UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CCNE – CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
Dinâmicas Territoriais do Cone Sul

Lucía Eluén

EDUCACIÓN AMBIENTAL EN LA GESTIÓN DEL TERRITORIO: ESTRATEGIA PARTICIPATIVA PARA LA SUSTENTABILIDAD DE LOS SISTEMAS AMBIENTALES

Santa María, RS, Brasil
2026

Lucía Eluén

EDUCACIÓN AMBIENTAL EN LA GESTIÓN DEL TERRITORIO: ESTRATEGIA PARTICIPATIVA PARA LA SUSTENTABILIDAD DE LOS SISTEMAS AMBIENTALES

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, Área de Concentração Análise Ambiental e Dinâmica Espacial, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Geografia.

Orientadora: Prof.ª Dr.ª Ana Domínguez
Co-Orientador: Prof. Dr. Marcel Achkar

Santa Maria, RS, Brasil

2026

Eluén, Lucía

EDUCACIÓN AMBIENTAL EN LA GESTIÓN DEL TERRITORIO: ESTRATEGIA PARTICIPATIVA PARA LA SUSTENTABILIDAD DE LOS SISTEMAS AMBIENTALES / Lucía Eluén.- 2026.
326 p.; 30 cm

Orientadora: Ana Domínguez
Coorientadora: Marcel Achkar
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Programa de Pós-Graduação em Geografia, RS, 2026

1. Geografía ambiental crítica 2. Investigación militante 3. Paradigma ambiental crítico 4. Participación social 5. Praxis I. Domínguez, Ana II. Achkar, Marcel III. Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

Declaro, LUCÍA ELUÉN, para os devidos fins e sob as penas da lei, que a pesquisa constante neste trabalho de conclusão de curso (Tese) foi por mim elaborada e que as informações necessárias objeto de consulta em literatura e outras fontes estão devidamente referenciadas. Declaro, ainda, que este trabalho ou parte dele não foi apresentado anteriormente para obtenção de qualquer outro grau acadêmico, estando ciente de que a inveracidade da presente declaração poderá resultar na anulação da titulação pela Universidade, entre outras consequências legais.

Lucía Eluén

EDUCACIÓN AMBIENTAL EN LA GESTIÓN DEL TERRITORIO:

ESTRATEGIA PARTICIPATIVA PARA LA SUSTENTABILIDAD DE LOS SISTEMAS AMBIENTALES

Tesis apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, Área de Concentração Análise Ambiental e Dinâmica Espacial, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Geografia.

Aprovada em 26 de agosto de 2026:

_____

Profª. Drª. Ana Domínguez (Presidente/Orientadora)

_____

Prof. Dr. Cesar de David (UFSM)

_____

Dra. Feline Schön (Udelar.)

_____

Dra. Aline da Fonseca (Udelar)

Santa María, RS, Brasil
2026

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer a mis orientadores, Ana Domínguez y Marcel Achkar, quienes han sido referentes fundamentales a lo largo de mi trayectoria académica. A través de las diversas formas de intercambio, diálogo y reflexión, me han alentado y acompañado en la construcción de un enfoque de investigación que ha sido posible gracias a su orientación, confianza y apoyo.

También agradecer al Programa de Pós-Graduação em Geografia, de la Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), por brindarme la posibilidad de continuar y profundizar mis estudios de posgrado. Agradecer asimismo a los integrantes del Comité de defensa de cualificación Dr. Fernando Pesce y Dr. Yanga Villagómez y del Comité de defensa de tesis Dr. Cesar de David, Dra. Feline Schön y Dra. Aline da Fonseca por la dedicación de su tiempo, así como sus contribuciones y comentarios, que enriquecieron este proceso de investigación.

Agradezco a mis colegas del Laboratorio de Desarrollo Sustentable y Gestión Ambiental del Territorio de la Facultad de Ciencias de la Universidad de la República, por acompañarme y apoyarme a lo largo de este proceso, y por su participación activa en los diversos grupos de trabajo vinculados a los estudios de caso, integrando sus aportes desde las distintas líneas de investigación del Laboratorio. Agradezco a la Intendencia de Canelones, al Municipio de Santa Lucía y a los demás actores gubernamentales con quienes tuve la oportunidad de establecer contacto durante el desarrollo de esta tesis, por su disposición, interés y apertura al intercambio. Quiero agradecer también a las personas habitantes de Santa Lucía y a los productores rurales de los municipios de Santa Lucía y San Ramón, y muy especialmente al colectivo Vecinos en Red y a la organización social Asamblea por el Agua del río Santa Lucía. A todos ellos, mi reconocimiento por su compromiso, pasión, apertura a la reflexión y disposición al intercambio permanente, que hicieron posible la construcción conjunta de conocimientos y acciones en torno a las problemáticas ambientales del territorio.

Agradezco a mi familia por acompañarme en este camino, y por su apoyo constante, haciendo posible que las demás dimensiones de la vida cotidiana continuaran su curso mientras me dedicaba al desarrollo de esta tesis.

Agradezco también a la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII) por el apoyo financiero brindado durante mis estudios de doctorado con la Beca ANII de posgrado en el extranjero. Modalidad de doctorado: estancia de investigación (sándwich). POS_EXT_2023_1_175236. 2023. Así como INUMET, DINAGUA, OAN e IDEuy, por facilitar el acceso a sus bases de datos, fundamentales para el desarrollo de los estudios de caso.

RESUMEN

EDUCACIÓN AMBIENTAL EN LA GESTIÓN DEL TERRITORIO: ESTRATEGIA PARTICIPATIVA PARA LA SUSTENTABILIDAD DE LOS SISTEMAS AMBIENTALES

AUTORA: Lucía Eluén
ORIENTADORES: Ana Domínguez; Marcel Achkar

La crisis ambiental contemporánea evidencia la insustentabilidad del modelo de desarrollo vigente, cuestiona sus lógicas y plantea el desafío de construir alternativas de transición hacia una sociedad sustentada en otros lenguajes de valoración del territorio. En este contexto, la educación ambiental adquiere un papel estratégico para recomponer las relaciones entre sociedad, ambiente y territorio, ampliando las formas de participación y fortaleciendo sus estrategias pedagógicas en la gestión territorial. Esta investigación analiza la participación en los procesos de gestión ambiental y su articulación con la educación ambiental mediante la integración de experiencias de educación formal y comunitaria orientadas a la producción colectiva de conocimiento y a la planificación territorial en el parque Rincón de Santa Lucía, la ciudad de Santa Lucía y de la Cuenca del Río Santa Lucía. El modelo teórico-metodológico aborda las relaciones sociedad (es), ambiente (es) y territorio (s) desde la gestión participativa, tomando como categorías analíticas los Sistemas Ambientales Complejos (SAC), la Participación y la Educación Ambiental Crítica. Estas categorías estructuran el Trayecto Formativo de Educación Ambiental, desarrollado mediante ciclos de Investigación-Acción Participativa (IAP) en un territorio. Cada ciclo da lugar a nuevas espirales de aprendizaje, que profundizan o amplían las problemáticas abordadas. La praxis ambiental, amplia, diversa y flexible, orientada por una epistemología crítica, se fundamenta en la Filosofía de la praxis, que define su finalidad político-pedagógico; la Geografía ambiental crítica, que aporta un enfoque científico, dialógico y sistémico para el abordaje de los SAC; y la IAP, que posibilita la construcción colectiva de conocimiento y la implementación de acciones transformadoras. La estrategia metodológica parte de la identificación de necesidades compartidas vinculadas a los SAC, favorece la producción de conocimiento ambiental situado y promueve acciones transdisciplinares de intervención. Su acumulación histórica fortalece la educación ambiental en múltiples escalas mediante un proceso espiralado que contribuye a la resolución de nuevas necesidades definidas localmente y orienta la implementación de políticas ambientales. En este marco, la academia asume un rol articulador de una comunidad extendida de pares, sustentada en la ética ambiental y la investigación militante. Los estudios de caso permitieron analizar diferentes configuraciones de los espacios de participación e identificar los mecanismos y actores que intervienen en la implementación de la gestión ambiental. Los resultados muestran que la educación ambiental contribuye a la transformación ambiental cuando se desarrolla en el marco de una gestión participativa y promueve la construcción de sustentabilidad desde una perspectiva de justicia ambiental. La educación ambiental se configura a partir de la organización de tres componentes: el institucional, la autoorganización comunitaria y el conocimiento científico. Se evidencia que el avance de la gestión participativa depende del anclaje territorial y del diálogo de saberes, mientras que su consolidación requiere políticas públicas que proporcionen el marco institucional necesario para implementar y sostener la acción ambiental. Se concluye que la educación ambiental crítica orienta la construcción de alternativas desde una praxis contrahegemónica, cuya capacidad transformadora se concreta mediante la articulación entre territorio, educación ambiental y política pública.

Palabras clave: Geografía ambiental crítica. Investigación militante. Paradigma ambiental crítico. Participación social. Praxis.

RESUMO

EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA GESTÃO DO TERRITÓRIO: ESTRATÉGIA PARTICIPATIVA PARA A SUSTENTABILIDADE DOS SISTEMAS AMBIENTAIS

AUTORA: Lucía Eluén
ORIENTADORES: Ana Domínguez; Marcel Achkar

A crise ambiental contemporânea evidencia a insustentabilidade do modelo de desenvolvimento atual, questiona sua lógica subjacente e impõe o desafio de construir transições alternativas rumo a uma sociedade baseada em diferentes formas de valorização do território. Nesse contexto, a educação ambiental assume um papel estratégico na reformulação das relações entre sociedade, ambiente e território, ampliando as formas de participação e fortalecendo suas estratégias pedagógicas na gestão territorial. Esta pesquisa analisa a participação nos processos de gestão ambiental e sua articulação com a educação ambiental por meio da integração de experiências educativas formais e comunitárias, orientadas para a produção coletiva de conhecimento e o planejamento territorial no Parque Rincón de Santa Lucía, na cidade de Santa Lucía e na bacia do rio Santa Lucía. O modelo teórico-metodológico aborda as relações entre sociedade(s), ambiente(s) e território(s) a partir de uma perspectiva de gestão participativa, utilizando Sistemas Ambientais Complexos (SAC), Participação e Educação Ambiental Crítica como categorias analíticas. Essas categorias estruturam o Percurso de Formação em Educação Ambiental, desenvolvido por meio de ciclos de Pesquisa-Ação Participativa (PAP) em um território específico. Cada ciclo dá origem a novas espirais de aprendizagem que aprofundam ou ampliam as questões abordadas. A práxis ambiental, ampla, diversa e flexível, guiada por uma epistemologia crítica, fundamenta-se na Filosofia da Práxis, que define seu propósito político-pedagógico; na Geografia Ambiental Crítica, que oferece uma abordagem científica, dialógica e sistêmica para lidar com os SAC; e na Pesquisa-Ação Participativa (PAP), que possibilita a construção coletiva do conhecimento e a implementação de ações transformadoras. A estratégia metodológica inicia-se com a identificação de necessidades compartilhadas relacionadas aos SAC, fomenta a produção de conhecimento ambiental situado e promove intervenções transdisciplinares. Sua acumulação histórica fortalece a educação ambiental em múltiplas escalas por meio de um processo espiralado que contribui para a resolução de novas necessidades definidas localmente e orienta a implementação de políticas ambientais. Nesse contexto, a academia assume um papel articulador dentro de uma comunidade ampliada de pares, fundamentada na ética ambiental e na pesquisa militante. Estudos de caso permitiram a análise de diferentes configurações de espaços participativos e a identificação dos mecanismos e atores envolvidos na implementação da gestão ambiental. Os resultados demonstram que a educação ambiental contribui para a transformação ambiental quando desenvolvida em um contexto de gestão participativa e promove a construção da sustentabilidade a partir de uma perspectiva de justiça ambiental. A educação ambiental estrutura-se em torno de três componentes: o arcabouço institucional, a auto-organização comunitária e o conhecimento científico. É evidente que o progresso da gestão participativa depende de seu enraizamento territorial e do diálogo entre os sistemas de conhecimento, enquanto sua consolidação requer políticas públicas que forneçam o arcabouço institucional necessário para a implementação e a sustentação da ação ambiental. O estudo conclui que a educação ambiental crítica orienta a construção de alternativas a partir de uma práxis contra-hegemônica, cuja capacidade transformadora se concretiza por meio da articulação entre território, educação ambiental e políticas públicas.

Palavras-chave: Geografia ambiental crítica. Pesquisa militante. Paradigma ambiental crítico. Participação social. Práxis

ABSTRACT

ENVIRONMENTAL EDUCATION IN LAND MANAGEMENT: A PARTICIPATORY STRATEGY FOR THE SUSTAINABILITY OF ENVIRONMENTAL SYSTEMS

AUTHOR: Lucía Eluén

SUPERVISORS: Ana Domínguez; Marcel Achkar

The contemporary environmental crisis highlights the unsustainability of the current development model, challenges its underlying logic and presents the challenge of devising alternatives for a transition towards a society based on different approaches to valuing the territory. In this context, environmental education plays a strategic role in rebuilding the relationships between society, the environment and the territory, broadening forms of participation and strengthening its pedagogical strategies in territorial management. This research analyses participation in environmental management processes and its link with environmental education through the integration of formal and community-based educational experiences aimed at the collective production of knowledge and territorial management in Rincón de Santa Lucía Park, the city of Santa Lucía and the Santa Lucía River Basin. The theoretical and methodological model addresses the relationships between society(ies), the environment(s) and territory(ies) from the perspective of participatory management, using Complex Environmental Systems (CES), Participation and Critical Environmental Education as analytical categories. These categories structure the Environmental Education Learning Pathway, developed through cycles of Participatory Action Research (PAR) within a given territory. Each cycle gives rise to new spirals of learning, which deepen or broaden the issues addressed. Environmental praxis broad, diverse and flexible, guided by a critical epistemology is grounded in the Philosophy of Praxis, which defines its political and pedagogical purpose; Critical Environmental Geography, which provides a scientific, dialogical and systemic approach to addressing CES; and PAR, which enables the collective construction of knowledge and the implementation of transformative actions. The methodological strategy begins with the identification of shared needs linked to CES, encourages the production of situated environmental knowledge and promotes transdisciplinary intervention actions. Its historical accumulation strengthens environmental education at multiple scales through a spiral process that contributes to the resolution of new, locally defined needs and guides the implementation of environmental policies. Within this framework, academia assumes a coordinating role within an extended community of peers, underpinned by environmental ethics and militant research. The case studies enabled the analysis of different configurations of participatory spaces and the identification of the mechanisms and actors involved in the implementation of environmental management. The results show that environmental education contributes to environmental transformation when it is developed within the framework of participatory management and promotes the construction of sustainability from a perspective of environmental justice. Environmental education is shaped by the organisation of three components: the institutional, community self-organisation and scientific knowledge. It is evident that the progress of participatory management depends on territorial anchoring and the dialogue between different forms of knowledge, whilst its consolidation requires public policies that provide the necessary institutional framework to implement and sustain environmental action. It is concluded that critical environmental education guides the development of alternatives through a counter-hegemonic praxis, whose transformative capacity is realised through the articulation between territory, environmental education and public policy.

Keywords: Critical environmental paradigm. Militant research. Social participation. Critical environmental geography. Praxis

INDICE DE FIGURAS

Figura 1-Sistemas ambientales en que se inscriben los estudios de casos y sus procesos de EA.....29
Figura 2-Línea de tiempo de las acciones vinculadas a los procesos de EA.....33
Figura 3-Estrategias de intervención implementadas en el trayecto formativo de EA para el Rincón de Santa Lucía.....92
Figura 4-Trayecto Formativo de Educación Ambiental para El Rincón de Santa Lucía 93
Figura 5-Estrategia de construcción y resultados del set de cartografías ambientales.....99
Figura 6-Esquema teórico metodológico del ciclo de Investigación-Acción-Participativa en la Gestión Ambiental de los Sistemas Ambientales Complejos.....106
Figura 7-Trayectos de EA en los ciclos de IAP para el Padrón Nº 2366, la ciudad de Santa Lucía y la Cuenca del Río Santa Lucía 108
Figura 8-Área de estudio. El Rincón de Santa Lucía- Padrón Municipal Nº 2366, Canelones, Uruguay.....115
Figura 9-Ciclo de IAP para la Transversalización de la educación ambiental en la formación terciaria universitaria.....117
Figura 10-Estrategia de transversalización de la educación ambiental en formación terciaria.....119
Figura 11-Área de estudio. Ciudad de Santa Lucía 122
Figura 12-Paisajes característicos del área de estudio.....124
Figura 13-Ciclo de IAP del proceso de EA sobre calidad ambiental de suelos de interés para el uso.....125
Figura 14-Predio evaluado en la ciudad de Santa Lucía, Canelones.....127
Figura 15-Ciclo de IAP en el proceso de EA sobre la Gestión Integral del Riesgo de las inundaciones en la ciudad de Santa Lucía.....130
Figura 16-Localización de las estaciones pluviométricas y de los niveles del cauce (reglas) del área de estudio 134
Figura 17-Promedio del acumulado mensual de las precipitaciones 1990-2020 del área de estudio 142
Figura 18-Distribución de usos y coberturas del suelo del área de estudio en 1990 y 2019 144
Figura 19-Metodología para abordar problemas ambientales definidos localmente.....154
Figura 20-Extensión de la inundación de la ciudad de Santa Lucía para el año 2024 157
Figura 21-Relevamiento de percepción ambiental del riesgo.....158

Figura 22-Detalles del proceso participativo para el establecimiento de un sistema de reglas limnimétricas 169
Figura 23- Distribución del sistema de reglas para el seguimiento del evento de inundación en Santa Lucía..... 171
Figura 24-Red de drenaje e infraestructuras urbanas asociadas al río Santa Lucía 172
Figura 25-Detalle de intervenciones en la planicie de inundación del Río Santa Lucía, y; de sitios propicios para la localización de reglas en la ciudad de Santa Lucía..... 173
Figura 26- Área de estudio. Cuenca del Río Santa Lucía 178
Figura 27-Ciclo de IAP en el proceso de EA para el fortalecimiento de la formación 184
Figura 28-Actividades de divulgación académica para la gestión ambiental de cuencas hidrográficas 185
Figura 29- Proceso de construcción de una línea de tiempo participativa sobre el Río Santa Lucía 189
Figura 30-Línea de tiempo participativa sobre el río Santa Lucía. Fiesta de la Espika, 2022 y 2023 192
Figura 31-Ciclo de IAP para el fortalecimiento de espacios de diálogo: delimitación del Territorio Fluvial..... 196
Figura 32-Representación gráfica del territorio fluvial (TF) y comparación con delimitaciones habitualmente utilizadas en la planificación y gestión territorial .. 200
Figura 33-Área de estudio, río Santa Lucía en el tramo San Ramón - Aguas Corrientes.... 203
Figura 34-Esquema de la estrategia metodológica empleada para la definición, delimitación, caracterización y zonificación del territorio fluvial 205
Figura 35- Delimitación del territorio fluvial y clasificación de los usos y coberturas del suelo 211
Figura 36-Zonificación del territorio fluvial 214
Figura 37-Superficie absoluta de los usos del suelo según nivel de compatibilidad con funciones ambientales, por zona del territorio fluvial 217

INDICE DE TABLAS

Tabla 1-Nivel de crecida y alerta para las reglas del área de estudio.....135
Tabla 2-Eventos de inundación con nivel del río Santa Lucía mayor o igual a 9,64m 139
Tabla 3-Tendencia de las precipitaciones en el área de estudio, a nivel estacional para el período 1990-2021 142
Tabla 4-Clasificación de uso y cobertura del suelo años 1990 y 2019, superficies en porcentajes según el total del área de estudio.....145
Tabla 5-Cambio de uso y cobertura del suelo a nivel de subcuencas, del río Santa Lucía Chico y de la naciente del río Santa Lucía 146
Tabla 6-Dimensiones de análisis, sus variables de percepción ambiental del riesgo.....155
Tabla 7-Distribución de la tipología de hitos identificados. Porcentaje sobre un total de 50 hitos relevados.....193
Tabla 8-Componentes principales e importancia de cada variable en la definición del territorio fluvial 210
Tabla 9-Superficie absoluta y relativa de las clases de uso y cobertura del suelo del territorio fluvial.....213
Tabla 10-Valores medios y desvío estándar de cada variable componente del Índice de Territorio Fluvial (ITF), según zona.....215
Tabla 11-Superficie absoluta y relativa de los usos y coberturas del suelo según Zonas del territorio fluvial 216

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1-Hacia una nueva profesionalidad para la resolución de problemas ambientales....42
Cuadro 2-Principales políticas ambientales en Uruguay que reconocen la participación ciudadana.....47
Cuadro 3-Componentes para la construcción de una alternativa de educación ambiental crítica orientada por la filosofía de la praxis 61
Cuadro 4-Fundamentos metodológicos de la geografía ambiental crítica para el abordaje de la educación ambiental crítica 78

LISTAS DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS

ANEP	Administración Nacional de Educación Pública
ANII	Agencia Nacional de Investigación e Innovación
BCN	Bienes Comunes de la Naturaleza
CCRSL	Comisión de Cuenca del Río Santa Lucía (DINAGUA-MA)
CECOED-Canelones	Centro Coordinador de Emergencias Departamentales, Canelones
CECOEL-Santa Lucía	Centro Coordinador de Emergencias Local Municipio de Santa Lucía
CEIBAL	Plan Ceibal: Programa educativo-Presidencia de la República
CRSL	Cuenca del Río Santa Lucía
DGGA	Dirección General de Gestión Ambiental-IC
DINAGUA	Dirección Nacional de Agua
DINAMA	Dirección Nacional de Medio Ambiente
EA	Educación Ambiental Crítica
ERNIA	Curso de Evaluación de Recursos Naturales e Impacto Ambiental-FCIEN
FCIEN	Facultad de Ciencias
GACH	Gestión Ambiental de Cuencas Hidrográficas
GIR	Gestión Integral del Riesgo
IAP	Investigación-Acción Participativa
IC	Intendencia de Canelones
IDEuy	Infraestructura de Datos Espaciales, Presencia de Uruguay
IECA	Instituto de Ecología y Ciencias Ambientales
INH	Tipo de humedales
INUMET	Instituto Uruguayo de Meteorología
ITF	Índice de Territorio Fluvial.
JRC	Riesgo por inundación
LSWI	Humedad del suelo
MA	Ministerio de Ambiente
MSL	Municipio de Santa Lucía
MVOTMA	Ministerio de Vivienda Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente
RUC	Recursos de Uso Compartido
SAC	Sistemas Ambientales Complejos
SIG	Sistemas de Información Geográfica
SINAE	Sistema Nacional de Emergencia
SNAP	Sistema Nacional de Áreas Protegida
TF	Territorio Fluvial
TWI	Índice Topográfico de Humedad
UCS	Usos y coberturas del suelo
UDELAR	Universidad de la República
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria

TABLA DE CONTENIDOS

1 **INTRODUCCIÓN** 25
1.1 ENCUADRE DE LA TESIS 28
1.2 OBJETIVOS E INTERROGANTES 34
1.3 EL DESARROLLO DEL TRABAJO 35
2 **FUNDAMENTOS TEÓRICOS** 37
2.1 SISTEMAS AMBIENTALES COMPLEJOS 37
2.2 EDUCACIÓN AMBIENTAL CRÍTICA 52
2.3 FILOSOFÍA DE LA PRAXIS 58
2.4 GEOGRAFÍA AMBIENTAL 66
2.5 INVESTIGACIÓN ACCIÓN PARTICIPATIVA 81
3 **ENFOQUE METODOLÓGICO** 88
3.1 TRAYECTO FORMATIVO DE EDUCACIÓN AMBIENTAL 88
3.1.1 **Etapa 1-Gestión ambiental de los recursos de uso compartido** 95
3.1.2 **Etapa 2-Conocimiento ambiental** 96
3.1.3 **Etapa 3-Generación de procesos de acción para la gestión ambiental sustentable** 100
3.1.4 **Etapa 4-Planificación de acciones en el sistema ambiental y de gestión** 102
3.1.5 **Etapa 5-Acción colectiva para la gestión ambiental sustentable** 103
3.2 ESTRATEGIA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL EN LA GESTIÓN PARTICIPATIVA 105
3.2.1 **Fundamentos teóricos metodológicos aplicados al proceso de educación ambiental de los estudios de caso** 113
4 **ESTUDIOS DE CASOS** 115
4.1 PARQUE ECOSISTÉMICO EL RINCÓN DE SANTA LUCÍA, PADRÓN 2366115
4.1.1 **Transversalización de la educación ambiental en la formación terciaria universitaria** 117
4.2 CIUDAD DE SANTA LUCÍA 121
4.2.1 **Educación Ambiental en la ciudad de Santa Lucía** 125
4.2.2 **Calidad ambiental de suelos de interés para el uso público** 125
4.2.3 **Gestión Integral del Riesgo de las inundaciones en la ciudad de Santa Lucía** 129
4.2.3.1 Inundaciones en la ciudad de Santa Lucía 131

4.2.3.1.1 *Comportamiento de las inundaciones en Santa Lucía, entre 1990-2021* 133
4.2.3.1.2 *Variabilidad de los eventos de inundación: nivel del cauce* 135
4.2.3.1.3 *Variabilidad climática: comportamiento de las precipitaciones* 136
4.2.3.1.4 *Transformaciones espaciales: cambio de uso y cobertura del suelo* 137
4.2.3.1.5 *Comportamiento del sistema ambiental* 138
4.2.3.1.6 S*íntesis del comportamiento del sistema ambiental* 146
4.2.3.2 Percepción ambiental de las inundaciones de Santa Lucía, Uruguay 153
4.2.3.2.1 *Etapa 1-Partir de una necesidad definida localmente* 156
4.2.3.2.2 *Etapa 2 y 3-Formulación de supuestos de investigación en base a la percepción ambiental del riesgo de inundación* 157
4.2.3.2.3 *Etapa 4-Contrastación de supuestos con información primaria y secundaria* 163
4.2.3.2.4 *Etapa 5-Gestión Integral del Riesgo de las Inundaciones en Santa Lucía* 167
4.2.3.3 Sistema de reglas para el monitoreo de la inundación en la ciudad de Santa Lucía 168
4.2.3.4 Síntesis de la evaluación de percepción de las inundaciones en Santa Lucía 175
4.3 CUENCA DEL RÍO SANTA LUCÍA 177
4.3.1 **Educación ambiental en la gestión ambiental de la Cuenca del Río Santa Lucía** 183
4.3.2 **Espacios de divulgación, capacitación y formación en educación formal y comunitaria** 183
4.3.2.1 Fortalecimiento de la participación en formación continua, el río no es solo agua 188
4.3.3 **Espacios de diálogo para la construcción de soluciones de gestión territorial: delimitación del Territorio Fluvial** 196
4.3.3.1 Definición del territorio fluvial y delimitación preliminar 204
4.3.3.2 Relevancia de las variables ambientales para la delimitación del territorio fluvial 206
4.3.3.3 Caracterización de usos del suelo en el territorio fluvial 208
4.3.3.4 Zonificación del territorio fluvial 209
4.3.3.5 Delimitación del territorio fluvial 210
4.3.3.6 Usos del suelo y zonificación del territorio fluvial 212
4.3.3.7 Interrelación de las variables del ITF y usos productivos según zonas del territorio fluvial. 217
4.3.3.8 Síntesis del territorio fluvial 221
5 **CONTRIBUCIÓN DE LA EDUCACIÓN AMBIENTAL A LA GESTIÓN PARTICIPATIVA** 223
5.1 DISCUSIÓN 223

5.2 CONCLUSIONES....236

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 243

APÉNDICE A- DETECCIÓN DE METALES PESADOS EN SUELOS SUPERFICIALES DE UN PREDIO CON USO PASADO DE FÁBRICA DE FUNDICIÓN EN LA CIUDAD DE SANTA LUCÍA, CANELONES, URUGUAY....275

APÉNDICE B-TENDENCIA DE EVENTOS DE INUNDACIÓN: Comportamiento del nivel del río y de las precipitaciones....281

APÉNDICE C-APORTES AL DIÁLOGO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE SOLUCIONES A LAS INUNDACIONES EN SANTA LUCÍA 287

APÉNDICE D-PROPUESTA DE LOCALIZACIÓN DE REGLAS PARA LA CIUDAD DE SANTA LUCÍA....291

APÉNDICE E- PROTOCOLO PARA LA LECTURA DE REGLAS DURANTE EVENTOS DE INUNDACIÓN EN SANTA LUCÍA....307

APÉNDICE F-ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN, ENSEÑANZA Y EXTENSIÓN DESARROLLADAS EN LOS ESTUDIOS DE CASO EN EL MARCO DE LA TESIS 2022-2026....315

ANEXO 1-COMPROMISO CON EL AGUA. INTENDENCIA DE CANELONES 321

1 INTRODUCCIÓN

La modernidad promueve una perspectiva productivista del desarrollo (SEMPERE, 2015), una concepción instrumental de la naturaleza y una visión inagotable, utilitarista y mercantil de los bienes de la naturaleza (ACHKAR *et al.*, 2007; DOMÍNGUEZ, 2014; SVAMPA, 2019), estos elementos son considerados la base de la crisis ambiental contemporánea. Desde el análisis del Antropoceno (ARIAS-MALDONADO, 2019; CRUTZEN; STOERMER, 2000) y el Capitaloceno (MOORE, 2013), se plantea el cuestionamiento al paradigma cultural de la modernidad y progresivamente se acepta la existencia de una crisis sistémica. Crisis directamente vinculada al capitalismo a través del neoextractivismo, como modo de apropiación de los bienes de la naturaleza y acumulación de la riqueza, con un modelo tendencialmente monoproductor e intensivista. Lo que lleva al acaparamiento de las tierras, destrucción de territorios y desposesión de poblaciones con criminalización de las protestas ambientales (SVAMPA, 2013). Esto pone en evidencia la insustentabilidad del actual modelo de desarrollo (LEIS, 2001; ROCKSTRÖM *et al.*, 2009; STEFFEN *et al.*, 2015) y conlleva al cuestionamiento de sus lógicas. A la vez que plantea el desafío de pensar alternativas, y elaborar estrategias de transición, hacia una sociedad posextractivista basada en otra racionalidad ambiental en los modos de apropiación, circulación y consumo, dar un giro ecoterritorial como propone Svampa (2019). En suma, nuevas formas de habitar el territorio, con otros lenguajes de valoración del territorio, ergo, otros modos de construir el vínculo entre los distintos elementos de la naturaleza.

Planificar nuevas formas de habitar el territorio, implica cambios en el vínculo que las sociedades establecen con la naturaleza, en que progresivamente se transforman los bienes comunes de la naturaleza (HELFRICH, 2008) en recursos de uso compartido, lo que implica la gestión social de esos bienes en el marco del uso comunal (OSTROM, 2012), para crear otras formas de organización de la vida social.

La conceptualización de los sistemas ambientales complejos, por parte del paradigma ambiental crítico (ACHKAR et al., 2011; ACHKAR; GAZZANO, 2013), permitió resignificar la categoría ambiente como crítica a la visión dominante de proyecto de modernidades (ESCHENHAGEN, 2010), consolidándola como un fundamento epistemológico y una categoría relevante para pensar alternativas, dar respuestas a la crisis sistémica que enfrentamos en la actualidad y elaborar estrategias de transición.

Para ello, las ciencias ambientales, aportan una amplia diversidad y triangulación de técnicas, para el análisis holístico y generación de propuestas de planificación y gestión de los sistemas ambientales complejos, con alto valor científico-técnico y con reconocimiento de las territorialidades identitarias. Por lo tanto, permite comprender y caracterizar el funcionamiento y comportamiento anómalo de sistemas ambientales para dar solución a los problemas ambientales.

