativas correlativas por especialidad seleccionada, un proyecto integrador, una tutoría de investigación un curso de metodología de la investigación y el desarrollo de una tesis
7	Estructurar un centro de asesoramiento técnico y científico al servicio de la comunidad, ampliar la red de vinculación internacional en el área y mejorar tecnologías espaciales existentes	Desarrollo de 6 cursos de posgrado recomendados por la comisión asesora de tesis, examen de inglés, dar seminarios y participar de los seminarios anuales, participar en dos talleres integradores interdisciplinarios y elaborar la tesis

**Tabla 4.5:** características de los espacios de formación activos. 1) TeleAgro, 2) TeleAmbiente, 3) DUGA, 4) MGAGRA, 5) MaTeSIG, 6) MAIE y 7) DGSE

Duración	Características de las clases	Tipo de examen final	Modalidad	Inaugurado en	Acreditación CONAE	Requisito de ingreso	Página oficial	
1	1 año	Teórico-práctico, investigación	Trabajo final con defensa oral	Presencial	2008	Acreditado y Categorizado “B” por CONEAU, Resolución N° 611/16 Reconocimiento oficial y validez nacional de título, RM N° 475/13	Título de grado	<a href="#">Acceso</a>
2	1 año	Teórico-práctico, investigación	Trabajo final con defensa oral	Presencial	2004	Resolución N°343/11 (Categoria B)	Título de grado	<a href="#">Acceso</a>
3	8 meses	Teórico-práctico	Trabajo final integrador sin defensa oral	Virtual	2019	RHCD 187/2019, RR.651/2019, RR-2020-580-E-UNC unificadas en 2021 a una sola diplomatura por resolución RR_295_2021 de la UNC	Título de grado	<a href="#">Acceso</a>

**Tabla 4.5** continúa de la página anterior

<b>Duración</b>	<b>Características de las clases</b>	<b>Tipo de examen final</b>	<b>Modalidad</b>	<b>Inaugurado en</b>	<b>Acreditación CONAE</b>	<b>Requisito de ingreso</b>	<b>Página oficial</b>	
<b>4</b>	2 años	Teórico-práctico, investigación	Cursos de posgrado. Tesis con defensa oral	Presencial	2011	Ordenanza N° 010-06 UADER, Resolución ME 160-11 y Ordenanza 056-10 de la CONEAU	Título de grado	<a href="#">Acceso</a>
<b>5</b>	3 años	Teórico-práctico, investigación	Cursos de posgrado. Tutoría de investigación. Tesis con defensa oral	Presencial	2004	Resolución Ministerial N° 2589/2017, Acreditada y Categorizada “B” , CONEAU Resol. 345/11, 636/16 y 511/12	Título de grado	<a href="#">Acceso</a>
<b>6</b>	2 años	Teórico-práctico, investigación	Cursos de posgrado. Tutoría de investigación. Tesis con defensa oral	Presencial	2009	Cat. A Res. CONEAU 490/2016	Título de grado	<a href="#">Acceso</a>
<b>7</b>	2-5 años	Teórico-práctico, investigación	Cursos de posgrado, seminarios, tesis con defensa oral	Presencial y virtual (50%)	2019	Res. Ministerial 1018/2020 y 2221/2019	Título de grado	<a href="#">Acceso</a>

De las entrevistas se reconocen 35 Instituciones (ver mapa de instituciones en el apartado de materiales y métodos). Exclusivamente como ya lo presentamos, en la actualidad para capacitarse en el tema se cuenta con: dos especializaciones, una diplomatura, tres maestrías y un doctorado. Ante esta escasez de capacitaciones la geomática es incluida en las cátedras de grado, que la incorporan en los planes como herramienta.

Nos hemos encontrado en el marco de la investigación con referentes reconocidos, que trabajan principalmente en la región centro del país. Entre las preguntas seleccionadas para realizar las entrevistas, una de ellas fue si *¿se reconocían diferencias para enseñar según el espacio?*

En base a los planes de estudio ya presentados se certifica que en el planteo no existen diferencias entre sí, y en palabras de más de un referente se enuncia que:

- ..conozco de otras instituciones. . . en realidad no se muy bien cómo se desenvuelven, puedo ver los planes de estudio y eso, pero ahí no hay grandes diferencias, los planes de estudio que se proponen son las cuestiones básicas..

Estratégicamente se reconocen los nombres de las entidades involucradas en el uso de los datos y en la enseñanza sobre su uso, se ha tenido contacto con los proyectos que se presentan, pero no hay un vínculo oficializado a nivel país que convoque a debatir sobre si esos planes similares son los que precisamente necesita la sociedad, o a establecer objetivos comunes por los cuales trabajar en red.

...la variable física, a veces los cursos de teledetección óptica trabajaban con contaje digital...

Una pregunta que surge en el marco de los vínculos entre las instituciones es *¿por qué no hay interacción entre los grupos?*, una vinculación oficial y evidenciada. En línea con la pregunta que se les hizo a los entrevistados, se recupera que la manera en que se trabajan los datos, es una característica que excluye la vinculación.

...hay formas de la enseñanza que todavía están bastante quedadas, no digo que sean malos sino que no lo hacen todo lo bueno que podría ser, si no aprovechamos la capacidad que tienen la tecnología para poder enseñarse, porque los métodos no están demasiado "divertidos", o sea no son atractivos...

Del mismo modo, cada grupo que ofrece capacitaciones oficializadas en una carrera como las que se presentaron sólo expone los temas de los cuales es especialista. Es por ello también, que las clases son preparadas por quien más sabe del tema y no necesariamente por docentes preparados como docentes para enfrentar los contenidos y un aula de ciertas características.

...es muy especializado, son buenos pero muy focalizada la formación, no hay mucha diversidad entre los estudiantes, son buenos pero muy focalizada la formación..



Lo anterior se vincula directamente con el origen de la geomática en el país que como hemos mostrado proviene de esfuerzos aislados en función de las capacitaciones puntuales que recibieron los primeros referentes sobre un tema, el cual profundizaron y conformaron con un equipo interdisciplinario a tal fin.

### **4.6.5. Reflexiones sobre las secciones previas**

Referentes entrevistados indican que no ofrecen una enseñanza orientada para resolver problemas. Las formaciones ofrecidas de acuerdo al plan no tienen diferencias sustanciales, la gran diferencia radica en el público al cual apuntan. Como ya hemos develado en la primera sección de este capítulo, es generalizado que el papel de educadores deviene de una situación vinculada a otro rol.

Vinculando los problemas complejos: situaciones sociales, ambientales, salud, ubicación, distribución de recursos, anteproyectos, producción, entre otros posibles de enriquecer con geomática; se puede impulsar/fomentar la existencia de interrogantes para los problemas, sin que sea relevante el área de la ciencia desde donde viene el docente a cargo del espacio.

En cuanto a las condiciones de trabajo docente pudimos reconstruir, en base a las entrevistas, que es precario, y que el equipamiento tecnológico llega muy tarde a las aulas y que a veces nunca llega. Asimismo que la tarea de enseñar se suma a otras demandas y responsabilidades profesionales y que no se disponen de espacios y momentos específicos para la formación docente.

## **4.7. Reflexiones del capítulo**

En esta primera etapa de la investigación hemos podido reconstruir la historia reciente de la enseñanza de la geomática de nuestro país en sus distintas dimensiones.

La formación de nuestros referentes se ha desarrollado fuera y dentro del país, en miembros fundadores (60 a 80 años de edad). Específicamente ha sido de especial impacto para incluir nuevas tecnologías al desarrollo local, con un total de referentes provenientes de una formación de base en ingeniería, ciencias exactas y naturales, especialmente agronomía; donde el papel docente deviene del ejercicio de la profesión y especialización.

El desarrollo de la disciplina, en los 30 años enmarcados en ésta investigación, se divide en tres grandes etapas. La primera de capacitaciones aisladas, la segunda de consolidación de espacios de investigación y formación, y la tercera de vinculación y extensión. La formación se centra en el nivel superior, en Argentina y se presenta en carreras de: 1) diplomatura, 2) especializaciones, 3) maestrías y 1 doctorado, con base operativa en la región centro, y en solo un caso de carácter virtual y a distancia.

En relación a la vinculación con el contexto, es clave en el uso de la geomática trabajar los problemas complejos y su entorno, siendo el eje de propuestas educativas la problematización. El contexto impulsa los interrogantes y de acuerdo al grado de detalle, permite el desarrollo y cambio de la escala.

En cambio, pensar en la enseñanza desde la problematización, particularmente considerando problemas complejos, incluye a los problemas en el desarrollo del plan de la asignatura para entender a la geomática y no como meros ejemplos. La enseñanza por problemas asume que el docente no sabe todo, permite identificar qué aporta la geomática y cuáles son sus

limitaciones para responder preguntas relevantes sobre ese problema y al revés deja analizar cuestiones del problema que son relevantes y cuáles no en el contexto de análisis con geomática. Esto implica que los docentes deben asumir su papel de conducción de una búsqueda donde el mismo encontrará nuevas cosas. Frente a la diversidad de problemas existentes y complejos, y a la diversidad de herramientas disponibles, el docente elige los más apropiados para transmitir los conceptos y es a lo que apunta el Aprendizaje Basado en Problemas.

La formación y las condiciones de enseñanza develadas en este capítulo han dado lugar a 4 enfoques de enseñanza (1) automatizar procedimientos, 2) analizar variables biogeofísicas, 3) interpretar visualmente y 4) resolver problemas, sustentados en dos grandes paradigmas vinculados al manejo de las herramientas o manejo de los problemas. Desde la dimensión de la enseñanza, no se visibilizan estrategias enfocadas al autoaprendizaje, respaldo en el método científico, mucho trabajo con instrumental a campo y respaldo matemático-estadístico cualquiera sea la formación de base. Se certifica una falta de consenso para definir el área de desarrollo.

La enseñanza de la geomática no presenta una estrategia didáctica única para el desarrollo de propuestas pedagógicas consensuadas en la comunidad académica, científica y productiva del país. Para ejercer docencia, un referente cubre otras áreas de trabajo en paralelo, vinculadas a esa labor desde la especialización en la cual se ha desarrollado. La complejidad de los problemas no es un eje en la elaboración de los planes de estudio y reconocemos que hay un gran capital humano, pero no instrumental y espacial para esa labor.

La reconstrucción histórica de la enseñanza de la geomática en nuestro país y la identificación de diferentes paradigmas de enseñanza nos permitirán comprender los casos de estudio en su contexto socio-histórico. Los próximos capítulos abordarán prácticas de enseñanza de geomática en casos puntuales.

Capítulo **5**

## Nuestras aulas, cómo enseñamos

*“Averigua lo que el aula ya sabe,  
y enséñale en consecuencia”*  
Ausubel (1973)

## 5.1. Introducción al segundo capítulo de resultados

Como pudimos reconstruir en el capítulo anterior, en general la geomática parece tomarse de manera más instrumental, es decir se hace foco en los usos y herramientas para analizar problemas más que en sus conceptos fundamentales. Se desprende del análisis del capítulo anterior que quienes se desempeñan en el aula en esta área disciplinar se han formado de manera autodidacta, poco formal o eventualmente con cursos y formaciones de posgrado no vinculadas directamente a la educación. No hay formadores específicos de la disciplina, sino que profesionales de múltiples áreas de formación base que ejercen ese rol.

También observamos que la disciplina es pensada más como una herramienta tecnológica que como un área de conocimiento científico, que interpela la manera que tenemos de aprender y comprender la realidad. En este sentido, los interrogantes que abordamos aquí, apuntan a esta segunda posibilidad.

En este capítulo, nos proponemos analizar casos de enseñanza que involucran geomática, en distintos ámbitos educativos y en el marco de diferentes propuestas: en una materia de grado, en un curso de posgrado y en un módulo de especialización en una diplomatura. Estos espacios también ofrecen múltiples formatos: virtual, presencial y, producto de la pandemia, híbrido o, mixto<sup>1</sup> donde se asignan días de cursado virtual y días de cursado presencial.

Antecedentes a esta tesis, propuestas de programas educativos que incluyeron a la geomática, y ofrecían formación de posgrado o especialización y en algunos casos en el grado. En general, el acceso a la geomática se da en un pequeño porcentaje de profesionales de carreras que la requieren para la formulación de problemas a escala geográfica. Esta formación se adquiere en posgrado. Esta población constituye un pequeño porcentaje de la población educativa y científica dado que tiene acceso a estas herramientas para poder difundir su uso en la enseñanza.

Para entender cómo se enseñan las nociones de escala con geomática en diferentes espacios áulicos trabajamos específicamente, tal como indicamos en el capítulo metodológico, con tres casos dentro de la UNC que son parte de las siguientes carreras: una asignatura obligatoria correspondiente al cuarto año de formación de la carrera de grado Ciencias Geológicas, denominada Mecánica y tratamiento de Rocas, otra asignatura obligatoria de la MAIE, llamada Introducción a la Teledetección y finalmente, dentro de una Diplomatura, el módulo de especialización denominado Herramientas Geomáticas Aplicadas al Ambiente. Cada espacio formativo tiene sus requisitos de acceso: para cursar esta materia en la carrera de geología es necesario tener el tercer año aprobado; para cursar la materia en la maestría, son requisito estudios de grado completos; y para entrar a la diplomatura, la secundaria completa<sup>2</sup>.

Nuestro interrogante, en función de los espacios curriculares planteados como casos en la investigación, se centra en develar *¿cuales son las estrategias de enseñanza de la geomática en los casos propuestos?* Para esto, acudimos a las aulas, participamos en las clases, observamos y describimos qué y cómo se enseña con los fines de realizar un diagnóstico que nos permitiera diagramar nuestra propuesta de enseñanza.

El análisis didáctico lo centramos en la revisión del papel que juega la geomática en el aula, previa, durante y después a la intervención de la propuesta educativa. Recuperamos en este capítulo el marco teórico-metodológico que se propone en los Estudios de Diseño (Ri-

---

<sup>1</sup>La pandemia del SARS COVID 19 atravesó este trayecto de tesis doctoral en un 50%

<sup>2</sup>En Argentina corresponde a la segunda etapa de formación obligatoria entre los 12 y los 18 años de edad.

naudo y Donolo, 2010) en su primera fase que consiste en analizar el problema de enseñanza.

### 5.1.1. ¿Desde dónde partimos?

Primero realizamos una investigación directa para entender las prácticas de enseñanza y su relación con la experiencia educativa. Segundo diseñamos una intervención. Esto nos permitió dividir la investigación en dos grandes etapas: 1) observar los espacios<sup>3</sup>, 2) intervenir según aportes pedagógicos y didácticos<sup>4</sup>. A continuación recuperamos de la metodología el punto de partida en los tres casos y la profundidad de la indagación en cada uno:

- En el curso de posgrado Introducción a la Teledetección (IT), durante la primera fase se observó la enseñanza. En este curso la doctoranda no intervino previamente sobre los contenidos de base. En la segunda etapa, se resolvió intervenir sobre el curso completo de 60hs en sus 11 unidades tanto en la presentación de los contenidos, la forma de evaluación y el papel del estudiante en el aula.
- En el curso de grado Mecánica y Tratamiento de Rocas (McyTR), se intervino una sola de las unidades de la materia denominada Introducción a la mecánica de Rocas y macizos rocosos para abordar los contenidos relacionados con mapas geotécnicos usando herramientas digitales. Esta intervención tuvo derivaciones al resto de la asignatura.
- En el módulo de cierre, optativa en ambiente de la DUGA, se intervino desarrollando, revisando y realizando la tutoría y la evaluación de cada una de las cinco unidades. En este caso no se analizó la propuesta previa debido a que en el marco de ésta investigación colaboramos en el diseño de la propuesta pedagógica inicial, haciendo foco en la metodología ABP.

La adaptación que se realiza en la propuesta de estudio de diseño, se resume en el diagrama de la Figura 5.1. En todos los espacios los equipos docentes involucrados aceptaron formar parte de la investigación en el marco del proyecto de tesis, y trabajaron colaborativamente para hacer y ser parte de la propuesta<sup>5</sup>.

---

<sup>3</sup>Reconociendo el punto de partida ya que en algunas de las propuestas somos parte creadora de contenidos, de acuerdo a como iniciamos la investigación de cada caso.

<sup>4</sup>La profundidad de la intervención es diferente para cada caso

<sup>5</sup>Cabe destacar que un curso completo se decidió intervenir y analizar el total de la materia, la unidad hace referencia a un único contenido temático y el módulo a un conjunto de seis unidades (para el caso) que constituyen un eje de cierre, de un proceso educativo.

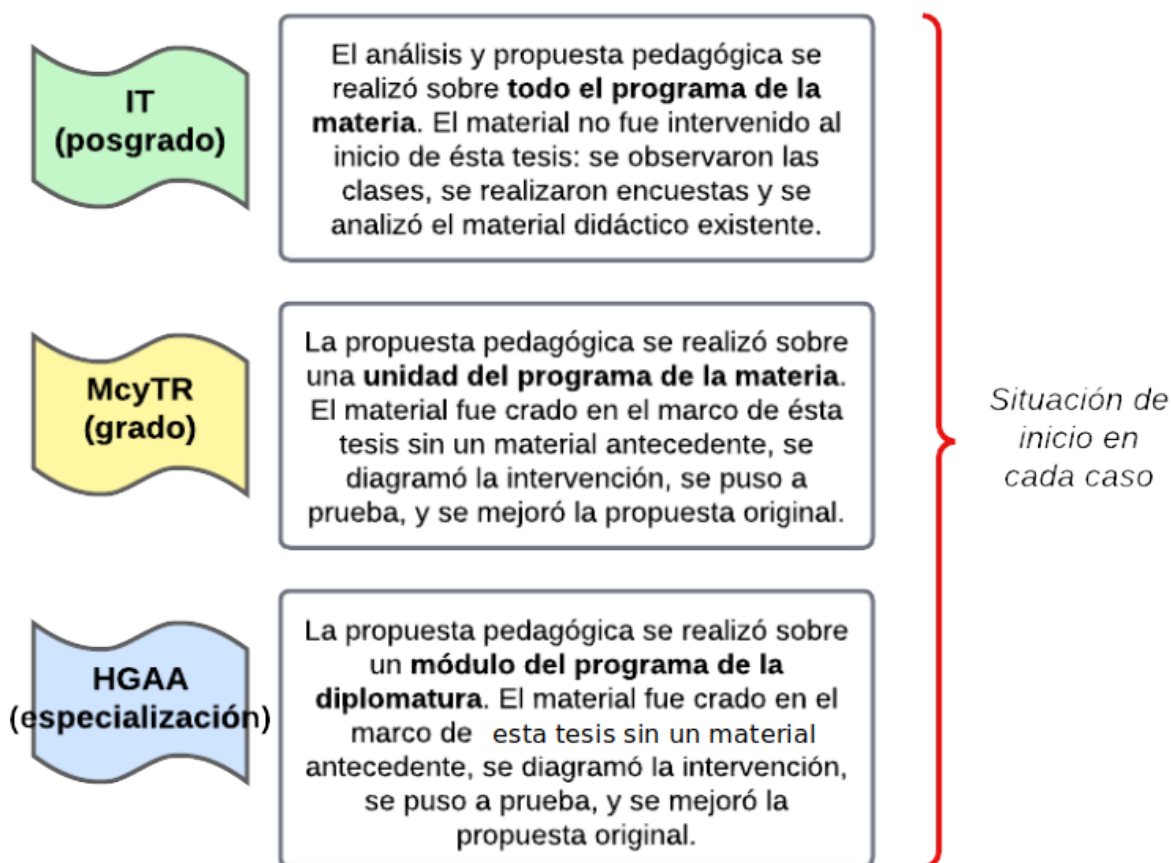


Figura 5.1: estadio inicial en los casos en investigación

## 5.2. El caso de la materia Introducción a la teledetección

Este curso es introductorio en la Maestría en Aplicación de Información Espacial y su propósito principal es, según su plan de estudios modificado en 2016 (Resolución 490/16<sup>6</sup>), que quienes lo transitan cumplan tres objetivos: 1) **adquirir** conocimientos teóricos y destrezas prácticas, relacionados con los principios de la teledetección, **aprender** a utilizar las herramientas básicas del procesamiento de imágenes de satélites para el monitoreo ambiental y **conocer** la disponibilidad de distintos tipos de información satelital.

Para cumplir esos tres objetivos el programa del curso de *Introducción a la Teledetección*, cuenta con 11 contenidos elementales a desarrollar en 30 horas de teoría y 30 horas de práctica. El curso se desarrolla en formato intensivo, cubriendo una jornada completa de 8 (ocho) horas diarias, distribuidas en 3 semanas.

Analizamos cómo se presentaron esos contenidos con observaciones presenciales en el año 2018<sup>7</sup>.

Un primer resultado de ese análisis es que todo el cuerpo docente contratado para el mismo curso por la institución, no tuvo contacto directo entre ellos para organizar la asignatura. Cada docente estuvo a cargo de un módulo del curso. Un detalle sobre los intercambios con y entre el equipo docente asignado por contrato, fue que ocurrió a través de correo electrónico

<sup>6</sup>Acceso resolución CONEAU: <https://www.coneau.gob.ar/archivos/resoluciones/Res490-16C30544-15.pdf>

<sup>7</sup>Sumamos un refuerzo de observaciones en el ciclo 2019 del mismo curso.

exclusivamente, y mediado por la institución para dividir temas del programa. No formaba parte de la discusión la estrategia de trabajo en aula ni la forma de elaborar la evaluación de saberes en el trayecto. El foco de esos intercambios entre docentes fue la división de temas.

### 5.2.1. Escenario inicial

Por cada tema del programa, resumimos y describimos la propuesta pedagógica que se puso en juego para abordarlo. Reconstruimos el trayecto del curso a partir de materiales didácticos, intercambios entre los docentes previos al curso, encuestas a estudiantes y resultados de examen; develando cuál era el papel de los contenidos, de los docentes y de los estudiantes en el espacio áulico.

La gestión del curso fue realizada por la institución a través de una figura, que denominamos en esta investigación como: *docente auxiliar*, el cual no necesariamente es especialista en la temática. El docente auxiliar cumple un papel de apoyo en clase con el uso del *software*, fuera del aula, carga del material en la plataforma *moodle*, y prepara el examen final en base a las indicación que recibe de los docentes a cargo de cada espacio, para posteriormente extraer la nota e informar a cada estudiante sobre su calificación. En este caso, la tesista cumplió el papel de docente auxiliar. Esto permitió una mirada global del curso y al mismo tiempo una implicación con la tarea de enseñanza e investigación que se pudo ir resolviendo con ejercicios y reflexiones de distanciamiento y objetivación tanto del objeto de estudio como de la investigadora.

Predomina la clase expositiva creada por cada docente para presentar los temas que se le asignaron en la distribución del programa. Se observó que los docentes recurrían a diferentes métodos tales como: figuras interactivas, soportes en pizarra para la descripción de definiciones, preguntas disparadoras para el aula, etc. En general estas clases estaban siempre sujetas a presentaciones por tema. Todas las actividades involucraron un apartado de desarrollo en la computadora por parte de cada estudiante usando el *software* IDL, QGIS y SNAP.

Tres dimensiones son importantes en este análisis, la propuesta docente, la labor de los y las estudiantes en el trayecto, y el contenido evaluado. **El contenido:** fue preparado y presentado por diferentes docentes, convocados por separado por la Institución, de acuerdo a su *experticia* en el manejo del tema. A continuación describiremos el desarrollo por tema del programa, en la propuesta curricular:

1. **Fundamentos físicos de teledetección e imágenes: el espectro electromagnético. El color. Firmas espectrales. Imágenes digitales:** el tema fue abordado por el docente con una presentación para explicar los componentes necesarios para hacer observaciones a bordo de satélites. Las preguntas que guiaron la presentación de los temas fueron: ¿qué es la radiación? y ¿qué se mide en cada región del espectro electromagnético? y ¿cómo se pueden tomar datos de una superficie a partir de satélites?, ¿cómo extraer esa información y analizarla? El docente recurrió al pizarrón proponiendo completar con los estudiantes del aula, las partes de la interacción entre la radiación de la superficie con el satélite considerando el rol del sol (si el satélite es activo o pasivo<sup>8</sup>). Asimismo se explicó cómo el satélite toma el dato y refracta, y qué dato se toma y se dispersa según las ecuaciones que miden la distancia del satélite, el ángulo, etc. Esas partes se replicaban en pizarra para entender los componentes en juego que interactúan en el caso de la radiación donde se ubica la energía incidente, absorbida, transmitida y reflejada.

<sup>8</sup> Activo es fuente de la propia energía funciona las 24 horas, pasivo depende de la energía del sol

También se identificaron cuáles eran los elementos que interceden en esa interacción (las nubes, la presencia o ausencia de luz solar, etc.), en conjunto con el grupo del aula. Como tarea a realizar por estudiantes, se otorgó una guía de actividades con preguntas a desarrollar y laboratorios virtuales para entender cómo funciona el campo eléctrico, el magnético, la radiación, y cómo se forma el color. Se ofreció un ejemplo práctico de laboratorio virtual (entre otros) una interacción con un imán que se puede mover con el *mouse*. En este ejemplo hay una brújula que cambia al mover el imán y en el fondo de la pantalla se pueden observar indicadores de cómo el campo magnético varía según cómo movamos ese imán. Los laboratorios consisten en incorporar variables en un programa interactivo que arroja diferentes resultados de acuerdo a lo que se incorpora, fortaleciendo los conceptos presentados. Cada estudiante en el desarrollo del teórico observó la propuesta e interactuó respondiendo a las preguntas del docente respecto a los conceptos para cerrar cada definición, incluso con el ejercicio de laboratorio virtual observando los cambios al poner o sacar un elemento. La actividad práctica - que no era evaluable- fue realizada por cada estudiante sin el docente en el espacio.

2. **Formación de imágenes (resoluciones, tipos de sensores): Resolución Radiométrica. Resolución espacial. Resolución temporal. Resolución espectral. Tipos de sensores (activos, pasivos):** previo al curso se facilita un material de lectura para estudiantes el cual será usado para trabajar en aula. El material se titula: elementos básicos para el procesamiento de imágenes digitales y fue creado por el mismo docente, que es el segundo docente de la materia. El tema se desarrolla en varios encuentros. Primeramente se presenta a la imagen como una función de intensidad bidimensional  $f(i, j)$ , la intensidad se define en niveles de grises y se muestra un primer ejemplo donde una cuadrícula de píxeles se presenta en la gama del gris y en paralelo su equivalente de una matriz con números que le representa. Se suma al ejemplo el detalle de cómo se forma el color combinando esa información en los canales del color RGB (rojo, verde, azul). Con una foto de un bebé en blanco y negro y en color introduce el concepto de resolución, con foco en la resolución espacial, donde somete a la imagen al software de procesamiento IDL en la cual le aplica una secuencia de procesamiento para procesar y cambiar sus características, las de cada píxel. De blanco y negro a color y posterior reduciendo y aumentando su cantidad de píxeles, intercambia en una presentación de pantalla lo que genera en el software con los resultados. El profesor genera cambios a la imagen para mostrar las otras resoluciones como la espectral y la radiométrica donde cambian los niveles de grises o los bits que ocupan. Para abordar la resolución temporal introduce el concepto de revisita y explica cómo es posible tomar de una adquisición, recurrentes capturas de un lugar con el mismo ángulo en el tiempo. Como herramientas de trabajo se propone el uso de los software ENVI e IDL. El docente a cargo del espacio presenta el panel principal superior de ambas herramientas previo a incorporar datos en ambos y analizarlos. El docente aborda en apartados teóricos los conceptos e introduce los elementos básicos de esas herramientas. Se ofrece como tarea que los estudiantes repitan los procedimientos compartidos en la clase en sus propias computadoras.
3. **Interpretación visual y análisis de imágenes: Forma. Textura. Tono:** tema a cargo de un tercer docente que lo inicia presentando una imagen multispectral donde detalla sus principales componentes: banda, fila, columna y píxel. Reintroduce el concepto de firma espectral desde la perspectiva de cómo se extrae información de una imagen presentando firmas espectrales. Patrón que consiste en la identificación modelo de un objeto en diferentes regiones del espectro electromagnético como las de: agua, suelo, vegetación. En una imagen espectral de la bajante del Río de la Plata haciendo foco en



los humedales, presenta un área de estudio y extrae el comportamiento de cada banda espectral involucrada en una toma donde desde la región del azul al infrarrojo medio presenta los tonos en escalas de grises que tiene involucrada una adquisición y lo que permite observar de la superficie tomada como ejemplo. Introduce el concepto de índice donde enuncia que las operaciones y combinaciones matemáticas de bandas sirven para resaltar características de la superficie. Vuelve a tomar el caso de los humedales, donde separa en bandas espectrales la toma de un área de estudio similar a la primera. Introduce el concepto de parámetro biogeofísico del caso e impulsa al aula a reflexionar en conjunto sobre qué características se resaltan: índice de área foliar, contenido de pigmentos fotosintéticos del agua, contenido de agua en el ambiente, luego analiza sus firmas espectrales con el aula y revisa que tipo de índice sería apropiado para resaltar picos y valles contrastantes de la reflectancia de la superficie. De esa superficie en el análisis también introduce el concepto de error, y de elementos que no colaboran con la señal. Cada caso lo plasma en gráficos estadísticos de dispersión de los píxeles entre dos bandas espectrales por vez, e histogramas de cada banda que se desea involucrar en el análisis. Desarrolla los casos típicos de índice espectral y cierra el apartado teórico con preguntas disparadoras las cuales contesta con el aula como cierre teórico. Se introduce el concepto de clasificación espectral, se remarca teóricamente la diferencia con el caso anterior y se introduce el concepto de pasaje de clases espectrales a clases de información, asignando categorías temáticas a los datos. Se vuelve al caso práctico de los humedales y se especifican los ambientes involucrados ahí, se enuncia con gráficas estadísticas que se vinculan con los diferentes ambientes presentados que los elementos que queremos identificar deben poder ser diferenciados. La práctica consiste en conformar grupos de dos/tres estudiantes donde toman una guía práctica del tema que tiene diferentes propuestas de análisis de combinaciones espectrales e índices del caso de los humedales. Se dividen en el aula los estudiantes quienes van a tomar cada tema y la práctica se desarrolla en el software ENVI y su equivalente en SNAP, donde los estudiantes cargan los datos, realizan las combinaciones y analizan las salidas gráficas. El cierre de la jornada es por grupo compartiendo lo observado, ya que los grupos y desafíos no trabajaron en el mismo software ni tampoco en los mismos apartados. El docente durante el desarrollo de la práctica iba visitando grupo por grupo resolviendo problemas técnicos e impulsando el análisis de la información extraída para el caso.

4. **Filtros y mejoramiento de las imágenes:** a cargo nuevamente del segundo docente, propone como caso práctico de análisis muestra el caso de una adquisición que tiene un problema con una línea de toma de datos. Este problema limita la cantidad de datos. Sin esos datos muestra en el software de procesamiento ENVI y post IDL como esa falta de información puede ser mejorada tomando información de píxeles que rodean la ausencia de datos de esa franja. Repasa el tipo de errores que se pueden encontrar en los datos que se ponen en uso y aplica diferentes herramientas en el software explicando cual es el procesamiento que se hace para quitarlos y también sus consecuencias en el análisis de los resultados. Los temas teóricos que desarrolla con la secuencia de mostrar los comandos de procesamiento se centran en filtrado del ruido y la frecuencia de imágenes digitales, registro entre imágenes, suavizado de imágenes, ecualización del histograma de la imagen y extracción de regiones. La ecuación en la que centra el apartado teórico es la transformada de Fourier que explica los elementos que la componen. Luego explica cómo se implementa la transformada de Fourier en el programa IDL para ponerla en uso. Después vuelve al ejemplo de la foto de una criatura y explica cómo se produce un suavizado general de la toma o una extracción de bordes y cómo ambas se pueden procesar en una adquisición. Explica otras fórmulas que permiten fil-

trar información para centrarse en un problema pero no se desarrollan en profundidad como la ecuación ya mencionada.

5. **Correcciones geométricas y radiométricas, calibración** el tema no es mencionado como central. Sin embargo se detallan en los apartados de resoluciones y filtrado a las calibraciones como posibles correcciones que pueden surgir para cuando se usan datos de diferentes fuentes satelitales a cargo del tercer docente.
6. **Transformaciones especiales: Componentes Principales. *Tasseled Cap*. Índices de Vegetación:** el tercer docente retoma el concepto de píxel, banda, adquisición, fila y columna en un dato satelital. Se inicia el tema con preguntas disparadoras para contestar en el aula. Algunas preguntas son: ¿cómo es posible reducir la complejidad del espacio multispectral?, ¿podemos generar nuevas bandas de información con sentido físico intencionalmente? no se contestan esas preguntas y se propone dejarlas abiertas. Se retoma el concepto de regiones del espectro y se vuelve al caso práctico del Río de la Plata ya tomado en un tema anterior con el análisis de los humedales. Se introduce el concepto teórico del Análisis de Componentes Principales (PCA) y Transformación de Kauth Thomas ó *Tasseled Cap*. Luego se explica el concepto desde la teoría y también el paso a paso de lo que ocurre con los datos. La técnica permite resumir las variables en juego en una toma para interpretar/analizar sólo algunos componentes de la misma. Como ejemplo se somete al caso práctico que proviene de datos Landsat en el software ENVI y SNAP se resume la información a tres componentes (brillo, verdor, humedad). Luego se explican los resultados de manera numérica y en escala de grises. Al tratarse de una transformación estadística se refuerza el hecho de que estos datos dependen de cada escena y momento de toma no extrapolables a otros casos o escenas del mismo espacio pertenecientes a otro momento. Se retoman las preguntas del inicio y se las contesta con el aula ampliando las diferencias que existen de manera teórica entre seguir uno y otro procedimiento. La práctica repite la propuesta de trabajo en el aula y se vuelve a tomar la guía de actividades en esa sección para conformar el mismo grupo de trabajo y dividir las tareas para hacer una puesta común en el cierre de ese encuentro.
7. **Clasificación y post-clasificación: Métodos no supervisados. Métodos supervisados:** el tercer docente retoma el caso de los humedales y se presenta el concepto de clasificación. A través de un diagrama se recupera el concepto de radiación, sensores, medio y su vínculo directo con estados, eventos, procesos en el ambiente, desde donde resultan las variables de interés. Se pregunta a la clase ¿qué es clasificar? y se explica que es convertir esos valores digitales de una adquisición a categorías temáticas nominales (otorgar nombres y usa ejemplos vinculados a humedales) u ordinales (haciendo referencia a concentraciones de un mismo elemento en la superficie). Luego se presenta nuevamente que el rol del analista es realizar una operación inversa ya que como analistas del medio buscamos en estos datos variables que otorguen respuesta a un problema que planteamos. Se presenta el hecho de pensar los problemas y el rol si se preguntara desde la teledetección (geomática en caso de que fuese más general) o desde los problemas, las diferencias que existen cuando se ubica a quien realiza la labor desde un lugar u otro. Se explican los tipos de clasificadores, algoritmos y variables que resultan para que se pueda aplicar cada uno con ejemplos. Se habla de cómo muestrear en la imagen satelital, extrayendo información, y de cómo podemos validarlos, y medir la separabilidad y pureza de la muestra. Finalmente separa el aula en grupos y con la misma hoja de problemas sobre humedales se ponen a prueba todos los tipos de clasificadores para hacer una puesta en común finalizada la labor.

8. **Disponibilidad de datos satelitales** el primer docente recupera la gráfica de la interacción de la radiación de la superficie con diferentes elementos y detalla más sobre las variables que intervienen en la atmósfera. Usa gráficas en la presentación detallando la importancia de la atmósfera en esa interacción y cómo interfiere en la toma de datos de la superficie por parte de satélites. Cita ejemplos que observamos en la vida cotidiana respecto a la interacción de partículas con la atmósfera. Por ejemplo atardeceres rojizos, o el color azul del cielo<sup>9</sup>. Se definen con esos ejemplos como base los conceptos de absorción, dispersión, emisión, y se impulsa al aula a realizar como tarea un análisis de las unidades en las cuales son analizados los datos satelitales. Nuevamente se usan los laboratorios virtuales para poder plasmar esos conceptos en un análisis. Se retoma el concepto de espectro desde la perspectiva de las ventanas atmosféricas y se explica porque es sólo allí donde se pueden ubicar sensores para tomar información específica. En base a un interrogante disparador sobre: ¿qué energía llega a un sensor?, se explican conceptos de reflectividad, absorptividad, transmisividad y firma espectral. El tema corresponde a la unidad anterior pero se especifica en ésta detallándose los tipos de sensores, las longitudes a las cuales trabajan y cómo se construye una firma. También se analiza qué dice la firma de un objeto en diferentes regiones del espectro. Se toma como base para explicar a grandes rasgos tipos de satélites y órbitas, y cuales son los objetivos de las diferentes misiones satelitales. Se presenta un recorrido especial por las misiones satelitales de Argentina, detallando cómo se pueden medir sobre una superficie escaneada para extraer el dato desde el satélite.
9. **Satélites meteorológicos y datos climáticos globales:** este tema queda incluido teóricamente en el marco del tópico datos satelitales, no posee un tema específico y no es abordado en una clase particular.
10. **SAR: Introducción a la física del radar SAR y a su procesamiento elemental** se presentan los contenidos teóricos sobre la región del espectro, su modo de adquisición y la diferencia que tiene respecto de los datos ópticos destacando ventajas y desventajas sobre el mismo. Se estudia el tema como un pequeño apartado teórico dentro del análisis de la región del óptico.
11. **Introducción conceptual a los sistemas de información geográfica (SIG):** es parte de los contenidos presentados por el tercer docente con apoyo del auxiliar, se presenta el concepto de dato raster, dato vectorial, el programa QGIS y sus modos de uso. Se muestra cómo se construye un mapa y los elementos que posee y cómo se procesan para generar diferentes composiciones de color las bandas espectrales. Se presenta un caso práctico y se interactúa con el aula para develar diferencias ventajas y desventajas al usar datos tipo raster o vectorial. Luego cada estudiante primero intenta descargar los propios datos y como cierre los recibe para poder resolver un problema guiado donde aplica parte de los contenidos presentados y los plasma en un mapa con salida gráfica, convirtiéndose este producto, en el entregable de la actividad.

Como ejemplo de tareas asociadas a algunas de las actividades, resumimos a continuación para los temas 2, 4 y 5 (formación de imágenes, filtros y mejoramiento de las imágenes y correcciones geométricas y radiométricas, calibración). Se solicitó a los estudiantes que realicen de manera individual y asincrónica el siguiente procedimiento:

---

<sup>9</sup>Scattering de Rayleigh: partículas de dispersión pequeñas comparadas con la longitud de onda de la luz, scattering de Mie: partículas de dispersión de aproximadamente el mismo tamaño que la longitud de onda de la luz y scattering geométrico: partículas de dispersión mucho más grandes que la longitud de onda de la luz.

1) Pase la imagen denominada *recorte* desde el disco a ENVI, 2) Pase la banda 2 de recorte de ENVI a IDL, 3) En IDL ponga todos los valores de la línea 150 de banda 2 en 0, 4) Llame banda 21 a la imagen de banda 2 con la línea 150 igual a 0, 5) Pase banda-21 de IDL a ENVI, 6) Guarde la imagen banda-21 desde ENVI en el disco en un archivo JPEG, 7) En IDL corrija el error en banda-21 de la manera que le parezca adecuada, 8) Llame banda-2c a la nueva imagen corregida, 9) Pase banda-2c de IDL a ENVI, 10) Guarde la imagen banda-2c desde ENVI en un archivo JPEG, 11) Envíe a ... un mensaje describiendo la forma en que realizó la tarea propuesta y anexe a este mensaje los archivos JPEG creados al realizar la tarea.