Pero, construir soluciones a los problemas ambientales que se expresan en los territorios implica un conjunto de acciones, en los que la participación se vuelve central. Por lo que la gestión ambiental implica, además del conocimiento multi e interdisciplinar sobre los sistemas ambientales complejos, la participación de los diversos agentes territoriales para emprender y sostener en el tiempo los procesos de acción colectiva transdisciplinar (DOMÍNGUEZ; ACHKAR, 2019).

Las dificultades en la construcción de una efectiva democracia participativa que promueva procesos sociales y comunitarios es una de las principales limitantes estructurales de la gestión ambiental del territorio y, por tanto, una limitante para planificar la sustentabilidad de los sistemas ambientales complejos. En las últimas décadas, en Uruguay desde el 2000, en línea con acuerdos internacionales asumidos y en respuesta a demandas de la sociedad civil organizada (movimientos sociales, academia, activistas), se ha incrementado la generación de políticas ambientales en que la participación es un componente central. Sin embargo, poco se ha dedicado a la construcción de una genuina participación en estos ámbitos. Se hace relevante ampliar la visión de la participación y sus estrategias pedagógicas en la gestión territorial. La participación al implicar una construcción colectiva, demanda esfuerzos de quienes se involucran, por lo que es necesario procesos de formación, capacitación donde gestar y fortalecer espacios para establecer acuerdos sobre la proyección de un territorio y negociar las salidas. Para ello, es necesario incorporar una visión de complejidad en la gestión ambiental. En la resolución de los problemas ambientales, se hace necesario discutir las causas profundas que los generan desde un perspectiva crítica y dialéctica. Lo que implica involucrar al conjunto de sociedad que tienen incidencia en los territorios (académicos, técnicos y la población), con sus diversos saberes, en procesos de formación y toma de decisiones que permita avanzar en la comprensión y resolución de los problemas ambientales que se expresan a distinta escala.

En este marco, el campo de la Educación Ambiental, desde su creación en la década de 1970, ha cobrado cada vez más valor como enfoque epistemológico para recomponer las relaciones sociales y con la naturaleza (GONZALEZ-GAUDIANO, 2001). La educación

ambiental crítica aporta al análisis de los sistemas ambientales complejos al orientarse en la construcción de estrategias transdisciplinares que contribuyan a la articulación del enfoque interdisciplinar con el diálogo de saberes, para dar soluciones a necesidades identificadas localmente (ELUÉN, 2020). Para ello se centra en el diseño de mecanismos que den reconocimiento a la diversidad de los grupos sociales involucrados y generen condiciones de igualdad y equidad para considerar las expectativas de las comunidades en las decisiones que puedan afectarlos, y así superar problemáticas, contribuir a la defensa de lo público, e incidir en la construcción de escenarios sustentables (LAYRARGUES; LIMA, 2014).

Es en este contexto que la educación ambiental crítica se vuelve un aliado estratégico para superar las limitaciones en la gestión de los sistemas ambientales complejos, al nutrirse de cuatro componentes clave que, en tanto fundamentos epistemológicos, orientan los procesos de educación asociado a la gestión territorial. Por un lado, la Filosofía de la praxis (SÁNCHEZ-VÁZQUEZ, 1980) orienta la definición de las finalidades políticas sobre la cual transitar el proceso. Por otro, el enfoque de la Geografía ambiental crítica (ACHKAR *et al.*, 2011), provee el sustento científico-disciplinar, a articular con otros conocimientos, para un abordaje holístico que permita comprender la complejidad de los sistemas ambientales y su configuración territorial. En tanto, la Investigación-Acción Participativa (IAP) (BORDA, 1970) aporta el marco metodológico desde el cual articular la praxis hacia la generación de conocimientos y la acción ambiental. Por último, el cuarto componente, de autogestión y autoorganización (PRETTY, 1995), se presenta como el mecanismo que estructura, organiza y operativiza la acción colectiva. En la práctica, la integración de estos cuatro componentes es posible a través del diseño de trayectos formativos de educación ambiental (ELUÉN *et al.*, 2021). Así, los trayectos emergen como la concreción de los componentes teóricos, metodológicos y prácticos que sustentan los procesos de educación ambiental crítica para la transición sustentable de los sistemas ambientales complejos.

En particular, los trayectos formativos de educación ambiental (ELUÉN, 2020; ELUÉN *et al.*, 2021; KITZMANN, 2014; SMYTH, 1995) se centran en el diseño de estrategias de enseñanza-aprendizaje-creación, orientados en la planificación de mecanismos y habilitación de espacios de gestión que contribuyan a fortalecer las capacidades sociales y la ampliación del espacio político de participación en la gestión de lo común. Estas propuestas, también enfatizan la importancia de atender en el diseño de las estrategias los diferentes tiempos (edades de los sujetos; niveles formativos/cognitivos), espacios educativos (formal, no formal/comunitaria e

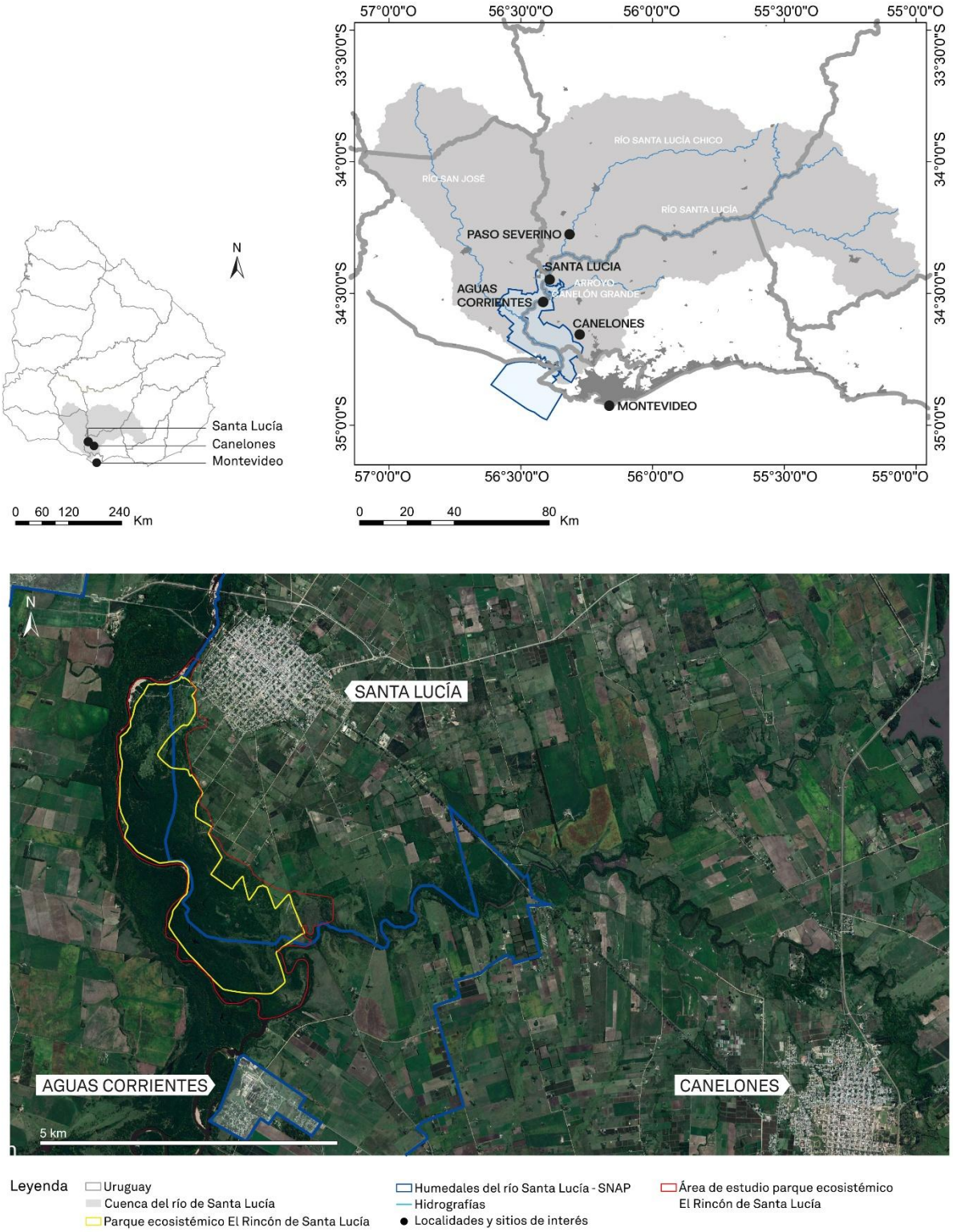
informal) y espacios vividos (realidades socioambientales; ecológicas, sociales, económicas, políticas) por los sujetos que son el foco de estas acciones educativas (KITZMANN, 2014).

Esta tesis analiza la problemática de participación asociada a los procesos de gestión ambiental y su imbricación estratégica con la educación ambiental, al integrar procesos participativos de educación formal y no formal, comunitaria, para la producción conjunta de conocimiento y acciones de planificación territorial que contribuyan a la sustentabilidad ambiental. Se trabaja en sistemas ambientales complejos multidimensionales, en problemas y conflictos ambientales multicausales, donde se disputan territorialidades. El análisis de estrategias de participación y la contribución en la construcción de soluciones se realiza en un territorio concreto (estudios de casos), con integración de escalas, enfoques geográficos y ámbitos multiactorales. Considera que los problemas y su gestión ambiental son el eje de la práctica educativa, pautada por el diálogo entre saberes, en un contexto de IAP para promover la sustentabilidad de los sistemas ambientales complejos. A nivel teórico-conceptual busca analizar y aportar estrategias de educación ambiental en formación y capacitación para el fortalecimiento de los ámbitos sociales comunitarios y de formación terciaria, para contribuir a la gestión ambiental del territorio y la sustentabilidad de los sistemas ambientales complejos.

1.1 ENCUADRE DE LA TESIS

Los estudios de caso, comprenden diversos procesos de educación ambiental crítica a distintas escalas espaciales en que se interrelacionan las temáticas/problemas ambientales a abordar en base a la propuesta de Trayecto Formativo de Educación Ambiental (ELUÉN, 2020) para contribuir a la calidad ambiental de los sistemas ambientales del predio El parque ecosistémico del Rincón de Santa Lucía/Padrón Municipal N°2366, la ciudad de Santa Lucía en el Departamento de Canelones y la Cuenca del Río Santa Lucía (CRSL), al sur de Uruguay (Figura 1). Estos procesos vinculan a la academia, a través de líneas de investigación y de formación terciaria de la Licenciatura en Geografía, a cargo del grupo académico el cual integro, Laboratorio de Desarrollo Sustentable y Gestión Ambiental del Territorio del Instituto de Ecología y Ciencias Ambientales de la Facultad de Ciencias, Udelar, Uruguay (LDSGAT-IECA-FCIEN-Udelar) con la población local: usuarios de los bienes de la naturaleza o población afectada por los problemas ambientales, sociedad civil organizada, informantes calificados/referentes sociales y gestores de los tres niveles de gobierno, con foco en el gobierno Departamental y Municipal.

Figura 1-Sistemas ambientales en que se inscriben los estudios de casos y sus procesos de EA



Localización de los estudios de caso **A.** a nivel país; **B.** a nivel de la cuenca del río Santa Lucía; y **C.** Ciudad de Santa Lucía y El parque ecosistémico el Rincón de Santa Lucía/Padrón 2366.

Proyección: UTM Zona 21S; Datum: WGS 1984

Fuente: SNAP, 2015; IDE Uy; DNC. Elaboración propia.

En el marco del proceso de Investigación-Acción Participativa para la resolución de los problemas ambientales del sistema ambiental predio “Parque ecosistémico El Rincón de Santa Lucía” (Padrón Municipal N°2366), localizado en el límite noroeste del departamento de Canelones, Uruguay, se desarrolla la propuesta del Trayecto formativo de educación ambiental para El Rincón de Santa Lucía, Canelones (ELUÉN et al., 2021) generada para contribuir a la gestión participativa del parque. El cual se destaca como predio periurbano de uso público en el que confluyen diversos intereses de conservación, gestión y de abastecimiento de bienes de la naturaleza. La propuesta se diseñó en el marco de mi tesis de Maestría en Educación Ambiental (ANEP-Udelar) titulada: *Educación Ambiental, una estrategia para la generación de conocimientos orientados a la gestión sustentable de los bienes comunes de la naturaleza. El caso del «Parque ecosistémico El rincón de Santa Lucía», Canelones – Uruguay* (ELUÉN, 2020). El Trayecto formativo se desenvuelve, por un lado, como proceso de educación ambiental crítica para fortalecer la gestión sustentable y participativa de los bienes de la naturaleza en un contexto de educación comunitaria, con generación de insumos cartográficos y, por otro, como proceso para transversalizar la educación ambiental crítica en formación terciaria universitaria de las unidades curriculares (cursos) que dicta el LDSGAT para la Licenciatura en Geografía de la Facultad de Ciencias, Udelar.

Producto de este proceso de IAP, surgen nuevos problemas ambientales identificados en diálogo con la población local y que implican la implementación de procesos de educación ambiental desarrollados en el marco de esta tesis doctoral.

La elección de los estudios de caso y su escalaridad, surge del propio proceso de IAP. Éstos se interrelacionan de modo que, en cada escala de análisis, con la comunidad involucrada, se identifican distintas problemáticas de los sistemas ambientales complejos, que son abordados en base a la propuesta de Trayecto Formativo de Educación Ambiental (ELUÉN, 2020) y que se adaptan según los contextos de la IAP, con la finalidad de generar conocimientos ambientales y fortalecer los procesos sociales en la gestión territorial. En la resolución de una problemática ambiental determinada, se introducen nuevos elementos que hace emerger el siguiente problema ambiental a abordar. Esto hace variar el estudio de caso y, por lo tanto, su escala de abordaje, iniciando un nuevo proceso de educación para la resolución del problema ambiental emergente. Así para cada problemática identificada, se transita un proceso de educación ambiental en que se diseña una estrategia para el abordaje del sistema ambiental, contextualizada a los agentes territoriales involucrados, los temas emergentes, y las finalidades

formativas de los espacios de acción. En particular se abordan estudios de caso en tres escalas espaciales en las que se trabajan diversos procesos de educación ambiental.

Así, el estudio de caso amplía su escala desde el Parque ecosistémico El Rincón a la ciudad de Santa Lucía, localizada en el Departamento de Canelones al norte del parque, en la planicie de inundación del río Santa Lucía. La ciudad cobra importancia por ubicarse en una zona de influencia a pocos kilómetros de la única planta purificadora de Aguas Corrientes que abastece a la capital del país y su zona metropolitana; y por su exposición constante a dinámicas de inundación. Allí se abordan procesos de educación ambiental basados en el diseño de una estrategia metodológica para el abordaje de los problemas ambientales definidos localmente. La estrategia parte del relevamiento de saberes, la empírea acumulada y las percepciones locales en relación a determinados eventos ambientales y que se establecen como relatos colectivos, mitos, los cuales son tomados como supuestos de investigación a poner en diálogo con el saber académico y técnico para contribuir a mejorar la información en la resolución de problemas ambientales específicos. La estrategia genera información sobre las necesidades locales, gubernamentales, técnicas y académicas para avanzar en la gestión sustentable del territorio. Además, identifica líneas de trabajo y consideraciones para la gestión a escala local y el desarrollo de políticas públicas contextualizadas. En particular se abordan dos procesos de educación ambiental, uno vinculado a la calidad ambiental de suelos de un predio con interés para el uso público y el otro vinculado a la Gestión Integral del Riesgo (GIR) de las Inundaciones que acontecen en la ciudad de Santa Lucía.

Los procesos transitados introducen una nueva escala de análisis. Los problemas a escala de predio y ciudad se vinculan con otros factores concomitantes que se interrelacionan a escala de Cuenca del Río Santa Lucía. Ubicada al sur de Uruguay es de importancia estratégica a nivel nacional por ser la fuente de agua potable del 60% de la población del país (ACHKAR *et al.*, 2013; MA [MINISTERIO DE AMBIENTE], 2023). Esta cuenca también es uno de los principales polos de producción de alimentos a nivel nacional. Por lo que, el desarrollo de actividades agropecuarias, industriales, y la presencia de varios núcleos urbanos, generan tensiones con la función prioritaria de provisión de agua potable. Lo que implica también generar y fortalecer espacios de diálogo; para la apropiación de la información y participación en la gestión de la cuenca. Por un lado, se desarrollan procesos de educación ambiental orientados a promover actividades de divulgación, capacitación y formación que apunten a reflexionar, problematizar y mejorar la calidad de la información de las situaciones ambientales que se manifiestan en la Cuenca del Río Santa Lucía en contextos de educación formal y

comunitaria. En particular se presenta el proceso asociado al relevamiento de conocimientos locales realizado en instancias de divulgación y que involucra la construcción participativa de una línea de tiempo sobre la gestión ambiental del río Santa Lucía, que visibiliza la construcción de una narrativa colectiva comunitaria y el escenario político en que se aborda la gestión del agua. Por otro, se promueve la generación y fortalecimiento de espacios de diálogos que permitan la construcción de soluciones de gestión territorial, en articulación con actores interesados/involucrados en la gestión del agua. En particular se desarrolla como proceso de educación ambiental la propuesta de delimitación del Territorio Fluvial del río Santa Lucía, como unidad de gestión e instrumento de planificación territorial para la Cuenca del Río Santa Lucía.

El grupo de investigación del LDSGAT del IECA de FCIEN, Udelar, vinculado a la línea de investigación de educación ambiental crítica en la gestión del territorio tiene una trayectoria de más de 10 años de trabajo en las áreas de estudio (Figura 2). Durante este proceso, el grupo académico se ha ido integrando con diversos agentes territoriales, el Gobierno Departamental y Municipal a través de la Dirección General de Gestión Ambiental (DGGA-IC) en articulación con el Área de Desarrollo Rural y la Dirección de Planificación de la Intendencia de Canelones, y el Municipio de Santa Lucía y San Ramón, el Instituto Nacional de Colonización, así como diversas organizaciones sociales: Asamblea por el Agua del río Santa Lucía, Vecinos en Red [por las inundaciones], Radio Espika FM 90.7; y otros servicios universitarios: Facultad de Artes (UMPIERREZ, 2024), Ciencias Sociales, Agronomía, Unidad de Ciencias de la Epigénesis-UNCIEP-IECA, Centro Universitario Regional Este (CURE). De este modo, se consolidan espacios de trabajo colaborativo para la resolución de problemas en distintos componentes de los sistemas ambientales complejos.

Figura 2-Línea de tiempo de las acciones vinculadas a los procesos de EA



DGGA: Dirección General de Gestión Ambiental; IC: Intendencia Departamental de Canelones; CECOED-Canelones: Centro Coordinador de Emergencias Departamentales, Canelones; CECOEL-Santa Lucía: Centro Coordinador de Emergencias Local Municipio de Santa Lucía; CCRSL: Comisión de Cuenca del Río Santa Lucía; CRSL: Cuenca del Río Santa Lucía; EA Educación Ambiental; ERNIA: Curso de Evaluación de Recursos Naturales e Impacto Ambiental; GACH: Gestión Ambiental de Cuencas Hidrográficas; GIRI: Gestión Integral del Riesgo de las Inundaciones; INC: Instituto Nacional de Colonización; MSL: Munición de Santa Lucía; SIG: Sistema de Información Geográfica; SINAE: Sistema Nacional de Emergencia. Elaboración propia.

1.2 OBJETIVOS E INTERROGANTES

Objetivo general:

Fomentar la generación de procesos de educación ambiental crítica de Investigación-Acción Participativa, para fortalecer el enfoque participativo de la gestión ambiental del territorio en el parque ecosistémico El Rincón de Santa Lucía, la ciudad de Santa Lucía y su Cuenca del Río Santa Lucía.

Objetivos específicos:

a) Promover espacios de formación, capacitación y participación de actores locales para el análisis del territorio;

b) Contribuir a los procesos de formación terciaria con estrategias de enseñanza-aprendizaje-creación centradas en el análisis de los sistemas ambientales complejos;

c) Fortalecer la línea de Educación ambiental crítica de Facultad de Ciencias en el territorio de estudio;

d) Promover la generación de procesos de educación ambiental crítica locales de Investigación-Acción-Participativa de gestión ambiental orientados a la sustentabilidad del territorio.

Las interrogantes por responder con este trabajo:

- ¿Bajo qué condiciones la educación ambiental crítica contribuye efectivamente a transformar la participación en gestión ambiental territorial?
- ¿Qué significa transversalizar la educación ambiental crítica en la educación formal terciaria? y ¿en los procesos de educación no formal/comunitaria?
- ¿Bajo qué condiciones el enfoque transdisciplinar de la educación ambiental crítica aporta conocimientos a los procesos de transformación que mejoran la calidad socioambiental?
- ¿Qué aporta el Paradigma ambiental crítico para la resolución de los problemas de los sistemas ambientales complejos?

- ¿Cómo contribuye la investigación acción participativa y la filosofía de la praxis a los procesos de autogestión y autoorganización para la gestión ambiental a escala local?
- ¿Cuáles son los aportes de la educación ambiental crítica para articular el diálogo de saberes entre espacios de educación formal y no formal que permita la gestión territorial?

1.3 EL DESARROLLO DEL TRABAJO

La tesis se estructura en cinco capítulos. En el capítulo 1 se presenta el tema y problema de investigación que justifica y fundamenta la definición de los estudios de caso. Además, se detalla los objetivos e interrogantes a responder y se reseñan los capítulos que estructuran el desarrollo del trabajo.

En el capítulo 2 se abordan los fundamentos teóricos de la tesis que orienta la propuesta de educación ambiental crítica para la gestión territorial de los sistemas ambientales complejos. El cual se organiza en cinco apartados: Partimos del análisis conceptual sobre los sistemas ambientales complejos, centrado en la identificación de aquellos aportes del paradigma ambiental crítico que contribuyen a un cambio en la comprensión de las relaciones sociedad-naturaleza. En particular, hacemos foco en los modos de hacer ciencia en que, asistida por el diálogo de saberes, la participación hace parte del proceso de investigación. Lo que conduce a abordar el problema en estudio: la participación como componente central para la gestión sustentable de los sistemas ambientales complejos. En un segundo apartado se aborda el tema central de esta tesis, la educación ambiental crítica, como componente que articula la generación de conocimientos y la acción ambiental. Conceptualizamos la educación ambiental crítica como campo para construir espacios de formación y fortalecer procesos de gestión ambiental. En las siguientes secciones se destacan los aportes de la filosofía de la praxis (tercera sección), la Geografía ambiental crítica (cuarta) y la IAP (quinta) a los procesos de autogestión y autoorganización para el abordaje de los sistemas ambientales complejos y su gestión a escala local.

El capítulo 3 encuadra el enfoque metodológico que sustenta la estrategia de educación ambiental crítica en los procesos de gestión participativa. En el entendido que las estrategias de educación ambiental crítica no pueden ser universales, se propone un esquema *Trayecto*

Formativo de Educación Ambiental como dispositivo donde converger los fundamentos teóricos, metodológicos y prácticos para operar en territorio. Se definen las etapas que resultan de su aplicación a un territorio concreto: El parque Ecosistémico de El Rincón de Santa Lucía (Padrón N° 2366), Canelones, Uruguay. Se hace foco en el contexto de la IAP y la praxis a partir del cual emergen diversos problemas/situaciones ambientales a distintas escalas espaciales; y del que se derivan los fundamentos teóricos metodológicos que orientan la elección de los estudios de caso a abordar en la presente tesis, como proceso de construcción colectiva.

En el capítulo 4 se presentan los estudios de caso de los distintos procesos de educación ambiental crítica para la resolución de problemas de los sistemas ambientales complejos en estudio, implementados entre la academia y actores sociales. Se describen los procesos de educación ambiental crítica que se realizan en el predio El Rincón de Santa Lucía, en la ciudad de Santa Lucía, y en la Cuenca del Río Santa Lucía. Se selecciona y desarrolla en profundidad al menos un proceso de educación ambiental por cada escala de los estudios de caso. A escala de predio, se presenta el proceso de transversalización de la educación ambiental en formación terciaria universitaria. A escala de ciudad se presenta el proceso vinculado al fortalecimiento de la Gestión Integral del Riesgo de las inundaciones en Santa Lucía. Por último, a nivel de cuenca se presentan dos procesos de educación ambiental: la construcción participativa de una línea de tiempo sobre el río Santa Lucía como estrategia analítica para comprender la configuración de la gestión ambiental a partir de la interrelación de los principales hitos en la gestión del agua (normativos o ambientales, intervención de actores y puntos de inflexión); y la propuesta de Territorio Fluvial, como estrategia de integración de la relación sociedad-naturaleza en la construcción de soluciones de Gestión territorial.

En el capítulo 5 se discute y concluye sobre los principales aportes de la educación ambiental crítica a los procesos de Gestión territorial que contribuyan a ampliar la participación y los espacios políticos de discusión para la actuación en espacios de participación institucionalizados u orientados a la sustentabilidad de los sistemas ambientales complejos. Se discuten los resultados obtenidos y se concluye sobre el problema central de la investigación. Se presenta una síntesis de las conclusiones del trabajo, se avanza en las respuestas a las interrogantes de la investigación, y se considera el alcance de los objetivos propuestos. Culminando con una reflexión final del trabajo de investigación y proponiendo líneas de investigación que den continuidad a la temática.

2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

El desarrollo de propuestas de educación ambiental crítica implica definir previamente sus marcos epistemológicos, ontológicos y metodológicos de partida. En este capítulo desarrollamos las ideas consideradas centrales para el abordaje de los sistemas ambientales complejos en relación a los procesos sociales que en estos acontecen. Una vez esclarecida la concepción de la investigación científica. Se presenta el posicionamiento político ideológico desde el que se desarrolla el discurso de la educación ambiental que subyace en la acción-reflexión. Se destacan los aportes de la Geografía ambiental crítica como el enfoque territorial y la IAP como andamiaje de la praxis. Se finaliza considerando las implicancias para el abordaje de los estudios de caso.

2.1 SISTEMAS AMBIENTALES COMPLEJOS

La conceptualización del ambiente como categoría analítica ha variado a través del tiempo y desde los distintos espacios geográficos. El modelo conceptual con que se percibe y concibe, determina el modo de comprender los temas/cuestiones ambientales; de identificar, abordar y encontrar soluciones a los problemas ambientales y, por lo tanto, la capacidad de establecer el vínculo e interrelaciones entre la crisis ambiental global, la crisis civilizatoria y el modelo de desarrollo.

La conceptualización de los sistemas ambientales complejos, por parte del paradigma ambiental crítico, permitió resignificar la categoría ambiente como crítica a la visión dominante del proyecto de modernidad (ESCHENHAGEN, 2010). Propone la construcción de una propuesta teórica que define los sistemas ambientales complejos como una unidad de análisis claramente definida, que sea operativa, y a la vez, oriente la reflexión sobre la relación sociedad-naturaleza (ACHKAR *et al.*, 2011). Así el ambiente, es concebido no solo como un conjunto de ecosistemas, sino como el conjunto interrelacionado de elementos naturales, socioculturales y transformados por el ser humano (SAUVÉ, 1999). Por lo tanto, es una categoría relevante para pensar alternativas y construir respuestas a la crisis sistémica que enfrentamos en la actualidad y elaborar estrategias de transición hacia la sustentabilidad (ACHKAR; GAZZANO, 2013; GAZZANO *et al.*, 2021).

Desde la teoría crítica la noción de ambiente está asociada a la "[…] concreción territorial y temporal de complejas interrelaciones entre procesos físicos, biológicos, socioeconómicos, tecnológicos y políticos, producto de un modelo de desarrollo." (ACHKAR *et al*., 2011, p. 25) inscripto en un modo de producción específico.

Así, el ambiente puede ser concebido como una construcción social (LAYRARGUES; LIMA, 2014; SAUVÉ, 2005); es decir, el resultado de un conjunto de significados, normas, valores, intereses, acciones socioculturales, y potencialidades productivas presentes en la sociedad (ACHKAR; GAZZANO, 2013). Lo que entendemos por ambiente se construye en el seno de una sociedad, y se concreta y modifica en una interrelación entre los procesos simbólicos y las prácticas cotidianas (LAYRARGUES; LIMA, 2014). Pero también se construye con procesos multiformes de apropiación social de la naturaleza. Se trata de que el territorio es adaptado a las necesidades humanas mediante ideas, herramientas y trabajo (RAFFESTIN, 1980). Por lo que, el estado de conservación/calidad ambiental de un territorio es producto de su contexto sociocultural histórico.

Como sostienen Layrargues y Lima (2014, p. 29),

> Después de todo, la crisis ambiental no expresaba problemas de la naturaleza, sino problemas que se manifestaron en la naturaleza. Las causas constituyentes de los problemas ambientales tienen origen en las relaciones sociales, en los modelos de sociedad y de desarrollo prevaleciente.

Por lo que hablar de ambiente implica hablar de modos de apropiación de la naturaleza (ACHKAR *et al.*, 2011). Desde este enfoque los problemas ambientales son el resultado y el efecto de una forma y racionalidad específica de conocer y apropiarse del mundo, que heredamos con el proyecto de Modernidad (ACHKAR; GAZZANO, 2013). El concepto de apropiación es inherente al proyecto político y productivo (capitalismo) de la modernidad, en un proceso de despojo de los bienes ambientales, regido por las leyes del mercado y que Harvey (2004) denomina "acumulación por desposesión". Teóricamente la propuesta se basa en racionalidades neutrales, objetivas, causales, lineales, fragmentadas y reduccionistas, que resulta incapaz para comprender los sistemas ambientales como "una totalidad compleja diversa en permanente transformación y autoorganización […]" (ACHKAR; GAZZANO, 2013, p.7).

La Modernidad promovió una visión de naturaleza determinista, como recurso ilimitado transable en el mercado bajo las lógicas del sistema capitalista, que conduce progresivamente a la acumulación por desposesión. Proceso que contextualizado a las cuestiones ambientales actuales deriva en el llamado "Green grabbing" (acaparamiento o colonialismo verde) (FAIRHEAD *et al*., 2012), para conceptualizar el despojo de bienes ambientales por las reglas

del mercado. Esta lógica en la actualidad se retroalimenta en el marco de la economía verde (NNUU [Naciones Unidas], 2012), bajo la justificación de objetivos ambientales como la conservación; pero que, al despojar la identidad colectiva asociada a la naturaleza, privatiza los bienes comunes, desplaza comunidades locales, amenaza medios de vida, la soberanía alimentaria y la sustentabilidad en los sistemas ambientales complejos.

El ejemplo del agua y su gestión, en tanto bien estratégico, refleja la insustentabilidad del modelo de desarrollo y la relación histórica en su modo de apropiación. Incluso esto conduce a la ONU a reconocer y declarar que la humanidad se encuentra en la “Era de bancarrota hídrica global”. En su informe de 2026 señala que el mundo ha entrado en una era de "quiebra hídrica global", un punto de no retorno para ciertos sistemas donde la demanda humana ha agotado irreversiblemente los ahorros acuíferos y secado los pozos del futuro, poniendo en riesgo el conjunto del sistema hídrico del planeta (MADANI, 2026). Este proceso se refleja en el actual interés internacional por territorios hídricos, como es el caso de Uruguay, donde diversos enclaves tecnológicos internacionales con procesos industriales altamente demandantes de agua (como datacenter de servidores o la producción de hidrógeno “verde”), tensionan intereses internacionales con los nacionales. Estas tensiones se manifiestan en la lucha social, que promueve la defensa del agua como un bien común, con importantes logros en Uruguay. En 2004 se logra el reconocimiento legal del agua como un derecho humano fundamental, con la reforma del art. 47.b de la Constitución de la República (URUGUAY, 1967), como resultado de la lucha social de los movimientos sociales, sindicatos y ONG´s (que se nuclean en la Comisión Nacional en Defensa del Agua y la Vida (CNDAV) (CASTRO, D. 2022) en respuesta al proceso privatizador del abastecimiento de agua potable en Latinoamérica en la década de 1990 (ACHKAR *et al*., 2004a; DOMÍNGUEZ *et al.*, 2013). Hecho que marcó el proceso de construcción de territorialidades del agua en el país con políticas públicas centradas en la gestión participativa (DOMÍNGUEZ; ACHKAR, 2019).

La construcción de respuestas al modelo de desarrollo economicista imperante y sus consecuencias ambientales, se inicia en la década de 1960, pero en la década de 1980 se marca un hito histórico que implicó el reconocimiento académico y político, de una demanda que los movimientos sociales críticos reclamaban, la necesidad de un cambio de paradigma para el abordaje de las relaciones sociedad-naturaleza. Pero este cambio de paradigma no solo demandaba un cambio de técnicas y métodos, sino que implicaba cambiar el modelo de conocimiento. Proceso que conduce a relacionar la crisis actual con causas antrópicas y no naturales, lo que pone de manifiesto que la “crisis ambiental es una crisis de civilización” y

que, como tal, engloba la multidimensionalidad de la vida. Como se sostiene en el Manifiesto por la vida por una ética para la sustentabilidad,

> Es la crisis de un modelo económico, tecnológico y cultural que ha depredado la naturaleza y negado las culturas alternativas […] mientras privilegia un modo de producción y un estilo de vida insustentables que se han vuelto hegemónicos en el proceso de globalización. (GALANO *et al.*, 2002, p. 1).

Según Sepúlveda (2021) contribuir a la solución de los problemas ambientales que están presentes, latentes o explícitos, en los territorios a distintas escalas espaciotemporales implica un gran desafío para la ciencia. Sarandon (2019) propone considerar tres nuevos componentes para el abordaje de los sistemas ambientales: la complejidad (MORIN, 1990), la incertidumbre (PRIGOGINE, 1996) y la sustentabilidad (ACHKAR; GAZZANO, 2013; SARANDÓN, 2019). Desde esta propuesta la ciencia disciplinar enfrenta múltiples limitantes para avanzar en los abordajes de los sistemas ambientales y entender los problemas ambientales (cambio climático, pérdida de biodiversidad, degradación de suelos, crisis hídrica, contaminación, conflictos territoriales, etc.) que se caracterizan por su complejidad, y son emergentes de la interacción de componentes biofísicos, sociales, económicos, políticos y culturales. Desde una perspectiva epistemológica, Leff (2006) plantea que la racionalidad científica de la modernidad presenta límites para analizar los temas y es necesario articular entre saberes científicos, sociales y culturales mediante una nueva racionalidad científica. Para ello, las ciencias ambientales nuclean diversas disciplinas que, desde sus especialidades, abordan las diferentes dimensiones de los sistemas ambientales y que, al integrarse en grupos interdisciplinarios, permiten construir soluciones a los problemas ambientales que se expresan en los territorios. Así, la interdisciplina (GARCÍA, R. 2006; ROJAS; PARRA, 2003) es un encuentro de diversos campos disciplinares para integrar conocimientos y comprender los procesos y atributos que emergen del sistema ambiental. En síntesis, las ciencias ambientales se consolidan como un campo de convergencia que articula saberes e integra conceptos, escalas y metodologías con el objetivo de superar diferencias epistemológicas en los procesos de generación de nuevos conocimientos sobre los sistemas ambientales.

Pero este proceso no es lineal y el abordaje interdisciplinar enfrenta grandes desafíos, en un contexto de tendencia a la especificidad disciplinar, y requiere que se consoliden espacios de formación donde puedan converger las disciplinas en diálogo con otros saberes, que permitan una cabal comprensión de los atributos emergentes del sistema ambiental. Por otra parte, el conocimiento multidisciplinar por sí mismo no es capaz de construir respuestas técnicas a los

problemas ambientales, entonces es necesario avanzar en una estructura hibrida que fortalezca tanto las estrategias disciplinares como multidisciplinares.

La crisis socioambiental global actual con el marco de análisis que se consolida entre la teoría del antropoceno y el capitaloceno, implica aportar soluciones diversas a problemas ambientales de resolución compleja. En el proceso de investigación y toma de decisión vinculado a la resolución de problemas ambientales, existen riesgos para la sociedad que se asocian a incertidumbres técnicas, metodológicas y epistemológicas y, en la que muchas veces existen valores en conflicto (FUNTOWICZ; RAVETZ, 1993). Por lo tanto, no basta con que las propuestas tomen en cuenta solo las apreciaciones científicas/técnicas, sino que se debe considerar enfoques complementarios que involucren las percepciones e intereses de todos los implicados en el problema; lo que Funtowicz y Ravetz (1993) llaman *comunidad extendida de pares*.

Pretty (1995) señala que la generación de soluciones a los problemas de los sistemas ambientales complejos implica un nuevo sistema de aprendizaje y acción contextualizado a las múltiples perspectivas de las distintas partes interesadas. Rechaza la idea de que sólo existe una epistemología (la científica), y considera que cualquier cambio requiere la plena implicancia de todas las partes interesadas y la adecuada representación de sus puntos de vista y perspectivas. Esto implica un nuevo enfoque del quehacer científico (Cuadro 1) centrado en procesos participativos en que la ciencia aporta conocimiento, pero la decisión es en conjunto. Por lo tanto, la generación de soluciones implica la construcción de datos dentro de un contexto social y profesional determinado, que asegure la calidad, difusión y apropiación de la información manejada (PRETTY, 1995).

Cuadro 1-Hacia una nueva profesionalidad para la resolución de problemas ambientales

Elementos	Componentes de la nueva profesionalidad
Suposiciones sobre la realidad	Se parte de la base de que las realidades se construyen socialmente, por lo que se requieren metodologías participativas para relacionar estas múltiples y variadas perspectivas entre sí.
Valores subyacentes	Los valores subyacentes no se presuponen, sino que se explicitan; se trascienden las viejas dicotomías de hechos y valores, y conocimiento e ignorancia.
Método(s) científico(s)	Los numerosos métodos científicos se aceptan como complementarios; con la ciencia reduccionista para problemas bien definidos y cuando las incertidumbres del sistema son bajas; y la ciencia holística cuando las situaciones problemáticas son complejas e inciertas. La investigación participativa y las sinergias colectivas son imprescindibles para la construcción de soluciones a los problemas ambientales.
¿Quién establece las prioridades y de quién son los criterios que cuentan?	Un amplio abanico de partes interesadas y profesionales establecen juntos las prioridades; se hace hincapié en los criterios y percepciones de la población local.
Contexto del proceso de investigación.	Los investigadores aceptan que no saben adónde conducirá la investigación; tiene que ser un proceso de aprendizaje abierto; el contexto histórico y espacial de la investigación tiene una importancia fundamental.
Relación entre actores y grupos en el proceso	Los profesionales pasan del modo de control al de facilitación; intentan generar confianza mediante análisis conjuntos y negociación; la comprensión surge de esta interacción, lo que da lugar a relaciones más profundas entre el investigador o investigadores, los "objetos" de la investigación y las comunidades extendidas de pares.
Modo de trabajo profesional	Más trandsiciplinar que unidisciplinar cuando los problemas son difíciles de definir; por eso hay que prestar atención a las interacciones entre los miembros de los grupos que trabajan juntos. No existe superioridad epistémica entre los saberes puestos en diálogo.
Participación institucional	Ya no sólo participan instituciones científicas o de nivel superior; el proceso abarca inevitablemente una amplia gama de instituciones y movimientos sociales y culturales a todos los niveles. Con objetivos asociados que implican fortalecer el tejido social, conservación de los bienes ambientales y en general consolidar el diálogo de saberes.
Garantía de calidad y evaluación	No existen criterios sencillos y objetivos para garantizar la calidad: Los criterios de fiabilidad sustituyen a la validez interna, la validez externa, la objetividad y la fiabilidad cuando los métodos no son reduccionistas; la evaluación ya no corre a cargo únicamente de profesionales o científicos, sino de un amplio abanico de partes afectadas e interesadas (la comunidad extendida de pares).

Adaptado de Pretty (1995). Traducción propia.

La resolución de los problemas ambientales requiere en primer lugar la integración de enfoques, disciplinas y actores. Es decir, involucrar diversos campos del conocimiento, la empírea acumulada y percepciones sociales que aporten diversas perspectivas para un abordaje holístico de los sistemas ambientales complejos y dar soluciones transdisciplinares a los actuales problemas ambientales (KLEIN, 2014; NICOLESCU, 2005).

Según Sepúlveda (2021) profundizar en las raíces de la crisis de civilización demanda preguntarnos por la noción de sustentabilidad, sus límites y posibilidades. Sin embargo, en la actualidad son muy diversas, divergentes y hasta antagónicas, las corrientes de pensamiento, actores políticos y sociales que se nuclean bajo el metarrelato de la sustentabilidad. Estos relatos son interpretaciones de la crisis civilizatoria actual, operando con marcos culturales que guían las acciones hacia una aparente armonía con la naturaleza.

En ese sentido, Sepúlveda señala que;

> Toda cultura tiene una base mítica conformada por creencias que condicionan cualquier interpretación de la realidad y que, como tal, no son identificables a luz de la reflexión crítica. En este sentido, conviene recordar que todo conocimiento es situado y que la misma noción de sustentabilidad es tributaria a un contexto cultural específico que incorporó la variable ambiental a la visión desarrollista de la sociedad (SEPÚLVEDA, 2021, p.167).

La masificación del término de sustentabilidad a conducido a un metarrelato que paradójicamente a menudo perpetúan propuestas bajo la lógica desarrollista con un componente ecológico, como es el caso de la propuesta del Desarrollo Sostenible en el marco de las NNUU (BRUNDTLAND, 1987). La concepción de este relato se da todavía dentro de los límites del capitalismo ya que busca armonizar el crecimiento económico con la preservación ambiental, impulsando agendas globales como la Agenda 2030 y los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS). Estas agendas, aún persiguen el crecimiento económico como progreso social, que, bajo la lógica de economías circular, verdes o marrón internalizan impactos ambientales sin cuestionar las injusticias y desigualdad socioambientales que generan y las causas estructurales del modelo de desarrollo que socaba la base de la naturaleza que lo sustenta. Así, también promueven un relato tecnocrático en que la sustentabilidad se centra en la eficiencia, el uso de energías “limpias” y la mitigación de emisiones y el desarrollo tecnológico como solución a los problemas ambientales “colaterales” que genera el propio modelo de desarrollo.

Estos relatos enfrentan tensiones entre la tecnocracia y la necesidad de una transformación profunda del comportamiento humano y el consumo. Como contrapunto, el relato de la *Justicia Socio-Ambiental y Ética* (GALANO *et al.*, 2002), emerge como una propuesta de sustentabilidad basada en la equidad, la diversidad cultural y el respeto a la vida,

cuestionando la capitalización de la naturaleza. Para ello, el relato de la *Interculturalidad y el Diálogo de Saberes* (FORNET-BETANCOURT, 2009) desafía la visión de la modernidad, proponiendo una sustentabilidad que incluya los saberes tradicionales, vernáculos, y las experiencias de los modos de vida de los pueblos originarios. Aspira a que los modos de reproducción de la vida estén dentro de los límites de capacidad de la naturaleza y la pluralidad sea el diálogo que asiste a la toma de decisiones. Así, los cuestionamientos a la mirada monolítica de la realidad propio de la modernidad, conducen al reconocimiento del pluralismo, a valorar la diversidad en todas sus manifestaciones bioculturales y en el sentido profundo de política, a impulsar prácticas decolonizadoras de saberes.

En ese sentido, el planteo de Sepúlveda (2021) sobre que, todo conocimiento es situado y como tal la ciencia moderna es un tipo de conocimiento contextualizado en un tiempo y espacio cultural dado. Conduce a la idea de que la ciencia moderna no es sólo un conjunto de conocimientos, es una institución político-social; es también un modo de ver la realidad y de interpretar hechos y sucesos. Finalmente, la ideología científica, construida sobre la base de un mito científico que domina la cultura moderna ha sido legitimada como: lo que es "científico" tiene garantía de seriedad, de calidad e incluso de verdad (RAIMON-PANIKKAR, 2009 apud SEPÚLVEDA, 2021). Sin duda alguna el ejercicio de la interdisciplina es vital para comprender la complejidad de la realidad, pero la discusión disciplinar especializada solo responde al axioma de una sola cultura: la cultura de la ciencia moderna (SEPÚLVEDA, 2021); por lo que todavía la integración interdisciplina – disciplinas es una construcción conflictiva.

Reconociendo el pluralismo y diversidad cultural en la construcción de conocimiento Sepúlveda (2021) plantea que, la transdisciplinariedad, entendida como "la apertura a algo (inefable e indefinible) que atraviesa todas las disciplinas particulares" pueden avanzar hacia el reconocimiento de otros conocimientos, incluso aquellos calificados hoy como no científicos. En la praxis implica enfatizar la idea de "aprendizaje social" que considera la pluralidad de visiones en un espacio solidario, ya que reconocer la tradición cultural de todo conocimiento posibilita la complementariedad de visiones, fomentando el hábito de intercambiar y contrastar. Así como, profundizar la reflexión crítica intracultural sobre las creencias culturales que condiciona la construcción de sustentabilidad de los sistemas ambientales complejos.

En estas últimas décadas se ha avanzado en la construcción de una amplia diversidad y triangulación de técnicas, para el análisis holístico y generación de propuestas de planificación y gestión de los sistemas ambientales complejos, con alto valor científico-técnico y con reconocimiento de las territorialidades identitarias (ACHKAR *et al.*, 2004a; 2011; 2016). Pero,

para que las iniciativas de gestión ambiental sean sostenidas a través del tiempo, es necesario reconsiderar los mecanismos tradicionales de gestión territorial, y anteponer una categoría central para el abordaje de cualquier estrategia posible, la participación. La participación entendida en su concepción amplia, ya sea legislativa, normativa o histórica, con respecto a sus procesos/mecanismos de legitimación y acción. Entonces, buena parte de la discusión anterior se vincula con un problema teórico y epistemológico de la ciencia por una parte y un problema de resolución real de la participación social por otra. Pero son dos procesos que no son independientes, por el contrario, son interdefinibles e interdependientes.

Según Rodríguez (2021) la participación cobra relevancia ya que permite que la población haga parte activa en los asuntos que puedan afectar el ambiente, y por lo tanto en la garantía a gozar de un ambiente sano y contribuir a su calidad ambiental.

La gestión ambiental del territorio implica, por lo tanto, la participación de los diversos agentes territoriales (sociales, académicos, políticos, sector privado) presentes en los territorios para emprender procesos de acción colectiva orientados a la sustentabilidad. El involucramiento de los distintos agentes en las instancias de gestión ambiental (diagnóstico, evaluación, planificación, toma de decisiones, y programación de acciones) contribuye a una mejora de las soluciones, ya que se adecúan y contemplan las expectativas de los involucrados, se incrementan los niveles de conocimientos de las discusiones (ACHKAR *et al.*, 2015) y, se cuenta con una mayor capacidad de intervención sobre los territorios. En palabras de Achkar, Domínguez y Pesce (2015, p.118) "[…] la participación activa actúa como un generador de mejores decisiones, ya que incluye la totalidad de las perspectivas y presenta más creatividad*"*.

La Gestión Integrada de Cuencas Hidrográficas (GICH) es un buen ejemplo de estos procesos (ACHKAR *et al.*, 2004b; DOUROJEANNI *et al.*, 2002) y además un caso relevante a nivel nacional en que la política ambiental reconoce a la participación y la cuenca hidrográfica como un componente estructurante para la gestión de los bienes de la naturaleza. En ese sentido, desde los movimientos sociales, se identifica a la participación como una línea estratégica prioritaria de los procesos de construcción social de propuestas para la gestión sustentable de las cuencas hidrográficas del Uruguay;

> La participación ciudadana es el componente central de toda la propuesta. La existencia de una participación real está dada por la presencia de tres puntos básicos: acceso a la información, la toma de decisiones, y la justicia. El acceso a la información y a la posibilidad de intercambio de la misma se presenta como elemento fundamental y desencadenante para que la población pueda evaluar y generar escenarios alternativos, así como para decidir cuáles serán los escenarios más sustentables. Así mismo la información manejada genera un proceso constante de aprendizaje y de incremento del conocimiento por parte de la población local. (ACHKAR et al., 2015, p. 118).

Según Rodríguez (2021) garantizar el ejercicio de los mecanismos de participación, es relevante en las propuestas de prevención de conflictos ambientales para enfrentar asimetrías y disminuir inequidades sociales que hacen a las causas profundas y estructurales de la crisis ambiental sistémica que configuran el Capilatoceno (ARIAS-MALDONADO, 2019; MOORE, 2013) es imprescindible asegurar mecanismos que den reconocimiento a la diversidad de los grupos sociales involucrados. Generando como punto de partida las condiciones mínimas de igualdad y equidad para considerar las expectativas de las comunidades en las decisiones que puedan afectarlos.

Para ello, Rodríguez (2021) destaca que es necesario promover el diálogo temprano y fluido entre los diversos actores de la gestión ambiental, a través de instrumentos que permitan el acercamiento de los diversos actores, se promuevan procesos deliberativos y la toma conjunta e informada de las decisiones para comprender, identificar y dar solución a los impactos y conflictos ambientales.

Diversos autores coinciden en que una mejora en la calidad de la participación en los procesos de gestión ambiental implica, ampliar el alcance del poder de decisión de la población sobre acciones y programas, e identifican que la ampliación es máxima cuando se trabaja con niveles de participación, en que la toma de decisión está en manos del poder ciudadano (ARNSTEIN, 2019; PRETTY, 1995).

Entre los factores que permiten construir mecanismos de participación se encuentra la vía institucional/legislativa. La participación es un instrumento para la gestión en un Estado, que garantiza derechos y deberes para incidir en los asuntos relacionados con el ambiente (RODRÍGUEZ, 2021). A partir de la propuesta de Desarrollo Sostenible (BRUNDTLAND, 1987) y su acuerdo internacional asumido en la Cumbre de Río (NNUU, 1992), se comienza a visualizar que incidir en las cuestiones ambientales implica abordar la transformación de sistemas complejos, con lo que se institucionaliza que la gestión de los sistemas ambientales presenta múltiples dimensiones (ecológica, socio-económica, cultural-técnica, y política-institucional) que deben ser abordadas conjuntamente, reconociendo que los problemas ambientales son indisociables del modelo de desarrollo que están implícitos (ACHKAR *et al.*, 2011; ACHKAR; GAZZANO, 2013; LAYRARGUES; LIMA, 2014).

Una de las manifestaciones prácticas de todo este complejo proceso de transformación epistemológico, social, reconocimiento de la interdisciplina e importancia de la participación, es la creación de estructuras normativas que contemplan algunos de estos aspectos. En Uruguay es a partir de la década del 2000 que comienza el proceso de reconocimiento de la participación

ciudadana en las políticas públicas ambientales, con distinto grado de involucramiento e incidencia de la ciudadanía, desde la información y consulta hasta la participación vinculante. Estas normativas han permitido establecer una apertura a la participación a través de distintos mecanismos como puestas de manifiesto, audiencia pública, comisiones asesoras, los cuales integran la participación técnica y social a la discusión de la implementación de las políticas ambientales (Cuadro 2). La aprobación de normas que contienen pautas específicas para regular la participación es un paso inicial y concreto en el proceso de reconocimiento progresivo de la importancia de la participación en la sociedad uruguaya, también responde a las tendencias y orientaciones a escala internacional en la aprobación de nuevas normas. Sin embargo, las aplicaciones y generación de instancias reales de participación se presentan como un proceso mucho más lento y difícil de implementar.

La normativa ambiental en Uruguay establece la participación ciudadana como un derecho y un deber fundamental para la gestión sostenible del país. Las principales normas legales que la reconocen se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro 2-Principales políticas ambientales en Uruguay que reconocen la participación ciudadana

Normativa	Vínculo con la participación
1994-Ley de Evaluación de Impacto Ambiental (Ley N° 16.466).	Regula los mecanismos de audiencia pública y consulta para proyectos que puedan afectar el ambiente, permitiendo que los interesados presenten observaciones antes de la autorización. Establece la audiencia pública como mecanismos de consulta pública en el proceso de autorización ambiental.
2000-Ley General de Protección del Medio Ambiente (Ley N° 17.283).	Es la norma marco que consagra la participación ciudadana en su Art. 6, estableciendo que el Estado debe fomentar y asegurar la participación de las personas y organizaciones en los procesos de toma de decisiones ambientales.
2000-Ley del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (Ley N° 17.234).	Prevé la participación de instituciones públicas, privadas y sociales en la gestión y conservación de estas áreas. Establece la Comisiones Asesoras Específicas como espacio de consulta participativo.
2004-Constitución de la República (art. 47).	Declara de interés general la protección del ambiente y establece que los habitantes deben abstenerse de cualquier acto que cause depredación grave, otorgando un marco de responsabilidad y derecho compartido. Establece que los usuarios y la sociedad civil, participarán en todas las instancias de planificación, gestión y control de recursos hídricos. Pone en manos del Estado la gestión del agua potable y saneamiento.
2008-Ley de Ordenamiento Territorial (Ley N° 18.308)	Establece la obligatoriedad de instancias de consulta y participación en la elaboración de instrumentos de planificación territorial.

Cuadro 2-Principales políticas ambientales en Uruguay que reconocen la participación ciudadana

Normativa	Vínculo con la participación
2009-Ley de Política Nacional de Agua (Ley 18610)	Reglamenta el artículo 47 de la constitución y crea los consejos regionales y comisiones de cuenca y acuífero como ámbito asesor de discusión de los problemas en la gestión del agua.
2009-Creación del Sistema Nacional de Emergencias Público y Permanente (SINAE) (Ley N° 18.621).	Sistema de articulación de instituciones del Estado para la gestión integral del riesgo de desastres, buscando proteger personas, bienes y ambiente. Su marco de participación fomenta la corresponsabilidad, la descentralización y la formación ciudadana ante desastres. Se generan espacios de gestión interinstitucionales, aunque abiertos a la participación ciudadana.
2014-Descentralización y participación ciudadana (Ley N° 19.272).	Fortalece la descentralización política, estableciendo a los Municipios como el tercer nivel de gobierno y administración, en localidades de más de 2.000 habitantes. Garantiza la participación ciudadana, la elección directa de alcaldes/concejales, y descentraliza la gestión local.
2019-Acuerdo de Escazú (Ley N° 19.773)	Este tratado internacional, integrado al derecho nacional, garantiza el acceso a la información, la participación pública y el acceso a la justicia en asuntos ambientales en América Latina.

Fuentes: Impo.com.uy. Elaboración propia

El avance del componente de participación en la normativa ambiental de Uruguay ha sido disperso y desarticulado entre las distintas normas, además de ser lento y con limitaciones para la reglamentación de los mecanismos de participación que establecen las normas. Sin embargo, algunas propuestas parecen ser instrumentos que aportan para revertir esta situación. A nivel regional, en el marco de Naciones Unidas en el año 2018 se adopta el "Acuerdo de Escazú", que pone foco en el componente de participación ya que busca garantizar el Acceso a la Información, la Participación Pública y el Acceso a la Justicia en Asuntos Ambientales en América Latina y el Caribe (CEPAL, 2022; MA, 2024). Este acuerdo surge como producto de la Conferencia de Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible (Río+20) (NNUU, 2012) para aplicar el Principio 10 de la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (1992) "derecho de acceso a la información, participación y justicia ambiental". El acuerdo reglamentado en la Ley Nº 19.773 busca garantizar el derecho de acceso a la información ambiental; la generación y divulgación de la información ambiental; la participación pública en los procesos de toma de decisiones ambientales y la justicia ambiental a través del acceso a la justicia ante daños ambientales, y la protección de los defensores de los derechos humanos en asuntos ambientales (URUGUAY, 2019, art. 5 al 9).

El acuerdo es presentado como un instrumento jurídico para la protección ambiental a la vez que un tratado en derechos humanos. En palabras del secretario general de las Naciones Unidas:

> Ante todo, este tratado tiene por objeto luchar contra la desigualdad y la discriminación y garantizar los derechos de todas las personas a un medio ambiente sano y al desarrollo sostenible, dedicando especial atención a las personas y grupos en situación de vulnerabilidad y colocando la igualdad en el centro del desarrollo (Guterres, A. NNUU 2018, apud URUGUAY, 2019).

En Uruguay el Acuerdo de Escazú entra en vigor en 2021 (URUGUAY, 2019), actualmente se encuentra en etapa de elaboración de la Hoja de Ruta de un "Plan Nacional de Implementación de Derechos de Acceso a la Información, Participación y Justicia Ambiental en Uruguay" (MA, 2024) que permita implementar los principios y obligaciones asumidos en el marco de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (NNUU, 2015). A pesar de ser una herramienta promisoria para aborda de modo integrado la participación, desde los movimientos sociales se reclama que aún enfrenta desafíos en la reglamentación efectiva y la velocidad de aplicación (REDES AT, 2023).

Como señala la hoja de ruta, Uruguay presenta vacíos legales, conflictos de intereses y limitaciones para la implementación del acuerdo, sin embargo, esta norma intenta disminuir brechas existentes en la implementación de las políticas públicas ambientales. En el entendido que promueve ampliar el alcance del acceso a la información por parte de organismos públicos a ciertas organizaciones privadas que desempeñen funciones o servicios públicos, implementar mecanismos de justicia ante daños ambientales; brindar asistencia técnica y jurídica gratuita a personas o grupos en situación de vulnerabilidad; que los gobiernos establezcan un registro de emisiones y transferencias de contaminantes al aire, agua, suelo y subsuelo, de materiales y residuos bajo su jurisdicción; también establece requisitos de información ambiental que favorezcan patrones de consumo y producción sostenible (CEPAL, 2022; MÉNDEZ, 2024).

Los procesos de gestión ambiental consolidados en las últimas tres décadas en Uruguay, entorno a las políticas ambientales, incluyen la participación de las comunidades locales, actores académicos y políticos, como categoría central para la construcción conjunta de conocimientos y planificación territorial de la sustentabilidad de los sistemas ambientales complejos. Sin embargo, en Uruguay aún estamos lejos de garantizar una efectiva democracia participativa que promueva procesos sociales y comunitarios, y hoy es el principal desafío de la gestión ambiental del territorio y, por tanto, una limitante para planificar la sustentabilidad de los sistemas ambientales complejos, ya que no se ha logrado consolidar procesos donde los

colectivos que administran los bienes ambientales decidan e intervengan cada vez más en la política pública y en la toma de decisiones, como espacios para trabajar en la gestión ambiental del territorio.

El avance de este proceso actualmente plantea un gran desafío para la sociedad en general y la academia en particular, de trabajar en la creación y fortalecimiento de espacios de capacitación/formación/creación, que deriven en el diseño de políticas públicas y planes ambientales con participación ampliada, donde intervengan ciudadanos y organizaciones civiles, no solo empresarios y equipos técnicos científicos.

La demanda por un cambio paradigmático, junto con el avance científico-tecnológico en el acceso a las tecnologías de la información y comunicación; la generación de políticas internacionales, regionales y nacionales vinculados a la calidad ambiental; el activismo de los movimientos sociales y los aportes de la academia crítica; permitió la gestación de diversas propuestas con el pretendido de transformar los territorios hacia escenarios sustentables.

A inicios del 2000 en Uruguay la lucha social en defensa del agua, impulsada por la Comisión Nacional en Defensa del Agua y la Vida, fue un proceso participativo que nucleó diversos actores (academia, políticos, ambientalistas, religiosos, sindicatos, entre otros), con intereses diversos, pero con un objetivo común: la defensa del agua como un bien común y un derecho humano fundamental. A partir de estas luchas, en 2004 comienza un proceso de institucionalización en distintos niveles de la gestión con avances en el reconocimiento de la participación, con la creación de los consejos regionales de recursos hídricos y las comisiones de cuenca y acuíferos, que tienen regulada la participación social por ley. Sin embargo, en la actualidad los consejos y comisiones de cuenca presentan fuertes dificultades para avanzar en una efectiva gestión del agua. Domínguez y Achkar (2019) identifican que a nivel nacional la tecnocracia contribuye una de las principales limitantes.

Lo que pone de manifiesto que aún resta camino en la construcción de mecanismos de participación que garanticen el acceso a la información, la toma de decisiones y la justicia ambiental. Ya que para lograr estos principios de participación “real” es necesario que estos sean sostenidos desde procesos formativos y de capacitación que generen condiciones mínimas de igualdad de condiciones para participar de modo informado y capacitado.

Algunos de los factores asociados a esta debilidad pueden vincularse a carencias en los actores que suelen llevar adelante los procesos de gestión ambiental para reconocer, involucrar y habilitar la participación de las comunidades locales, en especial de los sectores más

vulnerados. Así como limitaciones para trascender las decisiones más allá del ámbito político ambiental hacia otros ámbitos políticos. Por el otro, los espacios institucionales de participación en términos generales se han transformado en instancias restringidas a lo institucional, gubernamental y vinculado a lo ambiental; más que dialógicas son unilaterales; de carácter técnico, limitadas en su condición de equidad, accesibilidad y adecuación, y en ocasiones distales de las urgencias ambientales que demanda la sociedad. Carencias que se vinculan a las capacidades de las instituciones competentes y formación de los equipos técnicos que trabajan en territorio, como también en los procesos formativos de educación formal terciaria en el contexto de la gestión ambiental.

Este ejemplo muestra la necesidad de promover el diálogo entre sectores sociales, para que la ciencia comprenda las necesidades sociales, y la sociedad comprenda la ciencia. De modo que los conocimientos científicos trasciendan la discusión académica y sean apropiados y apropiables por las comunidades. En tanto que la ciencia debe retroalimentar su conocimiento, con los saberes empíricos y las necesidades socioambientales identificadas. La profundización de estos procesos posibilita generar respuestas a los problemas ambientales de la gente. Es en este espacio real que la educación ambiental crítica emerge como una dimensión que puede aportar a la solución de este problema complejo. Así, la educación ambiental crítica potencialmente puede asistir en los procesos de gestión ambiental con la generación de espacios de participación, y mecanismos para el fortalecimiento de las capacidades sociales.

2.2 EDUCACIÓN AMBIENTAL CRÍTICA

Maldigo la poesía concebida como un lujo
cultural por los neutrales
que, lavándose las manos, se desentienden y evaden.
Maldigo la poesía de quien no toma partido hasta mancharse.
(GABRIEL CELAYA, 1955)

La Educación ambiental crítica invita a reflexionar sobre su contribución en la ampliación del espacio político de participación para la gestión de lo *común*. El campo de la educación ambiental, desde su creación en la década de 1970, ha cobrado cada vez más valor como estrategia para recomponer las relaciones sociales y con la naturaleza (GONZALEZ-GAUDIANO, 2001).

Según Layrargues y Lima (2014) la educación ambiental es un universo pedagógico multidimensional, que la hace una práctica educativa compleja dado las diversas interpretaciones implícitas, al ocuparse de las relaciones establecidas entre: el individuo, la sociedad, educación y naturaleza. Como *campo social* (BOURDIEU, 2001, 2004 apud LAYRARGUES; LIMA, 2014) está compuesta por una diversidad de actores e instituciones sociales (Educación formal, no formal, informal, público, privado, y publico diverso, niños, jóvenes, adultos, entre otros) que comparten un núcleo de valores, normas e intereses en común, pero que también se diferencian en su concepción sobre la cuestión ambiental (ambiente, naturaleza, modelo de desarrollo, etc.) y que por lo tanto tensionan el campo educativo.