Con los datos facilitados, plantear un problema a resolver individualmente. ¿De qué imagen satelital se trata?, ¿Cuál es el tamaño del píxel?, ¿Las bandas del sensor a qué región del espectro pertenecen?, ¿Cuál es la longitud de onda?, ¿Cuál es la fecha de adquisición?, ¿Qué lugar es? Con todos estos datos en mano vamos a tratar de aprender a analizar un problema implementando los comandos básicos para operar en SIG, ¿Cómo obtengo una imagen en color real? ¿Cómo obtengo una composición en falso color?, ¿Hay algo en la imagen intercalando estas combinaciones de banda?, ¿Cómo agrego un vector?, ¿Cómo creó un vector?, ¿Es mejor recortar el área de interés?, ¿Cómo? Cree un mapa con los resultados generados a elección.

El área de trabajo corresponde a la ciudad de Buenos Aires y conurbano, algunas coberturas típicas del Delta del Paraná bonaerense... Conteste las actividades propuestas por la guía eligiendo una pregunta: ¿las descargas del Riachuelo no impactan sobre el Río de la Plata?, ¿el agua de las lagunas de los barrios cerrados no difiere de las lagunas pampeanas?, ¿los bosques plantados en islas del delta son semejantes a los bosques de ceibo?, ¿las descargas de los ríos y arroyos del delta aportan todas al contenido de sedimentos del Río de la Plata?, ¿los juncales del frente de avance del delta se discriminan de los de las islas de Zárate y de los pajonales independientemente de la marea?, ¿la ciudad de Buenos Aires se comporta como un área homogénea desde el punto de vista espectral? 1) Identificar la imagen que necesitará para responder, 2) Establecer el área de estudio en la escena y eventualmente corte el área de interés, 3) Proponer una estrategia de clasificación / algoritmo, 4) ¿Qué consideraciones tiene que hacer para implementarlo?, 5) Analice los resultados y 6) Establezca una estrategia de evaluación de exactitud de los resultados.

En la Tabla 5.1, presentamos las operaciones mentales puestas en juego según las dimensiones cognitivas propuestas por la taxonomía de objetivos (Di Pierro, 2016a), en cada uno de los apartados del programa de clases se resumen las operaciones que se desprenden del análisis teórico a cada apartado descrito en la sección anterior.

**Tabla 5.1:** operadores cognitivos resultantes del desafío de cada unidad: 1) fundamentos de física, 2) Formación de la imagen, 3) Interpretación y análisis de imágenes, 4) Filtros en imágenes, 5) Correcciones 6) Transformaciones espectrales, 7) Clasificaciones, 8) Datos satelitales, 9) Datos atmosféricos, 10) Datos SAR y 11) SIG

UNIDAD	OPERADOR COGNITIVO
1	Identificar conceptos, relacionarlos con otros y aplicar lo aprendido resolviendo los problemas
2	Identificar conceptos, relacionarlos con otros y aplicar lo aprendido resolviendo los problemas
3	Identificar conceptos, relacionarlos con otros y aplicar lo aprendido resolviendo los problemas
4	Identificar conceptos, relacionarlos con otros y aplicar lo aprendido resolviendo los problemas
5	Identificar conceptos, relacionarlos con otros y aplicar lo aprendido resolviendo los problemas
6	Identificar conceptos, relacionarlos con otros y aplicar lo aprendido resolviendo los problemas
7	Identificar conceptos, relacionarlos con otros y aplicar lo aprendido resolviendo los problemas
8	Identificar conceptos, relacionarlos con otros y aplicar lo aprendido resolviendo los problemas
9	Identificar conceptos, relacionarlos con otros y aplicar lo aprendido resolviendo los problemas
10	Identificar conceptos, relacionarlos con otros y aplicar lo aprendido resolviendo los problemas
11	Identificar conceptos, relacionarlos con otros y aplicar lo aprendido resolviendo los problemas

Para evaluar los temas principales, las propuestas prácticas requerían entrega, pero las mismas no fueron calificadas y los estudiantes no recibieron devoluciones. Respecto a los contenidos secundarios se incluyen: la resolución de problemas centrado en el análisis del comportamiento de los humedales enmarcado en los temas de interpretación visual y análisis de imágenes, SIG, transformaciones y clasificaciones. Como ya comentamos el producto de la práctica no se entregó, sino que se debatió en clase como cierre del encuentro en la semana correspondiente al docente asignado a los temas.

Lo que definió la calificación final de cada estudiante fue el examen teórico de tipo múltiple opción realizado a través de un aula virtual *moodle* con un docente auxiliar. Cada estudiante recibió en el día y horario pautado para el examen un paquete de preguntas por tema que se presentaron aleatoriamente para cada examen cubriendo los mismos contenidos. Lo que se evaluó propiamente, fue la reproducción de una definición, según la taxonomía de los objetivos de nivel jerárquico bajo, con preguntas teóricas sobre las temáticas desarrolladas en clase de todas las unidades. Un ejemplo de pregunta de examen, se incluye a continuación:

*En una clasificación digital, seleccione una opción según corresponda:*

1. No supervisada, no se deben tomar muestras de las clases a diferenciar.

2. Se analizan los píxeles vecinos pero se clasifica siempre cada píxel según sus propiedades espectrales.
3. **Supervisada, los histogramas de las muestras de entrenamiento deberían ser al menos unimodales para las bandas a clasificar.** (RESPUESTA VERDADERA)
4. Requiere explicitar siempre el modelo de distribución de los datos en forma previa al procedimiento.

A partir de la descripción de la propuesta en cada una de las clases podemos establecer algunas generalidades respecto a los modos de enseñar geomática en este caso.

Sobre el rol docente: observamos que los docentes promueven interacciones entre los estudiantes entre sí y entre los estudiantes y los contenidos al comenzar con algunas preguntas. Estas preguntas recuperan algunas ideas previas de los estudiantes pero al mismo tiempo plantean una situación problemática que no es posible de ser resuelta sin los conceptos que se abordan en la clase.

Esta primera aproximación al tema con algunas interacciones en las clases es seguida por presentaciones expositivas donde se describe un caso y se identifican variables, conceptos y relaciones. En ese sentido, el rol docente es predominantemente como dador de saberes.

Sobre las tareas que se requieren: las descripciones de las clases nos permiten advertir que se solicita de los estudiantes recuperar algunas ideas previas y luego identificar variables, conceptos y sus relaciones entre sí. La resolución de problemas que se ofrece se limita a ejercitaciones que replican los modos en que se han resuelto las tareas en la clase. Es casi nulo el margen para explorar conceptos en profundidad, establecer nuevas relaciones entre ellos, o transferir lo aprendido a nuevos casos. Asimismo las ejercitaciones no son analizadas por los docentes, aunque sí son socializadas entre los estudiantes promoviendo la colaboración.

A la luz del capítulo anterior podemos interpretar que, en parte, las propuestas de enseñanza están caracterizadas por la baja colaboración entre los docentes en el campo de la geomática y el foco de cada docente en el análisis de sus propios problemas de investigación. En efecto, el foco en problemas de ecosistemas como son los humedales responde a la trayectoria de ese docente en tema y no tanto a los campos en donde se podrían desenvolver los estudiantes. El otro ejemplo es la representación de variables físicas desde el concepto y no desde las situaciones problemáticas en las cuales puede observarse y analizarse.

En relación al enfoque de enseñanza, predomina en este caso el enfoque hipotético-deductivo centrado en las variables que atraviesan la teledetección como concepto y las principales intervenciones que pueden realizarse sobre datos espaciales, con foco en ejemplos abstractos no vinculados a las aplicaciones; y en una porción muy reducida el interpretativo sobre un caso único lo cual limita la problematización.

En base a la descripción de los temas, otro interrogante en este capítulo es: *¿cómo cada estudiante adquiere, aprende y conoce estos contenidos?* Para poder responder a esa pregunta, también analizamos las producciones estudiantiles e indicadores de aprendizaje (evaluación y examen múltiple opción), que ya hemos presentado en el apartado anterior, y una encuesta que elaboramos para recuperar como fue percibido el trayecto educativo, por estudiantes en ese período (2018).

Nuestro análisis sobre el curso con las observaciones ya presentadas, nos permiten reconocer que el rol de los estudiantes es pasivo en los apartados teóricos, y activo y colaborativo en las propuestas prácticas que se desarrollan de manera grupal. Siguiendo con los niveles de

operaciones mentales podemos ver que se centra en el análisis y la aplicación, en contraposición al espacio de evaluación que ya hemos observado que desciende en el nivel cognitivo a la reproducción de definiciones.

### 5.2.2. Análisis de la experiencia

La encuesta fue respondida por 12 de 17 estudiantes de la cohorte 2018. La encuesta administró respuestas anónimas a 16 preguntas, 8 de ellas de desarrollo. En la encuesta solicitamos que nos detallen las debilidades y fortalezas del curso, ya que no contábamos con información de encuestas sobre el trayecto previas a la investigación. También consultamos *¿cómo prepararían una clase de Introducción a la teledetección?*. Asimismo se indagó sobre la tutoría para un espacio de éstas características, la maestría en general, y consideraciones pedagógicas sobre los cursos. Las preguntas realizadas fueron de tipo *abiertas* para esta instancia, ya que se trataba de una etapa exploratoria del caso. A partir del análisis de las respuestas encontramos tres grandes ejes: 1) escasa pedagogía, 2) falta de acompañamiento y seguimiento, 3) problemas con la organización de los contenidos.

#### Escasa Pedagogía

Los estudiantes mencionan que el cuerpo docente no muestra experticia en la enseñanza sobre aplicaciones con teledetección. Por ejemplo, algunos estudiantes expresaron:

*...los docentes han sido muy especialistas en sus disciplinas, pero algunos con poca experiencia en el dictado de clases. Saber mucho sobre un tópico no implica que ese conocimiento sea correctamente transmitido. . .*

*...en algunos casos, sobre todo con docentes de formación en ingenierías, matemática y física, las clases fueron menos pedagógicas. . .*

*..considero que algunos de los docentes del MAIE están preparados pedagógicamente. Aunque sería interesante que los docentes realicen cursos para potenciar este aspecto. . .*

*... predisposición y colaboración grupal en contraposición a clases muy estructuradas (poco pedagógicas) con pocos ejemplos para un mejor entendimiento de la temática desarrollada*

Estas citas nos permiten advertir, tal como apuntábamos en el capítulo anterior, que los docentes de geomática no han recibido formación en enseñanza. Las encuestas con los estudiantes dan cuenta de cómo esta ausencia de formación pedagógica tiene sus derivaciones en el tipo de transmisión que realizan. Respecto a las actividades -y ligados a la necesidad de fortalecer la propuesta de enseñanza- enuncian que los tiempos de aula no son suficientes para completar las propuestas, y que falta material didáctico, sobre todo organización de los contenidos

No obstante destacan que el rol docente promueve aprendizajes por experiencia, compromiso y trabajo colaborativo en el aula, para enfrentar las actividades. Considerando el carácter introductorio del curso, el alcance es vasto.

#### Falta de acompañamiento

Un segundo tema emergente fue la demanda de más acompañamiento en general. Algunos estudiantes mencionaron la necesidad de más presencia de auxiliares fundamentalmente para el manejo de *software*. Incluso un estudiante mencionó necesitar un acompañamiento más personalizado. El estudiante dijo:

*...El seguimiento académico es importante... hubiese preferido acompañamiento espiritual, pedagógico y sentimental, porque académicamente creo que todos podíamos, el problema es cómo lidiar con el estrés, situaciones internas y externas al instituto que aportan presión y demás...*

Otro estudiante sugirió más ayudantes:

*... organización y buena predisposición en contra posición a hubiese puesto aún más ayudantes.*

La demanda de más ayudantes parece relacionarse en algunos relatos con pocas orientaciones y claridad en la enseñanza. Un estudiante comentó:

*...como docente apuntaría a ser claro en las presentaciones, a brindar un material preparado con el que los alumnos puedan contar como guía, trabajos prácticos didácticos, y disponibilidad de ayudantes para responder dudas. Sobre todo una presentación con diapositivas ilustrativas, no textos inmensos e ilegibles...*

Asimismo, destacan que todas las actividades entregadas como cierre de la unidad no fueron corregidas y los estudiantes no recibieron devoluciones sobre ellas.

### **Problemática Organización de Contenidos**

Desde el punto de vista del currículum, la organización del contenido incluye los siguientes aspectos: Selección de saberes, Secuenciación y Jerarquización. La selección se refiere a los criterios que se establecen para elegir qué contenidos serán identificados como fundamentales para la enseñanza. Cada currículum o programa de cualquier materia se basa en una selección cuidada de saberes habida cuenta que no es posible enseñar el universo de conceptos de un campo.

La secuenciación hace referencia al orden en que se ofrecen los contenidos. Los docentes deben desarrollar criterios secuenciales de manera que el aprendizaje de un grupo de saberes permitan la comprensión de los que siguen.

Finalmente y ligado a la selección, la jerarquización es necesaria para establecer la relevancia o grado de abstracción de diferentes conceptos frente a los otros.

Respecto de la organización de los contenidos los estudiantes expresaron problemas con la selección y secuenciación.

Sobre la selección -y ligado al hallazgo encontrado en el capítulo anterior sobre la especialización de los docentes de geomática y sus derivaciones en la posibilidad de abordar diferentes temáticas- los estudiantes observan que los problemas que se presentan para la



realización de ejercitaciones y el aprendizaje de conceptos abordan solo el campo de conocimiento del docente. Desean que estos ejemplos y problemas sean más variados de manera de abordar diferentes áreas (salud, medioambiente etc).

El estudiantado mencionó que la secuenciación de los contenidos así como el ritmo del dictado fueron problemáticos para promover la comprensión. Por ejemplo los estudiantes expresaron:

*.. es accesible desde el punto de vista del contenido, es interesante y muy pertinente a la maestría en la mayoría de los aspectos de la misma. Defectos, no estaba bien organizada en cuanto al orden de contenidos, por allí manejo de IDL y clasificación debió haber ido al principio. Se toca el tema de las clasificaciones muy superficialmente. Se hace mucho hincapié en efectos atmosféricos y otros. . .*

*...primero daría procesamiento de imágenes con idl y explicaría los tipos de formatos de datos típicos y fundamentos de clasificación, después una vista rápida de una herramienta de software y basaría los ejercicios de la clase en eso para no perder tiempo. . . trataría de no dar tantos ejemplos particulares de la zona de experiencia de los profesores y que fuera más generalizado. . .*

*...me parece una buena idea ver en un SIG todos los conocimientos teóricos rápido, por ejemplo en la primera clase de radiancia, reflectancia, TOA, calibraciones etc, podrían abrirse las imágenes y explorar mientras se aborda la teoría. Y preferentemente usar Qgis, que es más amigable que ENVI para ver imágenes por primera vez. . .*

Para un estudiante una forma de mejorar esta organización podría haber sido con un material de estudio más coherente. Esto se liga con la super especialización de los docentes que no permite construir un repertorio de ejemplos de diferentes campos del conocimiento. Los estudiantes dijeron:

*... profesores fueron muy comprometidos. buen complemento entre teoría, práctica e IDL. Debilidades: mucho contenido en muy poco tiempo. Falta un material de estudio más unificado. Los casos prácticos estaban sesgados a una área de las aplicaciones.*

*...Con un objetivo claro, un resultado a obtener, una hoja de ruta que exprese los temas que se trataran y los tiempos estipulados. Un material bibliográfico generado para tal materia. . .*

En síntesis, en palabras de estudiantes primero se hizo hincapié en su propio rol, caracterizado como **pasivo** al momento de aprender, destacando primero la necesidad de incentivar la participación del aula con actividades prácticas y si es posible a campo. Asimismo es deseable más variedad de problemas a resolver y, en caso de pautar actividades grupales, que se tenga a disposición más docentes.

Como hemos analizado en este caso de estudio, la propuesta de enseñanza, aborda principalmente las operaciones mentales de **orden medio** para todas las actividades prácticas porque propone analizar y sintetizar contenidos en el planteo de la resolución de problemas. Por momentos, se apela a operaciones de **orden medio a bajo** en el desarrollo de clases

magistrales donde se le invita a comprender contenidos a cada estudiante, y su rol es pasivo durante el desarrollo. Finalmente, en el estadio de evaluación se focaliza en un **orden bajo** donde la propuesta académica se reduce a conocer un concepto y ubicarlo en un examen de opción múltiple.

En base al análisis de las dimensiones ya presentadas: rol docente, las tareas, los materiales utilizados (ej. filmas de presentación, trabajos prácticos) y el examen, planteamos como tópicos que pueden ser intervenidos en el marco de la investigación para este curso a: 1) la **conexión entre temas**, pasando de un tópico a otro ya que se presentan como temas aislados dependiendo si corresponden a un mismo docente o no, y 2) la coherencia con la propuesta de evaluación dado que, lo que se practica no es finalmente lo que se evalúa.

Recuperamos que la manera en que se presentan los contenidos en aula no se condice con lo que se evalúa para aprobar el curso porque el examen apunta a reproducir un concepto y en el desarrollo de los contenidos- específicamente en la práctica- se revisan casos, se resuelven problemas, se problematiza el campo disciplinar, se siguen procedimientos y se desarrollan diferentes guías de ejercicios. Estos ejercicios requieren para su resolución la interpretación de resultados cuantitativos que surgen de procesar datos satelitales en la computadora.

Desde la perspectiva de los estudiantes, se presentan muchos conceptos en un período corto de tiempo donde el enfoque se centra en lo que propone cada docente en su semana de encuentro, lo cual cambia y *se pisa* en muchos apartados cuando se pasa de un docente a otro, con un examen que en sentido estricto evalúa sólo la teoría. El estudiante no conoce previamente cuál es el objetivo del curso, y en el cierre recibe la información de que los apartados prácticos no reciben calificación ni devolución. El desarrollo práctico se da en tres semanas, en los temas de procesamiento se corrige una adquisición por el error que contiene y no se dialoga sobre él para que se usaría o el lugar al cual corresponde, el trabajo y el análisis apunta a conocer el error y como se corrige.

Para fundamentos físicos se usan laboratorios de física virtuales que apuntan a entender las bases de los conceptos involucrados. Estos laboratorios no se centran en la problematización y aplicación que permite entenderlos, vinculados por ejemplo a un problema de aplicación. Y en los temas propios de la teledetección, ejemplo interpretación visual, análisis de imágenes, transformaciones espaciales, donde se apunta a un problema, el mismo es único y no se diversifica. La situación problemática asume para su desarrollo conceptos intrínsecos al problema en sí, donde el eje son los humedales desde la teledetección y a diferentes escalas. Éste último es importante porque las preguntas y el planteo del problema pueden ser un elemento guía para las propuestas pero, la falta de diversidad en las situaciones problemáticas, no cubre el perfil del curso que si es de carácter diverso, respondiendo a diferentes disciplinas y trayectos laborales base.

Como cierre, deducimos que Introducción a la Teledetección se dicta desde la perspectiva de **las herramientas que la hacen posible**, dado que se describen los fundamentos de física y el alcance de los mismos como concepto, se analizan adquisiciones satelitales y posibles problemas que implica su puesta a punto para usar el dato en un problema. Cuando se llega al problema, se centra en un caso único, que estudiantes resuelven de a pares con una técnica u otra. Ese apartado práctico de contacto y aplicación se reduce en una semana de trabajo contando con dos semanas previas de análisis teórico.

Esta situación didáctica se debe en parte a que el docente a cargo del proceso de enseñanza, cambia en cada uno de los contenidos. Así, las prácticas no poseen una continuidad en el desarrollo, de hecho, como ya hemos enunciado, algunos contenidos se repiten en algunos puntos y no se plantea desde la institución reuniones previas, durante y posteriores al armado

de la materia como política de trabajo.

### 5.3. El caso de la materia Herramientas Geomáticas Aplicadas al Ambiente

El curso HGAA se centra en el abordaje de las principales problemáticas ambientales relacionadas con los recursos naturales, desde una óptica biogeoquímica, para dar respuestas de gestión a través del uso de información satelital. La evaluación, tutoría del curso, creación de algunas unidades, soporte de autores, revisión de contenidos, plan de clases y estructura de la materia son intervenciones de la tesista.

La propuesta pedagógica se fundamenta en que entendemos como recurso a los elementos involucrados en los diferentes escenarios: *atmósfera, hidrósfera biosfera y litosfera*; que mirados desde la perspectiva de la teledetección, requieren un tratamiento multiescala, aún más general que la denominación: aire, agua y suelo.

Los apuntes teóricos de cada unidad están orientados a develar primero, el *estado natural* del medio, lo que en formato científico alude a la condiciones de equilibrio estacionario en las cuales deberían encontrarse los recursos. Posteriormente se presenta la condición de *estado alterado* de ese mismo medio. Los desafíos prácticos se centran en diversas problemáticas ambientales como: contaminación de acuíferos, incendios forestales, anomalías de precipitación, cambios en las coberturas de la superficie, análisis de cuencas hidrográficas como unidad territorial sujeta a cambios ambientales integrados.

Cada unidad didáctica ofrece un recurso audiovisual donde especialistas de los diversos temas presentan los casos de aplicación con los cuales trabajan, y el tipo de herramientas geomáticas que ponen en juego para desarrollar la labor. Fueron grabados en un estudio y guionados con especialistas para responder al tema central de la unidad.

Respecto a saberes previos, se considera que los conocimientos básicos en teledetección han sido adquiridos en otros espacios curriculares<sup>10</sup>. Al comenzar el cursado se presentan las ventajas y desventajas de misiones satelitales disponibles para cada campo disciplinar incluyendo; a través de estas presentaciones se desarrollan prácticas que lleven al estudiante a adquirir habilidades de interpretación y análisis de problemas complejos con el procesamiento de datos satelitales. Precisamente el desafío que le hemos asignado al trayecto es analizar y crear un producto de interés y relevancia para la resolución de problemas, y presentar ese producto a la comunidad usando un formato de mapas.

Es por ello que ideamos una evaluación que permite afrontar un desafío en cada unidad. Las primeras cinco unidades constan de datos: recorte de la adquisición del área de interés con todas las bandas espectrales, vectores de delimitación, área, elementos, Modelo Digital de Elevación, datos de campo rasterizados, y guías prácticas con el *paso a paso* como soporte para resolver el problema que pueda suscitarse con *software*, para lograr que una vez consuntivo el mapa final se le dé espacio a la creación de un escrito que respalde y contextualice.

---

<sup>10</sup>El curso corresponde al módulo de especialización en el marco de una diplomatura, ó constituye un curso de perfeccionamiento en caso de que se tome libre.

### 5.3.1. Escenario inicial

En este módulo de aprendizaje, compartimos con el estudiantado la estructura del curso, y acompañamos la creación de contenido de la materia, la estrategia de evaluación, el rol de la tutoría y el cierre integrador que une todos los desafíos propuestos en cada unidad. La estrategia educativa es el ABP con instancias evaluativas y progresivas en el trayecto de aprendizaje para llegar a ese estadio como cierre del curso.

HGAA consta de seis unidades, la duración total del curso es de 7 semanas, cada unidad se desarrolla en una semana, y las dos semanas finales se dedican al trabajo integrador grupal, cada unidad se piensa en el marco de la plataforma virtual *moodle*.

El espacio de tutoría que se le asignó al curso en su primera edición de diplomatura del año 2019, no fue armada en el marco del proyecto. Se describe el estadio inicial de las tareas vinculadas a ese rol. Dos docentes tutores tenían a cargo la mitad de estudiantes inscriptos en grupos separados dentro de la misma aula, esa división se daba por alfabeto. De un total de 93 inscriptos, 47 estuvieron a cargo de un tutor y 46 de otro.

Cada semana el tutor tenía la responsabilidad de 1) habilitar la unidad en curso (cada lunes), 2) crear un mensaje de bienvenida en el foro de esa misma unidad, 3) responder a interrogantes de esa unidad y anteriores en foros a demanda y con un tiempo no mayor a dos horas de realizada la consulta en lo posible, 4) llevar un registro de avance y calificaciones recibidas de cada estudiante a su cargo, 5) contestar mensajería privada a través de plataforma y llevar la respuesta siempre al aula y en un marco grupal, 6) compartir con la dirección del espacio inquietudes o problemas para recibir apoyo. Este tipo de tutoría donde el criterio de división de grupos fue alfabético y con devoluciones individuales en esa primera entrega, fue a distancia y totalmente asincrónica.

La primera unidad es una introducción al campo disciplinar y las siguientes cuatro unidades versan sobre disciplinas específicas. Esas cinco unidades son evaluadas a través de entregas individuales. En la última unidad (la seis), se asigna un problema para resolver, desde la perspectiva del ABP.

La clave del trayecto fue pensarlo como un desafío de trabajo rutinario y de entrega semanal por unidad, con el objetivo de entrenar a cada estudiante en el manejo de herramientas para la resolución de problemas en las primeras cinco unidades de la propuesta y dejar como desafío totalmente integrador y fundado en la metodología del Aprendizaje Basado en Problemas a la unidad final, denominada precisamente como integrador. El supuesto de este formato es que permitiría al estudiante llegar al mencionado estadio integrador de dos semanas de duración formado individualmente para elegir herramientas de acuerdo al campo disciplinar que eligiera afrontar, y dispuesto para conformar un equipo de trabajo. Cada equipo debía elegir, un problema complejo, y procesar datos autogestionados con un objetivo que decidieran resolver del mismo.

El mecanismo de evaluación ideado para este curso se repitió de la unidad 1 a 5. El estudiante debía entregar un mapa de resultados con todos los elementos cartográficos y un análisis escrito de los resultados plasmados en ese mapa. La característica en esas cinco primeras unidades contaban para cada estudiante con un set de datos, con una guía para procesarlos. La unidad final se presentaba como informe donde se evaluaban además de los dos aspectos ya mencionados la estructura y planteo de la resolución del problema. En los apartados a continuación presentaremos un detalle sobre los contenidos, sus objetivos y finalmente las rúbricas ideadas para afrontar la resolución de exámenes por parte de tutores.

En las Tablas 5.2 y 5.3 se detallan los contenidos y casos a desarrollar en cada unidad<sup>11</sup>.

**Tabla 5.2:** contenidos didácticos del módulo de especialización en ambiente HGAA de la DUGA parte 1

CONTENIDO	PROPUESTA
<p>1. INTRODUCCIÓN: En esta unidad se presentan los principios y fundamentos teóricos de la <i>Teledetección Ambiental</i>. Se definen los componentes principales del sistema Tierra, en su estado natural y alterado desde una perspectiva geoespacial.</p>	<p><i>Material de lectura:</i> Introducción al medio natural y alterado. Capas de la tierra: Atmósfera, hidrósfera, biósfera, litósfera y antropósfera. Reconocimiento de las principales problemáticas ambientales: agua, aire y suelo. Importancia del abordaje interdisciplinario. Aspecto humano. Concepto de Gestión ambiental sobre la base de equidad social y medioambiente sano. <i>Actividades</i> Evaluar la vulnerabilidad de un acuífero a la contaminación a partir del uso del índice DRASTIC en software libre QGIS. Cómo armar MAPAS. Cómo escribir la memoria respaldo de esos MAPAS: Claves de la redacción de un INFORME DE IMPACTO AMBIENTAL.</p>
<p>2. ATMÓSFERA: Esta unidad fortalece la concepción de la atmósfera como medio natural y alterado, estudiada a través de datos satelitales, foco en contaminantes químicos que modifican su estado.</p>	<p><i>Material de lectura</i> Características de la Atmósfera. Problemáticas locales, regionales y globales. Dispersión de contaminantes. Agujero de ozono, cambio climático y lluvia ácida. Modelado de calidad de aire. Contaminantes criterio. Smog fotoquímico. Detección de aerosoles atmosféricos. Incendios forestales y calidad del aire. <i>Actividades</i> Detección de expansión de humo producto de incendios. Descarga y procesamiento de productos satelitales de aerosoles atmosféricos y puntos calientes (HOT SPOTS) de Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS). Interpretación de resultados a partir de la ocurrencia de incendios.</p>
<p>3. HIDRÓSFERA: El agua ejerce su efecto ordenador sobre las macromoléculas de la vida, amortigua los cambios térmicos, es el medio de transporte de nutrientes y desechos, y es un reactivo químico fundamental en la fotosíntesis y en muchas reacciones metabólicas. Estudiarla a través de sensores, permite reconstruir el escenario completo de interacción de lo macro a lo micro.</p>	<p><i>Material de lectura</i> Características de los Recursos Hídricos. Precipitación y anomalías. Niño y niña. Índices de agua. Recolección de datos de campo. Eutrofización. Mecanismos de evaluación de variables ambientales derivadas del sensado remoto. Estudios ambientales de calidad y cantidad de agua. <i>Actividades</i> Familiarizarse con los datos de la misión TRMM y <b>gpm!</b> y el fenómeno del Niño y Niña. Calcular y caracterizar las medias mensuales y anuales en años Niño y Niña. Detectar anomalías, frecuencias dominantes y tendencias. Generar series temporales.</p>

<sup>11</sup>La Unidad de cierre, caracterizada como integradora, es la que cumple completamente con la metodología del ABP, pero la construcción del mecanismo para resolver problemas, se nutre de las unidades 1 a 5, en las que el se da el problema y se indica cómo resolverlo.

### 5.3 EL CASO DE LA MATERIA HERRAMIENTAS GEOMÁTICAS APLICADAS AL AMBIENTE

**Tabla 5.3:** contenidos didácticos del módulo de especialización en ambiente HGAA de la DUGA, parte 2

CONTENIDO	PROPUESTA
<p>4. BIÓSFERA: La clasificación de cubiertas, permite develar la cantidad y tipo de cultivos presentes en la superficie terrestre. Entender su respuesta espectral y finalmente dividir y muestrear adquisiciones satelitales es el principio en el manejo de datos de origen geoespacial.</p>	<p><i>Material de lectura</i> Tipos de clasificaciones existentes en el campo de la teledetección, herramienta clave para el manejo de superficies. <i>Actividades</i> Extracción de muestras en adquisiciones satelitales. Clasificación supervisada. Elaborar un mapa de cubiertas de suelo a partir de la <b>clasificación digital</b> de una imagen satelital Landsat 8 OLI de 30 m de resolución espacial de 2013 para una porción de las Sierras Chicas de Córdoba.</p>
<p>5. LITÓSFERA: Ésta unidad plantea empezar a entender cómo funciona la capa más superficial de la Tierra, cómo interactúan los procesos y, finalmente el uso de los recursos naturales; <i>puntapié</i> inicial para tratar ésta abarcativa temática.</p>	<p><i>Material de lectura</i> Geología, principios básicos. Geomorfológica y análisis de cuenca hidrográfica como unidad territorial sujeta a cambios ambientales integrados. Cambios de uso del Suelo. Obra civil. Actividad minera. <i>Actividades</i> Generar una cuenca hidrográfica a partir de un <b>DEM! (DEM!)</b> en el software QGIS, construida a partir de datos LANDSAT 8 OLI.</p>
<p>6. INTEGRADORA: Ésta unidad integra todo lo aprendido durante la diplomatura en ambiente, la apuesta es realizar un trabajo final grupal, utilizando técnicas de ABP para el abordaje de la geomática a través de un caso puntual. El objetivo específico de ésta modalidad de cierre es: Fortalecer el trabajo colaborativo, simular situaciones de trabajo real, poner a prueba nuestro sistema de enseñanza.</p>	<p><i>Material de lectura:</i> Libre, <i>Actividades:</i> Se presentan cuatro problemas a elección para conformar grupos de trabajo. 1) Cálculo de área quemada a partir de información satelital. 2) Eutrofización. Modelado semi-empírico de concentración de <i>clorofila-a</i> en cuerpos de agua continentales. 3) Fotointerpretación de procesos de remoción en masa. 4) Índice de sequía.</p>

Cada unidad, en el apartado de desafío práctico, otorga herramientas que pueden ser reutilizadas en alguno de los problemas integradores, es decir en los problemas finales. Éstos problemas corresponden a los campos disciplinares ya presentados y es posible replicar algo conocido o explorar una herramienta nueva en base a, por ejemplo, un trabajo de referencia. Se detallan a continuación los objetivos de los trabajos prácticos en cada unidad:

1. **El objetivo** de la práctica es elaborar un mapa de riesgo de contaminación de un acuífero. Las herramientas geomáticas a implementar son: operaciones de banda y generación de índices, estilos SIG, plasmar elementos cartográficos para elaborar mapas y escribir un informe de resultados en la memoria.
2. **El objetivo** de la práctica es es crear un mapa de la "variable espesor óptico de aerosoles", obtenida del sensor MODIS. Las herramientas geomáticas a implementar son: descarga de datos específicos, análisis temporal y plasmar elementos cartográficos para elaborar mapas y escribir un informe de resultados en la memoria.
3. **El objetivo** de la propuesta es calcular y caracterizar las medias mensuales y anuales en años Niño y Niña en un caso de estudio donde un periódico indica la existencia de

una anomalía. Las herramientas geomáticas a implementar son: descarga de datos específicos, composiciones RGB para análisis estacional, análisis temporal, estilos SIG, estadística espacial, plasmar elementos cartográficos para elaborar mapas y escribir un informe de resultados en la memoria.

4. **El objetivo** es elaborar un mapa de cubiertas de suelo. Las herramientas geomáticas a aplicar son clasificaciones espectrales y elección del clasificador de interés para el problema y justificar el motivo de la elección, plasmar elementos cartográficos para elaborar mapas y escribir un informe de resultados en la memoria.
5. **El objetivo** en el rol de monitor ambiental es delimitar una cuenca hidrográfica a partir de un MDE y herramientas geoespaciales y ubicar espacialmente el vínculo de la red de drenaje con las canteras de áridos, plasmar elementos cartográficos para elaborar mapas y escribir un informe de resultados en la memoria.
6. **El objetivo** es que cada estudiante elija un problema: 1) incendios, 2) eutrofización, 3) inestabilidad de laderas con un orden de prioridad, se arman grupos de trabajo y en equipo resuelvan el problema planteando indagando herramientas geomáticas que consideren pertinentes y presentando resultados, plasmando elementos cartográficos para elaborar mapas y escribir un informe de resultados en la memoria<sup>12</sup>.

Los grupos se arman a demanda a través de una herramienta de *Moodle* denominada encuesta, y se presentan cuatro problemas: 1) la problemática de los incendios en la sierras de Córdoba, Argentina 2) Eutrofización en el lago San Roque, Córdoba, Argentina 3) Inestabilidad de laderas y obra civil en el Camino del Cuadrado, Córdoba, Argentina y 4) sequías en la llanura pampeana, Argentina.

Cada problema complejo fue presentado con una referencia a una noticia periodística que introducía el caso en lenguaje común. Sus posibles soluciones y herramientas geomáticas a aplicar ya habían sido presentadas y usadas para resolver otros problemas del mismo campo disciplinar, en las cinco unidades previas para resolver otros problemas, aquí una de las primeras características a evaluar era la asociación de la multiaplicabilidad que posee una herramienta geomática, lo cual si un estudiante elige replicarla evidencia que entiende las posibles salidas y análisis de un producto que permite.

En cada problema se presentaron interrogantes claves y datos esenciales tales como lugar y fechas específicas. Estos datos aluden indirectamente a la búsqueda de imágenes satelitales y su posible redundancia en el tiempo en una localización específica, alguna información general de contexto, y un ejemplo de ello más allá de la nota del periódico. Se incluyen además artículos de referentes que hayan trabajado en la región resolviendo problemas e implementando geomática. Compartimos un extracto del material didáctico con uno de los problemas complejos, vinculado a este tema a continuación:

*En junio del año 2011, en las Sierras Chicas de Córdoba, se instaló una nueva traza vial, el Camino del Cuadrado. Sobre este camino hemos realizado diversas investigaciones y aparentemente la traza despertó procesos de remoción en masa presentes en la sección. Algunas preguntas... ¿Cómo puedo certificar la existencia y expansión de esos procesos previo a la construcción de la traza vial? En el año*

---

<sup>12</sup>Se implementa el ABP por primera vez de forma completa, como fue creado en el marco de la tesis, su descripción e implementación se describe en el capítulo siguiente.

*2015, se detectó una anomalía de precipitación en la región, ¿Cómo influye la traza en este fenómeno? ¿Que variables usarías para analizar este fenómeno: ej. datos satelitales de que regiones del espectro, modelos digitales de elevación, datos cartográficos, resolución espacial y temporal que sería conveniente utilizar.¿? ¿Cómo mediría el área de afección de la calzada? ¿Es importante la frecuencia de datos que requiero para resolver?*

Gracias a la herramienta de cuestionario que proporciona la *moodle*, se armaron grupos de no más de siete personas que interactuaron por mencionada plataforma y posterior a ese primer contacto, eligieron la forma de trabajo a implementar. El entregable en la unidad 6 tenía la consigna de:

*El resultado final del análisis debe ser plasmado en un reporte (máximo 2 carillas) y un mapa, ubicando a los autores como comunicadores sociales, por lo que el uso de las palabras, las fundamentaciones y metodología deben ser pautadas desde esa perspectiva: resolver, facilitar e informar utilizando datos satelitales.*

Entre un 30% y un 40% de la calificación en la evaluación de todas las unidades corresponde a la salida gráfica, el mapa. El cual para ser considerado como tal debe poseer determinadas características, algunas de ellas elementales. En las primeras tres unidades si se presentan la mitad de los elementos cartográficos se aprueba la evaluación y se apunta en la devolución de cada estudiante cuáles fueron los errores. En las unidades 4 a 6 esos errores no pueden ser parte del desarrollo, es decir que se escala el margen permitido de error a medida que se avanza en el trayecto de menos estricto a más estricto.

El escrito, denominado como memoria o memoria técnica construye un respaldo de referencia sobre el mapa que permite al lector interpretar parte de lo que por sí sólo presenta. Los criterios de evaluación se resumen en la Tabla 5.4.

**Tabla 5.4:** características evaluables en todas las unidades del módulo

<b>ITEMS</b>	<b>Variables</b>	<b>Características</b>
<b>Elementos del mapa</b>	Norte, escala, coordenadas, referencias, título, imagen referencia, detalle adquisiciones, presentación, escala cromática, claridad.	La presentación de resultados producto de un procesamiento de herramientas geomáticas, y se resume en la salida gráfica que denominamos mapa, todos los ítems enunciados evidencias la capacidad de resumir la información y seguir una secuencia de trabajo
<b>Memoria (informe)</b>	Organización del escrito (introducción, objetivos, desarrollo, conclusiones), respaldo de procedimiento	Analizar la calidad más que la cantidad de hojas, especial atención a la justificación de procedimiento.

Como ya enunciamos, definimos que entre las unidades 1 y 5 la labor es individual y en la unidad 6 grupal, por lo que a continuación se detallan los criterios de evaluación en las primeras cinco unidades y en un apartado especial el trabajo integrador.