Actualmente coexisten múltiples vertientes político pedagógico que disputan el campo entre tendencias conservacionistas, pragmáticas y transformadoras (LAYRARGUES; LIMA, 2014). La educación ambiental crítica emancipatoria y transformadora (LAYRARGUES; LIMA, 2014; QUINTAS, 2004) entiende que debe incluir en el debate ambiental la comprensión de los mecanismos de reproducción social, en que las relaciones entre el ser humano y la naturaleza están mediadas por relaciones socioculturales y de clases históricamente construidas. Para ello propone un enfoque pedagógico que problematiza los contextos sociales en su interfaz con la naturaleza. Desde esta perspectiva no es posible concebir los problemas ambientales disociados de los conflictos sociales; por lo que es necesario contextualizar y politizar el debate ambiental, problematizando las contradicciones de los modelos de desarrollo y sociedad. Noguera *et al.* (2006) proponen como estrategia inicial recomponer la trama de la

vida, donde la existencia humana es considerada un emergente de la naturaleza, la unicidad del ecosistema y la cultura, como punto de partida del debate político.

Es en este contexto, que en Uruguay desde hace más de dos décadas las políticas de Educación ambiental están orientadas a contribuir a un proyecto político de país, el del Desarrollo Humano Sostenible, como se expresa en la ley general de educación N° 18.437 y en la ley general de protección ambiental N° 17.283 (URUGUAY, 2008a, art. 40, literal B; URUGUAY, 2000a, art. 11), en consonancia con lo establecido a nivel internacional en la ONU a partir de 2005 con el Decenio de la Educación con miras al Desarrollo Sostenible (EDS, 2005-2014) (BUCKLER; CREECH, 2014) y su continuidad en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (objetivo 4 de los ODS 2015-2030) (NNUU, 2015). Por su parte, el Plan Nacional de Educación Ambiental (PLANEA) de la Red Nacional de Educación Ambiental para el Desarrollo Humano Sustentable (RENEA, 2014) recoge los compromisos asumidos por los ámbitos con competencia en este campo. Estas políticas, al igual que desde su surgimiento en Belgrado en 1975 y Tbilisi en 1977 (PNUMA, 1975, 1978), están orientadas a contribuir a la esfera política de los sistemas ambientales, buscan fortalecer procesos educativos que permita adquirir actitudes y comportamientos para mejorar las relaciones sociales y la unicidad con la naturaleza.

Este proceso, además es nutrido por el enfoque crítico de la educación ambiental de América Latina (GAUDIANO, 2001) la cual entiende que la definición de sustentabilidad implica superar el enfoque centrado en cambios individuales de comportamiento y propone, fortalecer procesos de ciudadanía para la participación y toma de decisiones (ACHKAR *et al.*, 2007). En ese sentido, el PLANEA (RENEA, 2014) establece el marco general de las acciones y políticas educativas de los ámbitos, formal y no formal, con competencia en educación ambiental. En su documento marco, define que vincular la educación y gestión es una estrategia prioritaria para la construcción de ciudadanía ambiental y cooperación en proyectos comunes, con procesos educativos orientados en o para la acción y para la participación ciudadana en planes y políticas ambientales y educativas. Establece que para su implementación es necesario desplegar líneas de acción que profundicen la "promoción de procesos participativos de planificación, gestión y toma de decisiones" (RENEA, 2014, p.35).

Por otro lado, el ámbito de la Educación formal y sus espacios de formación reclama la necesidad de ambientalizar la currícula escolar y para ello propone que la educación ambiental debe ser transversal al trayecto formativo (URUGUAY, 2008a, Art.40). Bajo el supuesto que, la transversalización en procesos de Educación formal o comunitaria permite contextualizar los

aprendizajes teóricos y abordar de modo complejo los problemas concretos que experimentan los sujetos que hacen parte del proceso (GONZÁLEZ-GAUDIANO, 2006). Por lo tanto, permite a través de una educación centrada en el aprendizaje situado y activo (DENNEN; BONK, 2020; FREEMAN; MCKENZIE, 2019; FREIRE, 1973; LAVE, J.; WENGER, E., 1991) la generación de aprendizajes significativos (AUSUBEL, 1968; MOREIRA, 2012) que aportan conocimiento a los procesos de transformación cultural y contribuyen a la trasformación social. Según la ley de educación nacional la transversalización de la educación ambiental permite adquirir conocimientos y habilidades para fomentar actitudes y comportamientos que mejoren las relaciones sociales y con el ambiente, así como la calidad de vida de la sociedad y el desarrollo humano sostenible. Sin embargo, implementar la transversalización de la educación ambiental y la ambientalización de los currículos escolares es un mecanismo que aún no alcanza a consolidar espacios de discusión para su implementación institucional. El sistema educativo formal plantea la necesidad, por un lado, de avanzar en la discusión de las estrategias pedagógicas e institucionales; que definan si es suficiente con ambientalizar la currícula disciplinar o si implica incorporar la interdisciplina al abordaje de las cuestiones ambientales. Por otro, independientemente de si se aborda desde una disciplina o en trabajo interdisciplinario, implica el desafío de su inclusión en los programas curriculares. De modo de que la educación ambiental no sea una elección optativa, que dependa de la motivación docente, sino que se haga explícito en los contenidos curriculares y mecanismos institucionales. Sumado a esto, otro desafío es la escasa formación en educación ambiental, si bien existen iniciativas puntuales vinculada a la oferta de cursos en programas de formaciones (primaria, secundaria, terciaria), carece de programas de formación específicos a nivel de grado, existiendo solo a nivel de posgrado (Especialización y Maestría en Educación Ambiental ANEP-Udelar).

Lo desarrollado anteriormente muestra que Uruguay ha avanzado en políticas públicas, ambientales y de educación ambiental, que contribuyen en varios aspectos a la gestión participativa, a pesar de coexistir con políticas públicas en contradicción. Sin embargo, los mecanismos de implementación y legitimación de los espacios de participación aún presentan debilidades (DOMÍNGUEZ; ACHKAR, 2019). Si bien las políticas ambientales y educativas reconocen en sus normativas a la educación ambiental, aún resta camino para garantizar los espacios y tiempos de su implementación. Por lo que el avance en la normativa no implica necesariamente una efectiva implementación de la gestión participativa que converja en mejoras de la calidad de vida y la conservación ambiental. Quizás en parte, porque su creación

no es en sí un proceso participativo con la interacción entre el poder público y la sociedad, sino fruto de la decisión de la tecnocracia (FERREIRA, 1992 apud LAYRARGUES, 2000; LOUREIRO *et al.*, 1992), además de las dificultades de implementar abordajes transversales en la formación profesional.

Según Layrargues (2000) es en este contexto que emerge el componente de la educación ambiental crítica para la gestión ambiental como una educación política que apunta a la participación de la ciudadanía, no entregando el poder público a la tecnocracia. La educación ambiental, como práctica que busca reforzar la ciudadanía ambiental crítica, configura un abordaje integrador y ambiental al procurar promover mayor integración entre aspectos ecológicos, económicos, sociales y culturales. Busca la creación de una nueva institucionalidad, que garantice la existencia de instancias legítimas de intervención social, representativa, autónoma y transparente, en la formulación e implementación de políticas, que contemple amplios sectores de la sociedad. Por lo que, en los procesos de educación ambiental para la gestión territorial está implícito el potencial de formación, ejercicio de ciudadanía, y de construcción y fortalecimiento de espacios públicos de participación. En que la acción colectiva es un instrumento pedagógico para la participación democrática en el destino de la sociedad, que superpone el interés colectivo al derecho individual (LAYRARGUE, 2000).

Por lo tanto, la educación ambiental crítica en el contexto de la gestión territorial implica tomar el espacio de gestión como elemento estructurante del proceso de enseñanza - aprendizaje (QUINTAS, 2004). Según Layrargues (2002) y Oliveira (2003) esta práctica en el proceso de gestión participativa presenta el desafío de, sin negar los conflictos ambientales existentes, instaurar acuerdos consensuados entre los agentes territoriales, a través de la participación, del diálogo y, del ejercicio y construcción de ciudadanía (LOUREIRO; CUNHA, 2008). “Desde esta perspectiva la sustentabilidad se deriva de un proceso de construcción colectiva de ‘otro mundo’ que sean socialmente justo, democrático y ambientalmente seguro” (QUINTAS, 2004, p.123).

Así los procesos de toma de decisión operan en la tensión entre, asegurar el derecho al ambiente como bien de uso común de una población y; la definición del patrón de apropiación de los bienes ambientales en esa sociedad (Qué se usa, quién usa, para qué usa, cómo usa) (QUINTAS, 2004). Lo que implica considerar al ecosistema como unidad de conservación funcional y estructural pero también como una perspectiva compartida de los bienes de la naturaleza (LOUREIRO; CUNHA, 2008).

Según Loureiro y Cunha (2008) esta perspectiva de democracia participativa implica revertir los procesos de privatización de la naturaleza; la movilización y organización social para atender las necesidades básicas que aseguren una justicia distributiva y de conservación ambiental; y problematizar la historicidad de la realidad ambiental, que permita la generación de alternativas que garanticen la autonomía de los grupos sociales, particularmente aquellos de mayor vulnerabilidad ambiental.

La educación ambiental crítica pone atención a la dimensión política de los sistemas ambientales, e invita a repensar otras lógicas y una nueva ética que reconceptualice las relaciones sociedad-naturaleza, orientando el diseño de estrategias pedagógicas que asistan a proyectos políticos de transformación social. Brinda la posibilidad de acompañar procesos sociales/socioeducativos en la comprensión de la información ambiental que permita el posicionamiento de los grupos sociales y académicos al generar conocimientos y procesos formativos para comprender el funcionamiento del sistema ambiental complejo y reconoce las territorialidades identitarias. Lo que contribuye a fortalecer la gestión de asuntos públicos y tomar decisiones de modo informada y capacitada.

Continuando con el ejemplo de la sección anterior, en Uruguay, el Diagnóstico Ambiental Participativo (ACHKAR *et al.*, 2004a) generado en articulación entre la académica y la sociedad civil organizada, permitió generar un Sistema de información Geográfica que asistió a la toma de decisiones en ámbitos de discusión social vinculados a la campaña de la "reforma constitucional del Agua". Lo que permitió democratizar la información disponible, para que sea utilizable por las organizaciones sociales y así aumentar su capacidad de participación en los consejos y comisiones de cuenca. En la actualidad (2026), este proceso ha derivado, a partir de las demandas sociales, en la creación de más de una decena de comisiones de cuencas y acuíferos, que han permitido la articulación social para incidir en la política pública, y sostener espacios de discusión de propuestas de gestión y reivindicar la calidad ambiental de los territorios del agua.

Así, la educación ambiental crítica puede ser puesta en valor como proceso de formación que, orientado a la apropiación sustentable de sus territorios de vida, articula el enfoque transdisciplinar y el diálogo de saberes, para abordar los problemas ambientales identificados desde las comunidades y construir propuestas de gestión del ambiente consideradas como su patrimonio social.

La integración de estrategias de educación ambiental crítica en las políticas públicas permite contribuir al diseño de los espacios de debate y negociación, con estrategias

pedagógicas específicamente diseñadas y adecuadas, que aumenten las capacidades sociales para la sustentabilidad ambiental. En ese sentido, se propone como un campo de acción /pensar y hacer/ para organizar nuevas formas de gestión y participación ciudadana. Por lo que la finalidad formativa se torna una finalidad política, ya que asiste a la construcción de proyectos que orienten la acción colectiva hacia alternativas con perspectiva compartida de los bienes de la naturaleza.

Para ello, se hace necesario como punto de partida, centrar la praxis de la educación ambiental crítica en tanto estrategia pedagógica, que contribuye con los procesos de gestión ambiental (ACHKAR *et al.*, 2007; LOUREIRO; CUNHA, 2008; QUINTAS, 2004) como forma de articular la teoría y la acción.

Las estrategias de educación ambiental crítica desde esta construcción se sustentan en tres pilares, como fundamentos teóricos que se interrelacionan para la gestión de los sistemas ambientales complejos: la Filosofía de la praxis, la Geografía ambiental crítica y la IAP. A partir de la filosofía de la praxis se orienta la finalidad política del proceso de educación. En tanto que la praxis es indisociable de la dimensión espacial y de las relaciones de poder que se establecen, la Geografía ambiental crítica aporta el enfoque territorial para abordar la gestión de los sistemas ambientales complejos. La IAP, como tercer pilar provee el mecanismo para asistir al diseño de estrategias de intervención orientadas a la autogestión y autoorganización para la construcción colectiva de alternativas.

2.3 FILOSOFÍA DE LA PRAXIS

La orientación científica desde el pensamiento crítico avanza en el proceso que le permite trascender el enfoque científico tradicional. Rompiendo el círculo que retroalimenta la ideología capitalista, que la valida científicamente bajo el argumento del positivismo, y le asegura la neutralidad valorativa y la innovación tecnológica. Este enfoque del saber científico suprime del imaginario social las evidencias de los determinantes de la crisis ambiental planetaria, naturalizando una forma distorsionada de concebirla. Así promueve la idea de una sociedad "indiferenciada", igualmente responsable, como estrategia de contención de conflictos que amenacen el orden social capitalista. Todo esto fomenta una narrativa ideológica de la construcción de la sostenibilidad desde la perspectiva del ecologismo de mercado, donde la educación ambiental conservacionista y pragmática (con pretensiones hegemónicas) bajo el paragua de la sostenibilidad es instrumental y está subordinada al capital, "ecocapitalismo" (SEOANE, 2025; TADDEI, 2026). Desde este enfoque la educación ambiental, está centrada en la alfabetización, socialización, transmisión de conocimientos universales a las nuevas generaciones, y la adquisición de una moral que promueve sujetos ecológicos conscientes de su responsabilidad y cambios de comportamientos individuales, sin que sea necesario cambiar el sistema (LAYRARGUES, 2022). Esta distorsión de la realidad, según Layrargues, se lleva a cabo mediante dos procesos de manipulación del imaginario:

a) lo "no dicho" es decir, la invisibilización de los mecanismos de acumulación del capital, el colonialismo verde y de las injustas relaciones de poder en el proceso de apropiación de la naturaleza, al reducir los problemas ambientales a problemas biofísicos y técnicos (SEOANE, 2025);

b) manipulación de la "configuración" de lo esperado como perfil ideal del sujeto ecológicamente responsable, alienado a la lógica del capital y la acción individual.

La ciencia crítica se construye desde la premisa de que, en el capitalismo con su especial relación metabólica con la naturaleza, existen relaciones de poder desiguales, con conflictos entre clases sociales y plasmadas en las luchas socioambientales. Los problemas ambientales más que técnicos son políticos, lo que implica luchas socioambientales y por ende de clases, en que determinados grupos sociales con intereses contrapuestos se encuentran en posiciones antagónicas en torno al proceso de apropiación de la naturaleza y donde las relaciones de poder no distribuyen equitativamente los beneficios y los perjuicios de las alteraciones ambientales

dentro de la estructura social (LAYRARGUES, 2022). Esto tensiona el campo de la educación ambiental entre dos modelos teóricos que compiten por ejercer el poder simbólico en el aparato ideológico educativo hacia la sustentabilidad. Así, desde el pensamiento ambiental crítico latinoamericano, la labor político-pedagógica de educación ambiental crítica transformadora (Contrahegemónica en la resistencia frente al avance del capital) es el propio movimiento de resistencia en acción, lo que demanda la formación de sujetos subversivos, militantes "ecopolíticos", que se expresan a través de la acción colectiva en la esfera pública, generando progresivamente una perspectiva ecosocialista que se orienta en desnaturalizar la perspectiva de un sistema injusto y ecocida (LAYRARGUES, 2022).

Entonces el principal desafío del contexto social actual es entre las propuestas de educación ambiental que, por una parte, intentan ocultar las relaciones de poder y de apropiación entre sectores de la sociedad y plantea la posibilidad mágica del individualismo y la innovación tecnológica como vía de acceso a la calidad de vida y sustentabilidad, mientras apoyan el profundizar la desigualdad social y la injusticia ambiental. Por otra parte, los que sostienen un posicionamiento ético y se involucran en un proceso ambiental, como proceso social, considerado además como una condición necesaria de la acción colectiva.

Así, desde el pensamiento ambiental crítico, especialmente desde las corrientes latinoamericanas, se desprende que al discurso científico antecede un discurso ideológico y un proyecto político, el cual es necesario construir, en la praxis, en colectivo con quienes hacen parte de esa realidad.

Considerando además que la acción predominante de una sociedad, en el acierto o el error, es guiada por las relaciones espaciales de poder entre fuerzas ideológicas y condiciona los modos de relacionamiento con la naturaleza (RAFFESTIN, 1980). Fernandes-Mançano (2009) aporta el análisis de los conceptos de territorio y territorialidad desde una perspectiva geográfica, política y social, destacando que el territorio no es simplemente un espacio físico o material, sino una construcción social definida por las relaciones de poder, la identidad y el control social donde convergen la historia, la cultura y la resistencia. Propone el concepto de "territorio inmaterial" que refiere al dominio sobre el proceso de construcción del conocimiento, abarcando teorías, métodos e ideologías. Fernandes-Mançano sostiene que la intencionalidad en la generación de conocimiento (ya sea en la academia o en la política pública) no es un proceso neutral, sino una opción histórica y política que determina la dirección del pensamiento y dirige la construcción de acciones y modelos de desarrollo. Esto implica que la producción de conocimiento está intrínsecamente ligada a las disputas por el poder de

interpretar la realidad, de modo que el territorio inmaterial es el que organiza y coordina el mundo de los objetos y las cosas. Así la intencionalidad actúa como el motor que delimita el contenido de las ideas, busca convencer de su validez y, organiza el mundo material a través del dominio de las interpretaciones. Como bien sintetiza el autor "El proceso de construcción de conocimiento es también, una disputa territorial que acontece en el desarrollo de paradigmas o corrientes teóricas*"* (FERNANDES-MANÇANO, 2009, p. 210). Desde este lugar las corrientes críticas consideran que la educación ambiental es parte de una disputa territorial, con un paradigma específico de desarrollo / reproducción de la vida, generación de conocimiento e interacción entre las distintas dimensiones de la naturaleza.

Por su parte Sánchez-Vázquez (1980), aporta su reflexión sobre la praxis como fenómeno social, que responde a las características y determinaciones esenciales del tipo de sociedad en que se produce, condicionada por las formas históricas concretas que en cada caso le prescribe la sociedad. Propone que la praxis surge al concebir la teoría y la práctica como una unidad/totalidad. En esa interrelación se consolidan las tareas de la emancipación humana. Entonces la praxis se vincula al concepto de creatividad, en tanto "idea en movimiento hacia la verdad", y que como tal, se concreta como una actividad transformadora y creadora. La praxis es parte de la superestructura ideológica de la sociedad y participa activamente, de manera afirmativa o crítica (SÁNCHEZ-VÁZQUEZ, 1980) en la definición de la finalidad política sobre la cual también transita el proceso de educación ambiental para la gestión de los sistemas ambientales complejos.

Sánchez-Vázquez (1980), en su propuesta Filosofía de la praxis, insiste en la ineludible articulación entre la teoría y la práctica y en el carácter transformador de una *praxis* verdaderamente revolucionaria (ORTEGA-ESQUIVEL, 2012). Pero, además, considera que existen condiciones y mediaciones para la construcción de una alternativa social, con base en los principios de autodeterminación, igualdad, justicia y solidaridad, e identifica cuatro componentes de la praxis (Cuadro 3). Así, aporta no solo una interpretación del mundo, sino un elemento del proceso de su transformación y por tanto ejes desde los que es posible organizar la acción.

Cuadro 3-Componentes para la construcción de una alternativa de educación ambiental crítica orientada por la filosofía de la praxis

Componente de la praxis	Orientación
Debe ser crítica	Praxis basada en la lectura crítica y autocrítica de la realidad. La cual "[…]apunta a un triple blanco: a) la realidad capitalista; b) las ideas (falsa conciencia o ideología) con las que se pretende mistificar y justificar esa realidad; c) los proyectos o programas que sólo persiguen reformarla. La crítica presupone, pues, cierta relación con la realidad presente que exige ser transformada. Se trata, por tanto, de una relación en la que ésta es problematizada o negada."
Proyecto de emancipación	Es a partir de la crítica, que se proyecta y crea un proyecto de sociedad emancipada. Lo que podemos interpretar como crear escenarios posibles a partir del contexto histórico, reconociendo los diversos colectivos sociales. "Dada la pluralidad de clases y fuerzas sociales que sufren los males del sistema, el sujeto del proceso de emancipación no es único, central y exclusivo, sino plural."
Conocimiento	Destaca el valor del contenido científico en el análisis de la realidad, que descubre en lo realmente existente, un campo de posibilidades (alternativas sociales). Si bien el conocimiento no garantiza la transformación de lo real, permite descubrir su posibilidad, y orientar la práctica necesaria para realizarlo. Lo que implica la unidad de un conocimiento práctico y de una práctica consciente, que oriente la dirección del cambio, y contribuya a la autodeterminación de los colectivos.
Práctica	Los diferentes aspectos de la alternativa social –como crítica, proyecto y conocimiento–encuentran su razón de ser no sólo en su unidad, sino en su vinculación con la práctica. Hay que pensar el mundo para transformarlo, pero no basta con conocerlo para garantizar su transformación, no es una cuestión simplemente teórica, sino también práctica.

Principios de la praxis.

Elaborado en base a Sánchez-Vázquez (1980, 2012, p266, 271)

En ese sentido, según Ortega-Esquivel (2012), Sánchez-Vázquez (1970) aporta un camino para pensar la praxis como una experiencia creadora de emancipación. En primer lugar, parte del ser humano como ser práctico, productor y transformador. Destaca la actividad práctica del ser humano como creador de su propio mundo y como creadora y transformadora de sí mismo. En segundo lugar, la dimensión histórica, en que la realidad social no es fija, sino que se construye históricamente. Desde la perspectiva histórico materialista, sostiene "[…] que toda producción y autoproducción humana debe ser asumida como proceso de orden histórico en el cual se inscribe y que le sirve de marco para la proyección de un futuro posible" (ORTEGA-ESQUIVEL, 2012, p. 256). El tercer lugar, entiende el ser humano como ser social

y la sociedad como un todo estructurado. En último lugar, destaca el principio de totalidad, "[…] que en todos los casos prescribe considerar a la realidad como un todo concreto y, en el caso particular del arte [como producción humana], debe asumirse como parte de esa totalidad sin reducirlo a ella" (ORTEGA-ESQUIVEL, 2012, p.257). Reflexiones que aplican también al caso particular de la educación ambiental.

En este proceso de construcción de educación ambiental crítica es necesario integrar el concepto de Hegemonía desarrollado por Antonio Gramsci (1971) quien postula que el poder hegemónico no se sostiene únicamente mediante la coerción, sino también a través del direccionamiento cultural e ideológico. Es decir, mediante la construcción de consensos que se expresan en la cultura, la moral, las instituciones y el sentido común, se impone una determinada visión del mundo. En este marco, la praxis orientada a la transformación social requiere una acción emancipatoria que articule teoría y práctica en la construcción de una nueva dirección cultural y política.

Desde esta perspectiva, la articulación entre praxis y Hegemonía orienta el avance en la construcción de alternativas contrahegemónicas. La acción colectiva se configura, entonces, no solo como un esquema de interpretación de la realidad, sino también como un proceso de producción de subjetividad colectiva (GAZZANO *et al.*, 2021). El concepto gramsciano de hegemonía permite abordar la complejidad del proyecto de la modernidad como una configuración histórica de fuerzas sociales diversas, y, a su vez, pensar sus posibles vías de superación desde una perspectiva contrahegemónica. Implica, ir más allá del mero cuestionamiento del sistema, orientarse hacia la creación de formas alternativas de vida.

Según Rauber (2016), la construcción contrahegemónica supone una ruptura con la lógica del capital y la superación de la "trampa cultural" que sustenta su modo de vida. Este proceso implica la construcción de un poder propio desde los sectores populares, anclado en la vida cotidiana —en sus dimensiones individuales, comunitarias y organizativas— mediante una deconstrucción de la ideología y la cultura capitalista. En este sentido, la capacidad instituyente de los movimientos sociales y las prácticas territoriales resulta central para impulsar transformaciones sistémicas profundas, donde las microexperiencias operan como base de construcción de la macropolítica (GAZZANO *et al.*, 2021; RAUBER, 2016; REBELLATO, 2008).

Entonces la revalorización de la vida cotidiana adquiere un papel central, en tanto constituye el espacio donde emergen y se sostienen los micropoderes, potenciando la disputa cultural entre diversos actores. Los vínculos con la clase trabajadora y los sectores populares

fortalecen una trama social que articula de manera permanente la vida cotidiana, la cultura y la ética con las formas históricas de organización y lucha. A su vez, esto implica la articulación orgánica de una pluralidad de sujetos —movimientos ambientalistas, feministas, indígenas, campesinos, trabajadores y colectivos vulnerados— que experimentan las consecuencias del sistema. Este proceso supone, simultáneamente, la deconstrucción de las relaciones de dominación y la construcción de cultura propia, capacidades organizativas y nuevas formas de vinculación social, en el marco de dinámicas de descolonización (GAZZANO *et al.*, 2021).

La integración de estos aportes ofrece las bases más relevantes para la educación ambiental crítica, en tanto contribuye a fortalecer procesos vinculados a problemáticas y potencialidades territoriales desde una lógica de autogestión. La generación de espacios de acción colectiva y la revalorización de la vida cotidiana se constituyen en ejes fundamentales del poder contrahegemónico que se construye desde las prácticas cotidianas en los territorios. Reconocer y potenciar estos espacios permite sostener formas de organización con capacidad efectiva para disputar sentidos culturales y políticos y por lo tanto constituye la estructura base de todo proceso de educación ambiental.

En el contexto educativo, los aportes de Gramsci (1970) sobre la tesis de la *Epistemología de la Praxis* (BRITO; MOLINA, 2019; GRAMSCI, 1999) asiste a la *Pedagogía de la Alternancia* (DA SILVA; DA SILVA, 2020), como sistema de formación que busca la unicidad de la Teoría y la acción-práctica. La experiencia de formación terciaria en el programa de formación de Educación del campo (educação do campo) (BRITO; MOLINA, 2019), se estructura en torno a la triada: campo-educación-políticas públicas (CALDART, 2012). Es un ejemplo de experiencia contrahegemónica exitosa (MOLINA; FREITAS, 2011) al lograr una estructura curricular y de gestión que asume el trabajo y la educación situada como un principio educativo, en que el conocimiento científico es adquirido y construido por los estudiantes (el campesinado) a partir de la problematización de su realidad. Lo que promueve un movimiento de lucha por nuevas condiciones de formación, con procesos de enseñanza y aprendizaje que asisten a la permanencia del campesinado en los territorios rurales y la promoción del desarrollo de prácticas agrícolas adecuadas y sustentables, en un contexto desfavorables del avance del neoextractivismo, la epistemología de la práctica y la pedagogía de la hegemonía (MOLINA, 2015) y la ideología capitalista/del agronegocio que fomentan la formación de sujetos pasivos que se ajustan a las lógicas del mercado.

También en el proceso de educación ambiental cobra relevancia la importancia de trabajar sobre los mitos, preconceptos, percepciones locales entorno a los diversos temas que

surgen al abordar una situación ambiental. Así, son un elemento relevante para el anclaje de la deconstrucción y producción de subjetividad que orienta la autogestión y autoorganización. Esto, propone a la percepción ambiental como una estrategia para trabajar con colectivos diversos, que, a pesar de los conflictos de intereses, se fortalezcan para diseñar soluciones ambientales viables. Borroto *et al.* (2011) consideran que el relevamiento de las percepciones ambientales es una herramienta que permite entender cómo las personas conciben los diversos elementos y procesos que conforman el ambiente en que se desenvuelven, y los factores que condicionan sus múltiples experiencias ambientales e influyen considerablemente en la orientación y regulación de las acciones hacia el sistema ambiental. Comprender las percepciones ambientales de los agentes territoriales vinculados al uso y gestión de los bienes de la naturaleza, da lugar a conocer el porqué de las acciones, las prácticas, las interpretaciones y los significados que permiten elaborar juicios en relación al ambiente (RIBEIRO *et al.*, 2009) y que condicionan la toma de decisiones a nivel individual, a la vez que construyen relatos colectivos.

Por lo que también, la visión de la población local sobre los problemas y las causas permite entender el comportamiento de las dinámicas de los sistemas ambientales complejos. Integrar las percepciones, al análisis cuantitativo de las dinámicas territoriales, contribuye a una gestión ambiental participativa para el análisis de los problemas ambientales y promoción de acciones de gestión territorial (ACHKAR *et al.*, 2013). En particular integrar las percepciones de las comunidades involucradas al análisis ambiental permiten, el involucramiento de la ciudadanía en el diagnóstico y mitigación de los problemas ambientales y por lo tanto contribuye al fortalecimiento de la resiliencia comunitaria (FUENTES-AGUILAR; D'SILVA-SIGNE, 2025). Lo que, a la vez, posibilita contextualizar y adecuar la implementación de las políticas públicas.

Las percepciones ambientales cuando se establecen como mitos y relatos colectivos condicionan los modos de apropiación y valoración de las relaciones que se establecen con la naturaleza. Es así, que la educación ambiental avanza sobre los supuestos establecidos socialmente para mejorar la calidad de la información en gestionar los sistemas ambientales complejos. Por un lado, la percepción ambiental proporciona una imagen de la dimensión subjetiva del problema (de cómo es delimitado y construido por la sociedad), y por otro, es el punto de partida para definir el problema de modo objetivo (interpretar el dato empírico), que, asistido por un método (la IAP), permite verificar la validez del conocimiento integrado; y avanzar en la construcción de soluciones. Considerando estos elementos, el proceso de

educación ambiental orienta su praxis para la construcción de soluciones y propuestas dialógicas, plurales, de reflexión crítica y resolución de problemas ambientales y construcción de alternativas ambientalmente justas.

En síntesis, lo expuesto anteriormente, aporta algunos fundamentos teóricos a los procesos de educación ambiental de la presente tesis. En tanto se preceptué la idea de que la crisis ambiental es un problema de variabilidad y cambio climático y de acciones individuales, más que una crisis social y de gestión, se profundiza, no solo el ecocidio (DE ROSSO, 2020) sobre territorios singulares sino también, la degradación del ambiente como territorio de vida, como derecho a habitar.

Se hace necesario contextualizar (histórica y espacialmente) el carácter político de los problemas ambientales para develar sus conflictos, y evidenciar los procesos y relaciones de clases que tensionan la territorialidad de los modelos de desarrollo de cada territorio particular. Así como, trascender la denuncia y el diagnostico hacia procesos de acción y construcción de soluciones que reconozcan la existencia de responsabilidades y derechos compartidos, pero sobre todo diferenciadas.

Sánchez-Vázquez y Gramsci aportan la *praxis*, como finalidad política e integradora de la teoría y la acción práctica, que orienta la acción colectiva, como experiencias creadora y emancipadora, en la construcción de alternativas. La creación de poderes contrahegemónicos se plantea como estrategia para la autoorganización y gestión. La acción se configura, como un proceso de producción de subjetividad colectiva y por tanto motor de la territorialización de alternativas con conciencia de clase. En este proceso, la construcción de soluciones a los problemas es colectiva, contrahegemónica, es decir, implica la acción desde los territorios en la construcción de una nueva dirección cultural y política, que se organiza a partir de las comunidades territoriales y prioriza el derecho a habitar sobre el derecho al capital.

Así la transición para la sustentabilidad de los sistemas ambientales complejos, demanda de la acción colectiva, el posicionamiento y la definición de la finalidad política de su praxis. Lo que está implícito en la singularidad territorial, es definir las finalidades formativas desde el anclaje territorial de los movimientos sociales, y la vida cotidiana de las comunidades. Esta finalidad no está dada a priori, sino que se construye desde los movimientos sociales y las prácticas cotidianas en los territorios. Lo que implica, trabajar sobre la apropiación territorial, sus percepciones de ambiente y territorio.

Desde este enfoque, los espacios de participación fortalecen y posibilitan contextualizar y adecuar la implementación de las políticas públicas. En el proceso de institucionalización de los espacios de participación, el desafío está en sustentar la acción colectiva, desde la identidad territorial, revalorizando la vida y la práctica cotidiana, sin perder la singularidad territorial.

Así, la generación de una educación contrahegemónica y praxica, se orienta y da sentido a la IAP. Para que el giro territorial hacia la sustentabilidad sea diverso, plural y socialmente justo.

2.4 GEOGRAFÍA AMBIENTAL

"El hombre es la naturaleza adquiriendo conciencia de sí mismo"
Élisée Reclus

La cuestión ambiental viene siendo resignificada en América Latina desde las últimas décadas a partir del cuestionamiento a los megaextractivismos así como desde las demandas por pluriversalidad, justicia ambiental y protección de lo común (CASTRO, H.; LUS-BIETTI, 2022). En esta resignificación ambiental, la geografía cobra relevancia para orientar la praxis de educación ambiental en un territorio concreto, lo que implica construir territorialidad desde la singularidad de los sistemas ambientales complejos.

En un contexto global de crisis ambiental, los planteos sobre la emergencia de una Geografía Ambiental cobran relevancia para resignificar la praxis ambiental. Para entender los problemas del cambio ambiental, es necesario reconocer que están conformados por fenómenos multiescalares y multidimensionales. Es decir, que se manifiestan en niveles globales y también en niveles locales de manera simultánea e interrelacionada (RUIZ; GALICIA, 2016). Así, los sistemas ambientales son concreciones dinámicas que manifiestan una compleja realidad socioambiental, que está inherentemente ligado al territorio y su expresión depende de diversos factores a distintas escalas y que se distribuyen a través del tiempo y el espacio (PÉREZ-LLORENTE *et al*., 2019).

Las transformaciones territoriales que emergen de la interrelación del ser humano con la naturaleza son tan antiguas como el surgimiento de la especie *Homo sapiens*. Sin embargo, es a partir del Antropoceno (década del 1950) con la llamada "Gran aceleración" (aumento exponencial y simultáneo de indicadores socioeconómicos y biofísicos desde mediados del

siglo XX), que se pone en agenda el tratamiento de los problemas ambientales, como emergentes de la revolución tecnológica que acompaña la capacidad histórica del ser humano para modificar la dinámica de los sistemas ambientales.

Desde el enfoque transescalar, al analizar la situación global, se observa que los territorios comparten una base común de problemas ambientales. Las ciencias ambientales han contribuido al análisis social y energético, como factores que condicionan la tecnificación, sobrevivencia humana y sustentabilidad ambiental. La generación de indicadores biofísicos surge como análisis complementario a las limitaciones de las valuaciones crematísticas, que evalúan el sistema ambiental desde las reglas del mercado. En 2025 los Límites Planetarios (ROCKSTRÖM, 2009), miden a nivel global los riesgos crecientes de la presión humana sobre procesos globales considerados críticos, y que incluyen el cambio climático. De los nueve procesos globales críticos considerados, siete fueron sobrepasados, esta situación puede desencadenar cambios drásticos y potencialmente irreversibles en los sistemas naturales de la Tierra (PHC [PLANETARY HEALTH CHECK], 2025).

Sin embargo, cuando analizamos estas transformaciones a escala regional o local, la expresión de los problemas ambientales y realidades territoriales presenta particularidades. Ya no basta con desarrollar mecanismos compensatorios para internalizar los costos ambientales como plantea la economía ambiental o incluir indicadores biofísicos en el análisis de sustentabilidad como plantea la economía ecológica; sino que debe considerarse la dislocación espacial y temporal del metabolismo social (TOLEDO, 2013). Es decir, considerar las interrelaciones de los procesos concomitantes que condicionan las dinámicas territoriales (ACHKAR *et al.*, 2011) y preguntar a los intereses de quiénes responde.

En síntesis, es necesario considerar las singularidades territoriales asociadas a los problemas ambientales que se expresan en un territorio concreto, para contribuir a la construcción de una perspectiva geográfica (político-ecológica) orientada hacia la contextualización crítico-social de la cuestión ambiental y sus relaciones multi: actoral, escalar y dimensional. Bajo esta perspectiva geográfica, se entienden que los conflictos ambientales responden a problemas complejos, involucran aspectos tanto sociales como biofísicos, sujetos a incertidumbres, procesos acumulativos, relaciones no lineales y propiedades emergentes singulares. Además, abarcan procesos sociales dispares que ocurren a distintas escalas, involucran diversos actores y se manifiestan con diferente intensidad. Por lo que se expresan a nivel local sobre determinados territorios pero que están ligados a consumidores y empresas distantes y a políticas y mercados internacionales (PÉREZ-LLORENTE *et al*., 2019).

Asimismo, los conflictos ambientales se expresan bajo teorías deterministas como “escasez”, “abundancia” y “maldición de los recursos” (LE BILLON, 2001). Aspectos que deben ser incorporados en el análisis ambiental de las transformaciones territoriales.

Por ejemplo, a nivel global, el índice de Desarrollo Humano (IDH) (UNDP [UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME], 2025), que integra logros en los ámbitos educativo y de la salud junto con niveles de ingresos, posicionó a Uruguay en 2023 en el puesto 48 entre 193 países con un IDH de 0,862, situándolo en categoría de desarrollo humano muy alto, lo que se traduce en un aumento del IDH del 20,9% entre 1990 y 2023. Sin embargo, el informe indica que esto ocurre en un contexto de alarmante ritmo de desaceleración del desarrollo global, y en que las desigualdades entre los países ricos y pobres siguen aumentando. Además, al ajustar el índice al impacto ambiental del desarrollo, el Índice de Desarrollo Humano ajustado por Presiones Planetarias (PHDI) que tiene en cuenta las emisiones de dióxido de carbono y la huella material por habitante, ubicó a Uruguay en el valor de 0,680, por debajo de su IDH, reflejando las presiones existentes sobre el ambiente (UNDP, 2025). Por otro lado, las mayores contribuciones a la Huella de Carbono en Uruguay responden al sector agropecuario (SNRCC, 2021), sin embargo, esta producción principalmente se destina a la demanda externa, en un contexto de inversión del capital trasnacional (DOMÍNGUEZ, 2016). Este modelo agroexportador o del Agrohidronegocio (DÍAZ; SCHIAVONE, 2025) sienta su lógica en lo que Svampa (2013) denominó como Consenso de Commodites; y refiere a la intensificación y expansión de la frontera extractivista. Modelo que se profundiza sobre los bienes comunes de la naturaleza y da continuidad a las políticas de desarrollo neoliberales del Consenso de Washington impuesto por instituciones financieras en la década del 80/90 a los países periféricos del sur global. En la actualidad este modelo se profundiza con la primarización del capital trasnacional, financiarización de la economía, la especulación en mercados internacionales de materia prima y el aumento de la demanda global (PÉREZ-LLORENTE *et al*., 2019). Sumado a esto, las demandas del mercado imponen cambios tecnológicos en los sistemas productivos, excluyendo a la producción familiar, y por lo tanto generando cambios en la estructura agraria (ACHKAR *et al.*, 2013; BIANCO *et al*., 2021; CARDEILLAC, 2021; DOMÍNGUEZ *et al.*, 2018; FERNÁNDEZ, *et al*., 2022). Lo que ocasiona impactos sociales y ambientales a nivel local, despojando los territorios y recursos pertenecientes a comunidades locales en beneficio del capital trasnacional, generando en diversos sitios movimientos de resistencia multidimensional en defensa de la producción local. Por lo que la internalización o valuación de los costos ambientales asociado al

crecimiento/desarrollo de Uruguay nos planeta nuevamente ¿a los intereses de quiénes responde? Comprender la apropiación, distribución, consumo y responsabilidades de los impactos ambientales a escala país/local, implica contextualizar este proceso a diversas escalas regional, nacional y global.

Las reflexiones de Pérez-Llorente *et al*. (2019) en relación a la interdependencia escalar permiten entender los condicionamientos de la singularidad de un territorio, cuando afirma que:

> El contexto social, económico y político, y la historia de cada lugar estructuran el valor de los recursos, las relaciones de poder, y la forma en que se expresan los conflictos ambientales, que a su vez están conectados con procesos más amplios de transformación material, poder político y avance del capitalismo extractivo (PÉREZ-LLORENTE *et al*., 2019, p. 317).

En tanto, Martínez-Alier *et al.* (2010), señalan que las externalidades ambientales no son fallos del mercado, sino la transferencia exitosa de costos a otros sectores de la sociedad o del ambiente, derivados de un aumento del metabolismo social. Según Escobar (2006) los conflictos ambientales no solo generan disputas de distribución ecológica sino también conflicto de distribución cultural, ante la desigualdad de poder y efectos distributivos que produce la dominación cultural; y como salida de la crisis ambiental propone revalorizar las ontologías relacionales.

Por tanto, la comprensión de la complejidad ambiental y su transformación territorial implica enfoques de hibridismos, intra, inter y transdisciplinarios, diversas escalas de análisis y responder a diversas preguntas. También, analizar los territorios donde se practica el extractivismo, como categorías socialmente construidas y analizar la vulnerabilidad al conflicto en función de la materialidad y distribución de los recursos y las geografías de las cadenas de producción. La percepción de escasez o abundancia está históricamente determinada y depende de la escala espacial considerada y de las cadenas de mercancías globales conectadas entre lugares distales (LE BILLON, 2001).

El abordaje epistemológico y ontológico actual de los sistemas ambientales complejos, es producto de un proceso histórico. En la década de 1970 con la acumulación de evidencia y percepción de problemas ambientales se influye en la agenda política internacional, con la creación de organismos como el PNUMA y UNESCO, y programas internacionales como el de educación ambiental (PIEA, 1975) entre otros. Desde estos ámbitos los problemas ambientales se resumían en su dimensión ecológica, a la perspectiva Neomalthusiana sobre la finitud, escasez, de los recursos naturales ante el aumento de la población mundial y; circunscripto principalmente a los países del hemisferio norte (CLUB DE ROMA, 1968; ESTOCOLMO,

1972; HARDIN, 1968). Para ese entonces, a nivel regional América Latina responde al planteo del Club de Roma, de que la limitante al crecimiento era de naturaleza física (MEADOWS *et al.*, 1972). En contraposición postula que las limitantes son sociopolíticas, el deterioro de la calidad de vida está asociado al desarrollo industrial e intensificación agrícola y es necesario el acceso igualitario a los bienes naturales y participación social en la gestión (FUNDACIÓN BARILOCHE, 1976).

Uruguay, en respuesta a los acuerdos internaciones de esa época (Programa sobre el Hombre y la Biosfera (MAB) de la UNESCO de 1970, comienza de modo tardío a tener participación en la agenda ambiental global desde un enfoque naturalista/conservacionista declarando los Bañados del Este como reserva de la Biósfera (PEZZANI et al., 2007; UNESCO, 1976). Además, en la década del 1970 se crea en la órbita del Ministerio de Educación y Cultura el primer organismo ambiental, el Instituto Nacional para la Preservación del Medio Ambiente (INPMA) (URUGUAY, 1971), el cual, carente de asignación de recursos, no tuvo incidencias políticas (SEÑARIS, 2014), más que presidir la delegación oficial del país a la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano, celebrada en Estocolmo en 1972.

Sin embargo, no es hasta la década del 1990 que lo ambiental se posiciona en la agenda gubernamental de los países latinoamericanos (CUMBRE DE RÍO, 1992; FORO SOCIAL GLOBAL DE PORTO ALEGRE, 2001). Con la salida de las dictaduras militares, los países de la región comienzan a posicionarse en la agenda ambiental. Así, las competencias ambientales del INPMA fueron trasferidas al Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente creado en década de 1990 (URUGUAY, 1990), actual Ministerio de Ambiente (URUGUAY, 2020). Este posicionamiento de lo ambiental responde, primero por la importancia de los biomas, considerados a nivel mundial como el pulmón y cinturón energético (solar) del planeta. Luego por resistir y rechazar el priorizar las demandas planetarias frente a las necesidades de los territorios nacionales o regionales. Finalmente, por la necesidad de un modelo económico alternativo, que permita disminuir las desigualdades sociales en la región. Así, progresivamente se incluye la dimensión política y biofísica a la discusión de los problemas ambientales asociado al desarrollo.

Acompañando la discusión de la agenda internacional en un marco de creciente participación social y luchas de los movimientos sociales, movimientos antiglobalización, y un contexto de insularización disciplinar, las Ciencias Ambientales surgen como conjunto de disciplinas que trabajan integrando miradas en temas y problemas ambientales. En ese sentido, se genera una tensión en las diversas disciplinas entre consolidar el enfoque disciplinar, o

construir un nuevo paradigma científico, que discute los recortes disciplinares y métodos de análisis para abordar cabalmente los problemas ambientales y establecer un nuevo patrón de sustentabilidad.

La Geografía, aporta a la conformación del paradigma científico emergente al acercar su andamiaje de interpretación espacial sobre la conformación de los territorios (ACHKAR *et al*., 2011). Lo que involucra atender problemas espaciales contemporáneos, marcadas por el Cambio ambiental global, que incluye el Cambio climático, y sus consecuencias o respuestas a escala local, nacional, regional, global, incluyendo la respuesta social e institucional a dichos cambios. Es decir, avanzar en comprender no solo los elementos que configuran el espacio geográfico, sino sus interrelaciones y emergentes.

Progresivamente la geografía adquiere visibilidad en el contexto en que los estudios ambientales se interesan por el análisis espacial. Por un lado, la Geografía Radical Crítica se interesa en la organización espacial a partir de la necesidad de resolver problemas en el ámbito de la ecología, la cultura, la producción del espacio y producción de la naturaleza. Por otro lado, la Geografía Humanista-Cultural aporta a la especificidad del análisis territorial al concebir el espacio como la resultante de la organización de la naturaleza, juntamente con la actividad y pensamiento de los grupos sociales. Destacando el valor de los símbolos y significados culturales que las personas imprimen en sus lugares y disputan el uso de lenguajes de valoración (BOCCO; URQUIJO, 2013; CORRÊA, 2009). Así la reconfiguración del espacio como lugar simbólico (AUGÉ, 1992; CLAVAL, 2002; TUAN, 1990) reorganiza la distribución del poder y de acceso a los recursos (PÉREZ-LLORENTE *et al*., 2019).

Además, como ciencia contribuye a la transversalización interdisciplinaria de las ciencias ambientales ya que permite la espacialización y territorialización de los enfoques disciplinares a distintas escalas. Lo que otorga una visión de conjunto de las relaciones sociedad naturaleza, de forma integrada y basada en el diálogo de saberes. En particular el enfoque de la Geografía ambiental contribuye a este abordaje. Según Lopes de Souza, (2019) la Geografía ambiental contemporánea tiene raíces muy antiguas ya que el estudio e investigación de los vínculos entre la sociedad y naturaleza es una de las tradición más populares y distintivas de la Geográfica. Desde el determinismo naturalista/geográfico, donde la explicación geográfica de los fenómenos se centraba en cómo los factores físico-naturales afectaban en forma directa y determinante la organización humana. Pasando por el paradigma regionalista que planteó una redefinición de las interacciones Hombre/ Medio, ya que las sociedades humanas comenzaron a ser concebidas como activas en la organización del espacio geográfico (ACHKAR *et al*.,

2011). Considerando los aportes de la perspectiva humanista-ambiental, donde la naturaleza es mediada por los valores de cada época histórica y de cada cultura, la Naturaleza es socialmente construida y, la percepción del mundo natural es mediada histórica y culturalmente (BOCCO; URQUIJO, 2009; CLAVAL, 2002).

A partir de 1960, periodo clásico de las disciplinas científicas, la Geografía también mostró una tendencia creciente a la especialización, incluso a la insularización de ramas específica. En este proceso, si bien las ciencias profundizan su desarrollo, también avanzó hacia una mayor fragmentación en el campo de la dicotomía sociedad naturaleza. Dicotomía que se profundizó mucho más allá de la "físico"/"humano". Sino que, implicaba renunciar a la visión de conjunto, a la visión de totalidad respecto a la comprensión y el estudio de la Tierra como sistema complejo. Lo que llevó al distanciamiento entre subdisciplinas geográficas y la polarización de la Geografía Física y Humana (LOPES DE SOUZA, 2019).

Así la corriente Man-Land Tradition (Hombre y Naturaleza) (PATTISON, 1964), perdió fuerza en la segunda mitad del siglo XX. Por un lado, considerado como un enfoque positivista de las ciencias naturales conducente al determinismo geográfico, el cual no presentaba métodos adecuados para el abordaje de la naturaleza como construcción social. Por otro lado, la Geografía social, desde el enfoque crítico radical del Marxismo Occidental, concebía el espacio geográfico como construcción social (producto y factor al mismo tiempo). Consecuencia de la interacción entre la sociedad y la naturaleza en un contexto geográfico y temporal, que se manifiesta a distintas escalas. Esta perspectiva recibía como crítica, que reducir los fenómenos de la naturaleza a simples recursos (restringiéndose al valor utilitario para el ser humano), conducía a una racionalidad economicista y desarrollista propia de la modernidad (ACHKAR *et al.,* 2011).

La pérdida de prestigio de la tradición Man-Land Tradition (Hombre Medio) en la geografía, entre las décadas de 1970 y 1990, hace que la Geografía ambiental crítica contemporánea, desarrollada entre fines del siglo XX y comienzos del XXI, en un intento de revitalizar esa tradición en nuevas bases sociedad-naturaleza, pueda verse como un enfoque relativamente reciente (CASTREE *et al.*, 2009; LOPES DE SOUZA, 2019).

En la década del 1980, bajo la influencia del paradigma interpretativo y crítico se consolida el pensamiento ambiental latinoamericano (LEFF, 1998), que propone la contextualización temporal y espacial para dar respuesta a la compleja configuración territorial, que expresaba la crisis ambiental en los territorios del Sur. Al respecto, Achkar *et al*. (2011) señalan que el paradigma ambiental emerge finales del siglo XX, como propuesta de

transformación radical de la racionalidad científica imperante, lo que incluye cambios estructurales en los paradigmas vigentes que han sustentado el modelo de desarrollo de base capitalista.

Así,

> El ambientalismo emerge en un proceso de emancipación ciudadana y de cambio social, con un reclamo de participación popular en la toma de decisiones y en la autogestión de sus condiciones de vida y de producción, cuestionando la regulación y control social a través de las formas corporativas de poder y la planificación centralizada del estado (LEFF, 1998). (apud ACHKAR *et al*., 2011, p.26)

Acompañando este proceso, la Geografía ambiental crítica universitaria de Uruguay se consolida en la década del 1990/2000 como un paradigma que propone una praxis geográfica orientada hacia la transformación de los territorios. La creación del Laboratorio de Desarrollo Sustentable y Gestión Ambiental del Territorio en el departamento de Geografía (que posteriormente migra al Instituto de Ecología y Ciencias Ambientales), bajo la dirección del Prof. Ricardo Cayssials, se planteó como meta realizar una nueva lectura de los territorios desde el paradigma ambiental, consolidando una línea de acción que tiene como eje central el relacionamiento entre los académicos, los movimientos sociales e instituciones públicas (de educación y gestión territorial). En que la relación sociedad naturaleza al ser mediada por relaciones de poder, emerge como Sociedad-Ambiente-Territorio (ACHKAR *et al.*, 2011).

Así, la Geografía ambiental crítica fue producto de la acción académica para contribuir a procesos de emancipación ciudadana y de cambio social, la participación popular en la toma de decisiones y autogestión, incorporando como ejes estructurantes la sustentabilidad ambiental y el ordenamiento ambiental de los territorios (ACHKAR *et al.*, 2022).

Se posiciona como un enfoque relevante en la construcción de sustentabilidad (LOPES DE SOUZA, 2019). Tanto por sus aportes epistemológicos (teóricos-conceptuales), como en sus diversos enfoques ontológicos y metodológicos para el análisis del ambiente y sus múltiples dimensiones. Informaciones necesarias para comprender sus dinámicas y contribuir en la gestión ambiental de los territorios.

En particular la Geografía al ocuparse del análisis espacial de las trasformaciones territoriales, ha contribuido a la consolidación conceptual de las diversas categorías analíticas de la naturaleza: ambiente, territorio y territorialidades. Los aportes provenientes del análisis de los sistemas ambientales complejos han permitido reconocer, identificar y caracterizar sus componentes, estructuras y procesos; comprender de modo unificado las dinámicas territoriales

existentes y; diseñar estrategias para avanzar hacia la gestión ambiental sustentable de los territorios (ACHKAR *et al.*, 2016).

En la actualidad existe un acuerdo general sobre que la Geografía ambiental crítica no debe caer en su definición como un espacio subdisciplinar de la Geografía, sino como un enfoque (BOCCO; URQUIJO, 2013; LOPES DE SOUZA, 2019). En ese sentido, Lopes de Souza define al enfoque de la Geografía ambiental como:

> (…) una manera de mirar el mundo y la actividad profesional o, más particularmente, una manera de construir los objetos de conocimiento y formular los problemas científicos, teniendo como telón de fondo determinados valores éticos y convicciones político-filosóficas. (LOPES DE SOUZA, 2019, p.20).

La Geografía ambiental crítica privilegia los hibridismos, y apuesta al diálogo de saberes, promueve una síntesis que estreche los campos entre el saber sobre la naturaleza y el saber sobre la sociedad, apoyado en el potencial histórico acumulado de la Geografía para la transversalización epistemológica y ontológica. Propicia el diálogo de saberes en el interior de la propia Geografía, pero también con otras disciplinas y contextualiza culturalmente el propio conocimiento científico con los saberes vernáculos existentes y producidos fuera de los circuitos y padrones académicos en las más variadas escalas y por los actores más diversos (LOPES DE SOUZA, 2019). De este modo, aporta algunos elementos centrales, que son intrínsecos al devenir de la historia de la disciplina, para el abordaje de los sistemas ambientales complejos, su singularidad territorial y la acción colectiva de la praxis transformadora.

Al centrar su análisis en el componente espacial, permite dar una visión de conjunto a los diversos procesos sociales y ecológicos que aportan las diversas disciplinas y conocimientos vernáculos empíricos, aportando al enfoque de la integración interdisciplinaria y el análisis multiescalar y multicausal, tan demandando a las ciencias ambientales. Desde esta concepción la Geografía tiene potencialidades en la dimensión integradora de la realidad y su concreción territorial, posibilitando la comprensión espacial de los fenómenos y problemas ambientales contemporáneos y sus dinámicas territoriales (ACHKAR *et al*., 2011).

Según Pérez-Llorente *et al*., (2019),

> La geografía ambiental puede aportar enfoques teóricos y aproximaciones metodológicas útiles para comprender la complejidad inherente a los conflictos ambientales, entre ellas el énfasis de la relación sociedad-ambiente, el uso de la inter o transdisciplina para abordar distintas preguntas con distintas herramientas y perspectivas, y la dimensión espacial/territorial e histórica de los conflictos. Además, los análisis espaciales permiten explorar la distribución espacial y temporal de los conflictos, lo cual puede mejorar la comprensión de sus causas directas y subyacentes, distinguir patrones y heterogeneidades, incluir las interacciones entre distintas escalas y tener en cuenta (…) [diferentes expresiones e intensidades del conflicto]. (p. 317)

Por otro lado, el análisis espacial se ha potenciado a través de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y los análisis de teledetección, que permiten nuevas aproximaciones al análisis de la distribución espacial de los fenómenos. Aportando al componente teórico conceptual pero también al metodológico de las ciencias ambientales (ACHKAR *et al*., 2011). Además, puede contribuir a procesos de participación social, ya que su enfoque permite sistematizar, organizar y democratizar el conjunto de información disponible, de tal forma que sea utilizable por las organizaciones sociales para aumentar su capacidad de participación en los espacios institucionalizados.

Un ejemplo concreto, es la integración de la geografía y la limnología para el abordaje de la calidad ambiental del agua y tratamiento en el marco de la gestión integrada y participativa del agua en Uruguay. En particular, este ejemplo se expresa en el conflicto de la calidad del agua de la Cuenca del Río Santa Lucía. La investigación de Zabaleta *et al.* (2019) sobre floraciones y calidad de agua, ha contribuido a espacializar el conocimiento experto, sobre la eutrofización y las floraciones algales de lagos, y conocer la dinámica de floraciones de cianobacterias a través de los represamientos y cursos de agua. La comprensión escalar de la dinámica espacial de los blooms permitió interrelacionarlo con la organización social del territorio a escala local pero también regional, e inferir relaciones y causalidades asociados a dichos eventos. Esta información apoyó a los procesos de organización y movilización social (academia y movimientos sociales), para dar respuesta a la propuesta de localización de nuevas tomas de agua para abastecimiento humano en el Río de la Plata en zonas con riesgos de calidad ambiental del agua (esta iniciativa fue presentada como proyecto Neptuno/Arazatí ante el Ministerio de Ambiente para solicitar la autorización ambiental). La información ambiental generada por Zabaleta et al., (2019) permitió asistir a la construcción del discurso de resistencia ambiental en defensa de la recuperación de la Cuenca del Río Santa Lucía, que desde 1871 cumple la función prioritaria de abastecimiento de agua potable. Por lo tanto, se avanza en la generación de conocimiento interdisciplinar que orienta la planificación territorial, hacia un ordenamiento ambiental del territorio (ACHKAR *et al.*, 2005).

En ese sentido, la Geografía ambiental crítica está íntimamente ligada a la ecología política, y ha contribuido a la construcción de una perspectiva político-ecológica, orientada hacia la contextualización crítico-social (análisis de relaciones de poder, de factores económicos y de marcos culturales). Esto permite realizar análisis de los actores involucrados a escala local, y además escalar el análisis a su relación con intereses nacionales y trasnacionales, así como el rol del Estado y los movimientos sociales en la gestión del territorio.

Para contribuir en el análisis de las relaciones de poder y definición del tipo de relaciones sociales y configuraciones socioambientales que aspira la sociedad.

La comprensión de un determinado tema / problema ambiental está en la integración de las distintas escalas a las que ocurren los diversos procesos biofísicos, sociales, económicos, políticos, e institucionales en su propia manifestación espacial y temporal. Ruiz y Galicia (2016) señalan la importancia y los aportes de la escala geográfica como concepto integrador en la comprensión de los problemas ambientales, y en la construcción del objeto de estudio geográfico. Los autores destacan que la escala depende del objeto de estudio:

> Las propiedades de los objetos geográficos emergen o se visualizan de forma diferente de acuerdo con el nivel en que el geógrafo lo define; cada objeto de estudio requiere que se defina en qué escala [espacial y temporal] es posible observar su mayor variabilidad y entender mejor sus características y propiedades (RUIZ; GALICIA, 2016, p.138)

La escala es determinada por las características del fenómeno a observar, lo que también implica que en los sistemas naturales existen mecanismos causales que operan en niveles diferentes a los que se observan los patrones. Es decir, los fenómenos se generan o expresan de forma diferente según la escala de análisis (sus componentes, extensión, resolución y nivel), y la jerarquía entre componentes, que también presenta dependencia escalar. Así la escala es tanto una cuestión metodológica inherente a la observación científica (epistemológicamente su definición forma parte de la construcción del conocimiento y delimitación de objeto de estudio). Como también una característica objetiva de interacciones complejas dentro y entre procesos sociales y naturales (ontológicamente refiere a caracterizar elementos intrínsecos propios de los fenómenos sociales y biofísicos). Esta integración es la que permite revelar las propiedades emergentes de los fenómenos, y por lo tanto la importancia de la escala para explicar correctamente un fenómeno geográfico.

Según Ruiz y Galicia, (2016) abordar retos como la gestión de bienes de la naturaleza, la implementación de políticas públicas y el cambio ambiental exige analizar fenómenos que acontecen en diversas escalas temporales, espaciales y organizativas (ecológicas y socioeconómicas). El concepto de escala actúa como un eje integrador / unificador que permite descifrar vínculos jerárquicos entre procesos.

> La escala es una forma de construir objetos de estudio geográfico, es decir, elegir el nivel de agregación y simplificación, así como sus límites; lo cual significa que la escala es el instrumento conceptual que trasciende la mera ubicación y extensión de un fenómeno como el elemento definitorio de su condición geográfica, y, por el contrario, visibiliza las relaciones espaciales sociales y biofísicas que lo constituyen (RUIZ; GALICIA, 2016, p 151).

La relevancia de la escala en la aproximación geográfica al objeto de estudio es siempre su naturaleza multiescalar. El análisis multiescalar integra análisis globales, regionales, locales, orientado a identificar procesos generales, estratificación espacial desde diversos agrupamientos de datos, lo que permite desagregar o totalizar el objeto de estudio. En concordancia con Ruiz y Galicia (2016) la escala se torna un instrumento epistemológico y metodológico para la construcción de objetos geográficos adecuadamente delimitados y que integran el conocimiento generado desde diferentes ámbitos.

Ante la necesidad de generar respuestas a los problemas ambientales la Geografía ambiental crítica aporta el enfoque de la Geografía híbrida, integradora y abierta a la "transversalidad" (epistémica, de métodos y teorías), científicamente consistente y socialmente útil, para la generación de conocimiento en la interfaz entre el conocimiento académico y las prácticas culturales.

En ese proceso, las Geografías latinoamericanas cambian el foco del análisis espacial de las transformaciones territoriales para contribuir a una praxis ambiental. En tanto que la praxis es indisociable de la dimensión espacial y de las relaciones de poder que se establecen, la Geografía ambiental crítica aporta el enfoque territorial para abordar la gestión de los Sistemas ambientales complejos.

Construyendo progresivamente la confluencia de la visión crítica de la geografía ambiental y la educación ambiental. En tanto la praxis que acontece sobre un territorio concreto, la geografía aporta al abordaje de la singularidad territorial. La educación ambiental crítica desencadena una nueva forma de actuar en la naturaleza, en que los conocimientos económicos, políticos, técnicos, naturales, ecológicos y sociales, se debaten de cara a una transformación social que potencializan nuevas prácticas e interrelaciones en el vínculo sociedad naturaleza y la construcción de nuevas territorialidades (SILVEIRA; LORENZETTI, 2021).

Siguiendo este proceso, la investigación del enfoque de la Geografía ambiental crítica del LDSGAT se orienta en líneas de trabajo: Gestión Integrada de Cuencas Hidrográficas, Dinámicas territoriales; Biogeografía, Análisis de las trasformaciones en el medio rural y urbano, Ordenamiento ambiental del territorio y Educación Ambiental.

Entre los principales aportes de la Geografía ambiental crítica a los procesos de educación ambiental crítica, para el abordaje de los sistemas ambientales complejos y su singularidad territorial, se destacan los presentados en el Cuadro 4.