Para evaluar, en el marco del proyecto elaboramos una rúbrica *universal* que indique el estadio de avance del logro: pendiente, en proceso y alcanzado. Centrándonos en que cada estudiante debe generar un MAPA + MEMORIA RESPALDO, tres aspectos son importantes a la hora de analizar problemas complejos, 1) trabajar con datos geoespaciales, 2) presentar los resultados obtenidos en la investigación en base a un objetivo de trabajo y 3) describir y analizar el mapa resultante. A continuación compartimos extractos de la guía de prácticas, donde detallamos los evaluables en cada unidad:

1. Para ser evaluado, envíanos el mapa de vulnerabilidad de acuíferos de la ciudad de Córdoba (Argentina) con la correspondiente memoria<sup>13</sup> respaldo (la misma no debe superar una carilla).
2. Para ser evaluado enviar un mapa de Aerosol Optical Depth, que en español significa Espesor Óptico de Aerosoles (AOD) y elaborar un informe (memoria respaldo) a partir del mapa generado que presente los pasos efectuados para realizarlo, con imágenes del desarrollo y mapas, sintetizando las conclusiones sobre el problema planteado para resolver. Considera las preguntas que fueron recorriendo el práctico.
3. Para ser evaluado enviar un mapa de anomalía de precipitación con la correspondiente memoria respaldo (la misma no debe superar una carilla), puede ampliar el análisis con las gráficas estadísticas del período involucrado.
4. Para ser evaluado enviar un mapa de cubiertas de suelo a partir de la clasificación digital, compare los resultados de clasificadores y determine el mejor para el caso en base al análisis estadístico de la validación, con la correspondiente memoria respaldo (la misma no debe superar una carilla).
5. Para ser evaluado delimitar la cuenca hidrográfica del Dique *La Quebrada* e ubicar las canteras de áridos respecto a la red de drenaje, con la correspondiente memoria respaldo (la misma no debe superar una carilla).
6. Ubicándose en el rol de comunicadores sociales, imaginemos un equipo de trabajo a cargo de la gestión, como brigada de emergencia, oficina de ambiente, empresa, grupo de investigación... ¿Qué corresponde hacer? Elegir un problema (incendios, sequías, eutrofización lacustre, inestabilidad de laderas), y en grupo de seis personas, de acuerdo a quien se les asigne, elaborar un informe en base al rol elegido respetando estructura de análisis del caso, y no menor seleccionando las herramientas geomáticas que consideren oportuno aplicar para generar el mapa o los mapas de ese informe.

En base a la taxonomía de los objetivos (Di Pierro, 2016a), detallamos a continuación el rol de los materiales teóricos, los audiovisuales, el desafío práctico, y la evaluación unidad a unidad en la Tabla 5.5:

---

<sup>13</sup>La memoria corresponde al escrito que justifica la elaboración del mapa, las técnicas aplicadas y que contextualice el problema ambiental que se está resolviendo. Cabe destacar que, la memoria, es igual de importante que el mapa en sí, ya que ambos productos se complementan.

**Tabla 5.5:** operadores cognitivos resultantes del desafío de cada unidad

UNIDAD	OPERADOR COGNITIVO
1	Comprender conceptos, analizar componentes y aplicar lo aprendido resolviendo los problemas
2	Comprender conceptos, analizar componentes y aplicar lo aprendido resolviendo los problemas
3	Comprender conceptos, analizar componentes y aplicar lo aprendido resolviendo los problemas
4	Comprender conceptos, analizar componentes y aplicar lo aprendido resolviendo los problemas
5	Comprender conceptos, analizar componentes y aplicar lo aprendido resolviendo los problemas
6	Elegir un problema, aplicar saberes previos para identificar herramientas geomáticas que contribuyan en el diseño de una respuesta a una problemática

### 5.3.2. Análisis de la experiencia

La polidocencia que requiere la educación a distancia, según las categorías ya presentadas por Mill (2010) y posteriormente por Almeida y Borba (2018), indican que en este aula creada en el marco de la investigación donde se exploran herramientas y la disposición de la propia aula virtual, los roles no están pautados.

La tutoría, cumplía más de un rol y eso no favoreció su desempeño. Asimismo el desarrollo del material didáctico, la arquitectura de la plataforma en uso, los tiempos dedicados de para revisar y ubicar el material y acompañar las trayectorias, en cada unidad, y sumar propuestas/sugerencias de mejora una vez finalizado el curso, son algunas de las actividades principales que tuvo que cumplir el tutor

La creación del material didáctico se basó en el trabajo de autores del Gulich, que en algunos casos generaron sus propios contenidos (unidad 2 y 4), respaldaron y revisaron la redacción de las propuestas (unidad 1, 3 y 5). En el marco de la tesis se integran esos contenidos con una misma estrategia didáctica, es decir orientamos todos los materiales, creados por autores para que cada estudiante elabore una propuesta evaluable que integre los contenidos de la unidad con un sistema de evaluación orientado a la resolución de problemas, a ello apunta la unidad 6. Parte de esta explicación ya la incluimos en la presentación del caso.

De un total de 93 estudiantes inscritos en el año 2019 al módulo final de la diplomatura, 68 finalizaron y aprobaron el curso, 8 cumplieron con entre 3 y 5 entregas de las 6 obligatorias y 18 estudiantes abandonaron el curso, realizando como máximo una sola actividad. Las encuestas sobre la experiencia educativa del primer curso se indagaron en forma cualitativa y cuantitativa y las contestaron 49 estudiantes.

La tutoría con la dinámica inicial fue considerada por 27 de esos 49 estudiantes como *excelente*, 21 estudiantes la caracterizaron como *muy buena* y un estudiante la consideró como *buena*, no se encontraron caracterizaciones negativas para ese rol.

Para caracterizar en el marco de la investigación cuáles son los aspectos que les llevan a estudiantes a determinar que una tutoría es muy buena o excelente, se analizaron las justificaciones literales de la encuesta a través de un análisis cualitativo. Se resumen las respuestas

más frecuentes agrupadas en categorías emergentes:

1. Responder consultas y dudas en foro (39 respuestas).
2. Estar presente, ser atento, predispuesto (20 respuestas).
3. Apoyar, acompañar y motivar (16 respuestas).
4. Explicar, sugerir y resolver problemas (12 respuestas).
5. Claridad y sencillez para explicar (11 respuestas).
6. Rapidez en la respuesta (7 respuestas).
7. Corregir y hacer devoluciones de las entregas (6 respuestas).
8. Ser amable, fluido y dinámico (6 respuestas)

Se les preguntó a los estudiantes qué aspectos de la propuesta pedagógica mejorarían. Plasmamos en ejemplos los resultados del análisis de las encuestas con extractos textuales de las devoluciones recibidas del aula:

1. ...mejoraría las consignas de los trabajos prácticos. De vez en cuando no quedaba en claro que era lo que se debía entregar. . .
2. . . . Me habría gustado poder descargar una imagen de mi lugar de interés, procesarla, conocer más en profundidad el QGis, ver otras provincias (o bien la mía), poder razonar por mi misma la problemática. . .
3. ...a muchos se nos complica dedicarle mucho tiempo a buscar cosas extra al material, o ir adivinando qué hacer y sobre qué datos trabajar, si bien es una buena forma de aprender, y hacer ensayo/error, a veces te lleva mucho tiempo (ej: uno o dos días completos) resolver los prácticos (cosa que en realidad me pasó en casi todos los módulos) y me parece que es algo que tienen que tener en cuenta a la hora de programar las actividades...
4. ...Sería útil brindar un ejemplo de qué es una buena memoria para acompañar un mapa..
5. ...No me gusta el trabajo en grupo. Me gusta hacer las cosas a mi ritmo y me molestan los extremos: algunos integrantes son inflexibles y otros no trabajan...
6. ...Me gustó mucho el trabajo integrador. Sumaría alguna problemática urbana...

En base a la pregunta *¿qué aspectos del curso mejoraría?*, algunas de las devoluciones encontradas en las encuestas fueron positivas pese a que la pregunta indicaba que aspectos mejorar, se comparten esos extractos:

1. ..Fue un módulo integrador, llevadero. El trabajo en grupo fue una muy buena idea, debo confesar que al principio me pareció que sería complicado hacer algo en grupo a distancia pero supimos organizarnos y aprendimos de la experiencia de todos..
2. ...me pareció muy interesante la modalidad de evaluación mediante la realización de un mapa y una memoria. . .

3. ...Los apuntes un poco más ajustados a los contenidos mínimos y también a las actividades que se solicitan...
4. ...Creo que mejoraría algunas guías teóricas...

La plataforma *moodle* recibe comentarios positivos como medio para enseñar a distancia, con un 100 % de respuestas favorables con algunas sugerencias orientadas a como se presenta el material.

En este caso el eje central fue un análisis integral de la propuesta pedagógica y el funcionamiento de **la tutoría**. La experiencia transcurrió de octubre a diciembre de 2019 y fue la primera edición de la diplomatura. Las estrategias implementadas, se centraron en cada semana en presentar el tema por escrito en *Foros*, llevar un conteo de la evolución de cada persona unidad a unidad según la entrega de los trabajos prácticos.

Concluimos para el primer análisis del caso en que el planteo inicial tiene muchos errores por subsanar para próximas ediciones ya que el objetivo de implementación de ABP, se materializa en la unidad final, pero requiere de ajustes para poder responder a los resultados de las encuestas sobre el trayecto. El principal inconveniente es la rutina de aprendizaje y resolución de problemas, es la primera vez en el aula de carácter multidisciplinar que se les solicitó a estudiantes que tomen decisiones, se debe reforzar la propuesta didáctica para el aula, sumar pequeñas problematizaciones a lo largo del recorrido, para permitir que estudiantes logren el grado de abstracción buscado en la resolución de problemas complejos, partiendo de herramientas geomáticas básicas y culminando en avanzadas

### **5.4. El caso de la materia Mecánica y Tratamiento de Rocas**

La materia McyTR corresponde al cuarto año de la carrera de Geología, la geomática en sí, no forma parte de la currícula, pero se propone como una mejora a la propuesta didáctica, principalmente en la construcción de la primera unidad dedicada al análisis introductorio de los mapas geotécnicos y el desarrollo de obras civiles. El rol de la tesista en aula es una adscripción al curso completo, con intervención total en la unidad que se investiga.

La materia tiene un docente titular a cargo de las actividades teóricas y otro encargado de las actividades prácticas. En el desarrollo de la materia se presentan los diferentes núcleos temáticos, a partir de los cuales, se desarrollan clases teórico-prácticas en aula y de campo.

Previo a la intervención, los mapas eran construidos con dos posibilidades: 1) de forma manual, con hoja de calcar especificando las direcciones de la pendiente, curvas de nivel, orientación de laderas de un área de interés y 2) mediante el uso de análisis espacial fundamentalmente centrado en SIG donde cada estudiante construye su mapa geotécnico en base a los propios saberes y lineamientos generales otorgados por el equipo docente, que impulsaba el uso de herramientas geomáticas.

En ésta sección nos proponemos analizar todo el material disponible, para intervenir únicamente una sola unidad que corresponde a la introducción, contenido donde como hipótesis planteamos que la geomática puede favorecer la resolución de problemas específicos vinculados con la cartografía geotécnica.

### 5.4.1. Escenario inicial

El curso propuesto, tiene como objetivo que cada estudiante incorpore conocimientos y metodologías de trabajo sobre problemas *geológico-ingenieriles*, que permitan la evaluación de las principales problemáticas geotécnicas de macizos rocosos, en relación al emplazamiento de obras de ingeniería de cualquier tipología, promoviendo el razonamiento geológico para el emplazamiento de proyectos.

El plan de clases incluye el desarrollo de 10 temas vinculados a diferentes estadios en el análisis de la roca, y el tipo de obra civil posibles de ser emplazadas. En todos los tópicos principales, se realizan ejemplificaciones a partir de detalles de proyectos y obras de ingeniería de diferente tipología desarrolladas en Argentina y algunas icónicas del mundo. Los temas se resumen en la siguiente lista y el primero es el que se interviene en el marco de este proyecto:

1. **Introducción a la mecánica de rocas - macizos rocosos (elementos para la evaluación geomecánica)**
2. Parametrización mecánica de discontinuidades geológicas
3. Estabilidad y diseño de taludes en roca
4. Voladuras de roca a cielo abierto
5. Determinación de parámetros mecánicos en laboratorio. Estudios de roca intacta.
6. Determinación de parámetros mecánicos *in-situ*.
7. Estabilidad y diseño de excavaciones subterráneas
8. Mejoramiento de macizos rocosos
9. Módulo integrador de Aplicaciones Geotécnicas
10. Geotécnia y control ambiental

Las clases constan del desarrollo teórico de los temas del programa en formato expositivo, junto a ejemplificaciones de problemáticas en proyectos u obras civiles en Argentina y el mundo, ejercicios como la determinación de parámetros incluyendo aspectos experimentales del laboratorio y cálculo, visitas a laboratorios, y actividades integradoras *in situ* a través de salidas a campo.

También los alumnos deben desarrollar durante el curso, una carpeta personal de trabajos, donde se incluyen las ejercitaciones, monografías de temáticas específicas y trabajos relacionados con proyectos (por ejemplo: estabilidad de taludes, determinación de parámetros y obras subterráneas).

La evaluación de la materia, consiste en dos exámenes parciales con preguntas teóricas que implican desarrollo y respaldo de la idea, de interpretación gráfica, desarrollo y opción múltiple, el examen es pensado en formato papel y con estilo de corrección manual, no a través de una plataforma; detallamos algunas de las preguntas de examen y su operador cognitivo correspondiente, según la taxonomía de los objetivos (Di Pierro, 2016a):

- *Realice una lista de los principales tipos de sostenimiento en obras subterráneas y su condición específica de aplicación en las mismas* **Comprender, identificar y dar ejemplos**
- *a) Porque considera usted que los mapas geotécnicos se están convirtiendo cada vez más populares en todo el mundo como una herramienta para la toma de decisiones sobre la ingeniería de la construcción, el desarrollo territorial y la planificación?, b) Como pude clasificar los mapas geotécnicos en función de la escala y como en función de objetivos y contenidos?* **Analizar e inferir**
- *En un emplazamiento de hormigón armado de porte, ¿Cuáles de los siguientes aspectos geotécnicos son críticos para su diseño, por qué? a) Presencia de roca débil en fundación o estribos, b) Existencia de una familia de discontinuidades con inclinación hacia aguas abajo, o c) Resistencia al corte hormigón-roca* **reproducción de un concepto y justificación a través de un análisis de la opción elegida**

El análisis del tipo de examen que se ofrece, nos aporta múltiples operadores cognitivos en práctica para su desarrollo, se considera esencial para diagramar la propuesta. Los exámenes parciales en conjunto con la carpeta se promedian para darle al estudiante dos opciones, la regularidad ó quedar libre si no cumple con algunos de los tópicos presentados.

Cabe que destaquemos que la regularidad se divide en dos: 1) si la calificación final es mayor a 7 (siete) promociona y va a un oral en donde elige un tema para presentar y el docente le elige otro al azar para desarrollar de forma oral con ayuda de gráficas que considere necesarias de crear durante su ejecución y defensa ante el tribunal de examen.

Si el estudiante queda en condición regular pero no promociona también elige un tema para presentar y el docente elige dos. Un estudiante libre en la instancia de examen final debe presentar la carpeta completa y rendir un examen teórico-práctico de carácter escrito, no incluye una instancia oral.

Recuperamos el planteo de inicio, de todos los contenidos que posee este curso y nos centraremos en la propuesta práctica de la primera unidad: *Introducción a la mecánica de rocas - macizos rocosos (elementos para la evaluación geomecánica)*.

### 5.4.2. Análisis de la experiencia

Una de las grandes destrezas, que se desarrolla como estudiante de geología, es la capacidad de cambiar de escala en el planteo de un problema, precisamente porque los problemas con los cuales se trabajan requieren un enfoque multiescalar, ejemplo:

La roca uno de los ejes en el área disciplinar, está compuesta por minerales, depende de una historia de formación y se estudia desde las *micras* en un corte delgado, a campo analizando el entorno y tomando muestras, y como complejo rocoso a escala regional con herramientas digitales.

Para identificar, caracterizar y analizar rocas se requieren múltiples escalas; desde la perspectiva de la mecánica de rocas, el análisis se centra en su resistencia a diferente tipo de escenarios, ya que la roca se estudia para construir asentamientos de gran porte (no excluyente), conocidas como obras civiles.

Analizamos en el ciclo 2018 y 2019, a continuación las observaciones sobre el aula. Las clases teóricas se desarrollan con apoyo de una presentación de *power point*, el docente a cargo del espacio presenta el tema. Una unidad puede desarrollarse en uno o más encuentros, las presentaciones hacen a su vez de apunte de estudio, los docentes las crean con ese doble fin, tienen texto de referencia, citas, gráficas, preguntas disparadoras, audiovisuales de proyectos y casos prácticos. Todos los encuentros cubren estos aspectos en la teoría. El docente durante el desarrollo del tema busca constantemente la reflexión del aula, les pide la opinión repensar y completar los interrogantes que surgen a medida que avanza con el tema.

Las propuestas prácticas se desarrollan a continuación del respaldo teórico y constituyen un análisis práctico del tema abordado. Particularmente se proponen resoluciones a problemas del campo disciplinar indicados en las fórmulas y herramientas de trabajo. El *paso a paso*, es mostrado en la pizarra por el docente con apoyo de una presentación que ocupa el mismo rol que el material teórico, funciona como apunte de estudio. Los estudiantes toman notas y hacen preguntas, y les queda la labor para desarrollarlo en casa. Es importante que en caso de necesitar un programa en la computadora, la labor sea de tarea para realizar fuera del espacio universitario debido a la facultad no cuenta con un espacio con computadoras para toda el aula en la cual desarrollen el análisis. Algunos ejemplos de ejercicios prácticos:

*Para rotura en cuña calcular el factor de seguridad con los siguientes parámetros... Realizar un esquema simple del talud y su discontinuidad con las siguientes dimensiones... Calcular mediante el programa GEO5 el Factor de Seguridad de un talud y su discontinuidad con las siguientes dimensiones y parámetros...*

Observamos que no existen en ninguna instancia intervenciones grupales o individuales en el desarrollo de la materia. La creación de la carpeta es una tarea que se desarrolla en formato individual y tampoco presenta espacios de interacción intermedios, excepto que cada estudiante asista a los espacios de consulta abiertos en un horario fijo, dos veces por semana en el cuatrimestre correspondiente al curso.

La geomática no es parte del proyecto de clases prácticas, pero es un elemento crucial como apoyo en la construcción de mapas geotécnicos que propone la primera unidad. Para ello se presentaban espacios de descarga, datos preprocesados, cartas geológicas georreferencias, y cada estudiante desarrollaba un informe con las características que enunciamos a continuación:

- Introducción al área de estudio
- Geología regional de la zona
- Materiales y métodos
- Resultados
- Bibliografía

De acuerdo a los operadores cognitivos que propone Di Pierro (2016a), los encuentros teóricos se centran en la comprensión de los conceptos, el análisis de casos prácticos vinculados a esos conceptos; y en la evaluación de los interrogantes planteados las diferentes situaciones, y casos prácticos, encontrando el análisis posible de realizar para el caso de acuerdo a las herramientas puestas en juego.

Las prácticas en general se centraron en aplicar las fórmulas de cálculo que se proponen desde la teoría y con diferentes herramientas y recreación gráfica completar análisis y poner en números preguntas puntuales, ninguna de ellas planteaba una situación problemática, se daban datos y se pedía que se calcule y analice lo que indicaba el valor, siguiendo un paso a paso de procedimiento.

Nuestra labor en aula se centró en la primera unidad, había una intención del espacio a que esa unidad del programa se trabaje con herramientas geomáticas, nuestro rol fuera encontrar cómo realizarlo de manera asertiva, ya que se trataba en ese momento del primer acercamiento en su trayecto académico a éstas herramientas.

El análisis se centró en los saberes previos de cartografía, esos saberes previos se vinculan estrechamente con un proyecto que involucre la geomática, fue central para preparar la primera intervención. Recopilamos trabajos de ciclos anteriores facilitados por el equipo docente de la cátedra, nos enfocamos en desglosar las claves de comunicar información espacial por medio de mapas con el fin de establecer las habilidades del grupo de estudio para generar información cartográfica y de interpretarla.

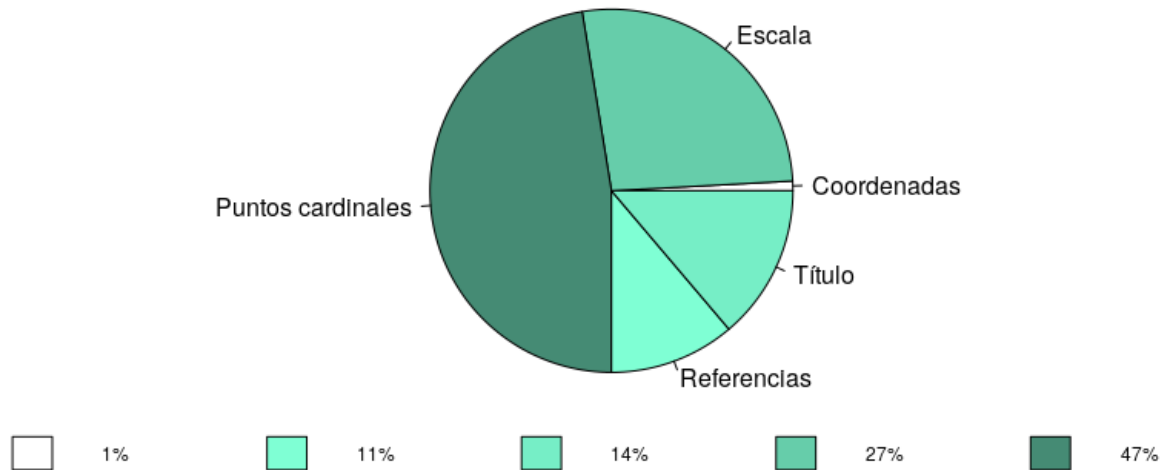
- 1: Se solicitó a los alumnos (cuarto año carrera de Geología) que dibujaran un mapa que permitiera comunicar el recorrido entre la Facultad y su domicilio. En un tiempo de 5 minutos en una hoja A4 blanca.
- 2: Luego esos mapas se pusieron en consideración de otro grupo de alumnos del mismo estadio de formación académica y se les solicitó su interpretación.
- Hipótesis 1: Existen códigos (elementos, grafismo) comunes en la expresión de espacio a través de un mapa de ubicación.
- Hipótesis 2: La lectura de los mapas considera información (líneas, gráficos) mínima para interpretar y responder una pregunta específica.

Para evaluar la percepción, el análisis y la comunicación de información de datos espaciales diseñamos con el espacio de cátedra una prueba que consistió en dos etapas:

Se analizaron un total de 116 producciones por docentes y en el marco de esta tesis, fueron creadas entre 2015-2019, bajo la misma consigna, y se sometieron a evaluación 73 de ellas por pares, durante el ciclo lectivo 2019. La información se analizó considerando a) Interpretación, b) Elementos de mapa y c) Aportes.

La interpretación de los resultados realizada en el marco de esta investigación la resumimos en que: los estudiantes poseen las aptitudes de escalar (76%), ubican espacialmente y usan simbología (93%) y delimitan recorridos (55%). Los elementos que identificamos en los *mapas* se resumen en la Figura 5.2 y se expresan en %:





**Figura 5.2:** elementos presentes detectados en los mapas

El resultado expuesto por el análisis de los alumnos (73 casos), en base al cuestionario: a) ¿Llegas a destino?, b) ¿Qué elementos de mapa faltan? y c) ¿Cuál sería tu aporte?; definieron que, a) en 69 casos no llegarían, b) equivalente a la interpretación docente y c) le falta un marco/contexto a todas las producciones.

Observamos que la comunicación espacial entre el creador del mapa y quien lo interpreta no fue eficiente; porque tanto el emisor como el intérprete, si bien ubicaron espacialmente elementos cartográficos, tuvieron dificultades para representar y razonar respectivamente los resultados, expresados en el mapa. La evaluación de ubicación espacial realizada, nos permite elaborar un proyecto educativo para fortalecer con el aporte de herramientas geomáticas, la creación, análisis y respaldo de mapas geotécnicos y la propuesta se centrará en el apartado práctico de la primera unidad de la materia.

El curso de McyTR posee un equipo docente fijo durante todo el desarrollo del curso y las incorporaciones de herramientas geomáticas en el marco de este proyecto apuntan a sumar variables de análisis al campo disciplinar de la geotécnica. La dificultad aquí si recae en aportar estrategias educativas en un marco sin formación docente, en un contexto especializado donde se debe partir desde las bases del manejo de las herramientas, para pasar al siguiente nivel de abstracción como se planteó en el primer capítulo de resultados donde se adquieren grados de libertad para resolver problemas. Es por ello que para propuestas del curso pesa el material didáctico y audiovisual que se prepare para el espacio, dado que sólo ocurre en el marco del proyecto de tesis.

## 5.5. Desafíos de acuerdo al espacio

Los escenarios propuestos como espacio de análisis, se vinculan con la geomática de tres maneras diferentes, 1) donde es el centro de la indagación, 2) donde es parte necesaria de la solución a un problema y 3) donde se incorpora como enriquecimiento en el análisis de un problema. Lo que nos permite identificar y enmarcar las propuestas en las necesidades que pueden satisfacer algunas herramientas geomáticas de acuerdo al espacio considerando los enfoques ya presentados en el primer capítulo de resultados, centrada en la interpretación de problemas sería el hilo común a indagar en los tres casos.

Otro aspecto de interés para pensar el desafío de la intervención repensando las propuestas académicas, es la falta de vínculo entre los contenidos de las unidades. En ninguno de los planes de clases revisados en el marco de este espacio existe un contexto, un marco en el cual unidad a unidad o módulo a módulo o tema a tema se genere una rutina que ayude al estudiante a seguir el desarrollo, labor que si fue pensado en el programa de curso de especialización de la diplomatura.

El trabajo de este proyecto fue encontrar un hilo conductor a través de los evaluables de todos los temas que se propusieron culminando el desarrollo en un trabajo integral que nuclea las diversas temáticas vistas y desarrolladas. Es decir que tomaremos aprendizajes de todos los espacios ya que partimos de estadíos diferentes para replicar las estrategias de enseñanza que sean comunes y funcionales a los casos.

En los equipos educativos, y en base también a la reconstrucción histórica, relatada en el primer capítulo de resultados, observamos que el desarrollo de un plan de clases se sustenta en base a las experiencias que han tenido cada docente para generar el espacio educativo, en ninguno de los casos se enuncian explícitamente criterios didácticos o pedagógicos basados en buenas prácticas de enseñanza que contribuyan en el desempeño de su rol. Si se observa en relatos el concepto arraigado de "*se aprende haciendo*" y también en el análisis de aulas, como una estrategia docente con lo que se denomina en lenguaje coloquial como: *el paso a paso*, en el uso de herramientas geomáticas.

Para los casos donde en primera instancia se hicieron observaciones de aula<sup>14</sup>, observamos que se solicita a cada estudiante elaborar o desarrollar una explicación personal sobre un concepto, pero en ninguno de los casos se centra la propuesta con claridad sobre un problema (o varios), no existen instancias de intercambio y devolución sobre el propio proceso de aprendizaje. Resumiendo los puntos en común de los espacios coinciden en la modalidad de examen, los interrogantes para evaluar los aprendizajes se centran en la teoría a través de exámenes sustentados en apartados de *múltiple opción*,

En los espacios en donde el estudiante ya tiene acceso a las herramientas que proporciona la geomática, observamos que el eje es aprender a usar el *software* de procesamiento, saber *¿cómo se descargan los datos?* No hay interrogantes de acuerdo a los contenidos registrados en el plan, las calificaciones en general son buenas, no presentan inconvenientes para cumplir con los desafíos planteados, por lo que el trabajo de ésta investigación no se verá reflejado en calificaciones de la materia, si se centrará en saberes y en la taxonomía de los objetivos que se proponen en el trayecto.

Lo que sí encontramos es que no se plantean instancias desafiantes que involucren la interacción entre pares y el desafío de resolver un problema a partir de un interrogante, ubicando los conceptos que se proporcionan de forma magistral como parte de los insumos

<sup>14</sup>Introducción a la teledetección (maestría) y Mecánica y tratamiento de Rocas (grado).

para resolverlo.

El curso de IT el total de 21 estudiantes inscritos completó el curso. En nuestra primera edición del curso HGAA, de 93 inscripciones, 73 personas finalizaron el curso. Allí se observaron 10 abandonos donde se presentó como máximo una sola actividad y 10 actividades incompletas, superando 3 de las 6 entregas obligatorias. Y en McyTR de 40 inscripciones 25 completaron las actividades propuestas y finalizaron el curso, para el ciclo 2018 de todos los espacios. Es decir que en el curso de IT 100 % completó y aprobó el curso, en HGAA un 78,5 % y en McyTR un 62,5 %.

El material creado en el marco de la tesis para la diplomatura, se basó en un modelo basado en los problemas, pero, al no estar enmarcado específicamente en módulos previos de la diplomatura, planeamos que la problematización se construya primero impulsando a que estudiantes generen contenidos guiados hasta llegar a una situación problemática integral. La idea del plan de clase requiere de ajustes para acompañar el proceso de aprendizaje.

En Educación a Distancia (EaD) trabajamos con un método diferente para pensar el aprendizaje, de carácter 100 % en línea, y con la posibilidad plena de ser realizado totalmente a destiempo. Docentes que generan el contenido no necesariamente ejercen el rol de tutores durante el desarrollo del curso. Por ello consideramos hacer foco en la labor de tutoría, por su lugar estratégico en la propuesta pedagógica y considerando que estos contenidos han sido trabajados en la primera etapa de presentación.

Para los tres cursos, se debe dar una reestructuración en la distribución de las tareas en la ya mencionada polidocencia Almeida y Borba (2018) y Mill (2010). Referido a contenidos, existe desarticulación con el procesamiento y habilidades adquiridas en módulos anteriores principalmente en apartados de estadística espacial y SAR. Centrando una gran necesidad en el espacio de generar interacciones de otro tipo que descentralicen el manejo de la herramienta y se enfoquen en los problemas planteados.

Capítulo

6

## Descripción de tres experiencias de intervención educativa

Il più grande segno  
di successo per un  
insegnante è poter dire:  
i bambini stanno lavorando  
come se io non esistessi  
María Montessori

Hemos analizado tres experiencias disímiles que nos ha permitido develar el recorrido didáctico de los espacios, encontrando situaciones comunes a todas, referidas a los modos de enseñar geomática en cada uno de los trayectos. Buscamos ejes comunes dentro de las estrategias de enseñanza para pensar cómo armar una propuesta educativa que aborde las necesidades del grupo de estudio.

A partir de las *categorías didácticas*: docentes, estudiantes, contenidos, conceptos a desarrollar y espacio de aprendizaje, surgieron dimensiones que nos permitieron proponer repensar el aula a través del ABP, elaborar propuestas de trabajo grupal e individual, reforzar el vínculo entre docentes a cargo de crear material didáctico, lograr contenidos homogéneos para el aula sin que pese la variabilidad docente y ofrecer continuidad entre un tema y otro. Las dimensiones eje en la investigación recuperadas sobre las que trabajaremos en la intervención se resumen en:

- Los problemas propios de la disciplina desde múltiples escalas.
- Estrategia educativa: desde el material didáctico hasta la evaluación.
- El trabajo en grupo.

Como referente empírico para investigar el aula, nos centramos en las actividades propuestas, es decir las *consignas* docentes y *tareas* presentadas por el aula de acuerdo al caso de estudio.

### **6.1. El caso de la materia Introducción a la teledetección**

Encontramos que el material didáctico inicial requería un hilo conductor que al mismo tiempo no repitiera los temas y que los ofreciera en momentos claves, para acompañar el proceso de aprendizaje. El material debía proponer un cambio de rol en los estudiantes respecto del manejo de las herramientas de geomática en el trayecto educativo y diversificar los posibles casos de aplicación evitando el foco en una única problemática y abordando la la multidisciplinariedad que reúne este tipo de curso.

Esa premisa de cambio, nos impulsó a recurrir al enfoque didáctico, el ya presentado Aprendizaje Basado en Problemas, para una nueva propuesta educativa, acorde a los objetivos y alcances de cada espacio en su plan de estudios.

Las intervenciones didácticas a esta materia se dieron a lo largo de tres años, 2020, 2021 y 2022 de manera gradual e incremental. Esto fue así porque apropiarse de la lógica del Aprendizaje Basado en Problemas para esta materia llevó un tiempo de aprendizaje y de adaptaciones del enfoque de enseñanza a la propuesta de la cátedra. De manera iterativa, cada año se realizaron encuestas al estudiantado que se usaron como insumo para revisar la nueva propuesta.

#### **6.1.1. Intervención**

La propuesta pedagógica se respalda en la presentación de tres casos, tomados como escenario de prueba para construir saberes de forma escalonada y paulatina que involucren procesamiento básico de datos geoespaciales hasta llegar al procesamiento avanzado de esos

datos. Estos saberes vinculados a diferentes niveles de abstracción requeridos para construir aprendizajes transferibles y significativos, fueron presentados en el primer capítulo de resultados en la Figura 4.8.

La propuesta educativa se plasma en un trayecto donde se propone el trabajo en equipo del estudiantado con un objetivo común desde el primer día de clases, cuyo resultado se resume en la elaboración de un MAPA ó MAPAS como producto final. El diagrama de la Figura 6.1, divide y agrupa los momentos de aprendizaje vinculados a los temas del curso y los niveles de abstracción que proponemos como estrategia de enseñanza.



**Figura 6.1:** flujo de trabajo de la propuesta pedagógica de Introducción a la teledetección 2020

La jornada de aprendizaje la percibimos como una secuencia de esos momentos, donde a través de una rutina de trabajo, se tocan cuatro aspectos claves: 1) simulación de la realidad a través de situaciones problemáticas, 2) presentación de conceptos en los encuentros teóricos, 3) repaso a través de autoevaluaciones y 4) práctica a través del desafío grupal sobre los temas del trabajados ese día que se ubican en el análisis del problema y sus interrogantes.

El supuesto pedagógico es que organizar la clase en estos momentos no permitiría abordar los niveles de abstracción que deviene del acercamiento de referentes al campo disciplinar, en esta tesis el objetivo es integrar los saberes en la resolución de problemas complejos, es por ello que en un curso introductorio a la teledetección el desafío es recorrer los niveles desde el problema, por ello los momentos presentados en la Figura 6.1 parten del planteo de un problema y atraviesan tres momentos el análisis espacial: donde el foco son el uso de las herramientas y el reconocimiento de forma regional de elementos cartográficos y leyes de la física, las aplicaciones básicas donde se presentan procedimientos comunes y finalmente las aplicaciones avanzadas donde se pueden responder los interrogantes del problema, el último momento es protagónico y corresponde a la evaluación que no es concebida por fuera del ciclo de aprendizaje.

Aludiendo al concepto de “*aula invertida*”, y considerando que para los estudiantes que lo toman es el primer encuentro con un curso de introducción a la temática, se proponen TRES PROBLEMAS, vinculados a tres campos disciplinares que se ajustan al perfil del tipo de estudiantes que convoca un curso introductorio a la teledetección:

1. Relevamiento de humedales de la provincia de Buenos Aires, Argentina.
2. Eutrofización en el lago San Roque, Córdoba, Argentina.
3. Riesgo geológico en el Volcán Copahue, frontera Argentina-Chile.

Todo el material didáctico se preparó para apoyar el análisis y posibles propuestas de resolución de los problemas presentados: las clases magistrales en línea<sup>1</sup>, los prácticos, los audiovisuales, otros cursos, las redes, artículos, etc. Esta decisión didáctica permitió una integración de los conceptos a lo largo de la materia, situación que en la descripción diagnóstica del dictado de la materia parecían como fragmentados. Se conformaron equipos de 7 (siete) estudiantes y, de acuerdo al problema que se les fue asignado, les correspondía la primera, la segunda o la tercera opción de problema: 1) Humedales de la pampa húmeda, 2) Volcán Copahue y 3) Eutrofización del Lago San Roque. Destacamos que los grupos de trabajo de los estudiantes fueron creados por el equipo docente de acuerdo al perfil académico del alumnado, y en correspondencia a los campos disciplinares en los cuales fueron formados. El diseño del trabajo en grupo se eligió debido a que permite integrar campos disciplinares, y aquí se recupera una de las falencias detectadas en el primer capítulo de resultados de esta tesis donde presentamos que es una tarea de la última década la vinculación, al integrar campos disciplinares se reúnen habilidades provenientes de niveles de abstracción diversos y, el manejo de herramientas complejas se vuelve una labor comunitaria y no individual, que es uno de los ítems que lleva tiempo en el desarrollo de los desafíos rompiendo con individualidades y también el conocimiento fragmentado sobre la materia, ubicando al equipo docente en un rol de apoyo y guía desde el primer momento hasta la defensa del trabajo final.

La consigna de trabajo para el estudiantado era generar un producto que diera respuestas al problema complejo asignado por caso, y debía responder a alguno o todos los interrogantes planteados. Permitimos, si se consideraba necesario, hacer otros procesamientos con el *software*, incluso algunos que no se hayan visto en la clase. Los nuevos procesamientos no debían presentar una complicación sino facilitar el planteo de la idea de resolución. Esta opción permitía que saberes previos y diferencias producto de la multidisciplinariedad del aula pudiese ser integrado y el nivel de abstracción base del aula terminase nutriendo el producto final que genere el equipo, multiplicando saberes.

La propuesta que elegimos fue ubicarnos en diferentes roles, recreando un equipo de trabajo a cargo de la gestión, por ejemplo: como brigada de emergencia, oficina de ambiente, empresa, grupo de investigación. A continuación un extracto del planteo para el grupo de trabajo:

*Ejemplo de problema: Los lagos de Córdoba forman parte de la red interconectada ¿cuál es su función?, ¿a qué se destina el agua?, ¿de qué tipo de obras se trata y cuantas son? Los diques se encuentran monitoreado por personal de la Secretaría de Recursos Hídricos, la cual registra en algunos de ellos eventos de floración algal (en inglés “bloom”) recurrentes, especialmente dentro de la temporada estival. La propuesta a lo largo del presente curso es abordar las siguientes preguntas:*

*Interrogantes para responder a través de los diferentes momentos ¿Cuál es el estado de los embalses de Córdoba? ¿Comparten la misma red de drenaje? ¿La eutrofización es un problema recurrente en embalses? ¿Los embalses son parecidos entre sí?. Por qué las floraciones algales del Lago San Roque se consideran como eventos fuera de lo común? ¿Las mismas ocurren de repente? ¿El turismo promueve el incremento de las floraciones?.*

---

<sup>1</sup>La propuesta pedagógica, transcurre mejorada en formato virtual debido a la pandemia del COVID-19 (coronavirus), derivada de la enfermedad ocasionada por el virus SARS-CoV-2.

Preguntas disparadoras: *¿Qué corresponde hacer?, ¿podría acceder a información que necesito libremente?, ¿Hay roles en el grupo de trabajo?, Distribuir tareas, poner plazos. ¿Qué datos solicito? Necesito saber algo sobre el área afectada, un pronóstico de tiempo, un mapa. . . En caso de que el problema sea muy grave ¿existe una entidad internacional que pueda aunar esfuerzos? ¿Cómo le presentaría datos a un ministro?.... y así.....*

El material se diagramó plenamente dentro del aula virtual (*Moodle* con anticipación a su dictado. Se separó el material didáctico por encuentro diario, lo que incluía para cada jornada un paquete con los siguientes recursos de aprendizaje:

- Hojas de ruta: indican los caminos a seguir paso a paso, presentan preguntas acertijos y problemas para cada caso;
- Machetes: indicaciones de comandos para resolver problemas particulares; y
- Apuntes: facilitados por el equipo docente en carácter de consultores, material de la DUGA, artículos y libros vinculados a la temática.
- Clases expositivas: presentación de los fundamentos teóricos y de los principales interrogantes por tema para respaldar cada propuesta, atravesadas por interrogantes disparadores que ayuden a pensar los problemas.

En el capítulo anterior al presentar el caso de la materia Introducción a la Teledetección enunciamos que el curso era de carácter intensivo y a desarrollar en tres semanas con encuentros diarios de 8hs cada día. Se planteó para el desarrollo del curso la misión del día y al final del mismo, el líder de la jornada presentaba los avances plasmados en la hoja de ruta del equipo. El rol de líder era rotativo, no podía ser la misma persona.

Los encuentros pensados para la clase presencial, por la pandemia del COVID-19 se ofrecieron a distancia en abril del 2020. Se ajustó el contenido a la nueva situación de aula y, las clases magistrales fueron planteadas con recreos cada 45 minutos. En el momento de trabajo grupal (durante las prácticas), se ofrecía una tutoría especial por grupo, para resolver preguntas y tareas que fueran necesarias. Esto se realizó a través de video llamada por *Big Blue Bottom* en *Moodle*.

Los programas informáticos de geomática para poder desarrollar las actividades fueron: QGIS versión 3.4 para el año 2020, con complementos: *Semi Automatic Classification, profile tool, openlayer*) y R Studio 3.6 con complementos: *rgdal, raster, ggplot*).

Después de cada encuentro (al final del día), en el aula virtual se solicitó un trabajo individual que incluía contestar 5 (cinco) preguntas diarias y reportar (por grupo de trabajo) los hitos más importantes en el desarrollo del trabajo diario, creando una hoja de ruta propia donde se expresen las rutinas realizadas en términos de cómo ayudan a responder las preguntas que se formulan para cada problema. La hoja de ruta elaborada podría incluir por ejemplo una cadena de capturas de pantalla del día con un hilo conductor del relato y tenía una doble función: la de documentación y la de generación de resultados intermedios posibles de ser usados en el encuentro final evaluativo.

El resultado final del análisis fue plasmado en un reporte efectuado por el grupo en formato de presentación, ubicando a los autores como comunicadores sociales, por lo que el



uso de las palabras, las fundamentaciones y metodología debían ser pautadas desde esa perspectiva. La presentación debía informar sobre el problema utilizando todo lo aprendido y no menos importante, contestando las preguntas del problema. La misma fue evaluada al momento de la exposición con especialistas en la temática invitados a ese encuentro. Constituyó el único ítem evaluable de la asignatura por grupo de trabajo.

### 6.1.2. Percepciones de los estudiantes sobre la intervención

Para comprender el alcance de los primeros cambios realizados en la propuesta de enseñanza se realizaron encuestas a los estudiantes que fue contestada por 12 de 17 estudiantes que tomaron el curso en 2020. En esas encuestas el estudiantado respondió que el programa se cumplió en un 100 %, y que la coordinación entre teoría y práctica fue efectiva en un 75 %.

Para indagar sobre la percepción respecto a los tiempos dedicados a la práctica se usó una escala *Likert*. Para 1 estudiante (8,3 %) fue *excelente*, para 4 estudiantes (33,3 %) fue *muy bueno*, para 65 estudiantes (50 %), el tiempo destinado a la práctica fue *bueno* “excelente”, para 1 estudiante (8,3 %) fue “*muy malo*. Por otro lado, el análisis sobre el material didáctico preparado fue evaluado como: 50 % muy satisfactorio y el otro 50 % satisfactorio. En cambio hay diferencias en el análisis de la bibliografía recomendada. Un 25 % la encontró muy satisfactoria, un 50 % satisfactoria, un 8,3 % media y el % restante prefirió no contestar esa pregunta.

En lo referente a la evaluación, la misma no consistió en un examen sino que se centró en las producciones grupales y fueron calificadas con 10 para todas las presentaciones. Al indagar sobre la evaluación, un 91,1 % del estudiantado la encontró muy satisfactoria y el restante 8,3 % satisfactoria. Respecto a la consigna propiamente se consultó sobre su claridad y precisión, un 41,5 % la encontró muy satisfactoria, un 50 % satisfactoria y un 8,3 % media.

En relación a la devolución del examen, un 75 % las consideró útiles para cerrar su proceso de aprendizaje, y un 25 % satisfactoria. Y respecto propiamente a la calificación, 75 % la encontró muy satisfactoria y el 25 % satisfactoria.

En la encuesta se incluyó el desempeño de cada docente y las críticas más destacadas, se resumen en mejorar el material didáctico facilitado, la dedicación horaria y planificación de actividades. A continuación compartimos extractos literales de devoluciones de estudiantes del ciclo 2020, sobre el desarrollo de la nueva propuesta pedagógica:

Respecto del material didáctico los estudiantes expresaron:

*...sugiero, a modo de un mayor complemento, el aumento de la cantidad de bibliografía que se indica para las clases..*

En relación a la dedicación horaria se menciona la necesidad de un mayor tiempo de dictado. Los estudiantes expresaron:

*...rever el tiempo de duración del curso en función de los contenidos... ..es una pena que esta materia, que presenta las bases de esta maestría, disponga de tan poco tiempo en la currícula... ..fue una cursada muy intensiva, quizá con una o dos semanas más de clases hubiera tenido más tiempo de procesar los contenidos. Muy buena la modalidad de aprendizaje basado en problemas, pero quizá tener un*

*poco más de tiempo para dedicarle al problema final hubiera estado bueno...*

Se valoró la planificación de actividades virtuales y la predisposición de las y los docentes:

- *...tanto el contenido de la materia como la dinámica y el enfoque propuesto por los docentes lo considero sobresaliente. La materia, que en su modo normal, posee una modalidad presencial, y que en estas circunstancias haya sido dictada de modo virtual, con todas las dificultades que eso implica, muestra la predisposición, capacidad de adaptación y recursos con los que cuentan quienes impartieron los contenidos, lo cual deja en clara evidencia la alta capacidad y profesionalidad que poseen los docentes...*
- *...sugiero que para las modalidades virtuales se marquen un poco más los intervalos en las clases magistrales y prácticas...*
- *...agradecer a todo el plantel docente por las clases dadas, y por toda la predisposición que tuvieron y mantuvieron a lo largo de la cursada. Sin dudas, una materia introductoria, bien dictada como esta, sirve de base para una buena formación...*
- *...siento que fue una buena metodología enfocar a un problema final, lo que permitió utilizar lo aprendido en campo", muy bueno el apoyo y coordinación de todos los profesores...*
- *...con muy poca anticipación lograron volcar todo el contenido de la materia al formato virtual, todo un logro porque a pesar de la virtualidad de las clases, el proceso de aprendizaje fue satisfactorio...*

Los resultados de las encuestas son alentadores, ya que no se cuestiona la metodología del ABP, sino la planificación de las actividades y sus tiempos. Entre las observaciones se propuso mejorar en el rol docente el hilo conductor/conector entre temas, es por ello que considerando todas las observaciones, se replantea la propuesta para dar un nuevo curso en 2021.

Cabe destacar que en el ciclo de clases correspondiente al 2021, la modalidad virtual sigue en vigencia debido a la situación sanitaria del país, ya con una experiencia anterior en el formato se reconoce que los encuentros sincrónicos deben ser enriquecedores e interactivos, por lo que se repiense algunas observaciones hechas por estudiantes para el formato del ciclo anterior.

Destacamos que las actividades individuales de responder a cuestionarios diarios, en la edición 2020 no eran evaluables, repetimos la propuesta en el ciclo 2021, donde aplicamos cambios en base a las sugerencias en las encuestas.

La propuesta pedagógica se amplía a seis problemas, lo que permite armar grupos más pequeños y enmarcar la práctica en seis problemas complejos, tomados como escenario de prueba para construir el material didáctico, detallamos a continuación:

1. Humedales pampeanos: Problemáticas de identificación y delimitación en el marco de su inventario;
2. Estados y procesos en los embalses de Córdoba: Eutrofización del lago San Roque;

3. Riesgo geológico en la Cordillera de los Andes: El caso del Volcán Copahue;
4. Recurso Agua superficial en una cuenca periurbana: El caso de la Cuenca Río Reconquista;
5. Transformación de uso de suelo y deforestación: El caso de Chaco Seco en la zona de Monte Quemado;
6. Afectación de incendios masivos: El caso del Bajo Paraná.

Se reducen los momentos a nueve encuentros, reemplazando los trece de la edición anterior, en paralelo se aumentaron actividades asincrónicas que permitían la preparación del aula para asistir al encuentro sincrónico bajo la metodología de *aula invertida*. Se implementan las *clases magistrales asincrónicas*, grabadas por el docente titular a las cuales los estudiantes pueden acceder a demanda y destiempo. Estas clases fueron intervenidas con la herramienta didáctica H5P<sup>2</sup>, la cual permitió que quien aprende, interactúe con preguntas, acertijos y desafíos durante el desarrollo del video grabado en la misma plataforma *Moodle*, y elija los momentos disponibles para escuchar e interactuar con contenidos teóricos, y para contestar en esa semana un cuestionario al respecto.

El cuestionario de cierre de cada clase se discutió en conjunto con el estudiantado posterior a su resolución con el propósito de revisar con el aula los conceptos teóricos presentados y no dejar sólo en una prueba de opción múltiple ese intercambio, el cambio pretendía aumentar el grado de operadores cognitivos la reproducción de un concepto, y justificar el porque de la elección debatiendo en conjunto los motivos con el profesor titular por tema del contenido. Como refuerzo esa actividad se transformó en un espacio de consulta sobre la clase expositivas grabadas. Se incorporaron al curso más docentes auxiliares, y el *software* SNAP, con herramientas similares a QGIS, para diversificar el uso de plataformas libres

Después de cada clase expositiva, que el estudiantado podía seguir de manera asincrónica, en el aula virtual evaluamos el trabajo individual, donde cada estudiante respondía a preguntas semanales que formaron parte de la calificación final de cada uno. A diferencia del ciclo anterior donde las respuestas no eran evaluadas, se contempla ese apartado en la evaluación final.

Las clases magistrales estaban disponibles de una clase a la otra, ya que la pandemia se extendió al ciclo 2021 del curso, y se desarrolló en un período de dos meses, con encuentros semanales y mixtos (sincrónico-asincrónico).

A las clases se les incorporó el *consultorio sentimental*: el espacio contaba con el total del equipo docente y sus saberes multidisciplinares incluyendo al profesor titular donde cada equipo podía asistir o no, con inquietudes e interrogantes, más allá de la tutoría asignada, se lo denominó de esa manera por su carácter libre y también para restarle la presión de consultar y realizar un debate entre pares y docentes sobre los resultados que se conseguían por problema en base a los procesamientos que elegía el equipo tomar y realizar para contestar sus interrogantes, era un espacio de orientación para poder direccionar el proyecto. Los foros del aula virtual, también tuvieron un rol protagónico con diferentes desafíos e interacciones en la dupla docente-estudiante y estudiante-estudiante, previo a la pandemia ese espacio era sólo de intercambio de material didáctico y examen final, pasó a tener un lugar de reunión en el desarrollo del curso

Durante los encuentros sincrónicos, se respetó el rol de liderazgo rotativo ya implementado en la primera edición de 2020 donde cada grupo expuso resultados de la semana anterior

---

<sup>2</sup>Herramienta para construir videos interactivos [H5P](#)

porque se valoró que promovía la participación activa de todo el estudiantado. El líder reportaba los hitos más importantes en el desarrollo del trabajo semanal (indicado en las hojas de ruta). Esa instancia de intercambio rompió el rol pasivo de algunos estudiantes durante los encuentros sincrónicos ya que resultaron protagonistas de cada encuentro en vivo con docentes.

Cada equipo creó una hoja de ruta propia con las rutinas realizadas para responder las preguntas que se formularon para el área de trabajo. El desafío final no se modificó pero sí se cambió la evaluación ya que se incorporó a la calificación de cada estudiante el promedio de la evaluación final grupal 50% y autoevaluaciones individuales 50%. Esto se modificó de la versión de 2020 entendiendo que la instancia de intercambio si no era evaluable no recibía la misma atención que el resto de los contenidos y era el único espacio de refuerzo teórico con el cual contaba la asignatura en la nueva propuesta pedagógica. Compartimos extractos de la edición 2021, donde estudiantes plasmaron cómo percibieron el trayecto de aprendizaje:

Algunos estudiantes valoraron el rol del cuerpo docente y explicitaron que los aprendizajes de este curso pudieron ser transferidos a sus tesis. Extractos de devoluciones alusivas a continuación:

*...Me quedo súper conforme con el desarrollo de las teóricas, la naturalidad y soltura del profe titular para exponer los contenidos de manera tan clara y explicativa es destacable, la didáctica impecable; así como la manera de la profe auxiliar de llevar adelante las clases y organizar el desarrollo del curso.. el profe de práctica predispuesto a explicarnos y ayudarnos sin importar el horario que tenga que dedicar o la información que tenga que buscar; todos los docentes fueron excelentes. En cuanto a contenidos, aprendí acerca de herramientas y metodologías muy rápido, tanto que ya pude aplicar en la resolución de mis problemas de tesis, y eso es valiosísimo, no siempre realmente uno puede hacer valer tanto un curso en sus prácticas de manera tan eficiente; sin dudas recomiendo lo recomiendo mucho.*

Por otro lado, la cantidad de tiempo dedicada a las tareas se sintió como excesiva para algunos estudiantes. Un estudiante expresó:

*Mi única crítica es respecto de la relación horas otorgadas respecto a horas reales de dedicación, dado que el tiempo que requirió para llevar adelante el trabajo grupal siguiendo las hojas de ruta fue excesivo. Se me ocurre que mínimamente debería ser aclarado en la inscripción para que el alumno evalúe su disponibilidad. Por lo mismo, pienso que el certificado debería expresar más fielmente el tiempo de dedicación del alumno.*

Finalmente se valoró la virtualización de la propuesta. Un estudiante dijo:

*Lo que más rescato es la voluntad de construir una propuesta virtual. Personalmente, pienso que la nueva normalidad abrió oportunidades inimaginables en el contexto anterior, cuando la realización*

*de cursos en otras provincias/países era algo muy costoso en términos económicos y de tiempo. La mejora en la accesibilidad, aún contemplando todas sus limitaciones y contras, es algo para rescatar. Y la dedicación de los docentes para adaptar los contenidos y la metodología merece un gran reconocimiento! Muchas gracias!!*

Un interrogante muy grande que surgió en la investigación y posterior a dos ediciones a distancia con la nueva propuesta educativa fue sobre el rol de las clases magistrales pospandemia. Nos interrogamos como equipo de investigación sobre qué modalidades son mejores para nuestros estudiantes si **¿formato asincrónico o sincrónico, virtual o presencial, mixto?**. Para la edición del curso 2022, finalmente desarrollamos un formato abierto que impulse o dispare interrogantes para presentar los conceptos y contenidos elementales para resolver los problemas que propone la materia, en los apartados a continuación analizamos a qué nos referimos con formato *abierto* que fue nuestra última intervención.

A partir de reflexionar y analizar los datos de la versión 2021, en 2022 se precisaron las tareas que permitían la construcción conceptual y se explicitaron las expectativas de logro para los y las estudiantes usando rúbricas y consignas más detalladas. La edición 2022 del curso tuvo cambios en los siguientes aspectos: 1) modalidad de cursado en formato híbrido, parte de los contenidos se presentan virtual sincrónico y asincrónico, y parte presencial en el Instituto Gulich, presencial. Además se sumaron teóricos asincrónicos, 2) las preguntas por jornada evaluables fueron reemplazadas por un examen de reproducción de conceptos teóricos único para revisar saberes a través de una prueba de opción múltiple para respaldar el estudio teórico que implica el campo disciplinar, 3) confección de un protocolo de uso de radiómetro a partir de una experiencia de campo para justificar la adquisición y uso de datos satelitales con variables a campo que obtienen la misma información; más 4) la resolución de problemas a través del ABP, preparados con cuatro preguntas disparadoras y guía para el abordaje de los problemas. Éstos tres últimos items definían la calificación final del curso.

Compartimos algunos extractos del examen teórico de carácter múltiple opción:

*¿Cuál de las siguientes magnitudes físicas es posible medir en el infrarrojo térmico? Seleccione una: a) la edad del hielo marino, b) la dirección del viento, c) la salinidad de los mares, d) **la temperatura superficial de la Tierra***

*La importancia de las firmas espectrales radica en que: Seleccione una: a) permiten analizar la cobertura de la Tierra en el rango electromagnético del visible, b) permiten distinguir objetos/cubiertas de acuerdo al tipo de material y a su condición y c) **permiten la observación remota de la superficie terrestre mediante sensores ópticos***

La evaluación grupal sobre los problemas de análisis propuestos, se respaldó con una rúbrica elaborada que considera tres estadios, a) logro pendiente, b) logro en proceso y c) logro alcanzado, detallamos esos ítems:

- Tiempo de exposición: respetar los 30 minutos de exposición asignados a cada trabajo. Logro pendiente es que la presentación supere o pierda 20 minutos, y Logro en proceso una tolerancia de 10 minutos.

- Manejo de la temática propuesta: elementos cartográficos para mapas, abordaje integral de las herramientas propias de la teledetección en la construcción de las respuestas a los interrogantes del caso. Los elementos de mapa en falta generan un logro pendiente, Logro en proceso la mitad de los elementos de la lista categorizados como esenciales (norte, escala gráfica, escala numérica, grilla de coordenadas, referencias).
- Creatividad: presentación de las filminas, uso de palabras clave, imágenes y citas de material de otro/a autor, incluye la cámara para desarrollar los temas. El logro se considera en proceso si cumple con la mitad de esos desafíos y pendiente si carece de ello o son mínimos.
- Trabajo en grupo: todas las voces en exposición, equidad en la distribución de tareas y conexión en el espacio de presentación. Se considera logro en proceso cuando alguna de esas dimensiones no se cumple, y como pendiente en caso de no poseerlas.

La modalidad de trabajo mixto presencial virtual que fue posible elaborar para el ciclo 2022, permitió también incorporar labores de campo aprendiendo a usar un espectroradiómetro de campo, actividad que ya fue presentada en el apartado evaluable, compartimos un extracto de la consigna:

*Elaborar un informe detallado de las actividades y procedimientos para usar un radiómetro en campo, que no supere 10 carillas*

Detallamos a continuación las consignas co-creadas con el equipo docente para evaluar la actividad donde elaboramos cada ítem considerando tres estadios, logro pendiente, logro en proceso y logro alcanzado:

- Objetivo: generar un protocolo y analizar las firmas resultantes.
- Procedimiento / protocolo (informe respaldo).
- Presentación de resultados.
- Claridad en la transmisión de las ideas.

La calificación final para cada estudiante la elaboramos con una subdivisión de 50% resolución del problema grupal, 40% cuestionario teórico individual y 10% protocolo radiómetro.

Las respuestas del estudiantado ante estas innovaciones fueron en general positivas. Compartimos otro extracto de los relatos de los estudiantes para plasmar en un ejemplo las cuestiones que todavía necesitan revisión:

*...se re nota el trabajo que hay detrás de la materia, en cada hoja de ruta, clase y lo del radiómetro que fue sensacional... fue pesada... dan re ganas de profundizar en cada cosa pero es un ejercicio interesante aprender a simplificar y hacer las cosas a contrarreloj es un desafío que pasa mucho en lo laboral, no es ideal pero pasa y esta bueno aprender a manejar la presión con ustedes..*

En este relato observamos que las tareas ofrecidas son percibidas como *genuinas* en el sentido de que se acercan a situaciones de trabajo reales. El estudiante observa que se ha recreado una situación de aprendizaje que le permite abordar estrategias de trabajo de manera acompañada por el cuerpo docente.

Para cerrar esta sección, cinco aspectos merecen un análisis: la propuesta pedagógica, los contenidos de esa propuesta y las carencias y debilidades de la misma. Estudiantes del curso de Introducción 2022 pasaron una entrevista final donde se les preguntó sobre esos aspectos y a través de un análisis cualitativo, la presentada en el capítulo metodológico de las tesis, se analizaron las respuestas, concluyendo que:

- **PROPUESTA PEDAGÓGICA:** la problematización base de la metodología del Aprendizaje Basado en Problemas, y el trabajo en grupo son los destacados que eligen mencionar estudiantes como características positivas de la propuesta. Un pequeño extracto en sus palabras es reproducido aquí .. *Me pareció increíble que nos pidieran en el curso que hagamos un trabajo en grupo interdisciplinario con un tema en común y estuvo bueno ver cómo los docentes afrontan un desafío parecido...* La base de problemas a elección trabajados en equipo de acuerdo a las unidades de la asignatura, para incorporar saberes, homogeneizaron los niveles de abstracción frente a la resolución de problemas complejos; la labor de examen teórico sumó una variable para discernir sobre el manejo de conceptos individuales, la clave aquí es trabajar la propuesta de examen con el equipo docente como el resto de la asignatura, en futuras propuestas se propone trabajar versiones de desarrollo y dejar fuera de la instancia los exámenes de opción múltiple, las experiencias a campo con radiómetro, se consideran necesarias para sumar manejo de herramientas de campo al espacio de aprendizaje y la instancia evaluable de este trabajo podría ser realizada a través de un debate o la construcción de un protocolo por parte del aula completa no por pequeños grupos como fue planteada en sus inicios.
- **CONTENIDOS:** los contenidos esenciales del curso Introducción a la Teldetección, no fueron recortados ni cambiados, se trabajó en la propuesta pedagógica, para presentarlos de otra manera. La clave aquí fue el diferencial de presentarlos de forma integrada a través de la problematización.
- **MODALIDAD DE ENSEÑANZA:** la incorporación de teóricos grabados se asume como positiva pero no reemplaza el encuentro sincrónico presencial. Analizando las reacciones a la modalidad mixta podría tenerse un respaldo teórico grabado y luego cerrar en debates presenciales los contenidos que se trabajen a destiempo. La diferencia entre los días de cursado presencial y los días de cursado virtual, radica en que en una clase preparada para revisar de forma asincrónica permite que cada estudiante pause y busque información y tome notas de los ejes de la propuesta. En cambio, la modalidad sincrónico-presencial permite el intercambio entre los estudiantes y los docentes por la facilidad de participar de una forma más orgánica. Compartimos extracto de una respuesta sobre el tema ...*lo mas lindo es la clase presencial porque te da más facilidad para participar...* en la sincrónica-virtual, *te da como cosa participar, es más frío estás más lejano. Y si me gusto mucho la grabada, porque la veía tranqui, ponía stop, tomaba nota, googleaba, igual una clase de dos horas y media a mi me tomaba cinco horas... las disfrute me gustaron...*
- **CARENCIAS y DEBILIDADES:** los tiempos para desarrollar las propuestas continúan siendo un planteo del aula como oportunidad de mejora para esta propuesta pedagógica.

En el Capítulo 4 de esta tesis, presentamos enfoques de enseñanza, según la base formativa de referentes y su vínculo con la geomática pensada como campo disciplinar. El curso de Introducción a la Teldetección de base fue concebido con clases aisladas impartidas por docentes con base formativa diferencial, el resultado en aula fueron unidades presentadas desde la perspectiva de los problemas, desde la perspectiva del análisis espacial y finalmente el análisis de las herramientas de trabajo. esta propuesta pedagógica se centra en la resolución de problemas complejos, integrando los diversos enfoques que coexistían en la asignatura disgregados.

## 6.2. El caso de la materia Herramientas Geomáticas Aplicadas al Ambiente

Presentamos en el Capítulo 5, que este curso de perfeccionamiento, correspondiente a uno de los módulos de aplicaciones de la DUGA ofreció desde su creación unidades didácticas diseñadas según ABP. Nuestro planteo de base en este caso, fue la incorporación de una actividad de cierre integradora y la preparación gradual de abstracción en la resolución de problemas complejos en la estructura del curso, creamos las prácticas evaluables en un formato determinado, que genere como salida la creación de mapas y su correspondiente análisis. También analizamos que había espacios para mejoras en el curso.

En el marco de nuestra investigación para el caso en la etapa de revisión de material, no nos ocuparemos del diseño didáctico de cada unidad, ya que desde el proyecto de tesis participamos en la creación de la propuesta, el foco serán los aspectos a modificar y mejorar para sugerirlos al espacio, y la dinámica de trabajo en aula por tratarse de un curso a distancia 100%.

### 6.2.1. Intervención

Para este espacio, debido a que la modalidad de enseñanza siempre es en línea se indagaron elementos que permitan crear *libros interactivos* en el aula virtual, con la herramienta didáctica H5P que elegimos en el marco del proyecto explorar. Esta herramienta es de distribución gratuita y su compatibilidad está integrada en la plataforma *moodle*, incorporado parcialmente en unidades como escenario de prueba.

Para su segunda edición correspondiente al año 2020-2021, la propuesta se mejoró en dos aspectos, debido a que los procesos y experiencias previas en el aula fueron dispares, 1) se incorporó como herramienta de aprendizaje: *encuentros sincrónicos* cambiando radicalmente la perspectiva de vínculo con el estudiantado de ese curso y de todos los vinculados al área de Educación a Distancia de la institución en donde se dicta, 2) se elaboró una revisión detallada de mejoras a los contenidos y presentación de los campos disciplinares y sus problemas complejos.

Los resultados del análisis de encuestas que orientaron las intervenciones, nos permitieron elaborar una propuesta de mejora a nuestro planteo inicial (ver Tabla 6.1). Aquí indagamos los resultados de la primera edición del curso completo, y revisamos los contenidos, con esa base de sugerencias se hicieron las revisiones posteriores, que no pertenecen a esta investigación.



**Tabla 6.1:** revisión de contenidos y sugerencias al material didácticos del módulo HGAA: ID de unidades: 1 (Introducción), 2 (Atmósfera), 3 (Hidrosfera), 4 (Biósfera), 5 (Litósfera) y 6 (Integrador)

ID	TEÓRICO	PRÁCTICA	AUDIOVISUALES	SOFTWARE	OBSERVACIONES
1	El teórico es muy técnico requiere modificación y Ampliar el análisis de las técnicas desde la aplicación, recurrir al análisis óptico y radar de los datos para hacer clasificaciones	Ampliar el marco metodológico para describir resultados en una memoria, agregar ejemplos de otros estudiantes	El audiovisual es introductorio, acorde al planteo, falta incentivar en el texto su uso	QGIS: Actualizar, si se utiliza DRASTIC especificar como se adquiere cada CAPA.	Entregar datos. Generar un audiovisual que conecte el texto teórico con la práctica
2	La teoría es un complemento perfecto en desuso, el lenguaje es apropiado pero resulta largo para la lectura propuesta	Falta especificar el uso de la herramienta PANOPLY y resaltar el análisis del producto final	Unificar presentación personal con el video de la unidad y el modelo. Se puede generar un apartado en el capítulo introductorio de presentación de todos los autores. Entregar datos y especificar lugares de descarga	PANOPLY Ampliar características para el usuario y sumar QGIS en el análisis de los datos (R studio también puede ser)	Entregar datos. Generar un audiovisual que conecte el texto teórico con la práctica
3	El teórico es muy extenso y amplio. Hacer foco en temas acordes: Eutrofización, índices de humedad, muestreo y análisis en serie temporal	Ampliar a series temporales, <i>big data</i> , Estadística Espacial y eutrofización	El audiovisual es acorde al planteo, falta incentivar en el texto su uso	QGIS y R studio	Entregar datos. Generar un audiovisual que conecte el texto teórico con la práctica

(Continúa en la página siguiente)

(Viene de la página anterior)

**Tabla 6.1:** revisión de contenidos y sugerencias al material didácticos del módulo HGAA: ID de unidades: 1 (Introducción), 2 (Atmósfera), 3 (Hidrosfera), 4 (Biósfera), 5 (Litósfera) y 6 (Integrador)

ID	TEÓRICO	PRÁCTICA	AUDIOVISUALES	SOFTWARE	OBSERVACIONES
4	El teórico es muy técnico requiere modificación y Ampliar el análisis de las técnicas desde la aplicación, recurrir al análisis óptico y radar de los datos para hacer clasificaciones	Especificar el muestreo en datos espaciales y clasificar un problema puntual con datos ópticos y radar, ya que a los fines no hay un cierre para la unidad ya que se plantean clasificaciones pero no un para que	Cambiar el enfoque a entrevistas sobre aplicaciones de clasificación. El audiovisual responde preguntas teóricas, no refiere a temáticas en desarrollo	QGIS y aplicaciones de clasificación supervisada y no supervisada + clasificación SAR	Entregar datos. Generar un audiovisual que conecte el texto teórico con la práctica
5	El teórico requiere más desarrollo en el ámbito de la geomorfometría y el riesgo geológico	Modificar o plantear más problemas para resolver	El audiovisual es sobre uno de los temas geomorfológicos, se pueden Ampliar las entrevistas a otras problemáticas como lahares, evapotranspiración, riesgo geológico en general	QGIS - GRAS GIS - SAR	Entregar datos. Generar un audiovisual que conecte el texto teórico con la práctica
6	Sumar casos, conectar el audiovisual para certificar su uso y convocar referentes para una entrevista general sobre el tema en discusión		El audiovisual de ABP es adecuado, se puede hacer un video recopilando ideas de problemas de muchos especialistas	Todos los de la diplomatura, recurrí a la biblioteca	El trabajo grupal favorece el cierre de la propuesta

(Fin de la tabla)

## 6.2 EL CASO DE LA MATERIA HERRAMIENTAS GEOMÁTICAS APLICADAS AL AMBIENTE

Incorporar especialistas provenientes de los campos disciplinares de cada unidad para ser entrevistados, se realizó bajo es supuesto de otorgar perspectiva al aula, entender como se trabaja a campo y sumar una variable a los audiovisuales de referentes grabados en la primera edición, también al contar con un encuentro sincrónico en aula, estudiantes también podían permitirse el acceso directo a referentes mediados por el espacio de tutoría, permitiendo multiplicar la presencia en sincrónicos dentro del aula.

Dentro del material didáctico se buscó que cada unidad tenga presentado con claridad el objetivo de la propuesta y la estrategia recomendada para resolver el problema (ver Tabla 6.2).

**Tabla 6.2:** resumen de la propuesta para el material didáctico del módulo HGAA: ID de unidades: 1 (Introducción), 2 (Atmósfera), 3 (Hidrosfera), 4 (Biósfera), 5 (Litósfera) y 6 (Integrador)

ID	TEÓRICO	PRÁCTICA	AUDIOVISUALES	OBSERVACIONES
1	Ampliar	Modificar	En cada unidad se puede agregar la perspectiva de otros especialistas	Ampliar el análisis cuantitativo de datos, especificar en la unidad introductoria y en cada apartado con las temáticas a reforzar. En todos los teóricos recurrir al uso en un audiovisual, sumar pequeñas evaluaciones teóricas que habiliten la práctica
2	Ampliar	Modificar		
3	Ampliar	Ampliar		
4	Modificar	Modificar		
	y Am- pliar	y Am- pliar		
5	Ampliar	Modificar		
6	Ampliar	Ampliar		

Respecto a la actividad de cierre grupal en donde se presentó un desafío para resolver en conjunto a elección, entre cuatro tipos de problemas complejos, observamos a través de la tutoría inconvenientes para distribuir equitativamente entre pares las tareas. La propuesta para docentes en el rol de tutores y para estudiantes se resume en la Tabla 6.3:

**Tabla 6.3:** propuestas de acuerdo al rol en el módulo HGAA

ROL	PROPUESTA
<b>Para estudiantes</b>	<i>Lograr dejar atrás la modalidad de reportar todos los pasos que hicieron tratando de enseñar que entendieron la tarea y la manera de usar el software. Y pasar a dar por sentado el proceso y los alumnos se enfocan en el lado creativo en los resultados de los problemas presentados</i>
<b>Para tutores</b>	<i>centrar las devoluciones en remarcar los elementos cartográficos esenciales en falta y, construir en conjunto la escritura cuidando que respeten objetivos, pongan en uso las herramientas geomáticas, cuiden detalles de forma, citas y gramática y, el análisis de las salidas gráficas integradas a lo que se escribe. Muchas de las herramientas de aula no son conocidas por quienes realizan la tutoría, detalles como tiempos de aparición de los post, como se programan mensajes, como se lee un mensaje o envía por privado, como se cargan datos y se corrige en plataforma, etc. En la página de corrección de las entregas existen muchas opciones pero cada tutor no sabe sobre su utilidad. Uno de los emergentes de mayor relevancia es la necesidad de capacitar a los tutores en el uso del aula virtual, para tener más uniformidad en los comentarios, manejo de rúbricas, entre otros.</i>

### 6.2.2. Percepciones de los estudiantes sobre la intervención

De un total de 74 inscripciones en la edición 2020<sup>3</sup>, 40 finalizaron plenamente el curso, y 34 respondieron la encuesta. Respecto a las modificaciones incorporadas al espacio, las "videoconsultas en vivo" en un 76 % fueron consideradas de mucha utilidad para avanzar en la propuesta pedagógica, un 6 % considera que no y un 18 % lo desconoce. Lo que fue criticado en la edición fue la estrategia de acompañamiento, extracto de uno de los relatos relativo al tema, y también el medio, que fue a través de BBBBig Blue Bottom:

*...Por un lado, entiendo que los horarios de consulta divididos era para que cada tutor tuviera su espacio y también trabajar en dos sistemas operativos diferentes. Pero creo que hubiese sido mucho más enriquecedor si los dos tutores compartían las dos horas y uno guiaba una clase y otro la siguiente. Principalmente porque una hora era insuficiente para hacer la propuesta de trabajo y atender a las consultas y además muchas veces fue redundante, muchos nos conectábamos sólo a una y a la segunda no....*

La tutoría en esa edición para los encuentros sincrónicos se centró en los apartados prácticos y presentó su resolución en el software QGIS y SNAP, con un tutor a cargo de la presentación completa por separado en dos horarios, a la cual los 74 estudiantes podían optar por uno u otro, o acceder a la grabación de ambas.

El material didáctico fue considerado en un 35 % como ADECUADO en función de la relación objetivo-respaldo, en un 8 % como INSUFICIENTE principalmente en el respaldo para resolver el problema y un 14 % elaboró sugerencias para mejorar la propuesta, las cuales se presentarán en el cierre del análisis.

Se les preguntó si los audiovisuales de referentes por unidad fueron de utilidad y un 70 % lo consideró de utilidad, un 17 % no y el resto optó por no emitir opinión.

Respecto a la propuesta centrada en ABP se les preguntó *¿si les sirvió para cerrar los conocimientos adquiridos?*, un 29 % lo caracterizó como una metodología excelente, un 27 % como muy buena, un 32 % como buena y un 12 % como deficiente para aprender.

Respecto a las sugerencias que se respondieron en forma abierta, los estudiantes expresaron en su mayoría que las explicaciones de procedimientos de obtención de datos podrían haberse enviado en video-tutoriales. Por otro lado, hicieron comentarios sobre una mejor distribución de las tareas en trabajos en los grupos, propuesta en el trabajo integrador. En términos generales la propuesta fue valorada positivamente por el estudiantado. Aquí transcribimos algunos de los mensajes:

1. *"...Mi sugerencia, para mejorar nuestro aprendizaje sería, que los datos desde un primer momento los tengamos que obtener nosotros, para ejercitar la actividad, que luego usaremos de manera cotidiana en nuestros trabajos..."*
2. *"...Los contenidos propuestos son muy interesantes y fue posible encontrar una conexión entre los distintos módulos. Tal vez sería interesante poder trabajar como algo integrador con más de uno de los ejercicios realizados. Al ser grupos numerosos, habría sido viable hacer un informe más completo que incluyera dos temas en vez de*

<sup>3</sup>Presentado como curso de perfeccionamiento fuera de un ciclo de diplomatura.

*uno solo. Pero es una sugerencia nomas. En sí el integrador, desde mi experiencia, fue útil pero las tareas a repartir no eran tantas por lo que unos hicieron más que otros. Siendo cinco, podríamos haber hecho una propuesta más interesante con el desarrollo de dos mapas..."*

3. *"...Estaría bueno agregar videos explicativos de la parte teórica para entender mejor procesos naturales y medioambientales..."*
4. *"...Enviaría el material con el vídeo de cómo debemos realizarlos y dejar otro día para realizar la consulta con los tutores, ya que no siempre he podido resolver los ejercicios sin tener dificultades..."*
5. *"...Me gustaría agregar que tener el espacio de los videos en vivo en donde se explicaban cómo realizar los prácticos me resultó fundamental. Espero que continúen adelante con estos cursos, que además de tener muy buen nivel, son muy importantes para los que nos dedicamos a las ciencias ambientales..."*
6. *"...Mejoraría la explicación de los procedimientos en algunos módulos, sobre todo el 4 que fue muy confuso y difícil resolver, también agregaría en la parte teórica ejemplos de interpretación de mapas para que nos ayuden a enfocar nuestras memorias en el camino correcto..."*

En síntesis, el eje de las sugerencias se centra en el material didáctico nuevamente, las actividades grupales si bien tienen aceptación general requieren de ajustes para que la distribución de tareas sea justa, se destaca como óptimo la incorporación de clases sincrónicas, pero en la distribución de tutores que trabajan el aula de forma individual y corrigen por alfabeto se considera poco propicia y redundante.

Se les preguntó también qué problemas les gustaría sean planteados en los proyectos integradores y las sugerencias se centran en casos de calidad del aire, calidad del agua, cambios en la vegetación, epidemiología, glaciares, incendios, lluvias, análisis de cuencas, minería, procesos de remoción en masa, patrimonio y urbano.

A partir de la revisión y análisis realizado en el marco de nuestra investigación y en conjunto con el espacio de Educación a Distancia, un docente creador de contenido intervino las prácticas desde la perspectiva de las situaciones problemáticas, presentado en la edición 2020-2021 de la diplomatura. De esa propuesta mejorada también se incorpora la Prueba de Pensamiento Multiescala (PPM) para entender los contenidos previos y el desarrollo del pensamiento multiescala, y posterior a transitar este curso de formación, a partir de la edición 2020.

En la edición 2020-2021 de la diplomatura, se inscribieron al curso de HGAA 96 estudiantes, de los cuales 66 aprobaron el curso, 1 no cumplió con el total de actividades y 29 lo abandonaron. La encuesta sobre la experiencia educativa fue contestada por 48 de esos estudiantes.

Para la pregunta *¿Qué opinión te merece el acompañamiento de los tutores?*, 37 de los 48 estudiantes que contestaron la encuesta la caracterizaron como excelente, 10 como muy bueno y 1 como deficiente.

La justificación se sometió a análisis cualitativo exceptuando la respuesta única de deficiente que no tuvo una justificación. Los resultados arrojan que:

1. Responder dudas, inquietudes y consultas (21 respuestas)

2. Muy atentos y preocupados por las trayectorias (16)
3. Resolver problemas, buscar soluciones y orientar con claridad (11)
4. Predisposición (9)
5. Responder con rapidez (8)
6. Acompañar con mucha paciencia y contener (6)
7. Expertise (3)
8. Alentar y motivar (2)

De acuerdo al proyecto integrador final, y relevando observaciones de la edición anterior, se les preguntó *¿cómo les resultó la experiencia de trabajo grupal?*, un 9% la describió como excelente, un 44% como muy buena, un 41% como buena y un 6% como deficiente. En síntesis, se observan dificultades persistentes en la distribución de las tareas grupales.

### 6.2.3. Evolución de las tutorías

La tutoría se transformó para la edición 2020 como un curso independiente de perfeccionamiento y también integrado a la diplomatura como fue originalmente creado. Lo que indica que este curso podría ser tomado por estudiantes libres y los propios estudiantes de la diplomatura en cursos separados no en el marco de una diplomatura (sin módulos previos de conocimientos base). La decisión de permitir el acceso dentro de la diplomatura y como perfeccionamiento, radica en el interés y necesidad de la comunidad que no necesariamente requiere la formación base para hacer una especialización y por su carácter en línea lo que permite mayor expansión territorial.