Cuadro 4-Fundamentos metodológicos de la geografía ambiental crítica para el abordaje de la educación ambiental crítica

Fundamento metodológico	Abordaje de la praxis educativa
SUSTENTABILIDAD COMO ESCENARIO DE TRANSICIÓN	Alcanzar la sustentabilidad ambiental implica considerar el equilibrio de dimensiones (ecológica, económica, social y política) que se interrelacionan para asegurar una propuesta de ordenamiento ambiental del territorio.
INTEGRACIÓN DE LA INFORMACIÓN-FORMACIÓN-TRANSDISCIPLINA	Integrar la información sobre las temáticas ambientales provenientes de las distintas disciplinas, y prácticas culturales. Tomando a la Cuenca hidrográfica como unidad de análisis y gestión de los bienes del territorio. Entendiendo que en el territorio existen relaciones de poder de apropiación y reapropiación de la naturaleza.
CUENCA HIDROGRÁFICA, ABORDAJES EN ESPIRAL, MULTI y TRANS- ESCALARES	Analizar el contexto de los bienes comunes de la naturaleza a distintas escalas e interrelacionar el análisis entre escalas, para entender el contexto histórico, y espacial en que gestionamos los Bienes de la Naturaleza.
PROMOVER CRÍTICAMENTE EL CUESTIONAMIENTO DE LAS RELACIONES HISTÓRICAS DE AMBIENTES Y TERRITORIOS	Problematizar los abordajes ambientales para encaminarnos hacia un nuevo paradigma de relacionamiento sociedad-ambiente-territorio. Lecturas críticas del pensamiento ambiental. Para entender que existen responsabilidades compartidas pero diferenciadas.
FORTALECER LOS VÍNCULOS ENTRE SABERES	Para construir un modelo complejo de la realidad es necesario que el abordaje de los problemas ambientales se construya desde la transdisciplina, con distintos saberes, a través de escenarios multiactorales y multidisciplinares (sectores, disciplinas), para actuar y resolver una dificultad social concreta.
PARTICIPACIÓN EN LA GESTIÓN COLECTIVA DE LOS BIENES COMUNES	Promover la participación ciudadana en la toma de decisiones para la definición de los futuros colectivos. Para incidir en el acceso, gestión y control de los bienes de la naturaleza. Asegurar el acceso equitativo a los bienes de la naturaleza y el protagonismo real de las comunidades involucradas, teniendo como objetivo la justicia social y ambiental.

Modificado de ACHKAR, *et al.*, 2007; DOMÍNGUEZ, 2005 y ELUÉN *et al.*, 2017.

Achkar *et al.* (2005) proponen lineamientos para orientar la sustentabilidad de los sistemas ambientales complejos, la cual implica cuatro dimensiones interrelacionas. En la dimensión ecológica (físico-química-biológica), se aspira a preservar y potenciar la diversidad, dinamismo y complejidad de los sistemas ambientales, su productividad, respetando los ciclos naturales y la biodiversidad. En la dimensión económica consideran que se debe incluir a todo el conjunto de actividades humanas relacionadas con la producción, distribución y consumo de bienes y servicios. En la dimensión social, consideran el acceso igualitario a los bienes de la naturaleza, tanto en términos intergeneracionales como intrageneracionales, entre géneros y

entre culturas, entre grupos y clases sociales y también a escala del individuo. En la dimensión política, destacan la necesaria participación directa de las personas en la toma de decisiones en la definición de los futuros colectivos y posibles. Así como, orientar la estructura de gestión de los bienes públicos y el contenido de la democracia en el marco de nuevos escenarios de gestión participativa.

La cuenca hidrográfica se vuelve una unidad de gestión operativa, que permite estudiar las relaciones sociedad / naturaleza de modo sistémico y holístico (ACHKAR *et al.*, 2004b; 2013). Por un lado, la cuenca como sistema natural, es una delimitación biofísica precisa, para analizar procesos y dinámicas que se manifiestan en el sistema ambiental. La delimitación física del sistema cuenca está determinada por la definición geomorfológica del objeto de estudio. Esta estrategia permite que el objeto empírico (cuenca) pueda ser agregada y desagregada en cuencas, microcuencas o macrocuencas según el foco de análisis y sin perder su relación de dependencia e independencia escalar como sistema abierto y dinámico en que se intercambia materia, energía e información. Pero también hay una delimitación histórica-social, que construye un territorio con apropiaciones diversas, conflictos e intereses diferenciales entre actores sociales. En ese sentido, la geografía aporta un elemento central al análisis de cuenca hidrográfica, considerándola un Sistema ambiental con su modelo de relacionamiento Sociedad-Ambiente-Territorio.

> Así la cuenca queda definida como el espacio que ocupa el río principal y sus afluentes, cuyos límites son definidos por la topografía del terreno a partir de las divisorias de aguas, pero también como el territorio que contiene la historia que lo contiene (ACHKAR *et al.*, 2004b, p.37).

En la cuenca se expresan las transformaciones territoriales producto de las actividades antrópicas. Por lo que la cuenca cobra importancia como unidad de delimitación biofísica pero que refleja las interrelaciones ecológicas, sociales y económicas. El concepto de cuenca, por lo tanto, encierra el concepto de territorio, donde las concreciones materiales que se expresan en los sistemas ambientales son producto de relaciones de poder y por lo tanto se vuelve un instrumento/unidad de gestión que contribuye al Ordenamiento Ambiental del Territorio.

La Gestión Integrada de Cuencas Hidrográficas (GICH) es una estrategia que propone integrar el ciclo hidrológico con los componentes de las dimensiones sociales, económicas, políticas y culturales para planificar la organización territorial. En su vertiente crítica, la Gestión Integrada de Cuencas Hidrográficas integra además como eje estructurante del modelo conceptual la participación ciudadana (ACHKAR, 2004; AGUIRRE, 2011; DOUROJEANNI *et al.*, 2002; FAO, 2007, URUGUAY, 2009).

En Uruguay, la reforma constitucional del año 2004, impulsada por los movimientos sociales y apoyada por más del 64% de la población, consolida un paradigma de gestión del territorio al establecer que la Política Nacional de Aguas y Saneamiento estará basada, en la gestión integrada y participativa de los recursos hídricos. Esta reforma prioriza el acceso al agua potable y saneamiento como derecho humano fundamental, así como el uso prioritario para consumo humano sobre el productivo. Con la reforma se busca introducir algunos aspectos claves sobre la valoración y gestión territorial de los bienes hídricos, que garantizaran la concepción del agua como un bien estratégico y sobre todo como un derecho fundamental.

Esta reforma es reglamentada en la Política Nacional de Agua (URUGUAY, 2009), estableciendo la Cuenca hidrográfica como unidad de actuación para la planificación, control y gestión de los bienes hídricos, y para implementar las políticas. Reglamenta ámbitos participativos para su gestión al crear los Consejos Regionales de Recursos Hídricos y Comisiones de Cuencas y Acuíferos. Estos ámbitos de participación, si bien no son vinculantes, están integrados por representantes del gobierno (ministerios, intendencias y municipios), por la sociedad civil (integrantes de la academia y ONGs) y representantes de los usuarios del agua (cooperativas, sociedades fomento y rurales, asociaciones rurales, Obas Sanitarias del Estado [OSE], entre otros). El marco normativo ha promovido la generación de medidas de protección, a través de planes nacionales mediante el Plan Nacional de Aguas, (URUGUAY, 2017), y de cuencas, como el Plan de Cuenca del Río Santa Lucía, (MA, 2023).

En el caso de la cuenca del río Santa Lucía, en 2013, comenzó a funcionar la Comisión de la Cuenca del Río Santa Lucía (URUGUAY, 2013), bajo la órbita del Consejo Regional de la Cuenca del Plata y su Frente Marítimo (URUGUAY, 2011). La conformación de la comisión fue en respuesta a la alarma pública que se manifestó en 2013, por problemas de calidad del agua en la zona metropolitana y que derivó en Planes de Acción para la protección de la calidad ambiental y la disponibilidad de las fuentes de agua potable en la Cuenca del Río Santa Lucía. En la actualidad, la cuenca presenta el desafío de contar con un sistema de gestión en que se coordinen las políticas ambientales y las acciones entre los usuarios de los seis departamentos involucrados, para disponer de agua en cantidad y calidad, evitar conflictos ambientales, conservar la biodiversidad y articular la producción con la conservación.

La Geografía ambiental crítica, en este proceso aportó y consolidó una estrategia para gestionar los territorios a nivel de cuencas hidrográficas y avanzar así hacia criterios de ordenamiento ambiental del territorio. La participación ciudadana se convierte en la categoría central de la propuesta y la educación ambiental, como metodología de acción que potencia el

diálogo de saberes para comprender las configuraciones territoriales y transformar la realidad ambiental. A la vez que se promueven espacios transdisciplinares, con abordaje multiescalar y multidimensional para su comprensión holística, multicausal, sistémica y de gestión sustentable. La educación ambiental crítica se centra en la dimensión política de los sistemas ambientales en las cuencas hidrográficas, al integrarse en procesos participativos, y promueve la generación de espacios para el diálogo transdisciplinar y acción colectiva (ELUÉN, 2020).

2.5 INVESTIGACIÓN-ACCIÓN PARTICIPATIVA

> Instrúyanse, porque necesitaremos de toda nuestra inteligencia; Conmuévanse, porque necesitaremos todo nuestro entusiasmo; Organícense, porque necesitaremos de toda nuestra fuerza (Antonio Gramsci, 1919)

La Investigación-Acción-Participativa (IAP) (y sus vertientes afines como la Investigación-Acción-IA; Investigación Participativa-IP) surge como enfoque de investigación que nuclea diversas corrientes y aproximaciones que tiene tres componentes en común: la investigación, la acción y la participación; en que la particularidad del modo de hacer investigación está determinada, por el compromiso con el cambio social y con el empoderamiento de las comunidades para que decidan y gestionen su propio cambio (FALS BORDA, 1999; ZAPATA; RONDÁN, 2016). Según Balcazar (2003) esta posición cuestiona la función social de la investigación científica tradicional y el enfoque técnico de la ciencia normal (KUHN, 1962), y postula el valor práctico y aplicado del trabajo con grupos o comunidades sociales.

En la actualidad la IAP se presenta como una estrategia potente en las ciencias ambientales para dar respuesta a la crisis civilizatoria. Estrategia que nos sitúa el contexto histórico actual, y que es ampliamente reconocida por la comunidad científica y las organizaciones comprometidas con la justicia ambiental (ROCA-SERVAT, 2021). En este contexto, asiste al diseño de estrategias de intervención orientadas a la autogestión y autoorganización para la construcción colectiva de alternativas.

En su surgimiento, la Investigación-Acción (IA) se puede asociar con una metodología para el estudio de la realidad social, centrada en la resolución de los problemas de la vida real. Según Kurt Lewin (1946) la IA es una forma de investigación que podía ligar el enfoque

experimental de la ciencia con programas de acción social que respondieran a problemas concretos de un territorio. Mediante la investigación – acción, Lewin argumentaba que se podía lograr en forma simultáneas avances teóricos y cambios sociales. En su método proponía combinar la teoría y la práctica a través del análisis del contexto, la categorización de prioridades y la evaluación (BALCAZAR, 2003; ZAPATA *et al.*, 2016).

Un carácter central del método de IA es la espiral autorreflexiva formada por ciclos sucesivos de planificación, acción, observación y reflexión.

> Según Lewin la IA consiste en el análisis, la concreción de hechos y la conceptualización de los problemas; la planificación de programas de acción, su ejecución, (…) y nueva concreción y evaluación de hechos con los que se repite otra vez el ciclo de actividades, es decir la espiral cíclica. (…) Por medio de esta espiral de actividades, la IA crea las condiciones que permiten el establecimiento de comunidades de aprendizaje, esto es, de comunidades de estudiosos comprometidos a aprender de los problemas, y efecto de su propia acción estratégica y entenderlos, así como mejorar tal acción en la práctica (CARR; KEMMIS, 1988, p 176).

Lewin presagiaba tres características importantes del método, su carácter participativo, su impulso democrático y su contribución simultánea a las ciencias sociales y al cambio social (CARR; KEMMIS, 1988).

Según Colmenares y Piñero (2008) los estudios de Lewis adscriben a la *vertiente técnica*, sustentada en el paradigma positivista, ya que su propósito era diseñar y aplicar un plan de intervención eficaz para mejorar las habilidades profesionales y resolución de problemas. En donde los investigadores, como agentes externos, eran los expertos responsables de la investigación e incorporan los participantes como co-investigadores. En este modelo, el componente ontológico está centrado en la racionalidad técnica instrumental, basada en el método hipotético deductivo como orientador de la manipulación y el control del mundo físico-social; en tanto que el componente epistemológico se centra en la disociación entre sujeto – objeto (de estudio), con la pretensión de neutralidad valorativa y objetividad de la investigación.

A partir de los años 1970 Lawrence Stenhouse y posteriormente John Elliot, en Inglaterra/Gran Bretaña, retoman la metodología aplicada a la rama de la educación, conceptualizándola como una Ciencia Educativa Participativa (RESTREPO, 2002). La cual tiene puntos de contacto con el concepto de Investigación Educativa Activa propuesta en la década de 1980 a partir de los aportes de Lewin (CARR; KEMMIS, 1988). Eliott propone que los educadores y estudiantes se deben concebir como investigadores y las aulas como laboratorio. Así proponen una construcción democrática de conocimientos y saberes a través

de la investigación acción colaborativa del proceso educativo (CARR; KEMMIS, 1988; ELLIOT, 1993, 2017).

Colmenares y Piñero (2008) sostienen que Stenhouse impulsó el enfoque cualitativo de la investigación en educación como opción metodológica para el abordaje de los problemas socioeducativos por lo que asocian a estos autores con la *vertiente Práctica*. Proponiendo un modelo educativo sustentado en el paradigma interpretativo, ya que busca desarrollar el pensamiento práctico, hacer uso de la reflexión y el diálogo, transformar ideas y ampliar la comprensión de los temas a abordar. La ontología que subyace está centrada en el paradigma interpretativo: en la interpretación, los significados de las acciones de los individuos sobre la realidad, en donde la interrelación constante entre sujetos elimina la separación del investigador y lo investigado (sujeto/objeto) (COLMENARES; PIÑERO, 2008).

En la década de 1980, Carr y Kemmis, de la Universidad de Deakin en Australia, vuelven a reconceptualizar la IA en el campo de la educación desde perspectiva y teoría crítica de la enseñanza (CARR; KEMMIS, 1988). Acuñados en el paradigma crítico, señalan que la IA no puede concebirse como un proceso de transformación de las prácticas individuales del profesorado, y destaca que debe entenderse como un proceso de cambio social que se emprende colectivamente. En que se da valor a lo interpretativo y se privilegia la voz de los participantes (COLMENARES; PIÑERO, 2008). Más recientemente Bernardo Restrepo (2002) en Colombia distingue la investigación acción educativa ligada a la indagación y transformación de procesos escolares en general; y la investigación acción pedagógica, focalizada hacia la práctica pedagógica de los docentes.

La *Vertiente crítica o emancipatoria* de la IAP, incluye la modalidad técnica y práctica, aspira a la emancipación de los participantes a través de una reflexión crítica que permita la transformación de las organizaciones sociales y un contexto social más justo y democrático. Como proceso educativo implica conectar la formación del profesorado comprometida con la transformación de las organizaciones y la práctica educativa. Desde la perspectiva ontológica la realidad es interpretada y transforma con miras a contribuir en la formación de sujetos críticos. Se considera que epistemológicamente existe un diálogo permanente entre los grupos de investigación (la cual puede involucrar a diversos grupos sociales), donde hay horizontalidad entre todos los miembros (COLMENARES; PIÑERO, 2008). Así, Carr y Kemmis (1988) destacan el carácter autorreflexivo de la IA, en que la práctica, su entendimiento y contexto debería conducir a aumentar el interés de participar en el proceso (Planificación, acción observación y reflexión) (CARR; KEMMIS, 1988). Estas corrientes de pensamientos, en

convergencia disciplinaria, estaban orientadas por lo que hoy se conoce como el "paradigma emancipatorio", ya que sus prácticas tenían una clara intencionalidad política de producir conocimientos que permitiera a los sectores excluidos de la sociedad fortalecer sus capacidades para comprender y generar cambios sociales. La IAP, se expresaba como una posición crítica al orden social desigual e injusto, insertándose en las realidades de los grupos que sufrían estas consecuencias para establecer un diálogo entre el saber académico y la sabiduría popular que contribuya a una transformación social liberadora (ORTIZ; BORJAS, 2008).

Orientada por el paradigma socio-crítico, progresivamente se consolida como una herramienta onto-epistémica para el cambio educativo, que parte del enfoque dialéctico, de una realidad que está en permanente deconstrucción, construcción y reconstrucción por los actores sociales. En la cual se generan espacios para el diálogo, la reflexión y la co-construcción del conocimiento dentro y fuera del aula. En este contexto, la IAP establece una relación dialéctica entre la teoría y la praxis, así como entre el individuo y su sociedad, que le da sustento como proceso participativo, colaborativo y de autoreflexión (COLMENARES; PIÑERO, 2008).

Roca-Servat (2021) considera que el surgimiento y evolución de la IAP en la década de 1960 marcó un quiebre en la investigación científica tradicional, también llamada positivista o empírica analítica, que pretendía ser neutra, objetiva, e independiente del debate social y/o intereses políticos. Sin embargo, este enfoque tradicional no lograba dar respuesta a los problemas sociales. La IAP en América Latina está marcada por una connotación ideológica y política, al surgir como una corriente de pensamiento y acción en respuesta a un contexto político desfavorable (Guerra fría en América Latina en los años 1970-1990). Estas condiciones propician trabajar por el cambio y justicia social por parte de organizaciones de base, inspiradas en referentes como el pedagogo, educador y filósofo brasilero Paulo Freire (1970) con la educación Popular y su idea de Liberación; el sociólogo de origen colombiano Orlando Fals Borda con la IAP como praxis transformadora; o el teólogo, filósofo y escritor Leonardo Boff con la Teología de la Liberación, entre otros. Desde este enfoque se cuestiona la dependencia de las ciencias al método científico moderno despolitizado, así como el rol pasivo (bancario) del educando en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Aportando con una reflexión profunda sobre los hibridismos para la transformación social (HERRERA; LÓPEZ, 2014; ORTIZ; BORJAS, 2008; ROCA-SERVAT, 2021).

Así, en América Latina se nutre de la teoría crítica, al valorar los análisis culturales y de funcionamiento del sistema económico producidos durante el periodo de la segunda guerra mundial y la guerra fría. Otorgándole la acción para cumplir con la demanda de plantear

soluciones a problemas concretos, como el atributo fundamental que carecía hasta entonces la teoría crítica (FALS BORDA, 1970), por lo que la IAP aporta llevando la teoría (Crítica) a la práctica (ROCA-SERVAT, 2021). Para ello, en sus orígenes reacciona frente a la neutralidad valorativa, la relación vertical, asimétrica y no recíproca entre el sujeto y objeto; a la orientación en la realidad fáctica como única instancia de evaluación: lo que conlleva al concretismo, la falta de libertad y la explotación, y a la visión hedonista, individualista y a-histórica del estudio de los procesos (BALCAZAR, 2003; HERRERA; LÓPEZ, 2014; ROCA-SERVAT, 2021).

La IAP se construye como una forma de asumir el rol de los investigadores en la transformación social, como una manera distinta de relacionarnos con la sociedad a través del proceso de investigación y de la toma de acción política y participación social (ROCA-SERVAT, 2021).

En ese sentido, cobran relevancia los aportes de Fals Borda a la IAP ya que,

> El método de Fals Borda [1985] estaba basado en la inserción del investigador en la comunidad, el análisis de las condiciones históricas y la estructura social de la comunidad, del desarrollo del nivel de conciencia de los miembros de la comunidad y el desarrollo de organizaciones políticas y grupos de acción, lo que ellos llamaron investigación militante, caracterizada por su énfasis en la solución de problemas y el compromiso con la comunidad o grupo (BALCAZAR, 2003, p. 61)

Así, implica una nueva visión del investigador y el modo de hacer ciencia, que permite la expansión del conocimiento, al mismo tiempo que da respuestas concretas a problemas que plantean los participantes de la investigación, como, coinvestigadores activos y, producto de la reflexión constante del proceso (COLMENARES; PIÑERO, 2008). Redefiniéndose como "[…] una estrategia de vida que incluye la creación de espacios para el aprendizaje colaborativo y el diseño, ejecución y evaluación de acciones liberadoras" (GREENWOOD, 2016, p. 97 apud ZAPATA *et al.*, 2016, p.7).

En la actualidad, la IAP se consolida progresivamente en una estrategia para dar respuesta a la crisis civilizatoria al integrar holísticamente el pensamiento ambiental, tanto en su racionalidad ambiental (LEFF, 2004) como en su dimensión ética (NOGUERA-ECHEVERRI, 2002), para la transformación social con justicia ambiental (ROCA-SERVAT, 2021).

Esto implica enfrentarse a deconstruir las lógicas tradicionales, del modelo civilizatorio capitalista y neoliberal y de su ciencia moderna funcional. Lógicas que han permitido perpetuar la explotación histórica de la naturaleza en América Latina según las necesidades de distintos regímenes de acumulación global (SVAMPA, 2012, 2019) y que socava la calidad ambiental y

la justicia social de los territorios de América Latina. En respuesta a este proceso, la IAP se expresa como una forma de crear resistencias desde la capacidad de movilización y defensa del territorio por parte de los pueblos latinoamericanos, a través de las luchas por los derechos ambientales, como el derecho humano al agua, la tierra y la vida (ROCA-SERVAT, 2021). Además, se expresa como una forma de crear identidad territorial, al impulsar la acción a transitar alternativas más sustentables.

Según Balcazar (2003) la IAP presenta presupuestos tanto epistemológicos como ideológicos. Desde el punto de vista ideológico, asume un posicionamiento sobre el papel de la ciencia en disminuir la injusticia social, y sobre su accionar en la sociedad, al promover la participación de la sociedad en la búsqueda de soluciones a sus problemas. Propicia un contexto concreto para involucrar a la comunidad en el proceso de investigación como agentes de cambio y no como objeto de estudio. Contribuye a incrementar el grado de control que tienen sobre los aspectos relevantes de su vida, incrementando el poder de la comunidad en sus asuntos públicos. Para ello, su estrategia es transformar la realidad social de los participantes a través del incremento de poder (ARNSTEIN, 2019). En el contexto ambiental actual, se presenta como un mecanismo flexible para la construcción colectiva de alternativa ambientales de base territorial.

En el contexto universitario, la aplicación de la IAP emerge como un modelo de integración de las funciones universitarias (investigación/enseñanza/extensión) y que se disputa entre dos modelos que coexisten: el de la ciencia tecnocrática basada en la hegemonía de la racionalidad científica y, el extensionismo asistencialista basado en la dependencia técnica o el uso de metodologías participativas carentes de propuestas de acción. La IAP transita en ese intersticio sin caer en los extremos, por el contrario, presenta el desafío de hibridar enfoques hacia una unicidad crítica del saber académico y vernáculo, que se retroalimente para la construcción de conocimiento ambiental situado y validado (contrastando empírea, mitos y método científico) que permita generar propuestas de transformación ambiental viables, al tiempo que fortalezca la capacidad social y las políticas públicas. En el ámbito de la Udelar, esto es viable por la doble condición que otorga sus funciones. Por un lado, la libertad de cátedra posibilita la profundización de líneas de investigación y formación adaptables a las dinámicas sociales. Por otro, el enfoque de integralidad en la extensión crítica (UDELAR, 2009) está alineado a los enfoques teóricos propuestos para el proceso de educación ambiental crítica. Además, el modelo de cogobierno (URUGUAY, 1958) como mecanismo de toma de decisión y contribución social, permite inspirar estrategias de acción para la gestión participativa.

Además, la complejidad de los problemas ambientales demanda la construcción de conocimiento sobre el estado y condición de los sistemas ambientales que se expresan en un contexto particular, dinámico, con incertidumbres, riesgos. Este conocimiento implica la interrelación de diversos factores, actores y procesos biofísicos y sociales a distinta escala espacial y temporal, por lo que demanda profesionales enmarcados en la investigación militante. Profesionales que puedan posicionarse y construir conocimiento académico en función de una necesidad local de relevancia ambiental, capaz de hibridar conocimientos y aspiraciones de los sectores sociales involucrados en un marco de justicia y ética ambiental.

En síntesis, en el contexto territorial, la IAP provee un enfoque singular y multiescalar para el abordaje de la realidad. La transescalaridad que involucra a los factores condicionantes de la realidad ambiental, demanda un marco de interpretación y acción flexible que permita el abordaje de los diversos problemas que van emergiendo en el territorio en el proceso de transformación ambiental. Cada problema se aborda en el marco del proceso de espiral autorreflexiva, por lo que la elección del tema y problema no se limita al interés del recorte disciplinar o espacial, sino que es producto del proceso social en que se inscribe y de la jerarquización que esa comunidad otorga durante el proceso cíclico.

Este cambio de paradigma en el abordaje de la investigación implica que la academia, en su función de investigación trascienda el espacio disciplinar para posicionarse en una investigación militante que se entrelaza con el proceso de extensión y formación universitaria. Trascender el espacio de formación del aula o de investigación del laboratorio; hacia la inserción en territorio, sistematización y análisis, que establezca el diálogo disciplinar y plural con la realidad en estudio para sostener y fortalecer la acción social.

3 ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1 TRAYECTO FORMATIVO DE EDUCACIÓN AMBIENTAL

Al transitar un proceso de educación ambiental crítica, la praxis se define en la integración de tres aspectos: las finalidades políticas-formativas a la que se aspira contribuir; el enfoque y recorte territorial con que se aborda el sistema ambiental complejo en particular; así como el mecanismo a implementar para la proyección colectiva de la gestión ambiental y sus alternativas. Para ello, la planificación de una estrategia pedagógica se vuelve relevante como dispositivo generador de espacios participativos, donde convergen los fundamentos teóricos, metodológicos y prácticos para operar en el territorio. En este capítulo se propone una estrategia de educación ambiental para el abordaje de los sistemas ambientales complejos; y se presentan los elementos centrales en el contexto amplio de la gestión participativa que acontece en las diversas áreas de estudio de esta tesis.

Los trayectos formativos de educación ambiental (KITZMANN, 2014, SCHIEL *et al.*, 2003; SMYTH, 1995, ACHKAR *et al.*, 2007) invitan a integrar la participación de las comunidades con actores académicos y políticos en la planificación y gestión territorial. Se transita por diversas herramientas y técnicas que permiten confluir distintos saberes: empíricos, técnicos, científicos y escolares (PESCE, 2018). Como proceso social busca una educación emancipatoria, que resulta de la confrontación de conocimientos entre los agentes territoriales, en un campo de diálogo permanente, de formación ciudadana y trasformaciones significativas de la realidad ambiental (LOUREIRO, 2020).

Un trayecto contiene etapas sucesivas y diferenciales, que exigen acciones y metodologías específicas, que sean apropiadas a cada situación y a las personas que participan del proceso educativo (KITZMANN, 2014). En que el proceso de enseñanza-aprendizaje se aborda según cada persona, en las diferentes etapas de su vida, dentro de su propio contexto cultural y ambiental (KITZMANN, 2014). La convergencia de diferentes corrientes existentes en el campo de la educación ambiental (LAYRARGUES; LIMA, 2014; SAUVÉ, 2005), garantiza los múltiples enfoques necesarios para abordar y dar cuenta de la complejidad ambiental en que se enmarcan las acciones educativas. A partir de las convergencias de tres dimensiones (tiempo - espacio - realidades), se definen las estrategias didáctico-pedagógicas (KITZMANN, 2014). El desafío es establecer tales convergencias político-pedagógicas sin

mezclar concepciones y enfoques divergentes u opuestos; y que permita triangular adecuadamente los fines formativos, las estrategias de intervención (de enseñanza-aprendizaje-creación) y los saberes en diálogo (contenidos temáticos emergentes y agentes territoriales involucrados) para abordar la situación ambiental.

Por otro lado, la integración con metodologías participativas permite el diseño de trayectos formativos orientados para la gestión sustentable de los territorios (ACHKAR *et al*., 2007; ELUÉN, 2020; ELUÉN *et al*., 2021; KITZMANN, 2014). Esto permite guiar el proceso hacia la producción y adquisición de conocimientos y habilidades, y desarrollar actitudes para la participación que promueva la acción colectiva y organizada en la gestión ambiental. Comprometida con la transformación de nuestras relaciones con la naturaleza y con otros vínculos (QUINTAS, 2004).

Un trayecto formativo aporta herramientas para la transformación de los sistemas ambientales en escenarios sustentables. Las metodologías participativas, basadas en el aprendizaje y la acción, han contribuido al diseño de estrategias para la participación de las comunidades en las reivindicaciones y luchas por la soberanía de los territorios (ALBERICH *et al.*, 2009; EXPÓSITO, 2003; FALS BORDA, 1999; FREIRE, 1973). Particularmente, las metodologías de mapeo participativo (SLETTO *et al.*, 2013; CORBETT et al., 2009) se han dinamizado con las tecnologías de información geográfica (CHAMBERS, 2006) y; reorientado como herramientas para mantener y reconocer los derechos comunitarios ante las presiones y realidades políticas y económicas (SLETTO *et al.*, 2013). Contribuyendo a un proceso que emerge de los movimientos sociales: las políticas públicas participativas en América Latina, vinculadas a temas de protección ambiental y derechos humanos.

Considerar que el territorio es construido por las relaciones sociales que en él se establecen históricamente, potencializa un carácter identitario en función de sus especificidades (BUCZENKO; ROSA, 2020). En el proceso cartográfico de selección, omisión, simplificación, clasificación y simbolización, se definen relaciones de poder, se sostienen reglas y se refuerzan valores sociales (HARLEY, 2005). Por lo tanto, los mapeos participativos también llamados «contracartografías», pueden plantear alternativas a los relatos e imágenes de las estructuras de poder existentes y convertirse en un medio de empoderamiento cuando las comunidades locales se representan espacialmente a sí mismas, permitiendo construir otras representaciones sobre los espacios que se habita (ÁLVAREZ *et al*., 2022). El proceso de construcción cartográfica también aporta al análisis de la praxis educativa en formación universitaria y comunitaria. El ejercicio cartográfico, permite la representación espacial, discusión y evaluación de la

información para la toma de decisiones. Además, la generación de cartografías tiene por finalidad formativa deconstruir las visiones territoriales establecidas, plasmando la realidad de una parte importante de la comunidad y como acción política de reconocimiento del otro y de sus intereses (GIL; GOMEZ, 2019). Esto se puede vincular a la teoría de Raffestin (1980) cuando sostiene que realizar una representación del territorio es una manifestación de poder. Así, el mapeo participativo, se convierte en una herramienta para la transformación social, que democratiza la información, fortalece lazos comunitarios y permite la planificación y monitoreo de iniciativas acordadas (SLETTO *et al.*, 2013). La integración de actores con conocimientos locales, técnicos y académicos permite la producción de cartografías participativas con alto valor académico, a la vez que reconoce y refuerza los derechos territoriales/territorialidades locales.

En el entendido que las estrategias de educación ambiental crítica no pueden ser universales, se propone el esquema Trayecto Formativo de Educación Ambiental (ELUÉN, 2020) como dispositivo que orienta la praxis para el abordaje de las relaciones sociedad-ambiente-territorio en el contexto de la gestión ambiental participativa. El trayecto se propone como un campo de acción desde donde ensayar la planificación de mecanismos y espacios de cogestión. Al orientar el abordaje de las necesidades ambientales-territoriales en el ciclo de IAP y; del cual emergen nuevos desafíos ambientales a afrontar en ciclos continuos. Así, en un contexto más amplio, cada ciclo adapta la estrategia de trayecto formativo a, los temas emergentes, los agentes territoriales involucrados y las finalidades formativas de los espacios de acción. En el marco de mi tesis de Maestría en Educación Ambiental, diseñe un trayecto formativo de educación ambiental para un territorio específico, de interés para diversos actores y que desencadenó el punto de partida de los diversos procesos de educación ambiental que se interrelacionan en esta tesis doctoral.