Se consolidó un equipo de trabajo a cargo de un conjunto espacios de intercambio con los y las estudiantes: foros, consultas sincrónicas, consultas especiales y la corrección de entregas. Todas estas tareas pasaron a estar a cargo de los tutores.

Para la segunda edición de la diplomatura, de julio de 2020 a julio 2021<sup>4</sup>, la tutoría para la diplomatura se modificó bajo el supuesto respaldado por las encuestas de que la tutoría ocurría de forma aislada y repetitiva, no se encontraba orientada a la resolución de los problemas generando dos nuevas propuestas, en detalle:

- La clase sincrónica se transformó a un trabajo colaborativo entre tutores donde el par de docentes, se rotaban en el rol a cargo del teórico y a cargo del práctico según los acuerdos internos entre ambos.
- La clase sincrónica se dividió en tres momentos: presentación de la unidad, aspectos teóricos más relevantes y resolución en vivo del problema.

Se diseñó así para poder reforzar el análisis de problemas complejos en cada unidad. Asimismo se invitó a un referente especialista en el campo disciplinar o equipo de referentes que pasaron por una entrevista en vivo preparada por tutores y, también con un permiso especial del aula para hacer preguntas.

---

<sup>4</sup>Fue la tercera edición de este curso con un total de 96 estudiantes inscritos, se considera la primera edición julio 2019 a julio 2020 y la segunda como curso suelto en 2020.

Recurrimos a un especialista por unidad para entrevistar sobre su experiencia con los problemas y las herramientas que elige para resolverlo en la edición de la diplomatura 2020-2021, asignado a este último curso el mes de abril-mayo 2021. Los encuentros teóricos fueron intervenidos dándole espacio a especialistas que asistieron a diferentes sincrónicos y fueron entrevistados por tutores para conocer cómo trabajan los datos en la resolución de problemas complejos del campo disciplinar. La entrevista fue preparada en el marco del proyecto de tesis y tuvo la participación voluntaria de cuatro especialistas: 1 en atmósfera, 1 en hidrósfera, 1 en biósfera y 1 en litósfera.

El equipo de tutores continuó con la labor conjunta a cargo de los foro, las clases sincrónicas, las consultas especiales y la corrección de entregas. Y sumaron para esta edición la dinámica de mensajería privada. Fue desde la misma tutoría que se seleccionó específicamente los momentos grupales para hacer la intervención.

En detalle, se realizaron dos extracciones de estado de avance de estudiantes, recuperando los datos del aula, a mitad del cursado (post semana unidad 3) y una vez finalizado (post semana unidad 6). Además, se puso a prueba la dinámica de intervención y acompañamiento en módulos no vinculados a la investigación previamente usando la misma lógica. A aquellos estudiantes que no habían entregado al menos dos trabajos de tres, se les envió un mensaje por privado:

*Hola (nombre del estudiante), hemos detectado que no has presentado actividades en la diplo correspondientes al módulo, estoy en conjunto con (nombre del otro tutor), de este lado, para lo que necesites. Saludos.*

Esa labor tuvo un impacto positivo en el trayecto de aprendizaje debido a que se incrementó el número de actividades realizadas y de estudiantes aprobados, pero no se vio impactado en las horas dedicadas al aula por parte de los tutores asignados en dupla a ese rol la cual se triplicó por estar en conjunto a cargo del total del aula que incluye al total de estudiantes.

Una última modificación aplicada para mejorar ese tipo de tutoría fue la distribución de tareas a la propuesta original de tutoría, separando las guardias de foro por semana para cada tutor lo cual redujo drásticamente la dedicación. Se implementó a partir de la edición 2021-2022 de la diplomatura, la cual no corresponde a la investigación, pero que a la fecha es la política de trabajo asignada al rol tutores del área de Educación a Distancia del Instituto Gulich y conocida como *tutorías colaborativas*, y tiene sus bases construidas en esta propuesta de tesis.

Los principales cambios a la dedicación anterior radican en la distribución de tareas, promoviendo una dedicación diferenciada en las funciones de los docentes, y también certificar que el material didáctico se encuentre en óptimas condiciones para que el docente a cargo de tutoría, no cumpla también el rol en simultáneo de revisor y didactizador del material, tareas que como certificamos le pertenecen a otras áreas.

## 6.3. El caso de la materia Mecánica y Tratamiento de Rocas

En la cátedra de Mecánica y Tratamiento de Rocas, que corresponde al aula de grado en la investigación y en cuya propuesta trabajamos con foco en la primera unidad denominada como introductoria a al mapeo geotécnico, se trabajó sobre tres ejes: A) una propuesta para integrar todo el curso que denominaremos de ahora en más *momento cultural*; B) maquetado del contenido en un aula virtual<sup>5</sup> y C) intervención en la unidad. En cada apartado a continuación detallaremos cómo lo encontramos o creamos y vinculamos en el marco de la investigación, entre 2018 y 2021.

### 6.3.1. Intervención

#### A) Momento cultural

El **momento cultural** corresponde a una instancia de intercambio donde estudiantes en dupla preparan un caso para compartir con el aula, el caso es una obra civil de Argentina o el mundo y además de esa exposición suman información a una base de datos; esa base de datos constituyó en un *Mapeo colaborativo de obras de ingeniería de Argentina y el mundo*, para desarrollar capacidades de los estudiantes en el manejo de información con criterio geológico, visión global y multiescalar de problemáticas a través del cambio de escala, y construir el criterio para solucionar problemas concretos, crear bases de datos. El objetivo implícito que planteamos en esta propuesta de aprendizaje, fue conectar las herramientas de análisis espacial y la cultura general sobre las obras civiles (puentes, presas, diques, caminos, etc) de Argentina y el mundo.

La actividad consistió en conformar grupos de dos o tres estudiantes y asignarles una obra de ingeniería en roca (nacional o internacional), para investigar los antecedentes, confeccionar la presentación que iban a compartir al resto de la clase y completar la base de datos de la obra elegida, para finalmente exponer con ayuda de audiovisuales, información de periódicos, apuntes, trabajos previos, e incluso de otros profesionales, lo que se sabe de esa obra, plasmando todo lo indagado en una plantilla con coordenadas para la base de datos.

Cada obra se visualizó por medio de un Sistema de Información Geográfico (SIG), se grabó un video y se incorporó a una base de datos, donde se identificaron los lugares que cada grupo expuso. Cada presentación se archivó en una videoteca. Una particularidad de la propuesta fue la participación libre y no evaluable a través de una calificación, esa decisión se toma en el marco de esta tesis porque la intervención sólo se dio en la primera unidad, al tratarlo a través de una presentación voluntaria se lograba un contacto permanente con el cambio de escala, la resolución de problemas y el uso de herramientas geomáticas permanente, que no eran el eje central del curso, pero sí contribuían en su desarrollo y dinámica de aprendizaje.

Un primer resultado de ese ítem fue la participación plena de los estudiantes, con presentaciones que superaron las pautas y expectativas establecidas. A la fecha se han analizado 25 obras civiles<sup>6</sup> para tres ciclos del curso de 40 estudiantes, entre 2019 y 2021.

<sup>5</sup>Sin antecedentes en la Cátedra.

<sup>6</sup>Entre las más importantes: Viaducto de Millau, Francia, Complejo Hidroeléctrico Futaleufú, Chubut, Presa Malpasset, Francia, Presas La Barrancosa y Condor Clift, Santa Cruz, Presa de las Tres Gargantas, Yangtsé (China), Presa El Chocón, Neuquén, Presa Hoover, California, Túnel de Agua Negra, Eurotunnel, Francia –





**Figura 6.2:** imágenes de obras civiles modelo analizadas en los ciclos

Dentro del proceso de aprendizaje, se propuso como actividad practicar la habilidad de tomar decisiones con información y antecedentes provenientes de los estudios de obras en roca situadas en cualquier parte del mundo. Consideramos que estos saberes les permitirán desplegar su actividad profesional posterior a la formación, en un contexto global y recuperando saberes sobre casos y ejemplos modelo. Algunas fichas de modelos armadas en clase por estudiantes en la base de datos, se ejemplifican en la Figura 6.3.

---

Inglaterra, Presa Cruz del Eje, Córdoba, G-Cans Project, alcantarillas de Tokio (Japón), Central Hidroeléctrica Yacyretá-Apipé, Arg-Paraguay, Canal de Panamá, Sistema hidroeléctrico Los Nihuiles, Río Atuel, Gotthard Road Tunnel, Suiza, Camino de las Altas Cumbres, Córdoba, Presa Doutor, mina gerais, Brasil, Complejo Hidroeléctrico Río Grande, Presa de Almendra, España, Puente Gobernador José Manuel de la Sota, Córdoba y Presa Vajont, Italia.

## MOMENTOS CULTURALES

### Obras civiles de Argentina y el mundo



**DIQUE SAN ROQUE**

Presas de tipo gravedad de planta curva, su función es: control de inundaciones, riego durante sequía, proveer agua potable, y aprovechamiento hidroeléctrico. Roca igneo-metamórfica. **En uso.**



**PRESA VAJONT**

Presas del tipo arco de doble curvatura, construida con el objetivo de generar energía, catástrofe con 2500 muertos en las pruebas previas a su inauguración, mala praxis, **nunca estuvo en uso.**



**PRESA EL CADILLAL**

Presas de tierra. Abastecimiento de agua y producción de energía hidroeléctrica. Metamorfitas de bajo grado, rocas sedimentarias y sedimentos cuaternarios indiferenciados.. **En uso.**



**PUENTE 'TÚNEL ORESUND**

Puente- túnel. Unir Suecia y Dinamarca. Sustituir los transbordadores por puentes y túneles de acceso directo por carretera y ferrocarril. En roca caliza y canto rodado. **En uso.**

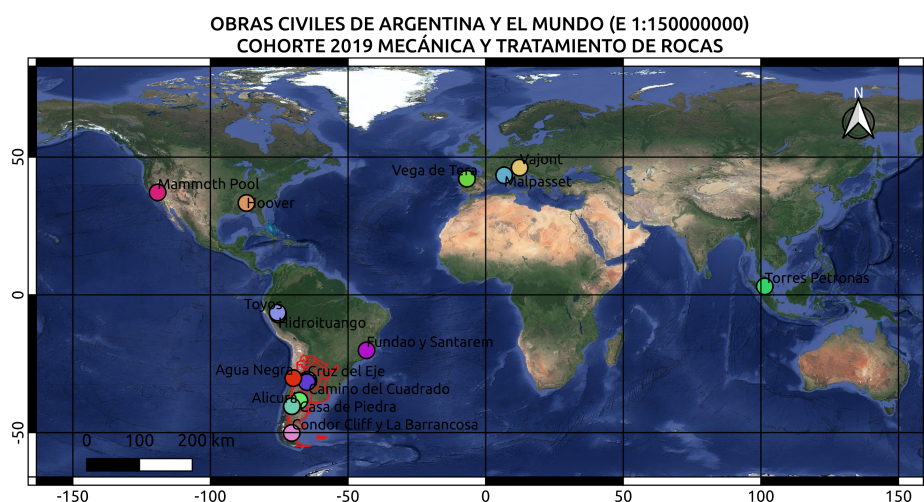
**Figura 6.3:** datos ficha técnica de momentos culturales: ejemplos de casos

La base de datos se construyó por parte de los equipos conformados para exponer los momentos culturales en cada ciclo de la materia enmarcada en esta tesis doctoral, considerando los siguientes *items*, plasmados y explicados en la Tabla 6.4, donde cada equipo a cargo del *momento cultural* completó los datos correspondientes al caso a su cargo, actividad pensada desde la perspectiva del aprendizaje colaborativo, además de compartir la historia para el aula.

**Tabla 6.4:** tabla de atributos para la base de datos de obras civiles

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
Lugar	Ubicación geográfica de la obra de interés
Obra civil	Nombre oficial de la obra civil
LATITUD	Coordenadas <i>google maps</i>
LONGITUD	Coordenadas <i>google maps</i>
Propósito	El objetivo de su construcción
Tipo de obra	Características de la obra civil
Proyecto	Empresa contratista, origen, costo estimado
Inicio y fin de obra	Tiempo de construcción
Dimensiones	Medidas de la obra
Material constituyente	Material para la construcción de la obra civil
Naturaleza del terreno donde se apoya la obra	Geología y geomorfología del terreno, mapas disponibles
Estado	Activa o inactiva
¿Problemas?	Puede estar en uso o no, pero saber los problemas pre, durante y post su construcción aporta a la base de datos
Fuente	Origen de la información

Los resultados se presentaron en mapas temáticos de ubicación de las obras civiles investigadas, y cargadas en esa base de datos para visualizar en el programa QGIS, como en el caso de la Figura 6.4, donde en el análisis de cada una, y gracias al trabajo en colaboración obtuvo una ficha con la información más relevante indagada por cada equipo, sumada a la presentación que hicieron al momento de cargarla.

**Figura 6.4:** mapa de obras civiles creada con la base de datos de estudiantes McyTR 2019

## B) Aula virtual

La primera versión del maquetado capacitación del equipo docente para ponerlo en uso

en un entorno virtual, era parte del proyecto de tesis doctoral. La pandemia *COVID 19*<sup>7</sup> lo transformó en una propuesta central en la preparación del curso en su edición 2020. El plan de clases incluyó el desarrollo de 10 temas vinculados a diferentes estadios en el análisis de la roca y el tipo de obra civil acorde a las mismas. Debido al Aislamiento Social Preventivo y Obligatorio (ASPO), no hubo salidas de campo ni intercambios presenciales. Las actividades en las aulas virtuales que se plantearon para implementar formalmente fueron:

1. Clases sincrónicas: *Big Blue Button (BBB)*
2. Debates, análisis del intercambio en aula: *Mentimeter*
3. Seguimiento interactivo de actividades asincrónicas: H5P
4. Análisis espacial de un problema de obra civil: QGIS
5. Hilo entre temas: momentos culturales de creación libre

El aula virtual propuesta y creada para la materia McyTR en el ciclo 2020 y actualizada para el ciclo 2021, se resume en la Figura 6.5. El eje de esta investigación se centró en el tema 1: introducción a la mecánica de rocas y mapeo geotécnico. Pero se generaron en la propuesta la organización de los contenidos de los otros temas, sumado a la integración de toda la materia a través del momento cultural.

---

<sup>7</sup>[https://en.wikipedia.org/wiki/COVID-19\\_pandemic](https://en.wikipedia.org/wiki/COVID-19_pandemic)

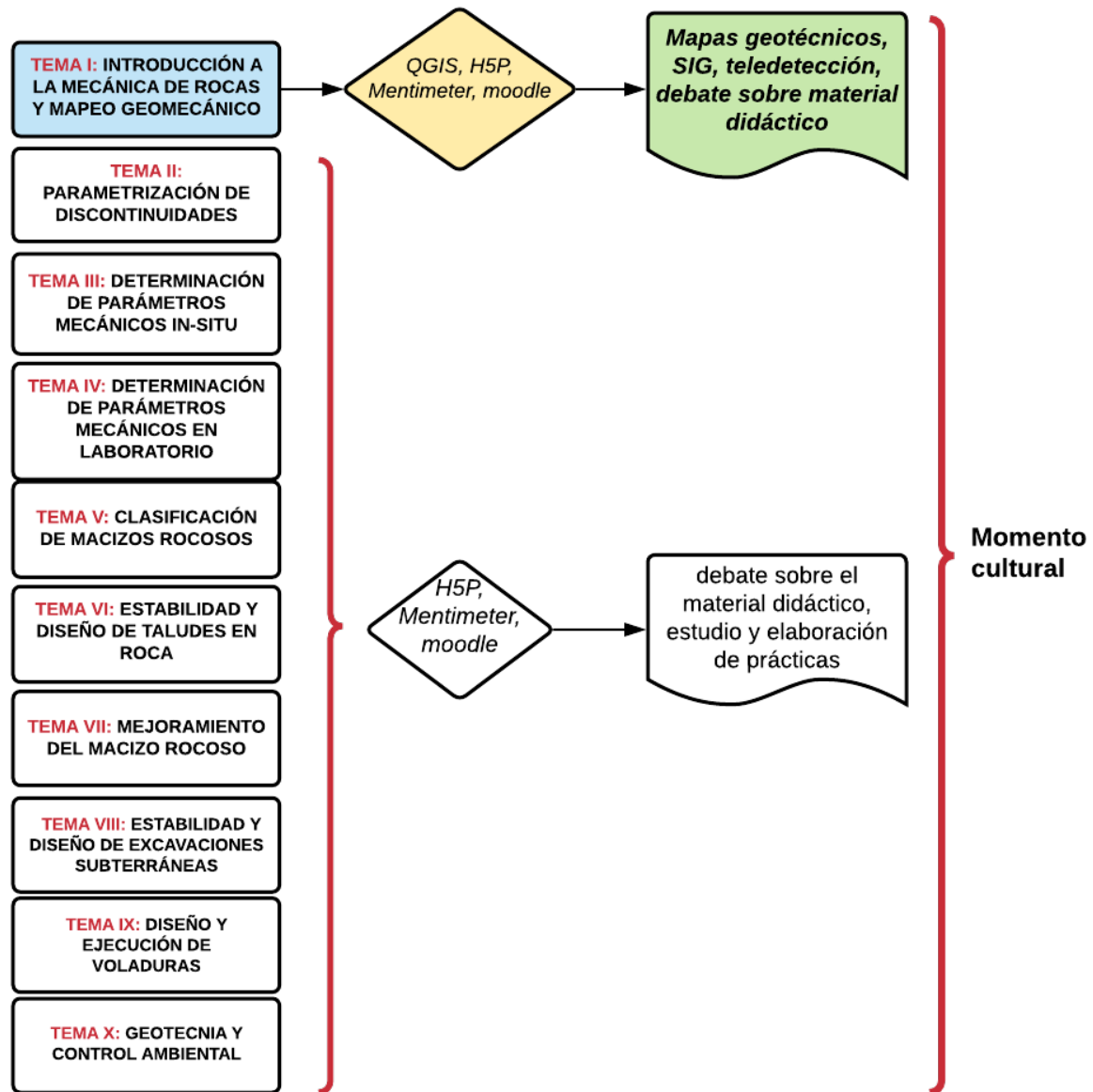


Figura 6.5: propuesta de configuración del aula virtual del 2020, actualizada al 2021

En la Figura 6.5, se presentó el maquetado de los 10 temas del programa de la materia, las herramientas en uso y un apartado integrador, denominado *momento cultural*, el cual se repitió cada clase, dos veces a la semana. El supuesto de repetir este momento era que generaría una rutina todas las clases sincrónicas del semestre. Cada grupo pudo elegir cómo compartir en 10 minutos la información sobre la obra que le tocó. Como desafío, cada clase tuvo siempre ese espacio asignado en el inicio del encuentro y, se recuerda que llevaba devoluciones y aportes del equipo docente de acuerdo a su expertise y era de carácter no evaluable.

### C) Mapa geotécnico

El tema uno: introducción a la mecánica de rocas y mapeo geotécnico, fue eje en el marco de esta investigación. El objetivo de la unidad fue la introducción a la materia y en términos prácticos la generación de un mapa geotécnico. Esa unidad tuvo un desarrollo teórico en formato clase expositiva con espacios de intercambio con ejemplos y preguntas disparadoras. El eje en la propuesta fue el trabajo sobre la práctica que tuvo un encuentro sincrónico para desarrollar el desafío y una clase de consulta semanal para acompañar su ejecución durante

el desarrollo del curso, asignando a la labor una fecha de entrega tres meses posterior a su presentación.

El programa elegido fue el *software* Quantum GIS (QGIS), en palabras de estudiantes no era de uso frecuente en los cursos previos, por lo que se inició el contexto de esos contenidos, incluyendo la herramienta de trabajo. Durante el primer año del proyecto, se propuso la creación de mapas pero ningún tipo de material didáctico de soporte al proceso. Se ofrecieron clases de consulta presenciales durante el ciclo 2018-2019 de la materia correspondiente al segundo semestre, dos veces por semana en formato presencial, con una asistencia promedio de 10 estudiantes por consulta para poder enmarcar los proyectos.

El proyecto final para el aula después de cuatro ediciones enmarcadas en la investigación nos impulsó a:

1. Crear un manual didáctico exclusivo para resolver problemas técnicos con la herramienta en la cátedra de McyTR, al considerar que enseñar a usar la herramienta no era potestad del espacio pero era necesaria para poder usarla.
2. Fomentar la escritura respaldo en las memorias que acompañan la generación de mapas.
3. Trabajar en múltiples escalas para resolver los problemas y generar mapas geotécnicos diferenciando el mismo de los mapas geológicos. Escalas divididas en: a) obra civil registro del tipo de construcción, materiales componentes y características en base a fuentes bibliográfica y respetando la indagación que se propuso en momentos culturales, b) componentes donde apoya la obra c) unidades geotécnicas en la región donde se ubica.

Dentro de esa unidad, se ideó una estrategia didáctica donde se consideraron saberes indispensables de base, saberes intermedios y saberes avanzados. Elegir un tipo de desafío e implicancias del uso de una menor o mayor cantidad de herramientas para resolverlos fue una elección de cada estudiante. La selección de un desafío promovió diferentes enfoques para el abordaje del problema en caso de que el estudiante desee avanzar en el manejo de datos en su producción (ver Figura 6.6).

El desafío se presentó el primer día de clases y la entrega del proyecto se realizó en el último mes de cursado de la asignatura, dentro de una carpeta de actividades prácticas enviada en formato digital a través de espacios para cada entregable en aula virtual. En ese tiempo el estudiante pudo recurrir al material, hacer consultas específicas, trabajar en equipo y como cierre, recibió una revisión detallada del trabajo individual y una grupal con errores comunes del aula.



**Figura 6.6:** estrategia didáctica de desafíos disponibles para elaborar la práctica de mapas McyTR

Las opciones de entregas de los DESAFÍOS, elegidos por cada estudiante de acuerdo a sus tiempos e inquietudes de manejo de la geomática para generar el proyecto se enlistan a continuación:

1. **DESAFÍO 1:** Mapa de unidades geotécnicas con la correspondiente memoria respaldo que indica: a) Introducción al área de estudio y b) descripción del mapa generado en función de las unidades geotécnicas presentes. La memoria no debe superar dos carillas. Ficha técnica según modelo.
2. **DESAFÍO 2** Mapa de unidades geotécnicas con la correspondiente memoria respaldo que indica: a) Introducción al área de estudio; b) Geología regional; c) Materiales y métodos; d) Referencias bibliográficas. La memoria no debe superar 5 carillas. Ficha técnica según modelo.
3. **DESAFÍO 3** Consiste en: a) Introducción al área de estudio; b) Geología regional; c) Materiales y métodos; d) Problemática geotécnica para la roca; e) Referencias bibliográficas. La memoria no debe superar 10 carillas y el mapa geotécnico se construye a partir de álgebra de bandas espectrales para índices de riesgo. Ficha técnica según modelo.

En etapas, el ciclo 2018 y 2019 del curso se denominó como exploratorio, ya que las clases de consulta en vivo (ver Figura 6.7), permitieron que detectemos como equipo de investigación cuáles serían los ejes de un futuro material didáctico para transformar los encuentros sincrónicos en debates que pasen del eje sobre la herramienta a hacer foco sobre las problemáticas.



**Figura 6.7:** clases de consulta en vivo, ciclo 2019 McyTR

En el ciclo 2018-2019, un detalle no menor fue que los estudiantes asistían a la clase práctica de *a ver*. Recuperamos ese planteo en el apartado de análisis del caso, porque la clase no se podía desarrollar en un aula de informática con acceso garantizado para cada estudiante al programa- Es por ello que las clases de consulta aparte de los encuentros donde como docentes presentamos diferentes aspectos del material, podían asistir con computadoras personales o usar las disponibles en la cátedra para grupos reducidos.

De esta experiencia surgió la necesidad de generar un material didáctico con soluciones focalizadas en problemas técnicos, ya que en cada clase de consulta no se avanzaba progresivamente a situaciones más complejas sobre el problema en sí, más bien se repetían pasos de acuerdo a la situación particular de cada estudiante, situación común al aula.

En la Tabla 6.5 se resume la complejización del problema de acuerdo a los años de intervención en los espacios. Cada año se recopilaban aspectos a mejorar es por ello que para explicar el formato de trabajo se recurre al último ciclo.

**Tabla 6.5:** evolución del planteo del problema entre el ciclo 2018 y 2021 para la generación de mapas geotécnicos

<b>Año</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Características</b>	<b>Material didáctico</b>
2018	Crear un mapa a partir del recuadro del área “ <i>Dique Los Molinos</i> ”	Se entrega un recuadro del área de interés y los elementos de mapa para cargar en el programa QGIS	El respaldo es una guía de actividades sin indicaciones y cuatro encuentros sincrónicos para explicar fundamentos teóricos de la teledetección y compartir un paso a paso de cómo se resuelva la práctica, más clases de consulta sincrónicas dos veces por semana
2019	Crear un mapa a partir del recuadro del área “ <i>Dique San Roque</i> ”		
2020	Generar un mapa geotécnico del dique “El Cajón” con su correspondiente memoria respaldo de acuerdo al desafío elegido	Se presenta una problemática, se entrega el recuadro del área de interés y el estudiante desde la base busca los datos para resolver el problema; de acuerdo al desafío elegido la memoria respaldo del mapa que se entrega	El respaldo es un apunte virtual con el paso a paso para buscar las herramientas de interés para resolver el problema, evidenciando espacios de descarga de adquisiciones, construcción de vectores, álgebra de bandas, todas las herramientas de la geomática posibles de ser usadas en el proyecto. Cuentan con encuentros sincrónicos donde se explica la propuesta y clases de consulta a demanda
2021	Generar un mapa geotécnico de la “ <i>Nueva Ruta de las Altas Cumbres</i> ” con su correspondiente memoria respaldo, de acuerdo al desafío elegido		

En cada ciclo todas las entregas se centraban en la producción de un mapa. Entre 2018 y 2020 ocurrió la primera aproximación en aula de los estudiantes con el *software* y manejo del programa QGIS. Durante el ciclo 2021, los estudiantes contaban con esa formación previa en otros cursos de la carrera por alguna actividad práctica específica, según devoluciones de estudiantes consultados. Esto permitió avanzar en el análisis de los problemas. La Figura 6.8 resume mapas modelo entregados por ciclo.



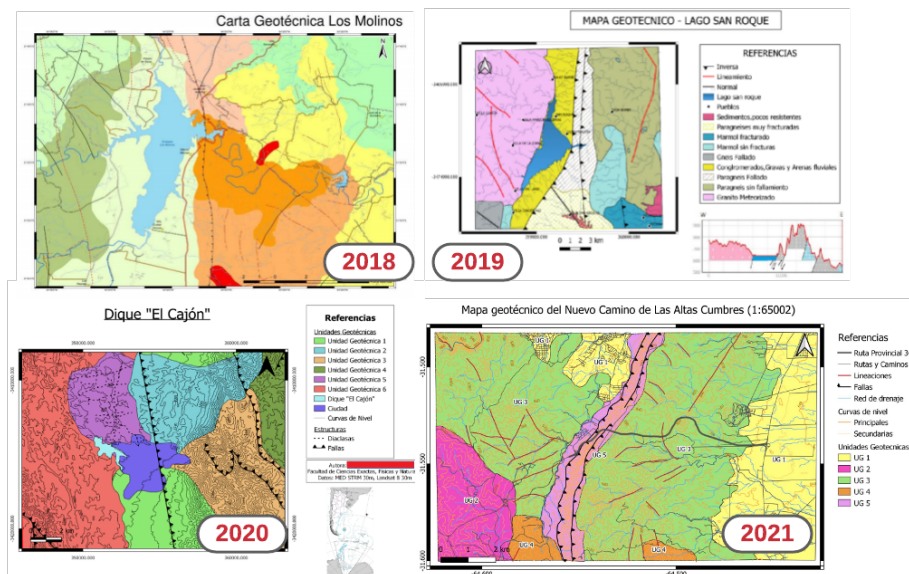


Figura 6.8: mapas modelo de unidades geotécnicas, creados por estudiantes entre el ciclo 2018 y 2021

### ¿Qué evaluamos en las producciones?

El proyecto del tema uno, fue el más largo en el desarrollo de la materia, por lo que al momento de ser evaluado se cubrieron diversos aspectos para hacer una devolución personalizada de trayectoria a cada estudiante. No se recurrió a una escala cuantitativa para evaluar el proyecto, la misma fue cualitativa y se dividió en tres tipos:

- **No satisfactorio:** No cumple con los requisitos básicos en la generación del mapa, foco en la propuesta.
- **Satisfactorio:** Cumple con las expectativas, genera el mapa y lo vincula con la memoria de acuerdo al desafío elegido.
- **Supera lo esperado:** Cumple con las expectativas, genera el mapa y lo vincula con la memoria de acuerdo al desafío elegido y genera productos derivados mediante la geomática.

Se evaluaron elementos de mapa, formato de la presentación y estructura, ortografía, prolijidad, apartados y secciones en particular y como conjunto en el curso. Durante los ciclos 2020 y 2021 se aplicó este formato detallado de evaluación gracias al ingreso del manual con material respaldo, lo que permitió presentar desafíos nuevos para ser evaluados. La Figura 6.9 resume los errores más comunes detectados en las producciones del ciclo correspondiente al 2021, última edición en la investigación:



**Figura 6.9:** grupo de 47 estudiantes, 11 sin entrega, 22 con errores de citas y referencias, 14 mezcla de apartados, 13 epígrafes, 12 sin uso de productos propios, 9 elementos de mapa, 9 gramática, 7 sin elaboración de conclusiones y 3 sin observaciones (ciclo 2021 McyTR)

Como ejemplo de evaluación formativa, compartimos extractos de devoluciones hechas sobre las producciones realizadas a diferentes estudiantes posterior a su entrega final a través de plataforma *moodle*, preparadas para cada entrega:

*....te detallo algunas características que son muy importantes en la creación de un trabajo de estas características y estoy a disposición para ayudarte a reconstruirlas. Primero y fundamental si uso mapas de otros autores o figuras o tablas siempre siempre destacar la fuente, lo mismo pasa con las referencias bibliográficas. Lo hiciste en algunos apartados, lo importante es que figure en todos. Otro detalle en mapas y figuras y tablas son los epígrafes numerados para vincular lo que escribimos con lo gráfico de una forma ordenada. En tu mapa de unidades no hay ningún elemento que indique que es un mapa, le falta la grilla de coordenadas, norte, escala gráfica, numérica, marco regional, y un detalle de cómo fue construido. Es súper importante que esos elementos no se nos pasen ya que todo el enorme trabajo que te lleva generarlo se desdibuja sin que éstos estén. Tu descripción de unidades es buena, yo vincularía un poco más con otros elementos que no sean la litología para poder diferenciarlo de ese análisis inicial, estoy por acá. Ciclo 2021*

*...hiciste una búsqueda de respaldo geológico muy amplio para describir el área e hiciste uso de referencias en la mayoría de los apartados. La descripción de unidades la dejaste en el lugar de la litología, quizá me gustaría ver un poco más de las otras variables que intervienen en conformar una unidad geotécnica, entiendo el respaldo. A los mapas les quedaron elementos pendientes, como en el caso de ubicación que se asocia a una salida de Google con escala y norte sí, pero el detalle en QGIS quizá te da más herramientas para generar un mapa de*

*ubicación. Y en resultados al mapa le falta la grilla de coordenadas, ubicar la escala gráfica dentro de ese lienzo y otros datos vinculados al entorno regional y autoría. Ojo con las Figuras de otros autores siempre requieren la cita si la vamos a usar. ¡Gran trabajo en general! ¡Adelante! Ciclo 2021*

El 60% de los estudiantes que tuvieron la oportunidad de elegir desafíos (ciclo 2020-2021), eligieron el **desafío 2** para resolver el problema. El abordaje se centró principalmente en la macroescala el área de interés el detalle de las unidades que rodean la obra civil, pocos incluyeron estudios de detalle sobre la resistencia de la roca o análisis sobre riesgos y obras soporte para mantener la obra en investigación.

Los problemas desde la implementación del manual didáctico erradicaron en gran medida la generación de mapas geológicos como mapas geotécnicos, pero en términos de redacción, formato, citas se repitieron las dificultades en el ciclo 2020 y 2021.

### 6.3.2. Percepciones de los estudiantes sobre la intervención

En las diferentes ediciones del curso enmarcadas en la investigación fuimos construyendo las características que tendría un material y una clase ideal para que la incorporación de la geomática a la resolución de problemas, con los cuales el aula ya trabaja, sea funcional al desafío que propusimos.

En el primer ciclo el esfuerzo se centró en generar el uso de la herramienta por primera vez en el marco de un curso de grado de esa carrera. No observamos resistencia entre el alumnado, pero sí inconvenientes para trabajar en clase y desde casa con lo propuesto, por lo que no tomamos notas de entrevistas. Entre ellas identificamos las dificultades para poder presentarles la propuesta. En este apartado van nuestras notas de cada año, las cuales constituyen la base de la propuesta, en detalle ver Tabla 6.6.

**Tabla 6.6:** instrumentos en uso para estudiar las intervenciones en el aula de McyTR: en rojo previo a la creación del manual y en verde con el manual en uso

Ciclo	Instrumento	Tipo de devolución
2018	Notas de clase	Intercambio con estudiantes en aula y en clases de consulta sobre las dificultades para resolver la práctica
2019	quiz + notas de clase	
2020	quiz + notas de clase + encuesta	Intercambio con estudiantes en aula y en clases de consulta sobre las dificultades para resolver la práctica, encuestas sincrónicas y asincrónicas sobre la experiencia educativa y propuestas de mejora, la práctica de mapas contó para éstos dos ciclos con una devolución personalizada de cada proyecto
2021	quiz + notas de clase + encuesta	

En el ciclo 2019, con la incorporación del *quiz* (del inglés: juegos de preguntas y respuestas), se pone en uso la herramienta *mentimeter*, hicimos diferentes encuestas en aula en los espacios sincrónicos para detectar diferentes aspectos que nos permitan terminar de determinar definitivamente el tipo de intervención que le haríamos a la propia propuesta.

En el desarrollo del ciclo 2019, se indagaron conocimientos previos sobre mapas geotécnicos, haciendo un cambio de base en la materia para explicar las diferencias con los mapas geológicos, concepto base a corregir para la creación de mapas. También evaluamos cómo impacta la incorporación en examen de preguntas basadas en ABP, cómo fue el desempeño docente en el desarrollo del curso y *¿cómo darían una clase de mecánica?* (ver Figura 6.10).

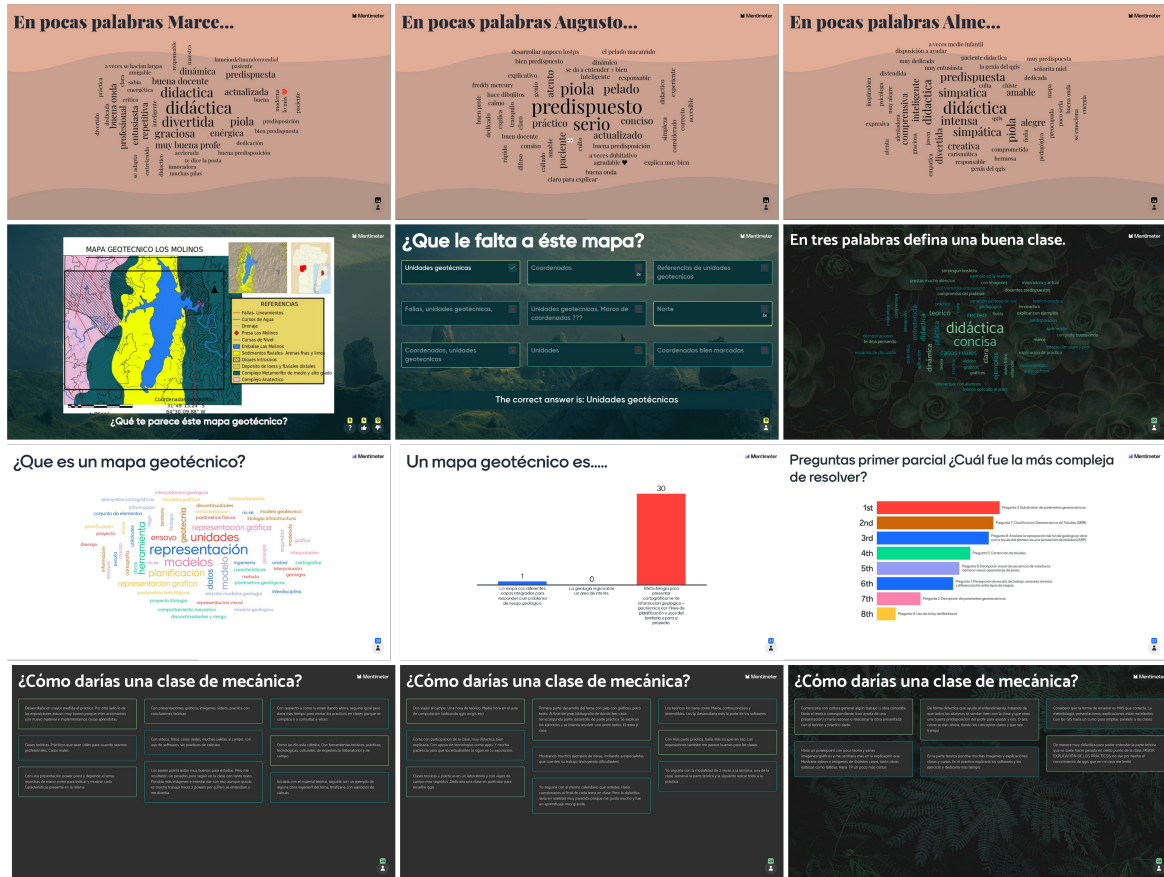


Figura 6.10: resultados de aplicar diferentes *quiz* en aula con la herramienta *mentimeter*, (ciclo 2019 McyTR)

Uno de los primeros ejercicios planteados a través del *quiz* fue consultar a través de palabras clave el concepto de *mapa geotécnico*. Las más recurrentes fueron *representación gráfica*, *unidades*, *modelo*. Cuando se les mostró un mapa con elementos en falta detectaron los principales: *definición de unidades geotécnicas*, *SRC*, *Norte*.

En el examen parcial incluimos una primera intervención centrada en el ABP donde se presentó una simulación de realidad, entre ellas una obra civil y una situación problemática a resolver consultando en el rol de geólogos y como lo enfrentarían.

Se formularon algunas preguntas disparadoras centradas en las herramientas como *¿que tipo de datos usarían?*, *¿cómo manejar la situación de riesgo de acuerdo al rol?*. En el examen los resultados fueron muy buenos, en la mayoría de los casos plantearon las herramientas adecuadas para delimitar el accionar. Sin embargo a la hora de evaluar su propio examen, tomaron a esa pregunta como una de las más difíciles de resolver.

Se les preguntó a través de palabras clave *¿cómo definirías una buena clase de mecánica de rocas?*, las palabras claves más representativas se centran en: *didáctica*, *concisa*, *casos reales*, *fotos*, *videos* y *debates* y de acuerdo a *¿cómo darías una clase?*, Aquí compartimos algunas respuestas:

*"Los powerpoints están muy buenos para estudiar. Pero me resultaron pesados para seguir en la clase con tanto texto. Pondría más imágenes e intentaría dar con eso, aunque quizás es mucho trabajo hacer 2 powers por ej. Pero se entendían y me divertía"*

*"De manera muy didáctica para poder entender la parte teórica que se suele hacer pesada en cierto punto de la clase, MEJOR EXPLICACIÓN DE LOS PRÁCTICOS, no dar por hecho el conocimiento de qgis que en mí caso me limitó"*

*"Dos viajes al campo. Una hora de teórico. Media hora en el aula de computación (utilizando qgis arcgis etc)"*

*"Yo seguiría con el mismo calendario que ustedes. Haría cuestionarios al final de cada tema en clase. Pero la didáctica sería en realidad muy parecida porque me gustó mucho y fue un aprendizaje muy grande."*

*"Comenzaría con cultura general, algún trabajo u obra conocida. Daría el teórico correspondiente (con ayuda de una presentación) y haría razonar o relacionar la obra presentada con el teórico y práctico dado."*

Los aspectos que remarcan estudiantes en los diferentes relatos apuntan a trabajar otra dinámica en las clases expositivas, una posible solución sería generar apuntes de aprendizaje y alivianar las presentaciones que tienen mucha información para cumplir la doble función y otra aplicar el aula invertida, grabar la explicación y que estudiantes deban asistir con el material visto para poder enfrentar el encuentro.

Estudiantes coinciden en que la rutina del momento cultural como inicio es positiva para los encuentros sincrónicos y, para el manejo de una herramienta apuntan a que les sería de utilidad contar con un espacio en la facultad donde practicar guiados con las herramientas a disposición.

Del análisis del ciclo 2018 y 2019, detectamos las situaciones que presentaban mayor dificultad en aula a ser tenidas en cuenta en la creación del manual y decidimos profundizar las intervenciones en los momentos culturales y revisar la teoría y la práctica para crear otra forma de relación en el encuentro sincrónico.

En el ciclo 2020, realizamos la intervención, generamos un manual, con una situación problemática y un respaldo paso a paso para usar las herramientas del programa QGIS con tres tipos de desafíos ya presentados. También incorporamos como cierre la devolución individual a cada producción para un grupo de 40 estudiantes promedio. El detalle en este ciclo es que la intervención fue 100% en línea por la pandemia.

Recurrimos a los *quiz* durante el desarrollo de la materia, incluimos un ejercicio de ubicación espacial para saber donde se encontraban nuestros estudiantes y plasmarlo en mapas, reforzando los múltiples usos que proporciona la herramienta y como nueva intervención les pedimos una devolución como cierre de la experiencia educativa.

Trabajamos a través del *quiz* nuevamente sobre el concepto de mapa y las palabras clave para definirlo fueron representación gráfica de datos; si el mapa es geotécnico las palabras

clave se centraron en representación gráfica de estructuras de características similares, unidades.

Dentro del parcial, incluimos una pregunta centrada en el ABP (en Anexo B presentamos el modelo de pregunta), también había otras preguntas de la materia distribuidas según: preguntas de respuesta múltiple, las cuales pueden tener una o varias respuestas posibles, y desarrollo. Las de desarrollo cubren apartados teóricos de alguno de los temas y la otra apunta al espíritu crítico a través del ABP (Aprendizaje Basado en Problemas) en el cual se simula una situación y con las herramientas que considera, ofrece una solución o un protocolo de acción de acuerdo al rol. Con un total de tiempo para todo el examen de 60 minutos. Al evaluar su repercusión a través del *quiz* se definió que de acuerdo al parcial:

Si, muy poco tiempo , no pude terminar el del momento cultural

La actividad del momento cultural no la pude hacer por falta de tiempo, es posible para el próximo parcial contemplar un rango horario más amplio? gracias!

Los incisos a) b) c) etc, del momento cultural, había que responderlas o eran para orientarnos?

Los aspectos negativos del parcial se centran en el problema complejo que se les otorgó para resolverlo y donde debían tomar una serie de decisiones con la información disponible sobre una obra civil explicitar lo que se espera.

La modalidad me pareció muy buena, inclusive esta instancia me parece excelente y de mejora ! Hubo un debate en el aula virtual después del parcial sobre factores externos de inestabilidad

¡Me encanta esta modalidad de exámenes! , te hacen pensar y razonar mucho más!,

Estuvo buena la modalidad de ponerse en el rol de geólogo ante una situación que tranquilamente puede pasar

En el análisis de la Presa me di cuenta que lo hice con una visión general y no puntual al método que aplicaría como geóloga. Di importancia al procedimiento previo a tomar las decisiones.

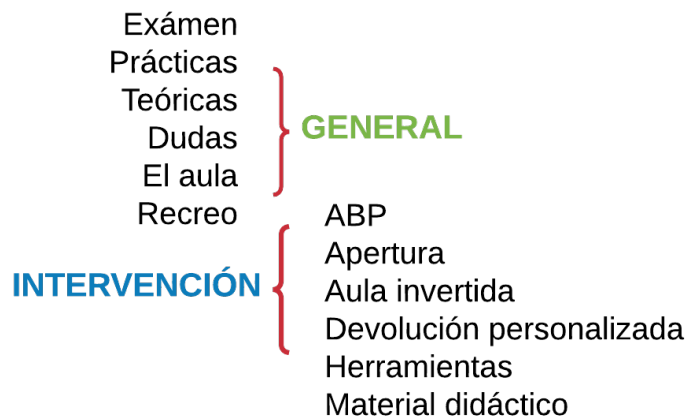
Se aprende más aplicando el conocimiento a una situación determinada. Apoyo la modalidad =)

Entendemos que se considera una incorporación positiva a una instancia de examen, pero la misma requiere de otros tiempos para su desarrollo (ver Figura 6.11).



**Figura 6.11:** resultados de aplicar *quiz* en aula con la herramienta *mentimeter*, (ciclo 2020 McyTR)

Como cierre se les pidió que realicen un balance del curso y de la intervención creada específicamente en el marco de esta tesis; a través del análisis cualitativo de esas respuestas encontramos dos categorías: una general de toda la materia y otra específica de la intervención. En la Figura 6.12 se resumen los códigos detectados para cada una.



**Figura 6.12:** análisis experiencia educativa en aula con la herramienta *saturate.app* (ciclo 2020 McyTR)

La devolución para el material en general se centra en que hubo cambios favorables en cuanto organización, uso de nuevas tecnologías (o herramientas), intercambio, debate y correcciones de las entregas. En el desarrollo de prácticas no todos los casos eran claros ni llegaban a resultados vinculados a la realidad y, en la teoría el material de la presentación funcionaba como apunte y las clases eran reiterativas sobre los conceptos, y los exámenes parciales no siempre eran claros con los tiempos y el desarrollo menos en los casos de opción múltiple. En sus palabras:

*Las clases del teórico me parecieron muy claras y ordenadas. Quizás bastante repetitivas, pero eso es lo que hace que nos quede... Fue clave el hecho de que nos den los recreos, porque no todas las materias lo hacen y sinceramente son muy necesarios. En cuanto al práctico, siento que no fue lo que esperaba, quizás se podría aprovechar más en modalidad presencial. Sentí que a veces eran confusas algunas cosas y el profe no terminaba de explicarse bien, o no entendía las preguntas que le hacíamos. Además algunos prácticos tenían errores, estaría bueno revisarlos para el otro año. Y por último, el que nos hayan enseñado a manejar el Qgis y los demás software vistos en el práctico estuvo perfecto! Nadie enseña eso y*

*son herramientas NECESARIAS para cuando estemos en el mundo del trabajo. También la corrección tan específica de los informes fue súper útil y es algo que ojalá puedan mantener!*

*Valoro mucho la predisposición de todos los profes y la confianza que nos hacen sentir, en que si hay algo que nos molesta o algún problema, podamos hablarlo sin miedo! También que estén abiertos a las críticas para mejorar. Las clases han sido muy dinámicas y eso del aula invertida me hace sentir mucho más cómoda en el aula, y si no te gusta la materia te obliga a llevarla al día... La dedicación y la paciencia con que dieron la materia hace que sea, a mi parecer, la mejor cátedra de geología. Se nota que les interesa que aprendamos y seamos buenos profesionales el día de mañana, no solo con conocimientos sino con valores y criterio. MUCHÍSIMAS GRACIAS DE CORAZÓN!*

Respecto al manejo de la herramienta (QGIS), 38 estudiantes respondieron la encuesta, y 25 estudiantes certificaron haberla usado al menos alguna vez para resolver problemas en aula previamente, 5 sólo lo pusieron en uso por curiosidad y 8 que no tuvieron acceso en su formación en instancias anteriores. Quienes tuvieron como primera experiencia el uso de la herramienta, certificaron que el manual de respaldo les sirvió para resolver el problema planteado.

*"...empecé la materia sin saber usar qgis y gracias a la cátedra pude aprender a usar muchas herramientas de qgis. Me pareció genial el trabajo y que se hayan tomado la molestia de un análisis personal.."*

La propuesta por resolución de problemas ABP les resultó un gran desafío al cual no se sometieron en el marco del proceso de formación en la carrera con frecuencia, les resultó muy valioso recibir devoluciones personalizadas del trabajo realizado.

*Considero que este trabajo práctico que realizamos a lo largo del cursado, sirve mucho para nuestro crecimiento profesional, como geólogos, y nos prepara para la vida laboral que está cada vez más cerca... Aprendí muchísimo, a realizar mapas, informes, y eso lo valoro muchísimo. Las correcciones fueron muy específicas, lo que no suele ocurrir, por lo que aprendemos mucho más..*

De acuerdo al desafío elegido para resolver el problema cada informe presentado y mapa tuvo un análisis en el marco de esta investigación. Este accionar, derivó en una tarea que llevó mucho trabajo en la tesis, pero que consideramos necesaria para que el estudiante termine de cerrar el proceso de aprendizaje en el marco de las intervenciones que realizamos. La prueba de ello es que recibimos un 100% de respuestas favorables sobre la devolución recibida por parte del aula, compartimos extractos de lo que mencionaron estudiantes sobre la instancia:

*¡Es súper útil la devolución. Siento que aprendí mucho, y la verdad es que es la primera devolución que he tenido en toda la carrera. A*



*nivel tan detallado de gramática y todo. Por ahí siempre nos corrigen la parte de contenido y no la estructura en sí. Se aprecia muchísimo que se tomen el tiempo de hacerlo y que se preocupen tanto por este aspecto que es igual de importante que los contenidos de la materia. . . Y el hecho de que nos enseñen a usar un software también! Porque no se ve en ningún otro lado tampoco y es algo básico y necesario el día de mañana.*

*Gracias a las devoluciones, uno sabe qué cosas pulir exactamente. Donde mejorar. Aprendí muchísimo haciendo este trabajo. Gracias a la cátedra.*

Los hallazgos que de aquí se desprenden apuntan al logro de integrar: conceptos, procedimientos y problemas con el agregado de incluir en una instancia de grado la formación para el trabajo. Generar un informe de manera individual con salidas gráficas que respondan a la categoría mapas es un desafío, y otro mayor es otorgar una devolución personal a cada producción, la tarea puede protocolizarse pero es esencial incluirla en instancias evaluativas.

En el ciclo 2021, repetimos la intervención realizada en el ciclo 2020, cambiando el caso de estudio y sin incorporar en uno de los exámenes parciales una pregunta que se centre en la resolución de problemas. Redujimos como experimento la cantidad de clases de consultas fijas y las transformamos a demanda, es decir cuando los estudiantes tenían alguna duda extra al material a disposición, las clases y los videos de respaldo se les asignaba un espacio especial en conjunto para resolverlas, la pandemia en curso de momento también dejó esta edición en línea.

Los grupos de estudio a partir del ciclo 2020, ya presentaban en otros cursos de la carrera previo uso de herramientas de la geomática lo cual facilitó enormemente la tarea de presentación de la herramienta y centró el trabajo en que los estudiantes encuentren los datos y puedan crear los propios mapas de acuerdo al desafío elegido.

Antes de presentar los problemas se les consultó las expectativas sobre el curso, y las respuestas se centraron en:

- *Aprender a reconocer y explicar el comportamiento de los macizos frente a diversas situaciones para dar una solución al problema.*
- *Aprender sobre la construcción de megaobras y comportamientos de las rocas frente a las mismas. Construcción de mapas geotécnicos.*
- *Aprender a usar Qgis*
- *Aprender sobre el comportamiento de las rocas, ejemplos de la vida real y realización de mapas.*
- *Lenguaje geotécnico, diálogo, problemas aplicados, resolución de problemas reales, llevar el conocimiento al campo.*

Les consultamos también sobre el balance que hacían sobre dos años de aprendizaje en línea y, cuando la situación de aislamiento termine, como se imaginarían el aula. El 75% de los estudiantes indicaron que su preferencia es migrar a una modalidad mixta de aprendizaje tomando lo mejor de los dos formatos.

Cómo cierre del curso realizamos una encuesta retrospectiva de la materia y de 34 estudiantes que terminaron el curso 13 nos hicieron una devolución. A continuación detallamos las preguntas realizadas y los resultados del análisis cuantitativo que obtuvimos de todo el curso no del específico de nuestra intervención:

1. **¿Cómo describirías a tus docentes en general?:** 78 % definió como *didácticos*, 70 % *comprometidos* y 38 % *originales*, otras opciones incluídas y no seleccionadas: apáticos, exigentes, atentos especializados.
2. **¿Cómo describirías la infraestructura virtual de tu aula??:** Recordamos que en esa edición el aula se creó al 100% en *moodle*, para exámenes, clases, material didáctico, consultas, juegos, y los estudiantes la definieron como 70 % *adecuada* y 30 % *excelente* no dejando ninguna opción para deficiente.
3. **El acceso a una compu para realizar las propuestas en tu caso es...:** 61 % *excelente*, 23 % *adecuada*, 8 % *comparto la compu con otra persona* y 8 % *deficiente*.
4. **El acceso a Internet desde donde estuviste aprendiendo es...:** *excelente* 38 %, *adecuado* 38 %, *lento* 15 % y *en general es bueno pero hay días en los que anda muy mal* 8 %
5. **Tu seguimiento de clases fue...:** *Académico* 46 %, *académico y pedagógico* 39 %, *ambas, pero más académico que pedagógico, debido a que no pude asistir a parte de las clases* 8 % y *sin seguimiento* 7 %

La información presentada previamente sobre la percepción de las herramientas aúlicas y la labor docente, tuvo una respuesta baja ya que de 40 estudiantes en un inicio, donde sólo 34 completaron el curso y finalmente 13 respondieron la encuesta, podemos definir, y no de manera absoluta, que el desempeño docente se considera positivo con la propuesta didáctica y que, para los desafíos que propone el uso de herramientas geomáticas, cuentan con la posibilidad en domicilio de acceder plenamente a una computadora.

Cómo cierre se les pidió a estudiantes del curso de McyTR que realicen una *descripción breve del aula ideal*, destacamos a continuación las propuestas literales:

- *Clases mixtas, presenciales para poder interactuar y compartir conocimientos con el profesor y virtuales para poder re-ver la clase*
- *Similar a la actual pero con una rápida puesta en común de los prácticos*
- *Dividida por unidad temática de la materia y otros apartados de interés. A su vez éstos divididos en prácticos, teóricos y bibliografía.*
- *Me pareció ideal como estuvo diseñada este año (2021). Lo que sí, haría más dinámicos los tutoriales.*
- *Con buena predisposición de los docentes*
- *Completa y bien organizada*
- *Yo creo que como estaba organizada se acerca bastante al aula ideal, quizás algunas de las clases grabadas no se encontraban fácilmente.*

- *Que se dicten bien los contenidos, que sean claros con las consignas a realizar, que la comunicación entre docentes y alumnos sea clara, como así también las condiciones de aprobación de la materia.*
- *Ordenada, de forma jerarquizada desde la primera unidad, hasta la última.*
- *..que todos tengamos buena calidad y cantidad de paquete de internet, velocidad, etc, clases dinámicas con ejemplos reales actualizados.*
- *Presencial y con recursos audiovisuales*
- *Un lugar donde profesores se comprometan en transmitir el conocimiento y los estudiantes también estén comprometidos con la aprehensión del mismo. Un lugar donde las interacciones sean dinámicas, donde no se juzgue y se pueda aprender de los errores. El aula ideal también contemplaría proveer los elementos adecuados (ya sean programas, software específicos, etc) para el desarrollo del curso.*
- *Un aula con acceso a una compu adecuada para las exigencias de la materia, ya que a algunos nos dificulta eso*

Se vuelven a encontrar patrones comunes ya abordados en las ediciones anteriores respecto al curso completo y la dinámica de las teóricas, lo que si se enuncia que la propuesta pedagógica si infiere positivamente en el desarrollo del curso y su dinámica.

Aquí el eje de las sugerencias se centra en el manejo de la herramienta, los videos de procedimiento generados y el apunte escrito no terminan de completar la formación de base necesaria para la resolución de problemas que propone el desafío práctico.

Haciendo foco en la propuesta pedagógica creada en el marco de esta tesis, se les preguntó si *podrían describir lo bueno y lo malo del material didáctico presentado para resolver la práctica 1 de mapas*, se comparten extractos a continuación:

- *"Desde un comienzo, la consigna no la comprendió nadie. Posteriormente el aprendizaje y material para resolver el mapa fue muy desorganizado"*
- *"El material estaba muy detallado, y se entendía bien. Posiblemente hubiera sido bueno una clase donde vayamos avanzado en conjunto un ejemplo de mapa, para visualizar mejor el uso del qgis."*
- *"En general estuvo bien, aunque faltaron algunas herramientas a las que tuvimos que buscar y aprenderlas por nuestra cuenta. Para aquel que no sabe absolutamente nada de Qgis se le hizo muy difícil comenzar por su cuenta."*
- *"Malo: poca información al respecto de qué hacer exactamente y cómo presentar el informe. Bueno: bien didáctico para el uso de QGis"*
- *"Lo bueno es que fue el necesario, lo malo es que en ocasiones era complejo de entender."*
- *"Lo bueno es que estaba todo especificado de cómo realizar cada proceso, por lo que solo había que ir paso a paso. Algo malo podría ser que varias de las funciones que nos enseñaban a hacer no andaban o había problemas con los diferentes rasters."*
- *"Lo bueno es que estaba bastante detallado los pasos para poder hacer las actividades de mapeo, lo malo que es que hay cosas que no pude resolver."*

- *"Lo bueno fue la primer parte donde se hizo sencillo seguirle el ritmo, posteriormente, después de la mitad, se hizo medio confuso."*
- *"Lo bueno del material para resolver la práctica 1, fueron, sin dudas, los videos ya que se podía ver más claramente el paso a paso y dejaba mejor explicado qué estábamos haciendo en el trabajo (me hubiese gustado que todo estuviese en videos de este tipo para este TP). Lo malo, en mi caso particular, fue que no conocía el programa (sólo sabía que era de mapas, creía que era otro programa de mapas) y me costó entender la utilidad práctica y teórica del TP (saber para qué me descargaba cierto tipo de imágenes, familiarizarme con los términos, aprender y entender qué tipo de info sacar, etc), tuve que recurrir a otras fuentes. Me llevó mucho tiempo todo eso y varias cosas las hice sin entender qué, para qué ni por qué las hacía de ese modo (seguía las instrucciones)."*
- *"El material didáctico es completo. Lo mejor, que más me sirvió fueron los videos tutoriales sobre algunos puntos específicos."*
- *"Me pareció que el material brindado fue un buen complemento para el desarrollo del tp y además me ayudó a estructurarme. No se si puedo decir cosas "malas" pero sí me parece importante resaltar la necesidad de que haya un seguimiento o clases de consulta porque al estar haciendo el tp siempre surgen muchísimas dudas."*
- *"Hay consignas que son complejas de comprender, lenguaje muy técnico y a veces no se entiende el objetivo de la consigna. Las explicaciones también son algo complejas para los que no tuvimos ningún tipo de contacto con qgis en la carrera. Y eso personalmente me tiene muy trabada en la materia. Lo bueno es que la predisposición de los profes es excelente y las ganas de enseñar también."*

De acuerdo a la devolución de las actividades, explícitamente en la encuesta anónima se indagó sobre las devoluciones recibidas, compartimos extractos en la encuesta a continuación:

- *"hubiera sido excelente una puesta en común con presentación de los mapas de cada estudiante para ver otros puntos de vista"*
- *"creo que fue muy acertada y era lo que esperaba"*
- *"muy agotada, me hubiese gustado una corrección más amplia, con algunos o varios comentarios"*
- *"excelentes. No tengo quejas al respecto"*
- *"considero que fue correcta debido a que se me corrigieron los aspectos en los que debía trabajar más"*
- *"fue una buena corrección, se nota que leyeron a profundidad todos los trabajos entregados e hicieron observaciones correctas (al menos en mi caso)"*
- *"muy buena, porque se me remarco lo que debo mejorar a la hora de realizar un mapeo y su correspondiente memoria"*
- *"muy buena, la verdad que me marcaron datos que no tenía idea, y los tendré en cuenta para mapas futuros, en si me gusto mucho la actividad"*

- *"fue corta y precisa, me parecieron bien las correcciones porque gracias a eso me di cuenta que me faltaban cosas. La única duda que me quedó fue el tema de agregar las referencias bibliográficas porque en el desafío 1 no explicitaba ponerlas"*

Nuestros estudiantes enunciaron como principal fortaleza la dedicación docente y organización de la materia. Pero sumaron otras alternativas al cierre y puesta en común, como exponer en un debate o espacio en aula las producciones de cada estudiante, se considera positivo el intercambio pero si se requiere ampliar en un espacio común todo lo trabajado en el curso.

Respecto a si tuvieran que transformarse en docentes de Mecánica de rocas como prepararían sus clases comentaron:

- *"similar a lo que presentaron los profesores, pero con casos de aplicación en nuestra provincia, datos precisos y problemas de por ejemplo el camino del cuadrado"*
- *"Me gustaría armar una clase muy interactiva, pero con algunas definiciones y nociones básicas sobre el tema, con ejemplos prácticos que sean fácil de memorizar y terminar con algún juego, podría ser un crucigrama con las palabras claves"*
- *"De una forma en la que los alumnos se vean involucrados directamente en la participación durante la clase, cómo por ejemplo cuando completamos las diapositivas nosotros según nuestros conocimientos adquiridos en lo que va de la carrera"*
- *"Como rol de un docente prepararía las clases dando los conceptos básicos y relacionarlos con ejemplos de campo, a su vez llevaría un seguimiento más exhaustivo de cómo el curso va llevando la materia tomando evaluaciones observando el nivel de seguimiento de los alumnos para con los contenidos brindados"*
- *"Exigiría cierto nivel de lectura por parte de los estudiantes, una base común. Prepararía una clase con buena base teórica y fotos e ilustraciones de casos reales. Por ejemplo ensayos de laboratorio, ensayos de permeabilidad. parámetros de las discontinuidades, etc."*
- *"Son excelentes las clases, respetando tiempos para procesar la información."*

En el curso de Mecánica de Rocas, pudimos desplegar una evolución de estrategias educativas para afrontar el aula, ubicar desafíos desde saberes base, a avanzados sobre la herramienta permitió ubicar al aula en el desafío acorde y perder en el entramado el trabajo sobre el problema complejo. Crear un apunte con explicaciones y guía de procedimiento<sup>8</sup>, redujo las intervenciones, de todas formas se considera efectivo multiplicar el formato a video para ese material de consulta y referencia.

En la repetición de los ciclos, estudiantes por camada comenzaron a tener saberes previos de otros cursos, y ese cambio de paradigma si se visibilizó en la profundidad de sus producciones, el aprendizaje en línea, impulsado por la pandemia, incorporó a la computadora como una herramienta central de trabajo, y muchas de las actividades pudieron realizarse con dificultades reducidas, la modalidad mixta fue la opción que más les pareció adecuada incorporar para poder hacer un abordaje integral de los contenidos. Los momentos culturales se transformaron en la base de una rutina de trabajo en aula y fomentaron la colaboración y trabajo entre pares.

---

<sup>8</sup>En la jerga de uso frecuente se denomina el apunte del paso a paso.

## 6.4. Indicadores de Pensamiento Multiescala

Para analizar la apropiación conceptual respecto del Pensamiento Multiescala comparando los tres casos, se incorporó una prueba, adaptada de la propuesta por Bednarz y Lee (2019), focalizada en el pensamiento espacial y los Sistema de Información Geográfico con un agregado orientado a saberes vinculados a la escala y la resolución de problemas, definidos para esta tesis como PPM.

El objetivo de la PPM fue implementar un instrumento que nos permita identificar los aprendizajes conceptuales producto de las propuestas pedagógicas presentadas en los espacios. La prueba constó de 12 preguntas (prueba completa en Anexo A), las cuales se idearon para ser respondidas por cada estudiante antes y después del (pre y post) curso.

Cómo las aulas del estudio en esta tesis fueron diversas, es decir tuvimos estudiantes de grado, especialistas, y estudiantes de posgrado, comparamos las respuestas del grupo de posgrado al implementarla en otro grupo que funcionó como control y que tenían similares características socio-educativas, en detalle: formación de grado completa, examen de ingreso a una maestría aprobado y cursando sus primeros dos meses con saberes nulos sobre el campo disciplinar.

Este grupo a modo de control no recibió las propuestas didácticas y realizó un curso de perfeccionamiento de Introducción a la Teledetección en línea. Es decir, se realizó una prueba en un diseño cuasi experimental donde el grupo control era de otro curso. No se dividieron a los estudiantes en grupos controles y experimentales, sino que se solicitó a estudiantes con características similares a uno de los grupos que tome la prueba. A continuación explicaremos la relevancia de la misma y su efecto a los fines de esta tesis.

Los estudiantes que tomaron la prueba como control y como caso pertenecieron a los siguientes cursos introductorios de teledetección 1) de perfeccionamiento de Educación a Distancia, y 2) el de posgrado de nuestro proyecto. Describiremos las características principales de ambos cursos a los fines de fundamentar la ubicación de la prueba como caso control comparando resultados entre ambas. En detalle:

- **Grupo A:** 13 estudiantes pertenecientes a las maestrías Maestría en Instrumentos Satelitales (MIS) y Maestría en Tecnologías Satelitales (MTS) abril 2020 dispuestos a cursar el módulo 1 de la DUGA Introducción a la teledetección y SAR, todos con formación de grado previa no vinculada directamente al campo disciplinar y en su segundo mes de cursado de maestría. Característica de formación de grado: ingeniería en computación, sistemas, telecomunicaciones.
- **Grupo B:** 18 estudiantes de la Maestría en Aplicación de Información Espacial, también en abril de 2020, dispuestos a cursar el curso Introducción a la teledetección, espacio intervenido en este proyecto de tesis por vez primera. Características de formación de grado: ciencias naturales, ingeniería agronómica y agrimensura, geografía.

Las preguntas se clasificaron en 8 tipos (Bednarz y Lee, 2019), identificadas de acuerdo a diferentes aspectos del pensamiento multiescala y las habilidades para desarrollar el pensamiento espacial y crítico para la resolución de problemas. De la prueba completa en Anexo A, aquí describimos los aspectos que la misma cubre:

- a) Las preguntas incluidas en este grupo evalúan el pensamiento espacial y multiescalar, habilidades relacionadas con la comprensión de la orientación y dirección. Concepto de MAPA.

- b) En este grupo las preguntas buscan evaluar las habilidades de pensamiento espacial a diferentes escalas, conocimiento y seguimiento de protocolos, espacios de descarga de datos satelitales y uso de adecuado en concordancia con la situación problemática planteada.
- c) En este apartado analizamos y evaluamos la capacidad del alumno para seleccionar una ubicación ideal y comprender del concepto de superposición y/o combinación de datos e interpretación de mapas, buscando revisar como procesaría los datos y propondría resultados sobre los mismos.
- d) En este apartado analizamos la capacidad de vincular mapas del estudiante y pasar ese vínculo a la relación de las variables que los componen.
- e) Eje en el concepto de mapas en 2D y pasar esa interpretación a 3D, usando como recurso clave la interpretación de perfiles.
- f) Los SIG constituyen una herramienta esencial en el análisis espacial, para evaluar su uso de forma adecuada. En esa pregunta entonces, lo que buscamos es saber si el estudiante reconoce la transformación de patrones a elementos SIG, previo y pos a tomar el curso.
- g) Las preguntas de cierre son específicas, no combinamos varias para definir la valoración de la respuesta, en este caso el eje es revisar la lectura de mapas desde el concepto de RGB (composiciones de color).
- h) Y como cierre, una pregunta específica que incluye la interpretación de mapas y salidas gráficas, para el caso variogramas, herramienta específica en el análisis espacial y vinculada en la pregunta con la elaboración de mapas.

Con los recursos, la prueba y el grupo de estudio descritos, en las Tablas 6.7 y 6.8, presentamos los resultados para los dos grupos que de base constaban con las mismas herramientas. Los cursos se ubican en estadios diferentes, usando la misma base formativa, y en el caso de la maestría incluimos en la revisión nuestra propuesta pedagógica ya presentada.

**Tabla 6.7:** pre Prueba de Pensamiento Multiescala MIS/MTS 39% (celeste) y MAIE 47% (verde)

ID	Promedio (%)		Promedio (%)	
	PRETEST MIS/MTS	General	PRETEST MAIE	General
a)	41	39	38	47
b)	54		59	
c)	35		59	
d)	46		44	
e)	77		28	
f)	23		56	
g)	12		45	
h)	23		50	

**Tabla 6.8:** pos Prueba de Pensamiento Multiescala MIS/MTS 59% (celeste) y MAIE 83% (verde)

ID	Promedio (%)		Promedio (%)	
	POSTEST MIS/MTS	General	POSTEST MAIE	General
a)	50	59	100	83
b)	77		98	
c)	55		97	
d)	69		78	
e)	85		83	
f)	31		72	
g)	52		61	
h)	50		78	

El detalle comparativo ya presentado, fue la base para analizar el uso de la prueba en nuestros casos de estudio, como elemento crucial para evaluar nuestra propuesta para cada caso. Es por ello que previo a cada intervención y como cierre en los espacios seleccionados y ya presentados, evaluamos esos mismos aspectos.

Observamos que hay una diferencia en los saberes previos de los grupos. Nótese que los resultados arrojaron un *pretest* del 39% para una formación en ingeniería en computación, sistemas y telecomunicaciones y de un 59% en ciencias naturales e ingeniería agronómica y agrimensura, y precisamente la PPM se concibe desde la aplicación y no desde la instrumentación, apunta al enfoque de los problemas complejos que integra saberes en la resolución de problemas de campos disciplinares, desde su indagación y no apunta a conocer técnicas geomáticas y definir las.

El curso de perfeccionamiento tiene como objetivo *introducir a los alumnos en las nociones básicas de la teledetección, así como también en las principales técnicas de procesamiento digital de las imágenes ópticas y SAR, pensado para aquellos profesionales que se aproximan por primera vez al mundo de los sensores remotos y desean interiorizarse en las aplicaciones posibles, las misiones satelitales existentes, la disponibilidad de datos, el procesamiento y análisis de información satelital.*

Y el curso de Introducción a la Teledetección, ya presentado en este proyecto de tesis, tiene como propósito contribuir a adquirir conocimientos teóricos y destrezas prácticas, relacionados con los principios de la teledetección, aprender a utilizar las herramientas básicas del procesamiento de imágenes de satélites para el monitoreo ambiental y conocer la disponibilidad de distintos tipos de información satelital.

La riqueza de comparar dos grupos de estudio con características similares de formación base, y su adquisición de saberes en dos cursos de introducción a la teledetección, nos permitió develar la utilidad de la PPM, porque los porcentajes base fueron equivalentes y el postest le dió validez a una de las propuestas pedagógicas planteadas; en la sección subsiguiente el análisis se centra en los casos de tesis, que al ser disimiles en un grupo de estudio y etario, nos arroja información sobre las propias propuestas.

#### 6.4.1. Análisis de los casos presentados en esta tesis

La base de formación en los casos de estudio para el posgrado es de grado completa y multidisciplinar en ciencias naturales, ingeniería agronómica, agrimensura y geografía con



un rango etario entre los 25 y 35 años, caso ya presentado en el apartado control, para el grado es unidisciplinar. Los estudiantes cuentan con tres años completos de la carrera de geología, con una edad promedio de 21 años. Para el curso de perfeccionamiento de la diplomatura en cambio es multidisciplinar cuyo requerimiento es secundario completo con estudiantes con un grado en ciencias, formación técnica e incluso formaciones de posgrado en un rango etario entre los 20 y 60 años.

La Tabla 6.9, nos permite identificar los resultados del test a partir de la intervención previa y posterior a la prueba en los casos de la tesis.

**Tabla 6.9:** resultados Prueba de Pensamiento Multiescala en casos de estudio: Herramientas Geomáticas Aplicadas al Ambiente, Mecánica y Tratamiento de Rocas e Introducción a la Teledetección ciclo 2020

CASO	PRETEST	POSTEST	Observaciones
IT	47 %	83 %	posgrado
HGAA	52 %	58 %	grado y posgrado, formación técnica
McyTR	43 %	57 %	grado

Para ediciones posteriores de la prueba, implementamos la automatización de resolución y análisis de resultados, y también de la corrección de los interrogantes con la herramienta H5P.

Cada apartado presentado pasó a auto-completarse con una resolución automática, para el caso de las preguntas que invitan al desarrollo, una carga de 10 palabras clave y sus correspondientes sinónimos extraídas de las PPM varios equipos de estudio en las cuales implementó, preguntas de respuesta múltiple, preguntas para completar las palabras perdidas, diagramas para unir gráficas o mapas con perfiles entre otros. Lo cual agiliza la labor de revisión, pero acota las posibilidades de respuesta para estudiantes y en consecuencia el análisis.

Compartimos extractos de devoluciones del aula ante la propuesta:

*...la prueba espacial me pareció fantástica, y me permitió entender lo distinto que veo las cosas luego de terminar la diplomatura. Incluso tuve que volver a dar algunos pasos y revisar lo que hice para responder correctamente. ¡Los felicito ! Está muy bien el enfoque y el desafío de auto evaluarlos suma mucho. Incluso me gustó la posibilidad de poder reiniciarla para chequear si adivine o si realmente sabía...*

Buscamos con la transformación automatizada en el cierre de la propuesta, que la misma pueda ser implementada en diversos espacios para incorporar el hábito en los cursos de evaluar saberes previos y validar el enriquecimiento que promueve un curso de formación específico, la Prueba de Pensamiento Multiescala no cubre específicamente todos los campos de la geomática, la misma desde su visión general como está planteada, puede adaptarse y detallar aspectos que se requieran dada el aula en investigación.

*¿Qué nos dice el test de los saberes previos de cada grupo?*

Para poder hacer un análisis integral y salir de la base de respaldo propuesta por Bednarz, revisamos los resultados desagregados, al proporcionarle a la prueba cuatro aspectos clave y de relevancia para la tesis, ubicando grupos de preguntas que respondan a:

1. Concepción del espacio
2. Organización del espacio
3. Formalización de la organización del espacio
4. Representación e interpretación de mapas

Este resultado presentado de esta manera permite recrear la prueba de múltiples maneras haciendo consideraciones directas sobre lo que implica el *pensamiento espacial y a múltiples escalas*, compartimos un detalle sobre los análisis plasmados en los tres casos en la etapa de intervención.

Se observa para el grupo de la maestría que en los ítems relativos a la concepción y organización del espacio la mayoría de los estudiantes puede dar cuenta de nociones previas.

Sin embargo, para la formalización de la organización del espacio, tanto su producción como en su interpretación, menos de la mitad del estudiantado puede dar cuenta de saberes previos. Asimismo, los números indican que es donde el curso pudo aportar más valor dado que los resultados del post test en estos ítems mostraron un crecimiento de 125 puntos a 281 puntos, siendo el tope para esos tres ítems los 300 puntos<sup>9</sup>.

Lo contrario sucede con los grupos del grado en geología, donde obtuvieron buenos valores en saberes referentes en representación de mapas, creciendo de 65 puntos a 100 puntos pero valores más bajos en concepción y organización del espacio de 33 puntos a 35 puntos. Lo cual indica un estadio no independiente en el manejo de las herramientas y su implicancia en el espectro electromagnético para resolver problemas, al retomar el concepto de que cada objeto de la superficie puede ser leído de acuerdo a su respuesta espectral, y sí la multiescalaridad, es decir el análisis a diferentes escalas, actividad totalmente desarrollada en este grupo de estudio por su campo disciplinar base no vinculado necesariamente al manejo de herramientas propias de la geomática como campo disciplinar. Lo cual a diferencia del caso anterior, de posgrado, donde el enriquecimiento fue propiamente la multiescalaridad y la percepción del espacio, y es consecuente ya que el objetivo del curso en el grado no es aplicar geomática ni tampoco introducirla, si es el caso del curso de la maestría.

En el curso de aplicaciones de la diplomatura, las respuestas a los saberes referentes a la representación de mapas crece de 58 puntos a 64 puntos, y al igual que en el caso de grado existe una diferencia pequeña entre los saberes previos sobre concepción y organización del espacio y los saberes adquiridos después del curso. Sin embargo, esta diferencia es más alta en el grado en geología donde aumenta de 45 a 57 puntos. En otros apartados de la prueba sobre manejo de herramientas el pre y post test es casi equivalente, lo cual indica que en ese curso en particular el objetivo es la resolución de problemas no el reconocimiento de las herramientas de trabajo, para el caso si es importante que estudiantes sepan previo a tomarlo sobre el manejo de los elementos cartográficos que componen un mapa, caso contrario no se puede profundizar en el manejo del problema, su espacio circundante y el cambio de escala.

En términos generales, el grupo que mayor rendimiento tuvo de acuerdo al *test*, es de la maestría donde en total ganó 288 puntos respecto del pre test. Luego los estudiantes de geología que ganaron 109 puntos y finalmente el grupo de la diplomatura que ganaron 52

---

<sup>9</sup>Preguntas que 1) evalúan el pensamiento espacial, habilidades relacionadas con la comprensión de la orientación y dirección. Concepto de MAPA, 2) evalúa las habilidades de pensamiento espacial, protocolo y 3) Interpretar mapas en 2D y pasar esa interpretación a 3D, construcción de perfiles y la suma de las tres si el resultado fuese el correcto da 300.

puntos, aquí el supuesto de esos resultados apunta a saberes previos y también, los campos disciplinares propuestos en la optativa, de acuerdo al alcance del curso percibido como de perfeccionamiento.

Ahora bien si nos enfocamos en las pérdidas, nos centramos en estudiantes de geología, que bajaron puntaje en la pregunta 1) Lectura de mapas y variogramas de 20 puntos a 0 puntos. A modo de hipótesis podemos suponer que se debe a que la intervención del curso no se enfocó para el caso en conocer el concepto y aplicarlo, y es por ello que en el postest la pregunta fue sin respuesta, pero ese ítem sí era importante en los otros dos cursos en el marco de la investigación.

Otro ítem que decrece en el grupo de geología ocurre con la pregunta que evalúa la capacidad del alumno para seleccionar una ubicación ideal y comprensión del concepto de superposición e interpretación de mapas, de 51 a 34 puntos. Aquí encontramos un error propio de la investigación, al igualar la prueba para los tres casos y el problema complejo, no fue un eje en el curso de grado trabajar con ese tipo de técnicas, por tal motivo ese grupo de estudio no extrapoló ese saber.

Para estudiantes de grado en geología dista de su campo disciplinar como tema, ya que uno de los problemas planteados en común en los tres cursos, se centra en la descripción del entorno de *Aedes Aegypti* y estudios de impacto ambiental. Este foco dista del campo disciplinar en el cual se realizó la investigación enfocada al análisis de rocas y sus resistencias para la construcción de obras civiles. Nuestra hipótesis es que los estudiantes en primera instancia se impulsaron a responder y vincular saberes la primera vez que recibieron la prueba, pero no al repetirla. En el grupo de maestría no hubo valores inferiores en el *postest*, y en la diplomatura se consideran valores equivalentes porque la diferencia fue de 5 puntos.