La investigación desarrollada en el parque «El Rincón de Santa Lucía» (ELUÉN *et al.*, 2021, 2024a) se presenta como una estrategia de educación ambiental crítica para la producción de conocimiento que tiene por finalidad contribuir con las comunidades locales en la apropiación y control de los Bienes Comunes de la Naturaleza (BCN); al generar insumos y habilitar espacios preparatorios a la definición de estrategias de acción comunitaria. Específicamente buscó fortalecer estrategias de educación ambiental en la planificación de medidas de uso y gestión de los bienes de la naturaleza. Al tiempo que reconoce la identidad territorial, propone la generación de insumos, acciones y procesos formativos, para la democratización de la información y, el fortalecimiento de las capacidades sociales y de las

políticas públicas orientadas a la conservación y gestión sustentable de un territorio concreto, El Rincón de Santa Lucía.

En particular, el Trayecto Formativo de Educación Ambiental presenta dos componentes principales:

a) fortalecer la gestión sustentable y participativa de los bienes de la naturaleza en un contexto comunitario, con generación de conocimiento;

b) transversalizar la educación ambiental en formación terciaria universitaria de la Licenciatura en Geografía de Facultad de Ciencias, Udelar.

Para ello, la estrategia de educación ambiental crítica se diseñó a partir de la situación ambiental de un territorio específico. El estudio de caso se realizó en un área relevante a nivel nacional por su carácter multidimensional en la cual confluye el interés de extracción de bienes de la naturaleza para satisfacer necesidades básicas, la conservación de calidad de agua y la protección de los Humedales del río Santa Lucía. El parque «El Rincón de Santa Lucía» (Padrón Municipal 2366) (Figura 3) es un área que se proyecta, por la Intendencia Departamental de Canelones (IC), como parque público y área de conservación. El área presenta diversos usos de los bines de la naturaleza para fines de subsistencia e involucra agentes territoriales de diversos sectores de la sociedad. Además, es parte del sistema de protección ambiental a nivel de cuenca y nacional (MA, 2023; URUGUAY, 2015). En este territorio trabaja el grupo de investigación del LDSGAT del Instituto de Ecología y Ciencias Ambientales (LDSGAT-IECA) desarrollando líneas de enseñanza, investigación y extensión, para contribuir a la solución de problemas ambientales.

Figura 3-Estrategias de intervención implementadas en el trayecto formativo de EA para el Rincón de Santa Lucía



Fuente y Elaboración propia.

El diseño del trayecto comenzó con una investigación orientada a la evaluación holística del estado ambiental del área, información que permitió la elaboración de una propuesta de educación ambiental crítica. La información incluyó la dimensión biofísica e integra la apropiación social de la naturaleza y contribuye al proyecto político pedagógico de educación ambiental para la gestión ambiental del parque.

El trayecto formativo de educación ambiental diseñado para el parque ecosistémico El Rincón de Santa Lucía (Figura 4), implica cinco etapas secuenciales interrelacionadas, en la que transcurre el proceso educativo continuo y cíclico de IAP. Las etapas están diseñadas de modo que, a partir de la identificación de una necesidad en común del sistema ambiental, se generan conocimientos ambientales para la planificación e implementación de acciones, que tienen por finalidad aumentar la capacidad de gestión y participación en los procesos de gestión ambiental.

Los aportes teóricos y metodológicos se basan en la propuesta de Kitzmann (2014) y Smyth (1995). La propuesta se construyó como un proceso participativo de diálogo entre saberes técnicos y empíricos, que buscó diversificar el conocimiento del funcionamiento y comportamiento del sistema ambiental. Lo que permitió comprender los factores que han incidido en la configuración de los territorios, y aportar insumos (subordinados a los intereses colectivos), para la toma de decisión informada y capacitada en la gestión sustentable de los bienes comunes y que permiten configurar nuevas relaciones ambientales.

Figura 4-Trayecto Formativo de Educación Ambiental para El Rincón de Santa Lucía

Etapas del trayecto formativo de educación ambiental para El Rincón de Santa Lucía	Propósito	Resultados Esperados	Estrategia de intervención
1 Gestión ambiental de los recursos de uso compartido	Conocer, proponer una estrategia de pensamiento sistémico de EA, identificar preocupaciones sobre el sistema ambiental y alternativas para gestionar. Se define el diseño de investigación y las finalidades formativas	Caracterización y antecedentes del caso en estudio. Identificación de los agentes vinculados a los usos de los BCN y gestión del área. Identificación de necesidades	Observación participante, reuniones informales, consulta a agentes territoriales claves y relevamiento de informa
2 Conocimiento ambiental	Conocimiento de los componentes y mecanismos que rigen el sistema ambiental y de gestión ambiental.	**Condición biofísico del área:** Zonificación y caracteriza ción del área en unidades biofísicas **Actividades antrópicas:** Identificación y caracterización de los usos del suelo actuales. **Interrelación de variables ambientales, amenazas y fragilidad:** Construcción de un índice de distribución espacial de la vulnerabilidad ambiental.	Fotografías aéreas, imágenes satelitales o cartas topográficas. Teledetección, supervisión en campo con GPS y Dron. Integración de formación universitaria. Salidas de campo, entrevistas semiestructuradas con el uso de cartografía, elaboración de cartografías específicas y parciales, fotomapas, técnicas de teledetección y generación del SIG.
3 Generación de procesos de acción para la gestión ambiental sustentabl	Promover una reflexión profunda del saber ambiental, para la construcción de procesos de gestión sustentable orientada al ejercicio de la participación centrado en el autodiagnóstico del Territorio. Identificar y jerarquizar las acciones y el conocimientonecesario para contribuir con el proceso de sustentabilidad	Validación del conocimiento generado. Definición de líneas de acción prioritarias y de ejes emergentes.	Taller de discusión y análisis de la información ambiental: Aplicación de técnicas de deconstrucción del mapa; análisis de factores, identificación de propuestas y selección alternativas.
4 Planificación de acciones en el sistema ambiental y de gestión	Aumentar la capacidad de gestión del sistema ambiental. Capacidad de evaluar y actuar en el sistema (ambiental y de gestión) con programación de acciones. Transitar desde el conocimiento a la planificación de acciones.	Programación de acciones	A partir de las cartografías validadas y ejes emergentes se trabaja en taller para: Definición de escenarios futuros; jerarquización de acciones, identificación y jerarquización de acciones viables y sustentables, y competencias de los agentes territoriales.
5 Acción colectiva para la gestión ambiental sustentable	Aumentar la capacidad de participación y proponer una nueva ética que reconceptualice el sistema ambiental en la gestión ambiental sustentable (GAS) de El Rincón de Santa Lucía.	Diseño de proyecto, implementación de acciones y evaluación del proceso y productos.	Desarrollo e implementación de acciones consensuadas. Se identifican los recursos humanos y materiales, y competencias y responsabilidades. Se define el cronograma, las estrategias de monitoreo y evaluación de las acciones.

Etapas, propósitos de educación ambiental, resultados esperados y estrategia de intervención para cada etapa del trayecto.

Elaborado en base a: KITZMANN (2014).

Las herramientas y técnicas seleccionadas, en la primera etapa fueron orientadas a la planificación de la investigación del tema. Implicó un diagnóstico con la comunidad a partir de la observación participante y relevamiento de información secundaria del área, para determinar la finalidad formativa y las primeras estrategias de intervención. La segunda etapa, de adquisición, análisis espacial y construcción del conocimiento fue asistida por diversas técnicas de construcción cartográficas de teledetección y mapeo participativo para el relevamiento, sistematización y generación de información ambiental sobre el estado actual de El Rincón de Santa Lucía (ELUÉN *et al.*, 2024a). En que las cartografías participativas cumplieron la función de expresiones territoriales locales que ponen en diálogo las políticas ambientales y el conocimiento académico con los problemas que plantea la población de la zona. La narrativa de agentes claves permitió, sistematizar el conocimiento empírico sobre las transformaciones espaciales que acontecen en territorio. La estrategia de construcción participativa permitió que las cartografías digitales integren el saber local, los acuerdos legales y consuetudinarios al análisis espacial. Además, las cartografías permitieron evaluar variables, construyendo un indicador de fácil interpretación según zonas relevantes. Esto permite ser utilizado para visualizar alternativas ante los problemas identificados.

En las siguientes etapas (tres a cinco), con los productos generados, se da continuidad a la implementación del trayecto. Para ello se buscó analizar el sistema ambiental, utilizando técnicas que promueven el diálogo crítico en el abordaje de los sistemas ambientales y la deconstrucción de la información ambiental. Generando conocimiento ambiental para emprender acciones ambientales comunitarias, de conservación y provisión de bienes a largo plazo.

A escala de padrón, se han implementado las dos primeras etapas del trayecto y se trabaja con el apoyo de un esquema orientador de las siguientes etapas que constituyen tránsitos continuos en el tiempo. En la implementación del trayecto hacia la etapa Nº 3 de planificación de acciones; la IAP condicionó las acciones inmediatas a transitar en el área. El conocimiento ambiental generado y los diálogos establecidos (etapa Nº 1 y 2), proyectó nuevos temas de interés local, gubernamental y académico. Esto dinamizó y redirigió el foco del proceso de educación ambiental a otras temáticas ambientales y escalas de análisis. Conocer las problemáticas ambientales desde la identidad territorial abrió el trayecto a nuevos casos de estudio a nivel de ciudad y cuenca; y que también retroalimentan la continuidad del proceso de educación ambiental a escala local.

3.1.1 **Etapa 1-Gestión ambiental de los recursos de uso compartido**

El trayecto comienza por reconocer e identificar junto a los agentes territoriales preocupaciones actuales en torno a la gestión del sistema ambiental. En esta etapa el/la educador/a ambiental, toma contacto con la comunidad estableciendo vínculos para conocer los intereses y definir el propósito de la investigación, acordando una necesidad en común en gestión ambiental de los recursos de uso compartido. Aquí es importante identificar los actores relacionados al proceso de gestión, para definir los agentes territoriales, vincularlos con la propuesta y diseñar estrategias de educación ambiental crítica (ELUÉN et al., 2021).

En este nivel se delimita y define el diseño de investigación, el problema, el objeto empírico y los objetivos de investigación. Se define la finalidad formativa ¿por qué?, ¿para qué? y ¿para quién?, y se avanza en contextuar las primeras estrategias de intervención.

La aproximación a El Rincón de Santa Lucía por parte del LDSGAT de la Facultad de Ciencias, se realizó empleando técnicas cualitativas y relevamiento de información secundaria para identificar, conocer, establecer vínculos y determinar las expectativas de la comunidad, con los que se definió una necesidad en común sobre la gestión de los recursos de uso compartido. El relevamiento de actores, intereses y necesidades se realizó mediante el análisis de información secundaria: normativa, prensa, documentos de gestión departamental, acuerdos entre actores. En territorio se aplicó la técnica de bola de nieve (SANDOVAL-CASILIMAS, 1996) en consultas a referentes locales clave y de observación participante, durante diversas actividades formales e informales, y en cursos universitarios realizados en el área. En este proceso se relevaron distintas visiones y actores con distintos niveles de poder, lo que permitió conocer los diversos modos de habitar y percibir el territorio, e identificar nuevos actores a involucrar.

En esta primera etapa, fue posible reconocer los distintos tiempos, espacios educativos y vividos por los actores involucrados, contextualizando el campo de acción en un proceso de educación no formal y dirigida a adultos. Los insumos generados consistieron en el relevamiento y presentación de una síntesis de los antecedentes de uso y gestión del área, que recoge el saber local (empírico y técnico) de las principales zonas de acceso frecuente al área. También se identificaron los agentes territoriales con interés de participar (Estado a través de los distintos niveles de gestión, usuarios de los bienes comunes, sociedad civil organizada y equipos de investigadores de la Facultad de Ciencias de la Udelar.

Adicionalmente se definió en forma participativa la necesidad de un set de cartografías ambientales a escala local, que representen elementos y procesos del sistema ambiental, y permita analizar el uso y gestión de los bienes de la naturaleza del área. Para lo cual se diseñó una estrategia de enseñanza-aprendizaje-construcción/creación contextualizada.

En el área, las medidas de gestión ambiental promovidas por el ámbito estatal (gobierno nacional, departamental, municipal) pueden ser favorecidas a través del fortalecimiento de una red de agentes territoriales relevantes poseedores de información, medios, recursos y conocimiento del territorio. Existen actores relevantes para la gestión del Parque El Rincón de Santa Lucía, capaces de conformar una red de cocreación y coproducción de políticas públicas en torno a la gestión de los bienes comunes y con capacidad de involucrar a las comunidades en la dimensión política de los sistemas ambientales.

Por otro lado, a partir de la implementación del trayecto formativo a escala local, y del intercambio entre actores, se establecieron nuevos temas ambientales que desencadenaron diversos procesos de educación ambiental crítica a abordar en redes de actores (académicos, gubernamentales y sociales) específicas de cada proceso de la ciudad o cuenca; y dinámicas en su retroalimentación.

3.1.2 **Etapa 2-Conocimiento ambiental**

En esta etapa, el objetivo es comprender el funcionamiento e interrelaciones del sistema ambiental. Las acciones están orientadas a la generación de información, mediante la identificación y el análisis de variables ambientales relevantes. La construcción de la información ambiental se orienta en las interrelaciones del sistema ambiental. Las variables relevadas cumplen la función de mapas bases que proporcionan modelos descriptivos para la construcción de mecanismos explicativos sobre la situación del estado actual o necesidad ambiental en estudio. Se caracteriza espacialmente el sistema ambiental y se triangulan técnicas para conocer la situación en estudio. Para ello se sistematiza la información y se disponibiliza en diversos recursos (gráficos, técnicos y didácticos) para su tratamiento.

La estrategia de intervención, para el conocimiento de factores que rigen el sistema ambiental y de gestión, del Rincón de Santa Lucía consistió en la triangulación de técnicas cuantitativas y cualitativas que permitieron generar un set de cartografías ambientales (Figura

5), que caracterizan espacialmente la condición biofísica del área, las actividades antrópicas, e identifica distintos niveles de vulnerabilidad ambiental en el parque.

A partir de la integración de la información generada se construyó un SIG a escala local. Para ello se recurrió a distintas estrategias de construcción cartográfica, mapas técnicos, perceptivos y participativos.

Se generó una cartografía de Unidades biofísicas (Figura 5.A) que permitió determinar la fragilidad del área. Desarrollada con alto nivel técnico, integró en SIG técnicas de análisis de teledetección con supervisión en campo, y consulta a actores con información técnica y conocimiento del área. Se realizó una clasificación supervisada de la cobertura del área de estudio, a partir de imágenes satelitales Sentinel-2. La clasificación de Unidades biofísicas obtenida se supervisó en campo y dron para determinar la confiabilidad temática del mapa (François-Mas *et al*., 2003). Las campañas de campo formaron parte de los trabajos prácticos de dos cursos de la Licenciatura en Geografía de la Facultad de Ciencias, Udelar.

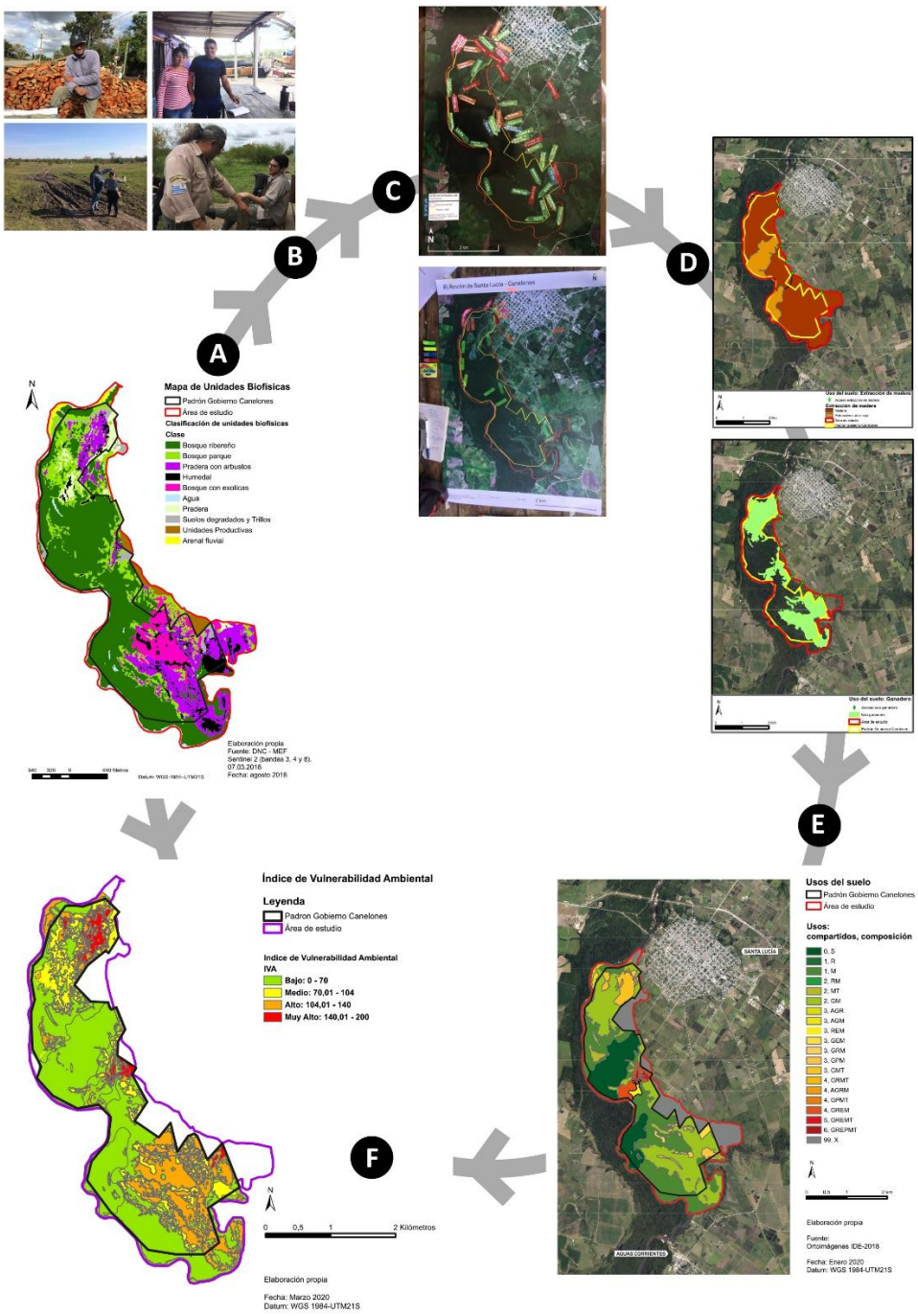
Se analizaron las actividades antrópicas, mediante la identificación y caracterización de los usos del suelo. Se elaboró un mapa participativo de la distribución espacial de los usos del suelo en 2018 (Figura 5.B y 5.C), que permitió determinar el nivel de amenaza del área. La cartografía de Usos del suelo (Figura 5.D y 5.E) permitió relevar los principales procesos antrópicos vinculados a las transformaciones territoriales, representando espacialmente el conocimiento empírico y normativo. Las leyendas generadas para las coberturas contienen aspectos vinculados a la representación espacial de los recursos de uso compartido, como es la localización, extensión, puntos de acceso, métodos y frecuencia de extracción, así como información relevante sobre normativa, medidas de gestión vigentes y los problemas asociados a la gestión.

Se construyó un índice de distribución espacial de la vulnerabilidad ambiental (Figura 5.F) mediante la integración espacial ponderada de los resultados obtenidos de los mapas de unidades biofísicas y usos del suelo actual. El mapa de Vulnerabilidad ambiental describe la interrelación entre la amenaza producida por las actividades antrópicas y la fragilidad de las Unidades biofísicas. La construcción del Índice de Vulnerabilidad Ambiental (IVA) fue realizada según los supuestos conceptuales presentados por Freitas *et al.* (2019). La sistematización del conjunto de la información permitió obtener una clasificación de zonas según niveles de vulnerabilidad ambiental, de fácil interpretación para el trabajo comunitario en la priorización de orientaciones y alternativas de gestión.

En esta etapa, la triangulación de técnicas permitió caracterizar espacialmente el sistema ambiental, mediante la generación del set de cartografías ambientales (Figura 5.A; E; F) que integran el saber local, las historias de uso y las capacidades técnicas. Las cartografías generadas en este proceso, más que un resultado son un elemento disparador para identificar las potencialidades existentes en el territorio. Se construyó un conjunto de mapas temáticos, validados científicamente, sobre el funcionamiento del sistema ambiental que contribuye a diversos fines y operativiza información con alto nivel de detalle y resolución, posible de ser incorporada a otros análisis espaciales y para visualizar diferentes alternativas. El proceso de educación ambiental, y los mapas generados muestran que en la dinámica de las territorialidades que se expresan en el Rincón de Santa Lucía existen elementos permanentes, los usuarios con sus distintas formas de uso y apropiación, que hacen a la determinación de ese territorio. Destacando la importancia subyacente de lo permanente en la construcción de territorio por parte de la población local que habita y se apropia del espacio. Los mapas ambientales del parque El Rincón de Santa Lucía, muestra que la gestión ambiental demanda la participación de los actores tanto para reconocer sus bienes comunes como para tomar decisiones y gestionarlos.

La estrategia de construcción ambiental propuesta por el trayecto, basada en la triangulación de información científica, en diálogo con la empírea y experticia territorial, asistió a los procesos de educación ambiental crítica que se despliegan de este caso de estudio y del que derivan los casos de estudio de esta tesis.

Figura 5-Estrategia de construcción y resultados del set de cartografías ambientales



A. Mapa de unidades Biofísicas. Presentadas en orden decreciente de superficie. **B.** Entrevistas a agentes territoriales **C.** Ejemplos de mapas perceptivos de los RUC. **D.** Ejemplos de mapas de la distribución espacial de cada uso del suelo. **E.** Mapa de la distribución espacial de los usos actuales del suelo. Síntesis de agrupamiento de usos del suelo según cantidad y composición de usos compartidos. La cantidad de usos aumenta del color verde (0 uso compartido) al rojo (seis usos compartidos), y dentro de cada color las distintas agrupaciones se diferencias por gama monocromática. La leyenda presenta para cada agrupación de «uso del suelo según cantidad de usos compartidos», la composición de usos compartidos en orden creciente de superficie. A: extracción de Arena; E: uso Educativo; G: uso Ganadero; M: extracción de Madera; P: extracción de Paja; R: uso Recreativo; S: sin uso; T: Extracción de Tierra; X: área externa al padrón municipal. **F.** Mapa de variación espacial del índice de vulnerabilidad ambiental estandarizado. Elaboración propia.

3.1.3 **Etapa 3-Generación de procesos de acción para la gestión ambiental sustentable**

Esta etapa proyecta la evaluación, por parte de los actores locales, del conocimiento generado sobre el sistema ambiental, en las etapas anteriores (sobre los procesos biofísicos y las actividades que estos sustentan), con la finalidad de comenzar el proceso de planificación territorial al potenciar acuerdos y definir líneas de acción prioritarias que permitan avanzar en la construcción de programas/proyectos de gestión ambiental.

La estrategia de intervención se orienta en la realización de una dinámica, diferenciada en tres momentos no lineales. Previo a la realización de la intervención se conforma un equipo técnico encargado de convocar a los actores locales, analizar y adecuar la presentación de información ambiental; selección y conducción de las dinámicas y; procesamiento y elaboración de resultados. Se establecen acuerdos con los participantes, respecto a cómo gestionar la información ambiental generada, lo que implica definir ¿qué hacer con la información?, ¿cuál información puede tomar carácter público? y ¿cuál información es importante priorizar?

El proceso comienza con un primer momento de *Socialización y evaluación del conocimiento ambiental*. El equipo técnico (LDSGAT) contextualiza la investigación y expone la información ambiental generada en las etapas 1 y 2 (actores a involucrar y conocimiento cartográfico), con el cometido de ser analizada y validada por parte de los actores vinculados al área y recibir una retroalimentación de la información ambiental generada o representado en las cartografías. El intercambio se centra en la deconstrucción de la información ambiental y cartográfica, y busca involucrar de forma activa a los actores en la evaluación de coincidencias y discrepancias y definición de mejoras o ampliación de la información ambiental.

En la actividad se contemplan las siguientes preguntas: (CORBETT *et al*., 2009): ¿Es exacta la información ambiental generada y la que se muestra en el mapa?, ¿Existe información incompleta?, ¿Debió haberse incluido más información?, ¿Cuáles es la información ambiental más importante? ¿cuáles son las partes más importantes representadas en el mapa?, ¿Qué partes hace falta mejorar o resolver?, ¿Cuáles son las principales diferencias reflejadas en los mapas e información ambiental obtenida y a qué cree que obedecen?

En un segundo momento de *Análisis de factores explicativos*, con los actores involucrados y en base a la discusión de la información ambiental generada, se identifican los factores explicativos del estado actual del área de estudio. Para cada situación ambiental, se

diseña una dinámica que permita elaborar un listado jerarquizado por importancia según la percepción. Para ello se toman en cuenta las siguientes preguntas orientadoras: ¿Cómo podemos explicar las causas de la información existente y presentada en las cartografías?, ¿Existen contradicciones en las explicaciones elaboradas?, ¿Cuáles causas de estos procesos son prioritarias?, ¿Cómo es posible atender por dónde debemos enfocar el proceso?

En el tercer momento de *Definición de líneas de acción prioritarias*, a partir de los resultados obtenidos, se seleccionan factores explicativos y sus líneas de acción prioritarias en torno al tema a abordar. Para eso, se construyen los ejes emergentes sobre los que hay que centrar las acciones de cambio. En particular, se definen acciones a priorizar por factor explicativo jerarquizado.

En particular el trayecto transitado en el Rincón permitió analizar factores explicativos del sistema ambiental a nivel de predio y que se vincularon a otras escalas. La implementación de esta etapa comenzó por la discusión de las cartografías ambientales generadas para el área de estudio y de las cuales se proyectan líneas de acción para la gestión del parque. Producto de los intercambios establecidos sobre los factores explicativos asociados a la vulnerabilidad del área, y el acontecimiento de eventos ambientales, dinámicamente la praxis viró a jerarquizar el análisis de otros temas ambientales de interés, que se imponen como desafíos a gestionar en los sistemas ambientales complejos y que en la tesis doctoral refieren a los casos de estudio. Esto dio origen a diversos ejes de IAP, con líneas de acción definidas y que hacen parte de esta tesis doctoral, como procesos de educación ambiental crítica de los casos de estudio.

3.1.4 **Etapa 4-Planificación de acciones en el sistema ambiental y de gestión**

A partir de lo identificado en las líneas de acción prioritarias, comienza la etapa de programar acciones. En esta etapa se propone en diálogo los saberes académicos, técnicos y comunitarios, para analizar la solución a los problemas ambientales o retroalimentar las potencialidades territoriales.

La integración de saberes ambientales para el abordaje de los sistemas ambientales complejos se realizó desde el enfoque de la educación ambiental crítica que problematiza la gestión sustentable y contribuye a la articulación de la conservación ambiental con el uso sustentable de los bienes de la naturaleza.

Las preguntas orientadoras de esta etapa son ¿cómo aumentar la capacidad de gestión del sistema ambiental?, ¿qué acciones permiten la mejora del sistema ambiental, tanto en sus funciones ecosistémicas como en el aprovechamiento de los recursos de uso compartido?

La estrategia de intervención de esta etapa consta de dos momentos, *Construcción de saberes transdisciplinares a partir de conocimientos disciplinares específicos*. En el marco de las experiencias de los módulos prácticos de educación formal terciaria de las unidades curriculares (cursos) del LDSGAT-IECA para la Licenciatura en Geografía; las investigaciones del LDSGAT desarrolladas para los distintos casos de estudio y a partir de las líneas de acción priorizadas por los actores locales en la etapa previa, cada disciplina y enfoque de investigación identifica los contenidos temáticos disciplinares que contribuyen al análisis del tema. Se aplican técnicas, metodologías y herramientas disciplinares propias. Para ello, los estudiantes, o equipos de investigación, integran el marco conceptual y metodológico de cada disciplina/enfoque disciplinar con el saber empírico y técnico existente en el área, y generan propuestas disciplinares. Acorde a los conocimientos generados, en cada unidad curricular o proyecto de investigación, se genera una estrategia de integración de conocimientos disciplinares para avanzar hacia la transdisciplina.

En tanto el segundo momento se centra en el *Diálogo de saberes para definir escenarios futuros e identificación de actividades prácticas que aumenten la capacidad de gestión del sistema ambiental*. Los resultados disciplinares son analizados con la comunidad para definir las estrategias de acción. La estrategia de intervención se centra en el diseño de dinámicas que permitan poner en diálogo el *pensar y hacer* para transitar del conocimiento a la programación de acciones. Con los implicados, se debaten y priorizan posibles propuestas en relación a las

líneas de acción identificadas, las propuestas técnicas disciplinares y se planifican acciones interdisciplinares y multiactorales en un plano general esbozando líneas de actuación, temporalizando las actividades de corto a largo plazo y los roles sociales de los distintos sectores involucrados en el proceso (académico, técnico, gestores, usuarios), para identificar la información y funciones que a estos actores le demanda el proceso.

Sobre la base de la información generada se definen escenarios deseados a alcanzar y se jerarquizan las acciones viables para la mejora de la calidad ambiental del sistema. En esta etapa se trabaja sobre las siguientes preguntas: ¿Cuál/es acción/es estamos capacitados para desarrollar? ¿Cuáles permiten la gestión sustentable del territorio en análisis? ¿Qué ámbitos presentan competencias o deberían implementar las acciones?

La integración de saberes transdisciplinares y capacidades sociales ha permitido identificar actividades prácticas para las líneas de acción priorizadas en los casos de estudio. Esto fomentó el diseño de propuestas para la gestión de los sistemas ambientales complejos, capaces de ser gestionadas y promovidas desde la red de actores locales involucrada al proceso de educación ambiental crítica.

3.1.5 **Etapa 5-Acción colectiva para la gestión ambiental sustentable**

Esta etapa pone en marcha proyectos de acción comunitaria para la conservación y provisión de bienes a largo plazo y sustentabilidad de los sistemas ambientales en estudio. La finalidad formativa se orienta a la implementación de acciones y aumentar la capacidad de participación en la gestión ambiental. Se diseñan proyectos en el territorio que integran las funciones sustantivas de la Udelar, con necesidades comunitarias y procesos de gestión territorial.

El proceso está orientado a desarrollar, evaluar e implementar en el tiempo acciones definidas de modo colectivo que permita enfrentar los conflictos ambientales y que propongan una nueva ética que reconceptualice el sistema ambiental en la gestión territorial. Las estrategias de intervención requieren creatividad para adaptar líneas de acción y prioridades definidas para implementar acciones concretas; con las posibilidades y potencialidades que existan en el territorio. Para ello se promueven procesos interdependientes para participar activamente de las decisiones y desarrollar e implementar la acción colectiva. Estos procesos incluyen el diseño de un proyecto, mediante la selección de técnicas que permiten poner en práctica acciones

identificadas como prioritarias. La meta es promover procesos de transformación social a través de proyectos puntuales que se desprenden de las líneas de acción definidas en la etapa anterior. Para ello es necesario definir en qué medida los agentes tienen capacidad de acción, analizando su alcance para gestionar el sistema ambiental.

La singularidad territorial de los casos de estudio implicó desarrollar procesos de educación ambiental crítica con distintos grados de complejidad. La interrelación de acciones, temas y actores con distinta intensidad en los ciclos de IAP, contribuyó a la gestión concreta y fortalecimiento a largo plazo de los sistemas ambientales complejos.