La prueba indica que en el caso de la maestría donde el foco era la disciplina como fuente de herramientas, la problematización enriqueció los saberes previos. En el caso del grado la incorporación de herramientas fue dificultosa pero alcanzaron el objetivo de analizar a múltiples escalas potenciando saberes cartográficos propios de la formación, a través de nuevas herramientas. Para el caso de la diplomatura, se logró problematizar pero la carencia de saberes previos e independientes sobre las herramientas en juego indica que los grados de libertad de momento requieren otras instancias previas de formación para la aplicación y problematización.

## 6.5. Temas emergentes en la investigación

En el apartado de resultados de esta tesis, el primer capítulo (4) lo centramos en la reconstrucción histórica del oficio docente y el escenario que le rodea en los 30 años de desarrollo del campo disciplinar lo que se tradujo en el análisis regional de la incorporación de la geomática pensada como disciplina que otorga herramientas en el aula y como queda atravesada por los problemas complejos a múltiples escala, en el segundo capítulo (5) en el aula analizamos los casos de estudio que al ser disímiles en desarrollo y grado académico nos otorgaron perspectiva de cómo se traduce ese oficio al aula.

Para responder a los objetivos de la investigación, los resultados se agrupan en dos grandes dimensiones, 1) aprendizajes del estudiantado y 2) experiencia de enseñanza del cuerpo docente en el contexto de la introducción de una propuesta didáctica de Aprendizaje Basado en Problemas.

### 6.5.1. Aprendizajes del estudiantado

Dos de los objetivos específicos de nuestra investigación fueron: 1) explorar los aportes del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en la conceptualización de la escala mediante la enseñanza de la geomática; y 2) diseñar estrategias educativas basadas en la geomática en educación superior que permitan conceptualizar la escala en un problema complejo y faciliten el desarrollo del pensamiento multiescala. En esta sección sintetizamos lo aprendido en relación a los objetivos.

En términos de aprendizaje del concepto de escala observamos un crecimiento conceptual a partir de la intervención didáctica. Diferentes indicadores abonan esta premisa. Por un lado los datos del *pre* y *postest* de la PPM, que mide el desarrollo del *pensamiento espacial y multiescala*, arrojó que en las tres experiencias el post test superó el porcentaje de respuestas correctas obtenidos en el pre test. La tabla 6.9 muestra los resultados de la prueba. Para el caso del grupo control, no se supera el 50% en el postest, es por ello que aquí recuperamos su importancia para darle validez al planteo de la prueba.

Observamos que al momento de comenzar el cursado el grupo de estudiantes que estaba mejor preparado para comprender situaciones de escala era el de la diplomatura (pretest de un 52%), puesto que se trata de aulas multidisciplinares que reúnen estudiantes avanzados de grado, con formación de grado e incluso posgrado, también profesionales que buscan en este tipo de cursos que sólo requieren de formación secundaria perfeccionar un saber propio del campo disciplinar implementando geomática como un nuevo recurso, al considerar cursos de formación del campo disciplinar como herramienta afrontando en este módulo el apartado de resolución de problemas. La propuesta educativa pertenece a esta tesis.

Como es de esperar, el grupo menos preparado fue el de grado (pretest del aula de un 43%) ya que en las formaciones previas no desarrollaron pensamiento espacial ni manejo de herramientas que provienen de la geomática para enfrentar la prueba previa. La característica de este caso, unidisciplinar, es que si poseían un manejo de la escala alto por lo característico de este tipo de formación de grado. Carecían de herramientas espaciales pero no del saber. Para esta tesis la propuesta educativa sólo se implementa en un tema de los contenidos de la materia.

Observamos que la propuesta arrojó mayores resultados en el posgrado (un 47% en el pretest a un 83% en el *postest*) debido a que el tratamiento del contenido se realiza con mayor profundidad y se interviene el programa completo.

Asimismo los aprendizajes de estudiantes, se analizaron a través de reconocer en sus producciones la puesta en juego de conceptos relativos a la escala y la teledetección. El principal hallazgo de este análisis es que a partir de la propuesta de aprendizaje, cada estudiante pudo transformar datos en abstracto a datos concretos, ubicando información geolocalizada y delimitada por ejes cartesianos a una expresión geográfica en un mapa, y con la habilidad de responder uno o varios interrogantes y construir respaldos para sus resultados fundamentando un pensamiento crítico y autodidacta para ser evaluados, desde un planteo de problema, eligiendo las herramientas a incorporar.

Estos son los indicadores que nos permiten construir esta afirmación, que observamos en las evaluaciones de los estudiantes:

- podrían reconocer los elementos de teledetección en los mapas.
- construían mapas con más elementos de teledetección, seleccionando el adecuado en base a una pregunta específica de investigación en un problema complejo, que en ver-

siones anteriores a la propuesta intervenida con ABP no contaban con ese aprendizaje, y no poseían un hilo entre temas, interrogantes sobre problemas complejos, trabajo en grupo, apoyo en el trayecto, evaluaciones que impulsen en la escala de los objetivos (Di Pierro, 2016a), a crear contenido.

- Podían formalizar el vínculo entre escalas.
- Buscaban parámetros, variables y asociaban una escala con otras incluyendo un marco regional y de detalle para los casos con los cuales se trabaja.
- tomaban decisiones y eligen herramientas que proporciona la geomática para su problema, y no al revés.

Se observó también que los estudiantes desarrollaron mayor autonomía de trabajo. En ediciones anteriores el trabajo interdisciplinario y la evaluación grupal no era parte de la propuesta educativa, y desde la construcción de la propuesta el cómo evaluamos, para los casos donde la intervención fue total, se convirtió en el eje de construcción de la materia.

Otro hallazgo importante que refiere a las condiciones materiales y fue un producto de la pandemia, es que una variable que afectó el rendimiento fue el acceso a dispositivos computacionales. Antes de la pandemia se contaba con laboratorios obsoletos donde los estudiantes compartían una máquina cada 8 alumnos, en caso de asistir a consulta y ninguna para el espacio de práctica para el grado en geología, donde en hogares no necesariamente tenían una computadora personal para desarrollar las actividades, y una computadora por estudiante en el caso de la maestría y diplomatura. Siendo una de las dificultades para los primeros el acceso a la red en la institución de trabajo.

La pandemia obligó a que cada alumno tuviera una computadora y realizará individualmente las exploraciones propuestas. Este acceso redundó en una mayor autonomía de trabajo y mayor comprensión de los conceptos, fortaleciendo las propuestas de aprendizaje al asumir y cumplir con el requisito necesario de una computadora por estudiante conectado a la red, en todos los casos.

Adicionalmente al análisis del aprendizaje de conceptos con un *tests* y con las producciones de los estudiantes de las evaluaciones, indagamos la percepción de los estudiantes sobre su proceso de aprendizaje recuperando como información las respuestas a preguntas abiertas de la encuesta, las cuales fueron desarrolladas en el capítulo 6 y aquí se plasman sus principales resultados.

El estudiantado detalló diferentes categorías por caso, para la maestría la problematización y trabajo en grupo, para el curso pensado como intensivo y sincrónico incorporar clases teóricas asincrónicas, dejando para el encuentro sincrónico (virtual o físico), un debate al estilo *aula invertida*, sobre los contenidos, un extracto positivo destacado de las encuestas: .. *Me pareció increíble que nos pidieran en el curso que hagamos un trabajo en grupo interdisciplinario con un tema en común y estuvo bueno ver cómo los docentes afrontaban un desafío parecido ... desde diferentes lugares queriendo enseñarnos...*

Para el grupo de la diplomatura, se centraron en destacar la tutoría, el desafío de crear mapas y respaldarlos les resultó complejo pero, los foros de intercambio inmediato, la atención y preocupación por cada trayectoria y la resolución de problemas y predisposición fueron los principales destacados. En sus palabras *debo confesar que al principio me pareció que sería complicado hacer algo en grupo a distancia pero supimos organizarnos y aprendimos de la experiencia de todo... me pareció muy interesante la modalidad de evaluación mediante la realización de un mapa y una memoria...* Para el caso del grado, celebraron incorporar

nuevas herramientas como el qgis y crear mapas digitales, tener actividades y seguimiento personalizado en toda la trayectoria, interactuar a través del espacio de momento cultural entre pares y contar con un apunte didáctico sobre las herramientas en uso para hacer foco en el problema; en sus palabras: *considero que este trabajo práctico que realizamos a lo largo del cursado, sirve mucho para nuestro crecimiento profesional, como geólogos, y nos prepara para la vida laboral que está cada vez más cerca... Aprendí muchísimo, a realizar mapas, informes, y eso lo valoro muchísimo. Las correcciones fueron muy específicas, lo que no suele ocurrir, por lo que aprendemos mucho más..*

### 6.5.2. Experiencias de enseñanza del cuerpo docente

Una innovación didáctica además de suponer alteraciones en los aprendizajes supone también alteraciones en la enseñanza. En esta sección exploramos estas alteraciones para responder a los siguientes objetivos específicos.

1. Analizar situaciones contrastantes en la enseñanza de la geomática.
2. Indagar sobre la incidencia del concepto de escala en la enseñanza del uso de tecnologías geoespaciales.

Tal como dijimos en el Capítulo 4, los docentes de geomática trabajan en general de manera fragmentada. Las entrevistas arrojaron que la mayoría de los docentes son contratados para dar cursos en un tema de su especialidad pero sin coordinación y relación con el resto de los docentes que ofrecen un programa académico en conjunto, para el caso de la formación de posgrado.

En esta experiencia, dada la propuesta de trabajo en todos los espacios la estrategia de trabajo se implementó con participación plena de los equipos involucrados en la docencia - y con la coyuntura de pandemia-, el cuerpo docente tuvo la posibilidad de reunirse como nunca antes lo había hecho y pensar juntos la enseñanza. Esto redundó en que las propuestas de clase sean de un equipo integrado y consolidado, de más docentes considerando que sin gastos de traslado podían participar de otra manera y más tiempo.

Tal como se recuperó de las entrevistas, los docentes de teledetección trabajan en un contexto de intensificación del trabajo que requiere se *haga de todo*. En esta experiencia la división del trabajo requirió para el caso de la maestría: que parte del equipo se ocupe del aula virtual para maquetar contenidos y mantener las aulas virtuales, otros se ocupen de las prácticas reuniendo a pequeños grupos de trabajo por problema, otros de la teoría. Y los resultados fueron llegar a presentar soluciones a los problemas planteados recorriendo todos los conceptos de la asignatura.

Para la diplomatura, la tutoría fue el elemento enriquecido en la propuesta, con una evolución de lo que involucra el rol para el espacio, el trabajo por equipo docente, permitiendo que cada estudiante cierre su cursado con producciones independientes.

Para el grado: la implementación de maquetar en aulas virtuales contenidos por primera vez, división clara de las actividades de teoría, práctica, incorporar espacios de consulta extra para el manejo de las herramientas en la creación de mapas, fortalecer el trabajo de a pares en los espacios de momento cultural, y los resultados fueron que todos los estudiantes presenten un producto individual y participen al menos en una exposición en el ciclo de clases, los docentes de la asignatura adquirieron saberes sobre manejo de plataforma que no poseían con anterioridad.

En general, las cátedras involucradas en la investigación revisaron y tomaron todas las estrategias consideradas en este proyecto, hubo reuniones de equipos docentes, debates, intercambios, soporte para mejorar el uso e implementación de herramientas didácticas, replanteo y uso de la innovación en otros espacios educativos y colaboración, estos hallazgos no se indagan en profundidad en esta tesis, pero sí indican que la formación y los espacios especiales para pensar el aula, constituyen la base del cambio para crear una propuesta pedagógica asertiva.

## Nuestro aporte

### 7.1. Conclusiones del trabajo

Cuando nos desafiamos en 2018 con éste proyecto de tesis, reescribimos muchas veces el plan, hasta encontrar nuestro objetivo: *aportar al entendimiento del valor del concepto de escala en el proceso de formación de estudiantes de nivel superior frente a problemas complejos* y entender el papel de la enseñanza de la geomática en este sentido.

Necesitábamos un interrogante disparador, y creamos el nuestro: *¿cómo se relacionan las estrategias de enseñanza de geomática con el desarrollo de la percepción multiescala?* También nos preguntamos *¿como potencia el aprendizaje al desarrollar la enseñanza a partir de la resolución de problemas concretos?*

Para poder contestar esas preguntas y respaldar el objetivo, realizamos: entrevistas, observaciones en aula, encuestas, trabajo en colaboración con docentes, creación de propuestas académicas, gestión institucional, análisis del campo disciplinar y su inserción en ciencias volcados en los diferentes capítulos de esta tesis con un hilo conductor común: desarrollo del pensamiento multiescala, donde el instrumento de análisis es la geomática y como se enseña y usa, en la resolución de problemas.

En este apartado revisamos cuáles fueron los aportes de esta experiencia de investigación para el campo de la didáctica de la teledetección en particular, y de las ciencias en general. La primera revisión corresponde a la metodología de enseñanza implementada, el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP):

- Permitió que el estudiantado se apropiara del concepto de escala indagando el problema complejo.
- El ABP robusteció la adquisición de saberes sobre los conceptos.
- Fortaleció e incorporó el trabajo en grupo como variable esencial de aprendizaje sobre los contenidos.
- Las percepciones del ABP fueron positivas para la dinámica de aprendizaje.
- El ABP requiere mayor tiempo por parte del cuerpo docente para preparar el curso, y para desarrollarlo por parte de estudiantes.



Con foco en el último *ítem*, implementar Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) implica que docentes deben iniciar su curso o clase bajo la premisa de que no posee el conocimiento total del problema abordado (particularmente si se trata de un problema que requiere abordaje interdisciplinar), sino una mayor experiencia para poder resolverlo. En consecuencia el aula adquiere una dinámica de taller, donde el aprendizaje resulta de la democratización de la información, que circula de manera multidireccional y permite construcciones de respuestas para resolver el problema planteado.

Ese planteamiento, rompe la premisa de *docente especialista*, con la cual se ha trabajado a lo largo del desarrollo de la enseñanza de la geomática. Si el enfoque son los problemas y a las escalas que ocurren y la geomática cubre el papel de disciplina que otorga herramientas, la especialización no es la clave para ocupar el espacio de docentes, ya que de lo contrario, al mirar de la especialización es sumamente difícil lograr adaptarse al lenguaje y trabajar con múltiples problemas que pueda enfrentar el aula atravesada con esta metodología de aprendizaje.

Encontramos tres formas de injerencia de la geomática según nuestra experiencia: 1) donde la disciplina es el foco de la indagación, 2) donde ocupa el rol de herramienta necesaria para la solución de un problema y 3) donde se la incorpora como enriquecimiento en el tratamiento de una problemática, la cual responde a los enfoques develados en la reconstrucción histórica.

En todas las situaciones la experiencia se enriqueció al aplicar Aprendizaje Basado en Problemas, situación demostrada con la Prueba de Pensamiento Multiescala, relatos de aula y producciones de los estudiantes. En dos de las tres aulas no hemos podido trabajar con la variable tiempo adecuadamente, tanto para estudiantes como para docentes. Es decir los actores involucrados mencionaron que necesitaban más tiempo para preparar las clases y para aprender los contenidos.

Trabajar con la estrategia Aprendizaje Basado en Problemas ofrece buenos resultados de aprendizaje y le otorga un sentido interesante a la experiencia, pero se ve enriquecida en la labor de enseñar, si previo a esa etapa de aprendizaje aplicando la metodología, existen otras donde la estrategia le otorga al grupo de estudio herramientas guía que pueden ser replicadas en el caso final, lo que denominamos como adquisición gradual de saberes sobre geomática y abstracción.

Las primeras etapas en un planteo de metodología de Aprendizaje Basado en Problemas, es necesario poner a disposición del aula la guía para manejar la herramienta<sup>1</sup>.

Con respecto a los tiempos, diagramar desafíos que cubran saberes, mínimos, intermedios y avanzados sobre la herramienta y el campo disciplinar, evocando a que las bases disciplinares de estudiantes, como se demostró en los enfoques son diferentes.

Una solución develada es generar diferentes planteos problemáticos, a elección de los grupos para que la abstracción en la resolución de problemas y en paralelo la complejidad de herramientas geomáticas en uso, se alcance desde el estadio de aprendizaje donde se encuentran, es decir proponer desafíos diferentes ante un mismo problema complejo, como se presentó en el caso de Mecánica y Tratamiento de Rocas.

En el desarrollo de esta tesis pudimos determinar que los saberes sobre geomática, se incorporan de forma gradual a partir de estudios abarcando grandes superficies de terreno, a gran escala, como primera etapa de aprendizaje, como por ejemplo estudiar el caso desde su

---

<sup>1</sup>que en la jerga de aula denominamos como el paso a paso con capturas de pantalla del procedimiento resumidas en un apunte o machete.

ubicación regional y usar la herramienta ampliando y reduciendo la escala para observar a diferentes alturas los elementos de paisaje.

A medida que se avanza en un trayecto pedagógico donde el uso de diversas herramientas es condición necesaria para resolver la tarea didáctica, la adquisición es paulatina y mediada. Esto es, el estudiante organiza los desafíos por grado de complejidad, en términos de escala de lo regional a lo particular, y en el uso de herramientas vinculadas a la disciplina desde las simples a las complejas. Una información importante es la integración de los datos satelitales en equidad, es decir que la región del espectro se entienda y se sepa que es posible usarla, y se tome desde la problematización, delimitando la búsqueda de datos.

Considerando como foco la organización de la enseñanza llegamos a la siguiente conclusión: **las condiciones de trabajo de los docentes son relevantes para ofrecer una propuesta de aprendizaje significativa.**

Esta conclusión general se pudo reconstruir a partir de analizar, en un primer momento, las condiciones de fragmentación laboral, escasa y nula formación docentes, tal como fue recuperado de las entrevistas con los referentes. Y luego de contrastar estas condiciones con las generadas por la experiencia de Aprendizaje Basado en Problemas que requirió de interdisciplinariedad, trabajo en equipo, organización, planificación de las actividades y sus tiempos, reconocer el aula para la cual se prepara la clase y el medio por el cual ocurren.

Estas condiciones de trabajo docente fueron un requisito, pero también condición de posibilidad para que los profesores elaboraran propuestas de problemas significativos. Un tratamiento de conceptos en profundidad permitió al estudiante transferir nociones a diferentes contextos, cambiar la escala, analizar resultados, apropiarse de los conceptos, trabajar en grupo, tomar decisiones, organizar los tiempos. La importancia de asociar el instrumento de trabajo con los problemas disciplinares, reconocer la relevancia de la materialidad tanto para el estudiante como para el docente, sumado a garantizar las herramientas de trabajo para enseñar como para aprender.

En el Capítulo 4, indagando el objetivo específico sobre la incidencia del concepto de escala en la enseñanza del uso de tecnologías geoespaciales, recuperamos treinta y tres relatos que nos propiciaron respuestas al: *¿por qué enseñamos cómo enseñamos?*

La manera en que enseñamos deviene de que nuestra historia con la disciplina; es joven ya que lleva poco más de treinta años de desarrollo ininterrumpido (1991 - a la fecha), marcando como hito, la creación de Comisión Nacional de Actividades Espaciales, como unidad que reunió esfuerzos aislados, donde en tres décadas hemos hallado: 1) capacitaciones aisladas y consolidación de pequeños grupos de trabajo en la primera década, 2) primeras carreras y especializaciones, en el campo de la geomática en la segunda década y 3) formación de posgrado, extensión y vinculación en la tercera década, hasta la fecha.

En base al recorrido histórico, pudimos observar un abordaje unidireccional y carente de estrategias, en cursos de formación integral donde el aula es *multidisciplinar*, ya que en los procesos de formación, los docentes ofrecen análisis de casos puntuales, y no se observa enseñanza de técnicas que apunten a generalizar las experiencias, permitiendo grados de libertad en el abordaje de diferentes situaciones o casos de aplicación.

El foco de la enseñanza parece haber estado puesto en mostrar cómo se usa una herramienta, y la problematización se presenta como un ejemplo de aplicación, en ese formato termina siendo la herramienta el eje de la propuesta, develando *el paso a paso*.

Esa metodología de enseñanza deviene de nuestra propia experiencia como formadores, es decir, *haciendo*. No poseemos como especialistas, herramientas formativas, y aplicamos

las herramientas que nos han servido en ese trayecto, y las enriquecemos con ideas que adquirimos sobre formaciones anteriores.

Sin embargo a la hora de enseñar las herramientas pasarán de ser un elemento actual, es por ello que el foco no debe ser la herramienta con la cual se resuelve el problema (*software* especialmente) si no el proceso deductivo de cómo resolver el problema y buscar los datos necesarios.

Hemos observado que a través de la geomática como herramienta es posible cambiar y jugar con las escalas para entender un problema. Lo que nos invita como comunidad que convive con la disciplina a vencer la resistencia social que genera una propuesta que promueve la abstracción y el pensamiento multiescala, y proponer el desarrollo de otros vínculos con la sociedad.

A partir del cruce de formaciones anteriores, al momento de *enseñar geomática o con geomática*, cuatro formas o enfoques de enseñanza son las que surgen: 1) automatizar procedimientos, 2) analizar variables biogeofísicas, 3) interpretar visualmente y 4) resolver problemas complejos provenientes de diversos campos disciplinares, sustentados en dos grandes paradigmas vinculados al manejo de las herramientas o manejo de los problemas, y esa forma deviene de los equipos a los cuales pertenece nuestro referente y la forma con la cual se trabaja sobre los datos.

El análisis a través de una memoria y la creación de mapas como requisito final en la integración de datos espaciales, promueve la capacidad de interpretar sabiendo cómo construimos el dato y también como lo podemos presentar de acuerdo al objetivo que le pusimos a nuestra indagación.

El mapa, fue elegido como producto final en todas las propuestas pedagógicas desarrolladas en esta tesis, porque simplifica la complejidad de todos los pasos realizados para obtenerlo, arroja variables conocidas al caso y permite presentar resultados en un lenguaje común, necesario en cualquier trayectoria formativo que involucre geomática y la necesidad de cambiar la escala, más si debe ser acompañado con un escrito complementario para erradicar carencias previas en interpretación, gramática y ortografía, a la hora de enfrentar el lenguaje escrito.

La evidencia de que la estrategia de usar mapas y su memoria respaldo (informes) funciona, se liga directamente con la implementación de la Prueba de Pensamiento Multiescala, y que los saberes se condicen con el estadio de formación, en el ciclo donde se aplicaron las estrategias, ubicando los operadores cognitivos en su escalafón más alto al proponer como herramienta de evaluación *crear e interpretar*.

Integrando los saberes de los tres capítulos de resultados, en el Capítulo 4, develamos qué son escasas las propuestas académicas previas a la presentada con la características de ser orientada a problemas en este campo disciplinar. En el Capítulo 5 observamos que fomentar la existencia de interrogantes parte de presentar diversas problemas y situaciones en vez de técnicas de aplicación de una propuesta donde se construyen saberes y se nos prepara para resolver problemas. Finalmente, en el Capítulo 6 observamos que en cada problema conviven múltiples escalas de percepción y análisis, y saber manejar la relación entre las mismas es de las propuestas pedagógicas más poderosas en el aula para construir pensamiento espacial cómo una forma de pensamiento abstracto, articulando saberes involucrados en el contenido con el contexto actual.

## 7.2. Implicancias

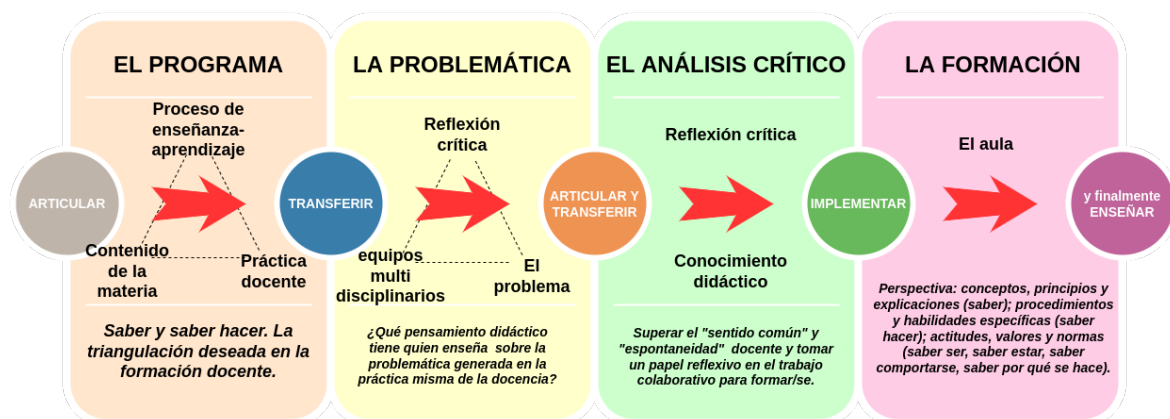
En el desarrollo de esta tesis, hemos reconstruido la historia de la geomática en la cual observamos el escenario de muchas aulas que la incluyen de manera indirecta o directa. Nuestro trabajo de investigación sobre la enseñanza de la geomática, pensando a esta como una disciplina que otorga herramientas para construir saberes sobre la escala -entre otros-, nos ha permitido encontrar una relación entre lo que se enseña y sus modos de enseñanza y la historia de la construcción de la disciplina en nuestro país en el contexto internacional.

Esta tesis nos ha permitido demostrar que en las experiencias donde se presentó a la geomática a través del Aprendizaje Basado en Problemas, los aprendizajes relativos a nociones de escala y capacidad de abstracción se vieron favorecidos como pudimos ver a través de la PPM y las encuestas a estudiantes sobre la propia experiencia de aprendizaje.

Recuperando la labor de Díaz Barriga Arceo (2002) en la formación de docentes, éste propone algunas consideraciones para articular una propuesta de formación docente significativa:

1. la elaboración del programa de formación docente que incluya en su diseño la relación entre teoría y práctica (saber y saber hacer),
2. determinación de manera colectiva e interdisciplinaria de la problemática de enseñanza que construyen los docentes,
3. el análisis crítico de la problemática que permita salir del sentido común y profundizar sobre las dimensiones de los problemas
4. una toma de conciencia del profesorado que permita revisar los contenidos y su enseñanza.

En el esquema de la Figura 7.1, en el marco de esta tesis resumimos los hitos para formar formadores.



**Figura 7.1:** hitos en la formación docente desde una perspectiva constructivista según Díaz Barriga Arceo (2002)

Desde el lugar de la enseñanza, analizamos los planes de estudio, el desarrollo de los cursos desde la perspectiva de lo que se enseña, y nuestras propuestas en aula. Luego, a partir de reflexionar sobre las bases históricas que orientan la enseñanza y los contenidos y estrategias de transmisión, el trabajo se ha centrado en proponer una nueva manera de enseñar geomática.

Es por ello que en el cierre de la presentación de los resultados de la investigación, se propondrá al cuerpo docente un trayecto de formación para adquirir herramientas para llevar adelante el papel, ubicados ya desde el lugar de educadores, y no solo especialistas. Consideramos que para que un trayecto formativo de nuestros educadores sea posible el formato de enseñanza debe ser en línea, a distancia con espacios sincrónicos y asincrónicos para desarrollar actividades, esas decisiones se enmarcan en que nuestros posibles docentes ya se encuentran en desarrollo pleno de actividades laborales, las cuales no son compatibles con un régimen intensivo.

En educación secundaria y primaria de Argentina existe un plan de formación complementaria de profesionales no docentes en concurrencia con su título de base<sup>2</sup>. En educación superior no está regulado y no es parte de los requisitos obligatorios para ser docente, es por ello que en base a los fundamentos presentados se destacan las metodologías educativas y herramientas digitales que estratégicamente podrían enriquecer el papel en enseñanza virtual para formadores que incluyen geomática en sus espacios educativos.

Para un aula que requiere de herramientas geomáticas el ABP ofrece posibilidades de aprendizaje mayores que enseñanza directa. Asimismo, el abordaje transdisciplinar que propone Ciencia (Science), Tecnología (Technology), Ingeniería (Engineering), Artes (Arts) y Matemáticas (Mathematics) (STEAM), permite la integración de diferentes disciplinas para analizar un problema complejo que es justamente lo que requiere la geomática. Del mismo modo, debido a que los estudiantes de geomática tienen un perfil heterogéneo, un enfoque STEAM habilitaría a potenciar esas formaciones diversas para que los saberes se multipliquen y compartan. Vale igual para pensar en el aprendizaje colaborativo que propone Material Didáctico Digital Interactivo (MDDI) y un vínculo entre espacios de encuentro sincrónicos y asincrónicos.

Si nos ubicamos en el papel del formador, es especialista en el tema, de esa forma llega a estar a cargo de un aula, maneja las herramientas y los conceptos matemáticos y físicos que respaldan su uso, y entre sus funciones resuelve problemas de su área de desarrollo. Aquí sumamos que, en espacios de formación primaria y secundaria existe una fuerte formación pedagógica y didáctica y carencia de saberes vinculados a la geomática, es muy complejo encontrar en los espacios educativos y en especial a partir del grado esas herramientas, y en la otra dirección, se tiene el como pero no el contenido. En base a lo que demuestra nuestra investigación, el aula es heterogénea, los problemas no sólo corresponden a la especialidad de docentes expertos, es por ello que el desafío de formación de formadores debe generar esa apertura.

El planteo es que se pueden implementar para docentes lo que se intenta implementar en el aula, pero no sobre su formación de base, sino en presentarles los conceptos y metodologías a través de las herramientas digitales disponibles que le van a facilitar su labor y, fundamental, enriquecerán el proceso de enseñanza posterior.

En el desarrollo de nuestra propuesta atravesamos dos grandes nuevos interrogantes: *¿Son los estudiantes fundamentalmente diferentes de los profesores como pensadores y aprendices?, ¿qué saberes sobre educación a distancia y TIC son relevantes en la formación de docentes expertos para abordar problemas complejos en un aula donde se usa geomática?*

Asumimos que el aula de docentes formadores, requiere de herramientas y buenas prácticas para hacer uso del aula virtual, su aula virtual, de acuerdo a las necesidades del grupo

---

<sup>2</sup>Plan de estudios de la Formación Pedagógica de Graduados No Docentes, acceso:[https://dges-cba.infed.edu.ar/sitio/resoluciones-ministerio-de-educacion/upload/RESOLUCION\\_14510.pdf](https://dges-cba.infed.edu.ar/sitio/resoluciones-ministerio-de-educacion/upload/RESOLUCION_14510.pdf)

de estudio al cual se abocan, sus herramientas base, el objetivo del espacio y el desarrollo de la propuesta formativa con las evaluaciones, trayectos y espacios que requiere para su buen desarrollo.

A continuación planteamos un prototipo de plan de clases para formadores especialista en geomática, pensado para desarrollarse en entornos virtuales de acuerdo a la revisión del material didáctico, con una extensión semestral que conste de encuentros quincenales con desarrollo de actividades intermedias.

- **OBJETIVO:** Elaborar un plan de clases en y para un aula virtual interactiva y transdisciplinar para formadores que implementen geomática en sus espacios de enseñanza.
- **METODOLOGÍA:** Se propone un curso de formación para docentes de espacios virtuales de acuerdo a los papeles en Educación a Distancia propuestos por Mill (2010), con instancias de trabajo grupal e individual y en formato sincrónico y asincrónico, a desarrollar con el concepto de aula invertida y aprendizaje activo de 60 horas cátedra distribuidas en un semestre, en 4 encuentros sincrónicos y 4 actividades asincrónicas a resolver individual/grupal.

- **PROPUESTA PEDAGÓGICA:**

**MÓDULO I:** se presentan diferentes planes de educación de acuerdo al perfil de docentes inscriptos al espacio, como primera instancia se presenta el vínculo y la articulación entre las tres dimensiones: la disciplina, metodología de enseñanza y Tecnologías de la Información y la Comunicación. Se conforman los equipos de trabajo de hasta 4 integrantes y la propuesta individual que cada docente desea indagar. Asincrónico se revisa el material didáctico y los artículos de referencia como insumos de entrada para iniciar el trabajo con los problemas y en el espacio sincrónico se debate sobre los conceptos, los problemas y las herramientas. Actividad grupal e individual se desarrollan bajo las mismas propuestas.

**MÓDULO II:** se repite la modalidad de trabajo asincrónico/sincrónico y se construyen esquemas de aula virtual en el espacio que los equipos consideren pertinentes de acuerdo a la disciplina para presentar y compartir en el espacio de encuentro.

**MÓDULO III:** pensar cómo evaluar la experiencia educativa y el antes y el después de la propuesta en construcción, vinculadas a las herramientas digitales disponibles de acuerdo al aula creada en el módulo anterior. Se respeta el esquema de trabajo. Cómo coleccionar datos del aula, como hacer preguntas, como indagar la adquisición del aprendizaje en el aula, modalidad de trabajo grupal e individual, las rúbricas.

**MÓDULO IV:** las modalidades de trabajo individual grupal permiten pensar en cómo conectar espacios de generación de material desarrollados en formato individual, es por ello que dentro de un equipo de trabajo se elige un problema y cada docente lo resuelve para el espacio de enseñanza al aplicar la concepción del abordaje STEAM; de integrar enfoques, en una metodología de ABP.

- **RESULTADOS:** elaboración de PLANES DE CLASES como producto final, lo que permite proponer un flujo de trabajo genérico común a todas las disciplinas de los formadores.

En la Figura 7.2 presentamos los ejes del curso, y los temas a desarrollar en cada uno. La propuesta es de carácter virtual como hemos enunciado para poder presentar la opción de formación universal. Los saberes se ajustan a la disciplina; el plan debe tener las herramientas

que se ajustan a lucir los aprendizajes que se desean presentar en un aula y, para formar a un formador, el expertise no es parte pero sí, es importante presentar las metodologías y TIC que van a presentar los conceptos.

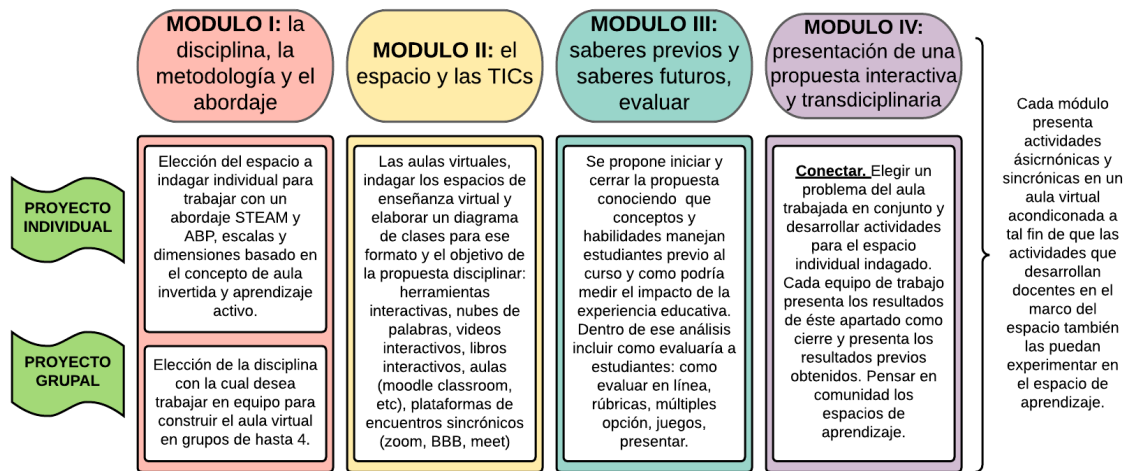


Figura 7.2: propuesta pedagógica para cursos de formación de docentes especialistas en geomática

Para enriquecer la propuesta con otras dimensiones además del respaldo bibliográfico, proponemos elaborar encuestas en los equipos docentes para preparar un plan de clases ajustado a las situaciones que les toca atravesar a los formadores especialistas en el área de desarrollo, desde su papel de educadores.

Pensar en un plan de clase para formadores también le da espacio a que los docentes en ejercicio de la docencia, cada cierto tiempo se permitan a revisión de material de clases, adquirir costumbres de estar al día con las tecnologías digitales disponibles las cuales al ser implementadas, enriquecen la labor de la enseñanza virtual, mixta y presencial, evidenciado con la velocidad con la cual el desarrollo científico y tecnológico en la disciplina crece año a año, lo que implica un continuo en la actualización de nuestros saberes.

# Referencias bibliográficas

- Aduriz Bravo, A. (2015). Pensamiento basado en modelos en la enseñanza de las ciencias naturales.
- Almeida, H. R. F. L. d., y Borba, M. d. C. (2018). Collaborative interactions and the role of the student in the polyteaching. *Ciência & Educação (Bauru)*, 24, 431–448.
- Alvarez Di Fino, E. M., Rubio, J., Abril, M. C., Porcasi, X., y Periago, M. V. (2020). Risk map development for soil-transmitted helminth infections in argentina. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 14(2), e0008000.
- Alvarez Di Fino, E. M. A., Defago, M. D., y Scavuzzo, C. M. (2019). Spatial analysis applied to nutritional epidemiology. En *2019 xviii workshop on information processing and control (rpic)* (pp. 105–110).
- Artvinli, E. (2010). The contribution of geographic information systems (gis) to geography education and secondary school students' attitudes related to gis. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 10(3), 1277–1292.
- Ausubel, D. P. (1973). Algunos aspectos psicológicos de la estructura del conocimiento. *Elam, S.(Comp.) La educación y la estructura del conocimiento. Investigaciones sobre el proceso de aprendizaje y la naturaleza de las disciplinas que integran el currículum.* Ed. El Ateneo. Buenos Aires. Págs, 211, 239.
- Bednarz, R., y Lee, J. (2019). What improves spatial thinking? evidence from the spatial thinking abilities test. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 28(4), 262–280.
- Bloom, B. S., y cols. (1977). *Taxonomía de los objetivos de la educación*. El Ateneo.
- Bonilla-García, M. Á., y López-Suárez, A. D. (2016). Ejemplificación del proceso metodológico de la teoría fundamentada. *Cinta de moebio*(57), 305–315.
- Bourdieu, P. (1973). La ruptura. *Bourdieu, P. El oficio de sociólogo. Buenos Aires: Siglo XXI*.
- Brandalize, M. C. B., y Antunes, A. F. B. (2009). The pedagogical experience in teaching cartography and gis using public data and software. En *Proceedings of the 24th international cartography conference*.
- Brasca Merlin, A., y Cioccale, M. (2019). Evaluación de ubicación espacial para ciencias de la tierra. En *V jornadas de investigación educativa iv jornadas de práctica de la enseñanza del profesorado en cs. biológicas*.
- Brasca Merlin, A., Martínez, C., Cioccale, M., Compagnucci, M., Ferral, A., Lanfri, S., ... Kandus, P. (2019). Primeros pasos en teleobservación cuantitativa: Análisis de casos. En *Xii jornadas: Getecnologías y educación: Nuevos paradigmas para la gestión de un planeta cambiante*.
- Correa, L. M. Z. (2003). Aprendizaje colaborativo: una nueva forma de diálogo interpersonal y en red. *Contexto educativo*, 28(7), 5–10.
- Crews, J. W. (2008). Impacts of a teacher geospatial technologies professional development



- project on student spatial literacy skills and interests in science and technology in grade 5–12 classrooms across montana. *Graduate Student Theses, Dissertations, & Professional Papers*.
- Denis, M. (2017). *Space and spatial cognition: A multidisciplinary perspective*. Routledge.
- Díaz Barriga Arceo, F. (2002). Aportaciones de las perspectivas constructivista y reflexiva en la formación docente en el bachillerato. *Perfiles educativos*, 24(97-98), 6–25.
- Dillenbourg, P., Baker, M., Blaye, A., y O'Malley, C. (1996). *The evolution of research on collaborative learning. dans p. reimann & h. spada (éds.) learning in humans and machines: Towards an interdisciplinary learning science*. Oxford: Pergamon.
- Di Maio, A., Da Costa, S., y dos Anjos Ribeiro, G. (2002). Remote sensing in different education levels: A case study. *International archives of photogrammetry remote sensing and spatial information sciences*, 34(6), 19–24.
- Di Pierro, C. G. (2016a). Didáctica de las operaciones mentales que intervienen en el proceso de enseñanza-aprendizaje. *Revista electrónica interuniversitaria de formación del profesorado*, 19(3), 67–75.
- Di Pierro, C. G. (2016b). Didáctica de las operaciones mentales que intervienen en el proceso de enseñanza-aprendizaje. *Revista electrónica Interuniversitaria de formación del profesorado*, 19(3), 67–75.
- DiSessa, A. A. (2001). *Changing minds: Computers, learning, and literacy*. Mit Press.
- García, R. (2000). *El conocimiento en construcción: De las formulaciones de jean piaget a la teoría de sistemas complejos*. Gedisa.
- Gilbert, J. K., Reiner, M., y Nakhleh, M. (2007). *Visualization: Theory and practice in science education* (Vol. 3). Springer Science & Business Media.
- Giroux, H. (1990). *Los profesores como intelectuales*. Barcelona: Paidós.
- Gomasasca, M. A. (2009). *Basics of geomatics*. Springer Science & Business Media.
- Gómez, A. C. T. (2012). Propuesta didáctica para la enseñanza del pensamiento geoespacial en la educación básica. *Centro de Investigación en Geografía y Geomática Ing. Jorge L. Talmayo, Tesis de Maestría, México*.
- Hidalgo, A. (2019). Técnicas estadísticas en el análisis cuantitativo de datos. *Revista sigma*, 15(1), 28–44.
- Jackson, P. W. (1998). *La vida en las aulas*. Ediciones Morata.
- Jian, W., Jing-xiang, G., y Chang-hui, X. (2010). Discovery learning and its application in geomatics education. En *Computer science and education (iccse), 2010 5th international conference on* (pp. 1614–1617).
- Konecny, G. (2002). Recent global changes in geomatics education. *International Archives of Photogrammetry Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 34(6), 9–14.
- Lillesand, T., Kiefer, R. W., y Chipman, J. (2015). *Remote sensing and image interpretation*. John Wiley & Sons.
- Litwin, E. (2003). Los desafíos y los sin sentidos de las nuevas tecnologías en la educación. *entrevista portal EDUC. AR, URL <http://weblog.educ.ar/site/cuerpoentrevista.php>*.
- Lois, C. (2015). El mapa como metáfora o la espacialización del pensamiento. *Terra Brasiliis (Nova Série). Revista da Rede Brasileira de História da Geografia e Geografia Histórica*(6).
- Marchesi, A. (1983). Conceptos espaciales, mapas cognitivos y orientación en el espacio. *Estudios de psicología*, 4(14-15), 85–92.
- Mari, N. (2019). *Perspectiva estacional recursos forrajeros del norte de córdobainforme n°5–campana 2017-2018situación de las pasturas en el noroeste de córdoba*. Agencia de Extensión Rural A.E.R INTA Cruz del Eje, Córdoba.
- Meirieu, P. (2001). La opción de educar: ética y pedagogía. *La opción de educar*, 0–0.
- Mill, D. (2010). Sobre o conceito de polidocência ou sobre a natureza do processo de

- trabalho pedagógico na educação a distância. *Polidocência na educação a distância: múltiplos enfoques*. São Paulo: EdUFSCar, 23–40.
- Millar, G. C., Tabrizian, P., Petrasova, A., Petras, V., Harmon, B., Mitsova, H., y Meetenmeyer, R. K. (2018). Tangible landscape: A hands-on method for teaching terrain analysis. En *Proceedings of the 2018 chi conference on human factors in computing systems* (p. 380).
- Nagata, J. J. (2013). Geomatics tools and education: status, integration and perception. En *Proceedings of the first international conference on technological ecosystem for enhancing multiculturalism* (pp. 501–506).
- National Academies Press, U. (2006). *Learning to think spatially: Gis as a support system in the k-12 curriculum*. National Academic Sciences (U.S.A.), Committee on the Support for the Thinking Spatially, Geographical Sciences Committee, Board on Earth Sciences and Resources.
- Niess, M. L. (2005). Preparing teachers to teach science and mathematics with technology: Developing a technology pedagogical content knowledge. *Teaching and teacher education*, 21(5), 509–523.
- Ortiz-Revilla, J., Adúriz-Bravo, A., y Greca, I. M. (2020). A framework for epistemological discussion on integrated stem education. *Science & Education*, 29, 857–880.
- Rinaudo, M. C., y Donolo, D. (2010). Estudios de diseño. una perspectiva prometedora en la investigación educativa. *Revista de educación a distancia*(22).
- Rizzi Iribarren, C., Furman, M., Podestá, M., y Luzuriaga, M. (2014). Diseño e implementación de la plataforma virtual de aprendizaje wise en el aprendizaje de las ciencias naturales. En *Asenjo j., macías o., toscano jc (compil.) memorias del congreso iberoamericano de ciencia, tecnología, innovación y educación. buenos aires: Oei*.
- Rockwell, E. (2013). La complejidad del trabajo docente y los retos de su evaluación: resultados internacionales y procesos nacionales de reforma educativa. *Cuadernos de Educación*(16).
- Romero, L. A. (2017). *Breve historia contemporánea de la argentina*. Fondo de Cultura Económica.
- Sanchez, E. (2009). Innovative teaching/learning with geotechnologies in secondary education. En *Education and technology for a better world* (pp. 65–74). Springer.
- Sandelowski, M. (1995). Qualitative analysis: What it is and how to begin. *Research in nursing & health*, 18(4), 371–375.
- Schneider, J.-R. (2002). *No educational progress in geomatics without web!* FIG XXII International Congress.
- Simari, G. R. (2013). Los fundamentos computacionales como parte de las ciencias básicas en las terminales de la disciplina informática. En *Viii congreso de tecnología en educación y educación en tecnología*.
- Suarez, D., y Yoguel, G. (2020). *Latin american development and the role of technology: an introduction* (Vol. 29) (n.º 7). Taylor & Francis.
- Sunkel, G., Trucco, D., y Espejo, A. (2013). La integración de las tecnologías digitales en las escuelas de américa latina y el caribe: una mirada multidimensional.
- Torp, L., y Sage, S. (1999). *El aprendizaje basado en problemas: desde el jardín de infantes hasta el final de la escuela secundaria*.
- Wiegand, P. (2006). *Learning and teaching with maps*. Routledge.
- World Health Organization, W. (2016). *World health statistics 2016: monitoring health for the sdgs sustainable development goals*. World Health Organization.

## Modelo Prueba de Pensamiento Multiescala

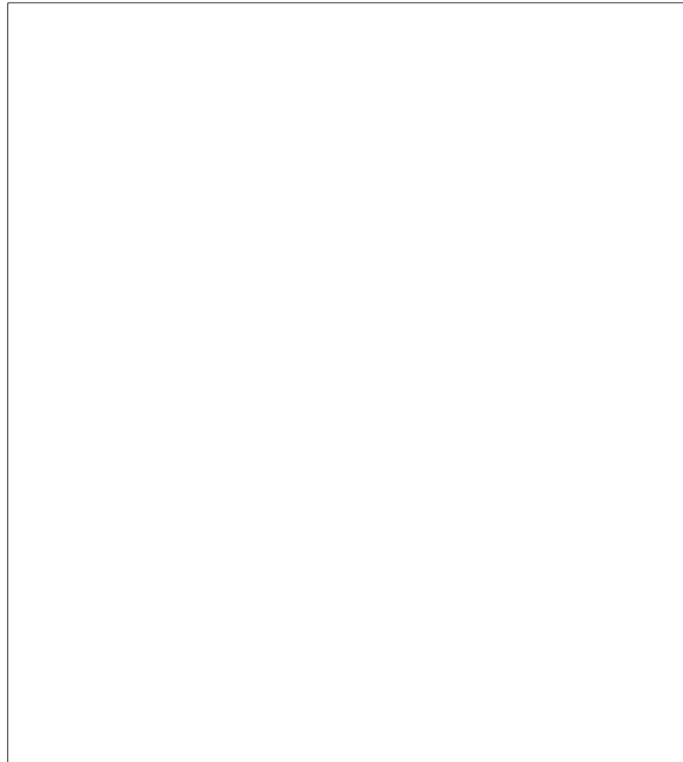
- **AUTOR:**
- **Curso:**
- **Formación base:**
- **Fecha PRETEST:**
  - Hora inicio:
  - Hora finalización
- **Fecha POSTEST:**
  - Hora inicio:
  - Hora finalización

### *Pregunta 1:* TIPO I

*Fuente:* Creado para cursos de Mecánica y Tratamiento de Rocas (Brasca Merlin y Cioccale, 2019).

*Respuesta ideal:* Ubicar proporcionalmente los elementos de mapa y distinguir componentes básicos como: norte, escala, referencias, título y leve indicio de coordenadas, permitiendo llegar a destino a quien efectúa la lectura del mismo.

**ENUNCIADO:** En una hoja tamaño A4 en blanco realizar el mapa del recorrido de tu casa al trabajo actual (no vale el de la cuarentena. Subir una foto o escaneo del resultado. Importante, mencionada actividad no debe llevarte mas que 10 minutos.



JSR	Dificultad	Devolución y sugerencias

*JSR= Justifique su respuesta; dificultad: escala de valores de 1 a 5 donde 1 es muy difícil y 5 es muy sencillo*

**Pregunta 2:** esta pregunta es tipo I.

*Fuente:* modificado del test de pensamiento espacial (Bednarz y Lee, 2019).

*Respuesta ideal:* La opción 5 corresponde al entorno de mapa, si la respuesta elegida no es esa, investigar si en la concepción de mapa quien resuelve decide salir de los límites del mapa o no, y si distingue el sentido del signo cardinal; es parte del proceso de aprendizaje.

**ENUNCIADO:** En base al mapa de calles de la Figura, modificado de Bednarz y Lee (2019), respondé el cuestionario:

Si estás en el punto 1 y viajas al norte una cuadra, luego giras y viajas tres cuadras, y luego giras al sur y viajas dos cuadras, estarás más cerca del punto...

- 2
- 3
- 4
- 5

■ 6

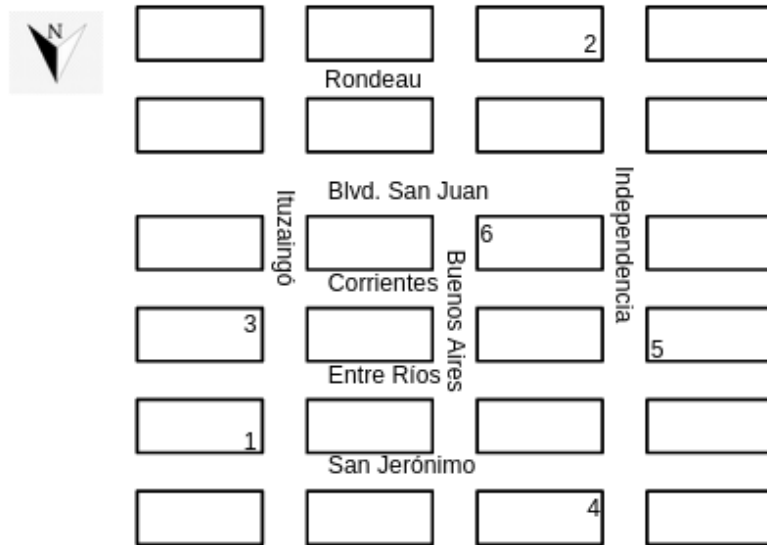


Figura A.1: Modificado de Bednarz y Lee (2019)

JSR	Dificultad	Devolución y sugerencias

JSR= Justifique su respuesta; dificultad: escala de valores de 1 a 5 donde 1 es muy difícil y 5 es muy sencillo

**Pregunta 3:** esta pregunta es tipo II para el análisis del desarrollo del pensamiento multiescala en el estudiante.

*Fuente:* Co-creada entre docentes de la casa para clases de Introducción a la teledetección (Brasca Merlin y cols., 2019).

*Respuesta ideal:*

**ENUNCIADO:** Sos el responsable del Plan Provincial de Manejo del Fuego de la Secretaría de Gestión de Riesgo Climático, Catástrofes y Protección Civil de la Provincia de Córdoba, te llega un reporte del cuerpo de bomberos voluntarios de la dependencia Sierras Chicas, cuya última información es:

*Tres frentes de fuego se registran a primera hora de la noche de este martes en San Jorge, localidad próxima a Ascochinga. En el lugar trabajan unos 70 bomberos coordinados por autoridades del Plan Provincial de Manejo del Fuego.*

1. ¿Que corresponde hacer?

**Pregunta 4:** esta pregunta es tipo II para el análisis del desarrollo del pensamiento espacial en el estudiante.

*Fuente:* Co-creada entre docentes de la casa para clases de Introducción a la teledetección (Brasca Merlin y cols., 2019).

*Respuesta ideal:*

**ENUNCIADO:** Y si sos responsable de área del Personal de Apoyo Profesional en Análisis de Información Satelital e Imágenes Espaciales en General dependiente del Plan Provincial de Manejo del Fuego de la Secretaría de Gestión de Riesgo Climático, Catástrofes y Protección Civil de la Provincia de Córdoba, te llega un reporte del cuerpo de bomberos voluntarios de la dependencia Sierras Chicas.

1. ¿Qué presentas ante el ministro?

**Pregunta 5:** esta pregunta es tipo II para el análisis del desarrollo del pensamiento multiescala en el estudiante.

*Fuente:* Co-creada entre docentes de la casa para clases de Introducción a la teledetección (Brasca Merlin y cols., 2019).

*Respuesta ideal:*

**ENUNCIADO:** Si sos responsable de datos en esta misma entidad, de la siguiente lista, ¿qué le solicitás a la CONAE?, ¿sumarías mas información?

1. Raster ó vector, imagen satelital ó índice, resolución espacial?
2. Cómo mediría el área de afección?
3. Es importante la frecuencia de datos para resolver?

JSR	Dificultad	Devolución y sugerencias

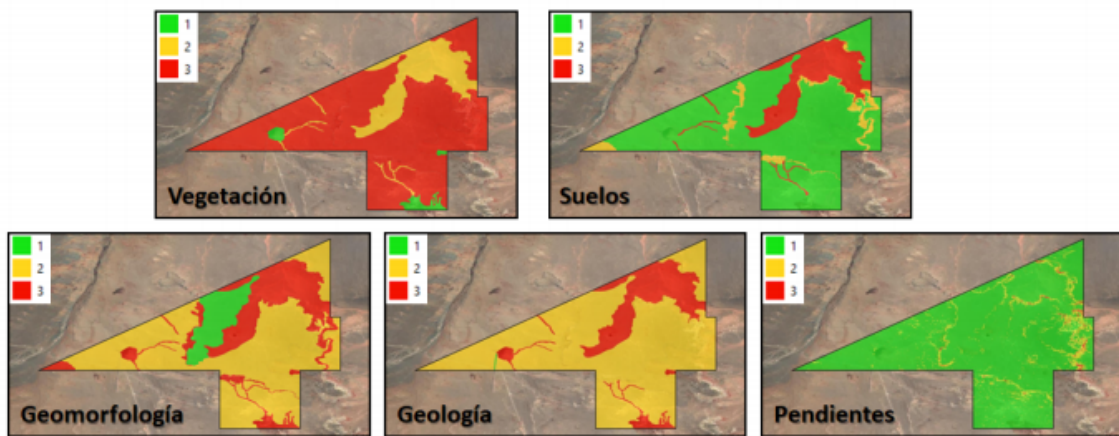
*JSR= Justifique su respuesta; dificultad: escala de valores de 1 a 5 donde 1 es muy difícil y 5 es muy sencillo*

**Pregunta 6:** esta pregunta es tipo III

*Fuente imagen:* Seppi y Solorza (2019) material didáctico de las diplomaturas

*Respuesta ideal:*

**ENUNCIADO:** Para un estudio de Impacto ambiental, se han ponderado de 1 a 3 distintas variables en función de su influencia a la sensibilidad ambiental, indicando el valor 3 mayor susceptibilidad a una intervención humana.



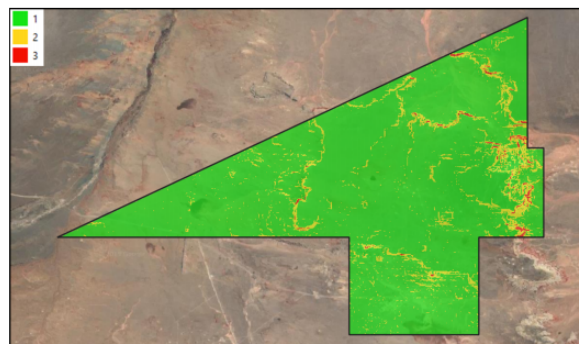
Se obtiene un índice final de Sensibilidad Ambiental (ISA) a partir de la siguiente fórmula:

$$ISA = (geol * 0,2) + (geomorf * 0,4) + (suelo * 0,2) + (veget * 0,8) + (pend * 0,6).$$

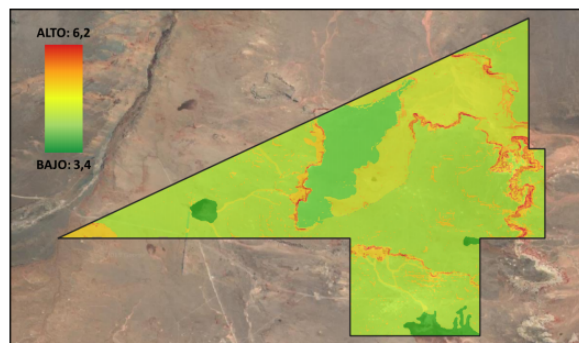
**Figura A.2:** La Figura pertenece a Seppi et. Al, facilitado específicamente para la prueba

Y se solicita responder al siguiente cuestionario:

1. ¿Qué aspecto debería mostrar este mapa final?
2. ¿Qué indican los distintos colores en términos de la intervención humana?



(a) a



(b) b

**Figura A.3:** La Figura pertenece a Seppi et. Al, facilitado específicamente para la prueba

**Pregunta 7:** esta pregunta es tipo III

*Fuente imagen:* Seppi (2019) material didáctico de las diplomaturas

*Respuesta ideal:*

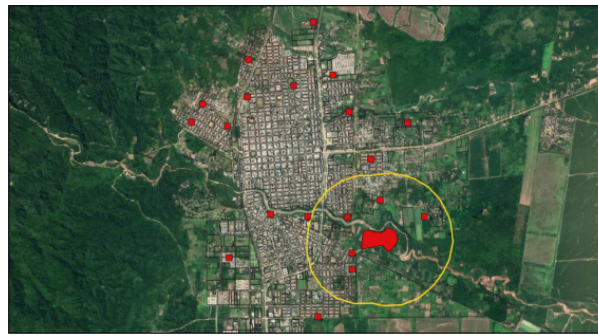
**ENUNCIADO:** La siguiente Figura muestra la ubicación de contenedores en los cuales se encontraron huevos del mosquito *Aedes Aegypti*, vector del dengue. (Ubicación: Ciudad de Tartagal, Salta, Argentina). Se ha dibujado un radio de 150 metros en torno a cada punto, suponiendo que ese es el radio de vuelo del mosquito:



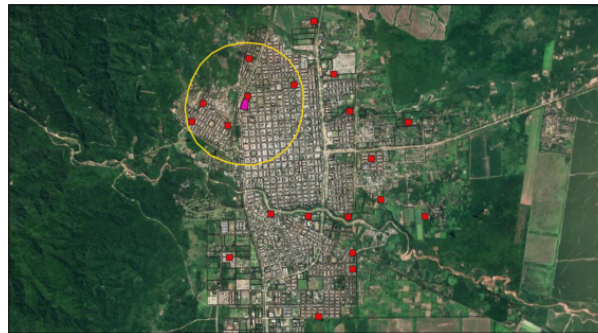
**Figura A.4:** La Figura pertenece a Seppi et. Al, facilitado específicamente para la prueba

Y para medir la susceptibilidad de cada uno de estos ambientes de albergar mayor o menor población e mosquitos, se han combinado variables relacionadas a la cobertura del suelo (ponderadas de 1 a 4), y la presencia de estructuras que favorecen la población de mosquitos, como el vertedero municipal y el cementerio:





(a) a



(b) b



Figura 6: Resultado de la reclasificación del mapa de cobertura del suelo

(c) c

**Figura A.5:** La Figura pertenece a Seppi et. Al, facilitado específicamente para la prueba

El cruce de estas variables da como resultado el siguiente mapa:

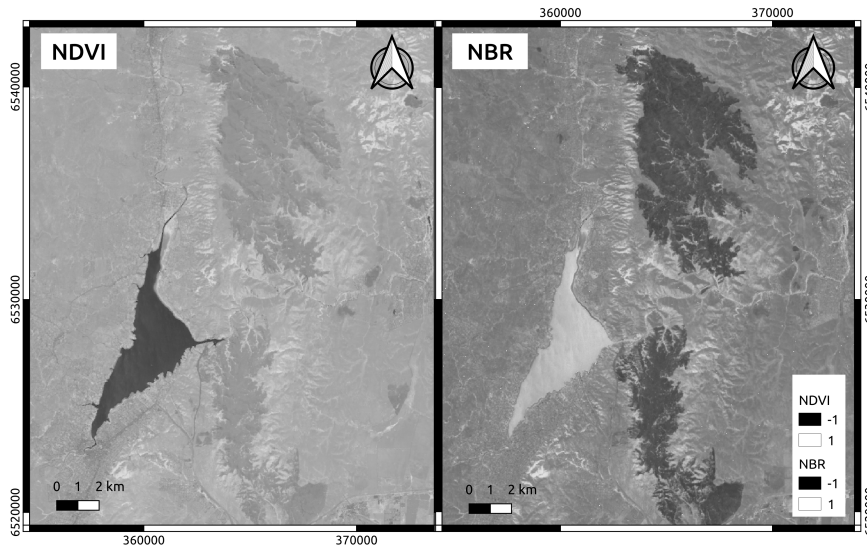


**Figura A.6:** La Figura pertenece a Seppi et. Al, facilitado específicamente para la prueba

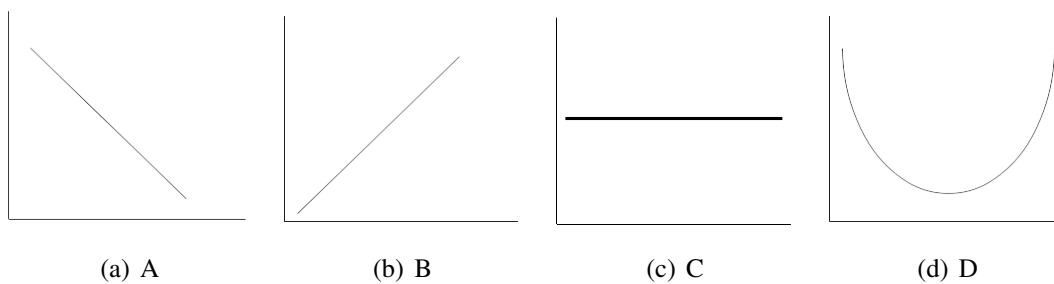
Lo que implica resolver:

1. ¿Cómo se interpretan los colores de los distintos ambientes donde se encontraron hábitats de mosquitos?
2. Explique en base al cruce realizado por qué hay círculos pintados de rojo y otros pintados de verde.

**Pregunta 8:** esta pregunta es tipo 4, los dos mapas siguientes muestran a) NBR (Análisis de Severidad de Incendios) y b) NDVI (Índice Diferencial de Vegetación) (Mari, 2019).



Entonces...si dibujas un gráfico que muestre la relación entre el mapa a) y b), el gráfico será.... considerando el NBR en el eje y (ordenadas) y NDVI en el eje x (abscisas) para todos los casos.



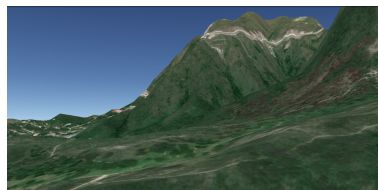
JSR	Dificultad	Devolución y sugerencias

*JSR= Justifique su respuesta; dificultad: escala de valores de 1 a 5 donde 1 es muy difícil y 5 es muy sencillo*

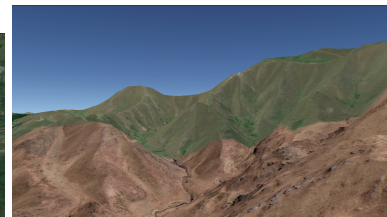
**Pregunta 9:** esta pregunta es tipo 7, si miras el área de abajo en la dirección de la flecha... la vista desde el suelo del terreno que más se aproxima a lo que verías es...



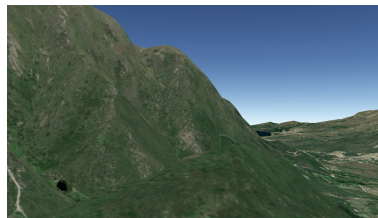
(e) A



(f) B



(g) C



(h) D

JSR	Dificultad	Devolución y sugerencias

*JSR= Justifique su respuesta; dificultad: escala de valores de 1 a 5 donde 1 es muy difícil y 5 es muy sencillo*

**Pregunta 10:** corresponde al tipo 8, los objetos del mundo real pueden ser representados explícitamente por punto, línea (arco) y área (polígono). Basándose en los ejemplos siguientes, clasifique los siguientes datos espaciales:

OPCIONES:

1. punto
2. línea
3. área
4. línea y punto
5. punto y área

- Todas las estaciones meteorológicas de la república Argentina con...
- La zona afectada por los últimos incendios forestales en Sierras Chicas con...
- La red de drenaje de la cuenca del arroyo Vaquerías con...
- El área de afección de los sismos y los sismos de los últimos 10 años en el escarpe de falla de Sierras Chicas con...

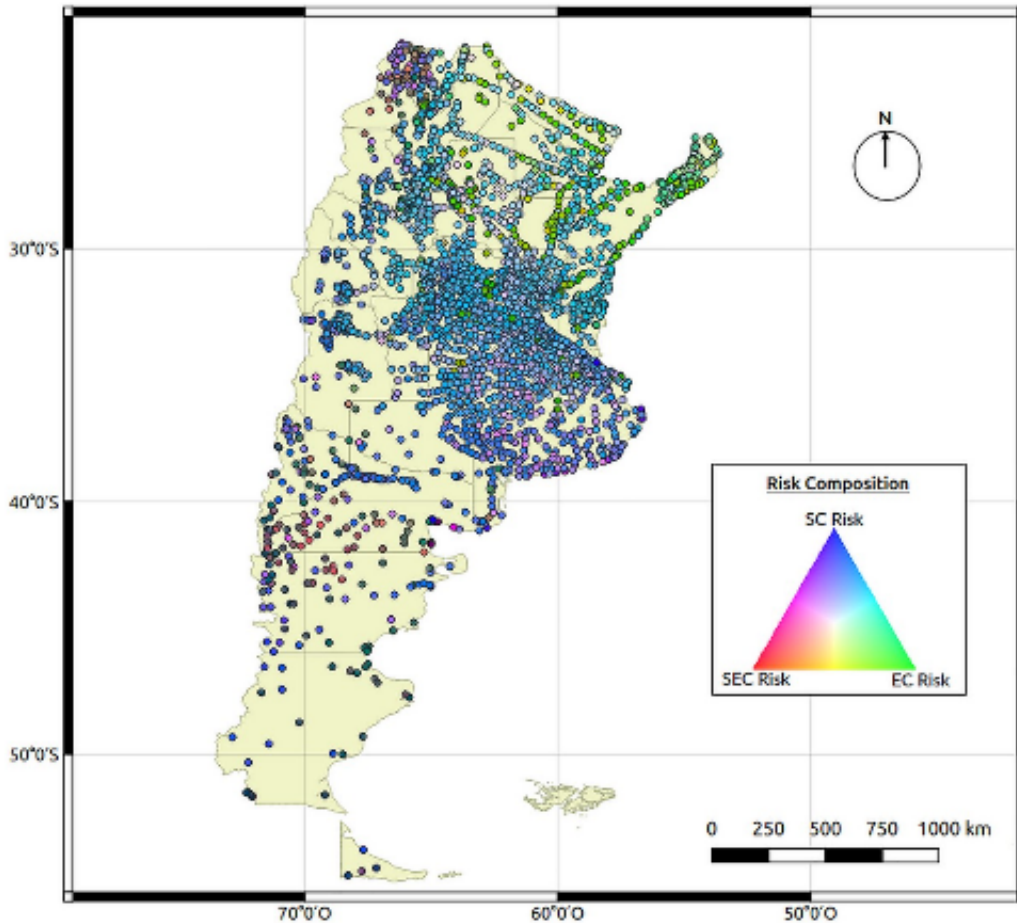
JSR	Dificultad	Devolución y sugerencias

*JSR= Justifique su respuesta; dificultad: escala de valores de 1 a 5 donde 1 es muy difícil y 5 es muy sencillo*

**Pregunta 11:** describa el estudio representado en el mapa siguiente, él cual se titula: *Mapa de riesgos final de geo helmintos(RGB)* enmarcado en el trabajo de investigación *Risk map development for soil transmitted helminth infections in Argentina*(E. M. Alvarez Di Fino, Rubio, Abril, Porcasi, y Periago, 2020), ¿que interpretas en el mapa?, ¿cuales son los resultados mas relevantes?, ¿cuales son las zonas mas afectadas y porque?, ¿en base a que clase de datos se efectuó?, como referencia:

El mapa describe la componente predominante de riesgo de transmisión de helmintos en cada ciudad. Los puntos representan la combinación de tres tipos de mapas representados por tres colores: ROJO - VERDE - AZUL ó RGB (de sus siglas en inglés red green and blue), donde la tendencia a cada uno indica a su vez la tendencia ambiental:

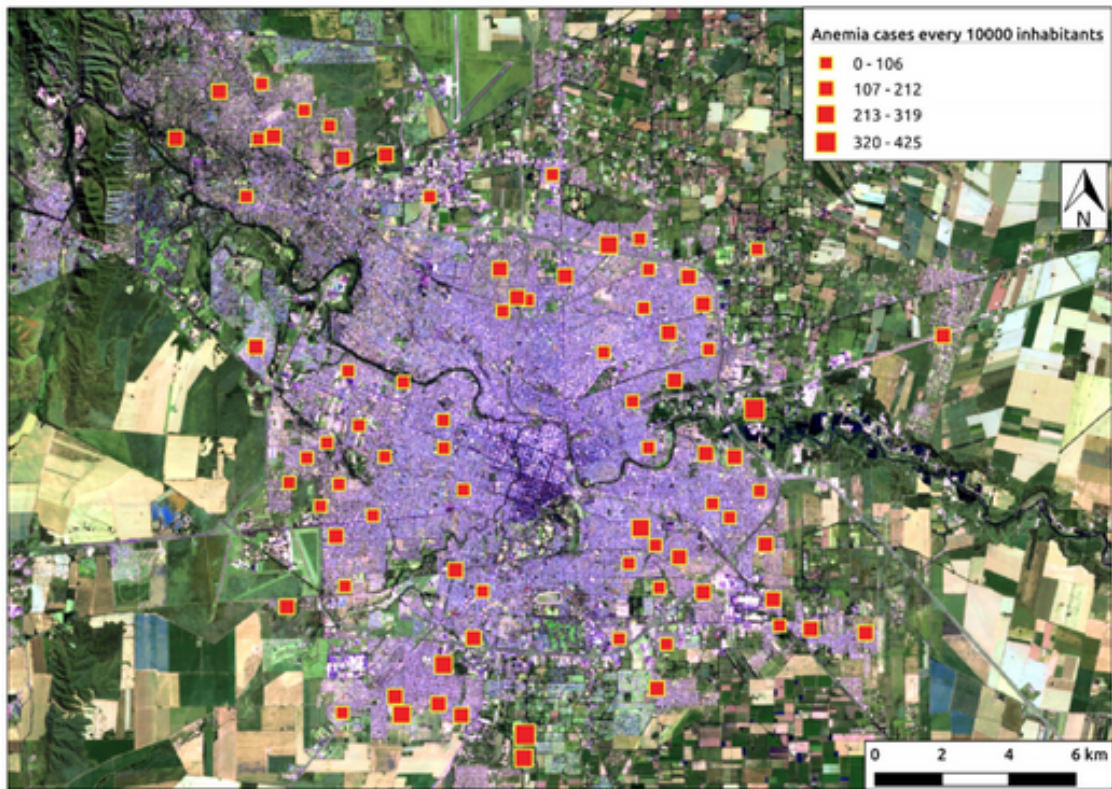
- Risk composition: componentes del riesgo
- En AZUL SC Risk: mapa de características y tipos de suelo.
- En ROJO SEC risk: mapa de riesgo asociado a las condiciones socioeconómicas desfavorables.
- En VERDE EC risk: mapa de componente ambiental donde intervienen las lluvias, la temperatura, la altitud y la vegetación (entre otros factores).



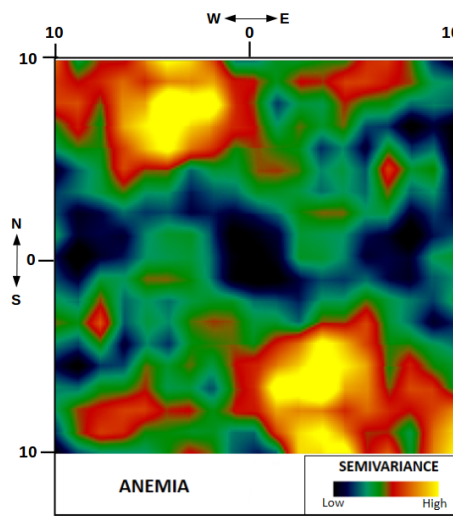
JSR	Dificultad	Devolución y sugerencias

*JSR= Justifique su respuesta; dificultad: escala de valores de 1 a 5 donde 1 es muy difícil y 5 es muy sencillo*

**Pregunta 12:** en base al mapa presente en A) se construyen un variograma en 2D B) de prevalencia de anemia en dispensarios de la ciudad de Córdoba (E. M. A. Alvarez Di Fino, Defago, y Scavuzzo, 2019), para el mes de agosto de 2013. ¿Podés indicar como se lee la distribución de los datos de prevalencia de anemia en el variograma?



(i) A



(j) B

JSR	Dificultad	Devolución y sugerencias

*JSR= Justifique su respuesta; dificultad: escala de valores de 1 a 5 donde 1 es muy difícil y 5 es muy sencillo*

## Modelo parcial McyTR centrado en ABP

Producto de una serie de lluvias torrenciales que triplicaron la media mensual estipulada, el diaclasado del granito se ha fisurado nuevamente, la obra peligra su estabilidad y usted representa a el área de geología encargada de afrontar el problema.

**Tabla B.1:** Ficha técnica obra civil Mammoth Pool Dam (37°19'23"N y 119°18'58"W)

Finalizada a fines del 59, presentando leves inconvenientes por filtraciones en los dos juegos de diaclasas durante su construcción	Activo	California, Estados Unidos	Presa, terraplén	Luego de su construcción no ha tenido problemas, salvo durante su construcción. Principalmente, en el pilar izquierdo del terraplén, se tuvo alguna dificultad con el diaclasado del granito, lo cual permitía cierto filtrado del agua
---	--------	----------------------------	------------------	---

Se le invita a crear un resumen contemplando las inquietudes plasmadas mas abajo. Recuerde que clase a clase al analizar obras ha aprendido en que escala se analiza el problema, puede iniciar de lo generar y cerrar en lo particular plasmando sus conocimiento sobre el litotipo en el cual se encastra la obra civil modelo, y usando su criterio, que es lo mas importante dado su rol.

- a) ¿Qué corresponde hacer? SOS=Pensar como entidad de defensa civil y pensar en quién es el responsable de cada acción.
- b) ¿Puede acceder a información que necesita libremente? SOS= Identificar lo que necesita.
- c) ¿Con quién se comunica? SOS= Entidades modelo (pueden ser de Argentina).
- d) ¿Qué datos solicito? SOS= Necesita saber algo sobre el área afectada, un pronóstico del tiempo, un mapa...
- f) ¿En caso de que el problema sea muy grave existe una entidad internacional que pueda aunar esfuerzos?
- g) ¿Existe algún índice de riesgo que pueda resaltar las áreas posibles de ser afectadas?

- h) ¿Que datos satelitales requiere?, ¿raster o vector, imagen satelital o índice, resolución espacial?, ¿cómo mediría el área de afección de la calzada?, ¿es importante la frecuencia de datos que requiero para resolver?
- i) ¿Cómo presenta los resultados al responsable de obra?

El momento cultural de éste tema dejó toda esta información que puede ser de utilidad:

La presa hidroeléctrica se ubicada al sur de California, la presa y el embalse reciben el nombre de piscina de mamut porque era una antigua presa natural antes de transformarse en obra.

El contexto geológico, Sierra Nevada es una cadena montañosa, al oeste de EEUU, ubicada entre el valle Central de California y la Gran Cuenca. Su historia: Jurásico se abre el Atlántico, se genera una gran zona de de subducción y aparecen una gran cantidad de cuerpos plutónicos. Entre ellos este batolito de Sierra Nevada que constituye los restos de un arco volcánico continental. La cordillera (de Nevada) comenzó a levantarse hace 4 millones de años y los glaciares del cuaternario, expusieron el granito y modelaron absolutamente todo el paisaje del sector, que es lo que ves en *google earth* o una imagen satelital actualmente.

El proyecto hidroeléctrico pertenece al sistema superior del Río San Joaquín, y es parte de un proyecto más grande denominado *Big Creek Hydroelectric Project* (Arroyo Grande proyecto hidroeléctrico), el cual incluye 27 presas, varias millas de túneles varias unidades generadoras en 9 centrales, y su objetivo principal es proporcionar energía eléctrica a Los Ángeles, lugar que posee un crecimiento poblacional elevado. El proyecto hoy, genera 4 millones de kilovatios por hora.

Su historia, en el 1900 inicia el proyecto. Se encañona entre paredes masivas de granito. En 1950 se reactiva y se finalizan los planos, empezando en el 1958 con el terraplén, la construcción fue rápida y su principal problema fue la exfoliación de las paredes de granito, probablemente sujeto a las excavaciones y explosivos usados para avanzar. Se termina y presenta en 1959, y desde entonces está activa.

La presa es una presa de relleno compacta y consta de dos presas de desviación más pequeñas, y la central hidroeléctrica que tiene dos unidades generadoras, las cuales producen 150 megavatios por hora y opera al aire libre, con supervisiones frecuentes. El embalse *Mammoth Pool* recibe flujo de una gran cuenca que incluye arroyos chiquitos y muy grandes. La presa es de material suelto y su roca base es la mas dura de California, la granodiorita del Monte Gines, la cual tiene una resistencia a la compresión de hasta 45000 PSI.

Los materiales sueltos que la constituyen son propios de la excavación para construirla, como se trata de mucho material grueso y la hace permeable, su corazón la zona central está constituida por material fino, lo que la hace impermeable. La válvula que permite las descargas de agua es una válvula tipo cono. Y tiene un aliviadero en caso de superar la cota en uno de sus márgenes.

Datos curiosos: atraviesa una ruta migratoria de los ciervos y en primavera se cierra para favorecer su migración. Es una área de recreación y hay zonas propensas a incendios por el desvío del río.