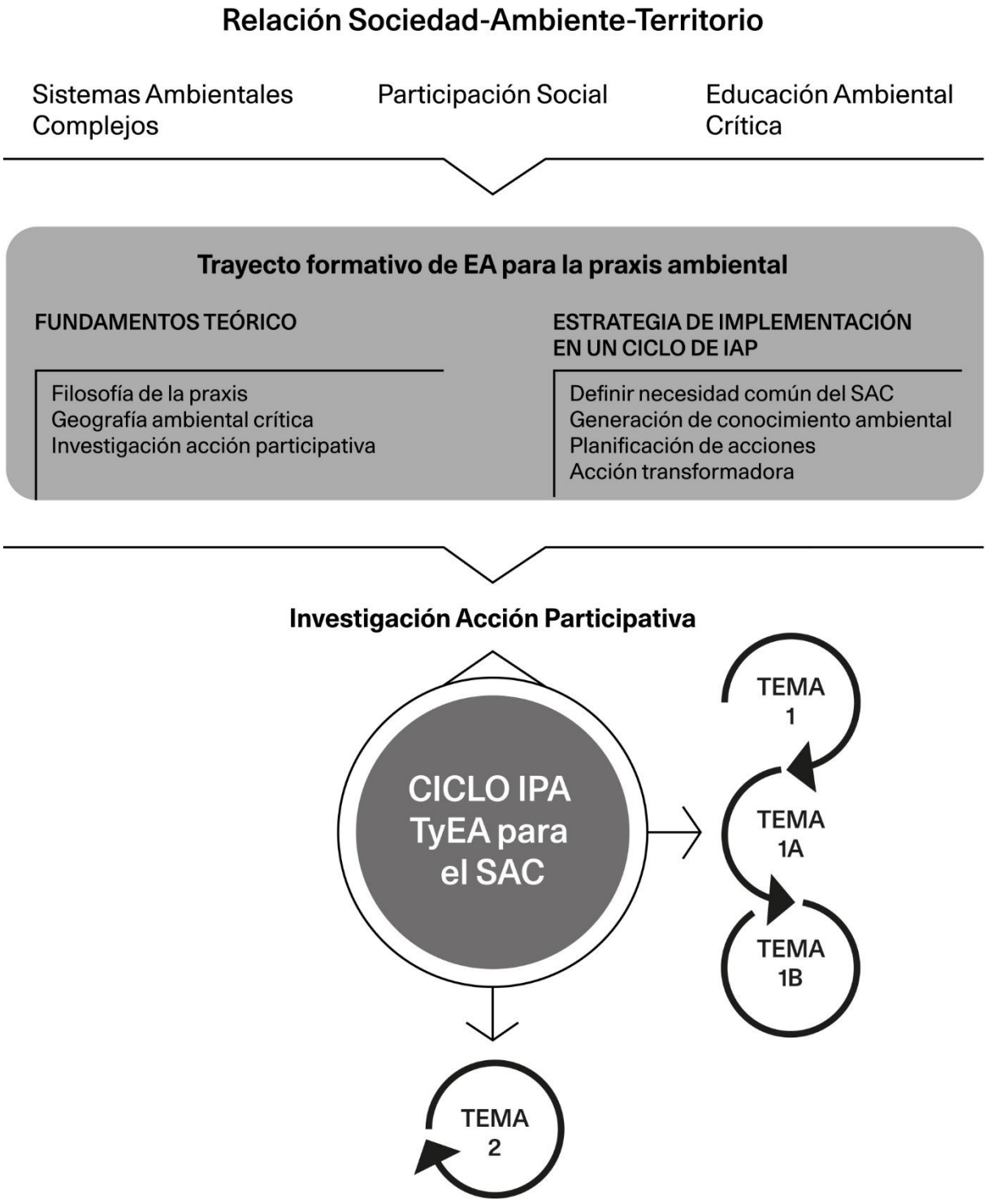
En síntesis, el proceso pedagógico propuesto por el Trayecto formativo de educación ambiental (Eluén, 2020) provee un mecanismo que viabiliza los ciclos de IAP de los estudios de casos abordados en esta tesis. La propuesta es rigurosa/robusta para el abordaje y retroalimentación de sus elementos constitutivos del sistema ambiental. Al tiempo que es amplia y flexible para adaptarse a la singularidad territorial de las diversas escalas de análisis espacial; involucrar diversos actores acordes a la demanda de las acciones que se acuerdan y, por lo tanto; gestionar las diversas situaciones ambientales que emergen de los sistemas ambientales complejos.

3.2 ESTRATEGIA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL EN LA GESTIÓN PARTICIPATIVA

El modelo teórico-metodológico (Figura 6) parte de abordar las relaciones sociedad, ambiente y territorio en el contexto de la gestión ambiental participativa haciendo énfasis en las categorías analíticas: Sistemas Ambientales Complejos, Participación y Educación Ambiental Crítica. Categorías constitutivas del Trayecto formativo de Educación Ambiental en el ciclo de IAP de un territorio. Además, la praxis ambiental se orienta en los fundamentos teóricos de: la Filosofía de la praxis, que define la finalidad formativa del proyecto político pedagógico; la Geografía ambiental crítica, que provee el enfoque científico y dialógico para el abordaje holístico y sistémico de los sistemas ambientales y; la IAP como el enfoque que permite implementar acciones comunitarias y orientar la transformación de las relaciones sociales y con la naturaleza. Para eso, la implementación de la praxis se basa en una estrategia que parte de la definición de una necesidad común sobre los sistemas ambientales complejos, aporta en la construcción de conocimiento ambiental situado y en la planificación e implementación de la acción transformadora. En ese contexto, el proceso de educación ambiental crítica implica avanzar sobre, qué investigar, quiénes participan / se involucran y, qué acciones se concretan.

En su acumulación histórica, los procesos de educación ambiental crítica se articulan a distintas escalas, transitando un espiral que aporta a la resolución de diversas necesidades ambientales, definidas localmente y que en su resolución contribuyen a la implementación de políticas ambientales participativas.

Figura 6-Esquema teórico metodológico del ciclo de Investigación-Acción-Participativa en la Gestión Ambiental de los Sistemas Ambientales Complejos



Enfoque teórico metodológico de los casos de estudio. EA: Educación Ambiental. IAP: Investigación-Acción-Participativa. GA: Gestión Ambiental. SAC: Sistemas Ambientales Complejos. TyEA: Trayecto de Educación Ambiental. Elaboración propia.

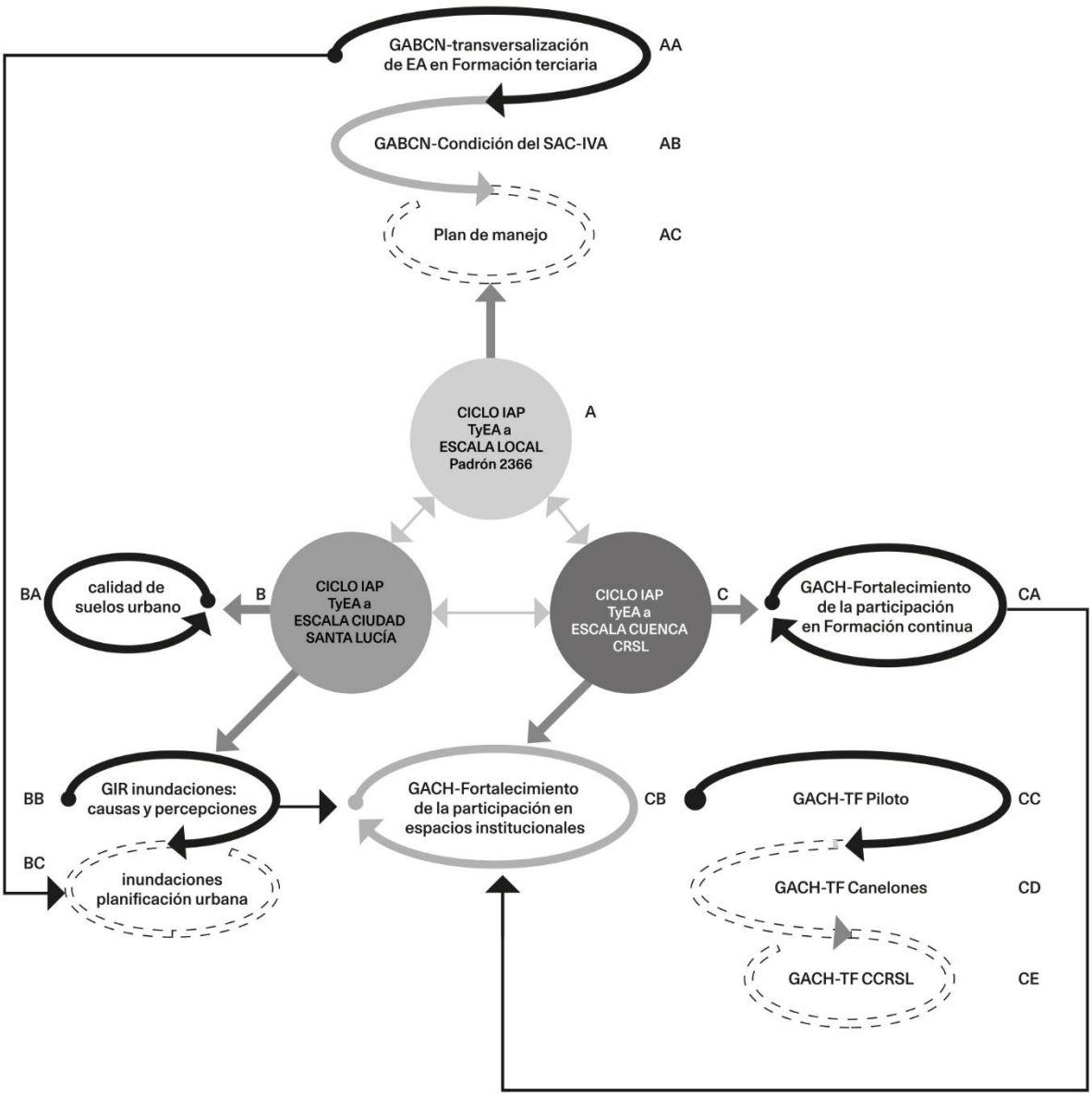
En esta investigación, los estudios de caso se apoyan en el trayecto como un esquema orientador de las etapas que constituyen tránsitos continuos en el tiempo. En cada etapa, los momentos definidos no son lineales, por el contrario, presentan sus especificidades, y están interrelacionados como elementos constructivos con posibilidad de retroalimentarse de otras etapas y trayectos. Así, la resolución de un ciclo de IAP avanza hacia un nuevo espiral, sea profundizando el tema abordado o incluso abriendo nuevos temas, y escalas en que acontece el ciclo. Por lo tanto, los casos de estudio que se abordan resultaron de la aplicación práctica de la IAP; en que el emergente multiescalar es resultado de la praxis que orienta la elección de los procesos de educación ambiental crítica en los estudios de casos (Figura 7).

El primer caso de estudio es el Parque ecosistémico El Rincón en que los temas a abordar emergen desde la escala local pero su resolución se amplió e involucró la localidad urbana limítrofe. Así se define el segundo caso de estudio, la ciudad de Santa Lucía. La comprensión de los diversos temas a escala de padrón y ciudad demanda considerar factores y procesos a escala de cuenca hidrográfica. Así la Cuenca del Río Santa Lucía se constituye como tercer caso de estudio.

En estos casos de estudio los diversos procesos analizados, implican temas ambientales a investigar, para lo cual se involucra a diversos actores con los que se planifica y se toman acciones concretas sobre el ambiente, fortaleciendo la gestión y la implementación de políticas.

A continuación, se presentan los diversos ciclos de IAP transitados en el Padrón 2366, la Ciudad de Santa Lucía y la Cuenca del río Santa Lucía, de los cuales emergen los procesos de educación ambiental crítica trabajados (Figura 7).

Figura 7-Trayectos de EA en los ciclos de IAP para el Padrón Nº 2366, la ciudad de Santa Lucía y la Cuenca del Río Santa Lucía



Ciclos de IAP en los casos de estudio. Ciclos en negro: procesos abordados en la tesis de doctorado; en gris: finalizados o en marcha; en línea punteada: proyectados o iniciando. EA: Educación Ambiental. GABCN: Gestión Ambiental de los Bienes Comunes de la Naturaleza. GACH: Gestión Ambiental de Cuencas Hidrográficas. GIR: Gestión Integral del Riesgo. IAP: Investigación-Acción-Participativa. IVA: Índice de Vulnerabilidad Ambiental. SAC: Sistemas Ambientales Complejos. TF: Territorio Fluvial. TyEA: Trayecto de Educación Ambiental. Elaboración propia.

El caso de estudio a escala local parque ecosistémico El Rincón de Santa Lucía (Figura 7.A), surge por el interés del gobierno departamental de vincular el parque con las funciones universitarias para contribuir a la Gestión Ambiental de los Bienes Comunes de la Naturaleza (GABCN).

La propuesta del Trayecto formativo de educación ambiental para El Rincón de Santa Lucía, Canelones (ELUÉN et al. 2021), permitió generar información sobre la condición del área que integra el análisis biofísico con la apropiación social de la naturaleza, al tiempo que transversaliza la educación ambiental a partir de una necesidad territorial. El ciclo de IAP comenzó, por transversalizar la educación ambiental crítica en cursos de grado de educación terciaria (Figura 7.AA). Esto permitió incluir en el análisis disciplinar el diálogo de saberes con los actores del territorio, al tiempo que aporta conocimientos disciplinares que contribuyen a la gestión del padrón e identifica factores que involucran otras escalas. Este proceso se profundizó en 2018 en un nuevo ciclo de IAP (Figura 7.AB) vinculado a la caracterización de la condición del sistema ambiental mediante la zonificación de la vulnerabilidad del área, y la generación de un set de cartografías ambientales en base al mapeo participativo de los bienes de la naturaleza.

Resultado de los intercambios establecidos con los distintos actores sobre el Rincón de Santa Lucía; la información y acciones ambientales generadas; y el acontecimiento de eventos extremos durante el proceso, se dinamizaron los desafíos a gestionar y los procesos de educación ambiental crítica trascendieron la escala de padrón. El viraje en los temas a abordar, a escala de ciudad y cuenca también genera aportes que retroalimenta la gestión a escala de padrón. La red de actores establecida entorno a los recursos de uso compartido, permitió fortalecer la proyección de un nuevo ciclo de IAP hacia un plan de manejo (Figura 7. AC). que propone profundizar medidas acordes a la vulnerabilidad ambiental del área. En particular, se prioriza el proceso que da continuidad a la transversalización de la educación ambiental crítica en formación terciaria, a partir del diálogo con el proceso de gestión territorial (Figura 7, AA).

Producto del proceso de IAP, surgen nuevos problemas ambientales identificados en diálogo con la población local y que implican la implementación de acciones que catalizaron el anclaje de los temas ambientales a otras escalas.

A escala de ciudad el diálogo establecido sobre el padrón desde el año 2016 entre los cursos de grado y los actores territoriales vinculados al área, permitió establecer el vínculo con dos procesos de educación ambiental crítica en la ciudad de Santa Lucía (Figura 7.B).

Por un lado, entre 2021 y 2022, se realizó un ciclo de IAP vinculado a la calidad ambiental de suelos de un predio localizado en la zona céntrica de la ciudad de Santa Lucía y de interés público (Figura 7.BA).

Por otro lado, la inundación acontecida en 2019 se estableció como una necesidad local que también fue planteada en la jornada de intercambio sobre el Rincón. Así, desde 2021 a la actualidad (2026) se realizan ciclos que abordan la dinámica de inundación como problemática histórica de la ciudad al estar localizada en la planicie del río Santa Lucía y que se profundiza en el contexto actual del cambio ambiental global.

Así, surgió el ciclo de IAP vinculado a comprender las crecidas del río e inundaciones en Santa Lucía, Canelones, en el marco de la Gestión Integral del Riesgo y para lo cual se planteó conocer sus causas, comportamiento y percepciones ambientales (Figura 7.BB). Este proceso realizado entre 2021 y 2023 permitió la concreción de acciones que fortalecen los espacios institucionales vinculado a la política de gestión del riesgo, como fue en 2024 la localización de un sistema de reglas en la ciudad para el monitoreo de la crecida en el marco del Sistema de Alerta Temprano del Centro Coordinador de Emergencias Departamentales, Canelones (CECOED-Canelones) y Centro Coordinador de Emergencias Local Municipio de Santa Lucía (CECOEL-Santa Lucía). Proceso que trascendió a escala de cuenca.

Además, la estrategia de triangulación de técnicas aplicada a los procesos de educación ambiental crítica a escala de ciudad (calidad ambiental de suelos, causas y percepciones de las inundaciones) permitió contribuir al diseño de una estrategia metodológica para el abordaje de los problemas ambientales definidos localmente y que identifica líneas de trabajo y consideraciones para la gestión local y el desarrollo de políticas públicas contextualizadas.

En la actualidad el abordaje de las inundaciones en la ciudad se proyecta y profundiza en el contexto de la planificación urbana (Figura 7.BC). Específicamente en la identificación de áreas de infiltración y su relación con la gestión del espacio público. Tema de investigación que comienza a partir del desarrollo de la tesis.

A escala de cuenca hidrográfica, el abordaje de la problemática de las inundaciones en Santa Lucía implicó el análisis de otros factores concomitantes a escala de la Cuenca del Río Santa Lucía como ser, factores climáticos, el efecto de las infraestructuras sobre los cursos de agua, las presiones del cambio de los usos del suelo y, las políticas de conservación ambiental existentes. Además, en el desarrollo de la investigación, a nivel nacional acontecen eventos climáticos extremos, que involucra una crisis hídrica con eventos de sequía (2023; 2026) e

inundación de magnitud histórica (2019 y 2024) que comprometen la cantidad y calidad del agua en la Cuenca del Río Santa Lucía.

Así surgen ciclos de IAP a escala de cuenca vinculados al fortalecimiento y generación de espacios de diálogo para la apropiación de la información y participación social en la gestión ambiental de la Cuenca del Río Santa Lucía (Figura 7.C).

Por un lado, se propuso profundizar la participación mediante generación de espacios de divulgación, capacitación y formación sobre la gestión ambiental de la cuenca hidrográfica del río Santa Lucía en espacios de educación formal y comunitaria (Figura 7.CA).

En particular, a escala de cuenca el proceso de educación se vinculó a la Gestión Ambiental de Cuencas Hidrográficas y el fortalecimiento de la participación en procesos de formación continua. Bajo la consigna de *El río no es solo el agua*, se realizó la construcción de una línea de tiempo sobre la situación del río Santa Lucía, en el marco de las fiestas comunitarias en la ciudad de Santa Lucía y en articulación con un curso de grado universitario y una organización social local. Durante dos ediciones de la fiesta comunitaria, en 2022 y 2023 se elaboró una línea de tiempo participativa sobre los principales hitos asociados a la gestión del agua de la cuenca, con el fin de identificar los desafíos actuales para la construcción de una visión común, histórica y territorial sobre la dinámica de la cuenca.

Por otro lado, en base a los trabajos realizados en la ciudad de Santa Lucía, donde se establecieron nuevas relaciones con la sociedad civil organizada, se generaron sinergias, que contribuyeron al tratamiento del tema de las inundaciones en espacios institucionales asociados a la política ambiental (Sistema Nacional de Emergencia-SINAE y en la Comisión del Cuenca del Río Santa Lucía-CCRSL).

El tratamiento de las inundaciones en la comisión de cuenca en 2019 estableció la necesidad de fortalecer y generar espacios de discusión para la actuación de la sociedad civil organizada en los espacios institucionales de la Cuenca del Río Santa Lucía (Figura 7.CB)., específicamente en la Comisión del Cuenca del Río Santa Lucía en 2019 y 2024. Por un lado, tras la inundación de 2019, y a demanda de actores de sociedad civil, el LDSGAT participa de la 12ª sesión de la Comisión para contribuir a la discusión de los factores que condicionan las inundaciones vinculado a las zonas de amortiguación del río (zona buffer). En la sesión se presentó los resultados de la línea de investigación “Análisis y contribuciones sobre la zona de protección decretada para los cuerpos de agua en la Cuenca del Río Santa Lucía (2016)” (SOSA *et al.*, 2022). Por otro lado, en 2024, en el ámbito de la 23ª sesión de la Comisión el trabajo

junto a una Organización de la Sociedad Civil permitió argumentar sobre diversos factores condicionantes de las inundaciones como aportes al diálogo para la construcción de soluciones a las inundaciones en Santa Lucía. Además, el análisis de información espacial sobre la crecida permitió deducir hipótesis vinculadas a los cambios en la dinámica del río en la ciudad. Por otro lado, el cambio de funcionamiento propuesto para la Comisión en el período 2025-2030, permitió avanzar en la 27ª a 29ª sesión en proyectar la delimitación del Territorio Fluvial (TF) como alternativa a las zonas de amortiguación (buffer) de ancho fijo, estableciéndose como unidad de gestión de la Cuenca del Río Santa Lucía.

Las relaciones establecidas en la ciudad de Santa Lucía con el gobierno local, departamental y la sociedad civil, permitió en 2024 dar continuidad a la gestión de los cursos de agua. Se inició un ciclo de IAP que propone el fortalecimiento de espacios de diálogo para la construcción de soluciones de gestión territorial. Específicamente se propone la delimitación del TF, como instrumento de ordenamiento ambiental del territorio adaptada a la dinámica fluvial (Figura 7.C).

Primeramente, se realizó una prueba piloto de delimitación del TF (Figura 7.CC) en un tramo río Santa Lucía en el departamento de Canelones; como primer acuerdo de trabajo asumido en el marco del Compromiso con el agua entre la Dirección General de Gestión Ambiental-IC y el LDSGAT-Udelar (2024). Este trabajo se profundiza en la proyección de un nuevo ciclo de delimitación del TF para la cuenca en el tramo que comprende el departamento de Canelones (Figura 7.CD) y posteriormente a escala de cuenca como instrumento de gestión en el marco de la Comisión de cuenca (Figura 7.CE).

Los casos de estudio que se presentan a continuación involucran trayectos con temporalidades que responden a los tiempos de cada proceso de IAP. Cada caso de estudio presenta su particularidad, preocupaciones y actores involucrados, temas de interés y alcance de las acciones acordadas. Estos procesos están interconectados y son sostenidos por el equipo técnico y actores involucrados. Hay temas más complejos que otros, acciones puntuales y procesos de investigación que continúan en el tiempo ya que demandan mayor información y trabajo continuo con los movimientos sociales.

3.2.1 **Fundamentos teóricos metodológicos aplicados al proceso de educación ambiental de los estudios de caso**

En síntesis, con esta investigación se buscó producir conocimiento a partir de situaciones concretas y de la praxis territorial situada. El dinamismo según el contexto del problema ambiental a abordar, el potencial de organización social, la existencia de movimientos sociales con presencia y acción en territorio, la investigación militante, la generación de comunidad de práctica/comunidad extendida de pares asociada a cada proceso; hace de estos territorios un lugar de anclaje y canalización de experiencias que se van gestando según los momentos socio-político-ambientales.

En el recorrido de la tesis, producto del diálogo que se estableció dentro y entre los procesos de educación ambiental crítica, se identificaron algunos elementos centrales que orientaron la definición de los temas y problemas a abordar en base al trayecto formativo. Elementos que se pueden resumir en los siguientes puntos y que son trabajados en los estudios de caso:

a) El problema ambiental es una necesidad identificada por más de un actor del territorio/vinculado a la situación ambiental, y existe acuerdo en transformar esa realidad. (Existe voluntad política (polis) de resolver el problema);

b) En la construcción del problema y su solución prima el principio de contemplar las expectativas de todos los involucrados, buscando construir consensos (el problema es delimitado y definido por la intersección de acuerdos de los distintos actores);

c) La definición del problema es desde la base, existe un anclaje territorial desde la delimitación y definición del problema hasta la ejecución de soluciones donde la participación de las comunidades locales se hace imprescindible;

d) Presencia e interés de colectivos locales. La comunidad local, que habita y se apropia del espacio, sistema ambiental, es el elemento permanente en la construcción de territorio;

e) Los temas son preocupaciones locales, pero ensayar su solución tiene relevancia a nivel de gestión, academia, e implica una mejora directa para la población local y de la calidad ambiental (aunque sea de alcance puntual);

f) Parte de abordar temas/problemas desde el territorio y que son parte a la vida cotidiana (por ejemplo, inundación, calidad de agua, uso de los bienes naturales), el tema está presente en la vida cotidiana o laboral de las personas;

g) La estrategia de educación ambiental crítica está definida por la triangulación del: Tema emergente, Actores involucrados y Finalidades del proceso (formación/capacitación/acción);

h) El problema ambiental es el eje estructurante de la práctica educativa. Toma el espacio de gestión ambiental como eje del proceso de enseñanza – aprendizaje-creación;

i) La generación de espacios de acción colectiva y la revalorización de la vida, se constituyen en ejes fundamentales del poder contrahegemónico que se construye desde las prácticas cotidianas en los territorios;

j) En los casos que existe un espacio institucionalizado para su discusión (definido por la normativa o por el ámbito comunitario), se utiliza para viabilizar el diseño de abordaje co-creado y la resolución del problema;

k) La acción por realizar es viable, e implica esfuerzos y compromisos acordes a las capacidades de cada actor involucrado (las acciones son diferenciales según rol de cada actor social y son parte de su quehacer o cotidianidad);

l) Existe confianza de los actores en el proceso de construcción de soluciones (más allá de que existan posturas antagónicas), se busca avanzar en soluciones que respetan los puntos de acuerdo;

m) Los esfuerzos se retroalimentan, el diálogo, la reflexión, retroalimentan la teoría y la acción, amplía y fortalece la confianza entre actores para la construcción de soluciones;

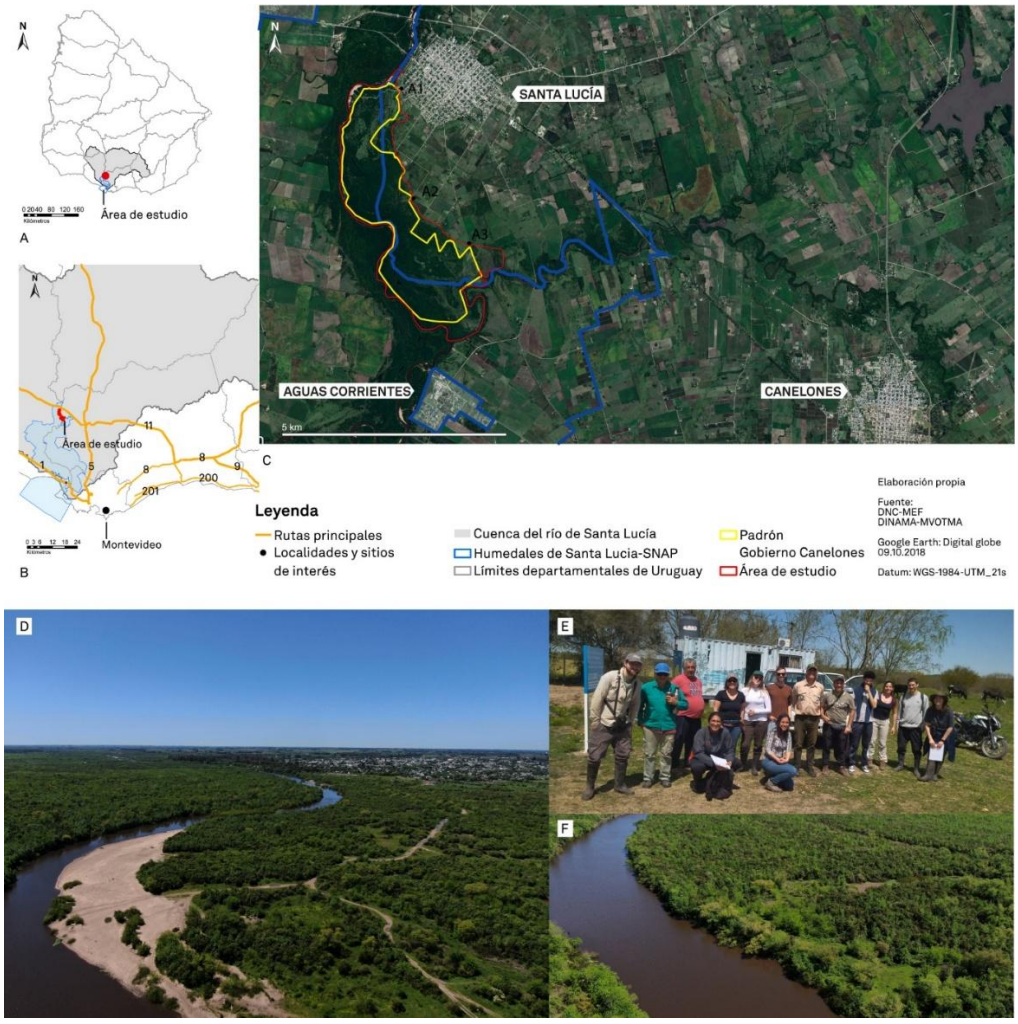
n) Rol de la academia como articulador de la comunidad extendida de pares, la ética ambiental, la investigación militante, como principio cuando el saber no alcanza y se aplica el juicio de experto.

4 ESTUDIOS DE CASOS

4.1 PARQUE ECOSISTÉMICO EL RINCÓN DE SANTA LUCÍA, PADRÓN 2366

El área de estudio, padrón Municipal N°2366 conocido también como Parque ecosistémico El Rincón de Santa Lucía (Figura 8) está ubicada al sur de Uruguay, al noroeste del departamento de Canelones, en la Cuenca del Río Santa Lucía (ACHKAR *et al*., 2013), sobre el río Santa Lucía y el Arroyo Canelón Grande, y al sur de la ciudad de Santa Lucía. La unidad biofísica en estudio abarca una extensión total de 924ha es propiedad de la Intendencia de Canelones.

Figura 8-Área de estudio. El Rincón de Santa Lucía- Padrón Municipal Nº 2366, Canelones, Uruguay



A. A escala nacional. **B.** A escala departamental. **C.** A escala local. Al área se ingresa por tres accesos principales desde la ciudad de Santa Lucía: acceso norte (A1), acceso a zona media (A2) y a zona Sur (A3). **D.** Picada de arena fina (playa al norte del área) y ciudad de Santa Lucía. **E.** Picada Alaniz, base de guardaparques. Elaboración propia. **F.** Picada Alaniz, zona sobre el margen Este del río Santa Lucía. Elaboración propia.

El parque, de interés a escala local por su uso social histórico, también involucra el análisis a escala de cuenca, por integrar sistemas de protección ambiental para los humedales y para las fuentes de agua potable de la zona metropolitana de la capital del Uruguay, así como en la propuesta de una nueva categoría de análisis para las cuencas hidrográficas: el TF de la Cuenca del Río Santa Lucía.

A nivel nacional se destaca por su valor de conservación al formar parte del área natural protegida "Humedales de Santa Lucía" del Sistema Nacional de Áreas Protegida bajo la categoría "Área protegida con recursos manejados", (URUGUAY, 2008; URUGUAY, 2015). Además, es una zona de interés para la gestión ambiental, ya que se encuentra 800m aguas arriba de la toma de agua de la planta purificadora de agua "Aguas Corrientes", principal fuente de abastecimiento de agua potable de la zona metropolitana de Montevideo. El área está dentro del Plan de Acción para la Protección de la Calidad Ambiental y la Disponibilidad de las Fuentes de Agua Potable en la Cuenca del Río Santa Lucía (DINAMA, 2013, 2018), el Plan de Cuenca del Río Santa Lucía (MA, 2023) y en proceso de aprobación del Programa Nacional de la Cuenca del Río Santa Lucía (DINOT, 2024).

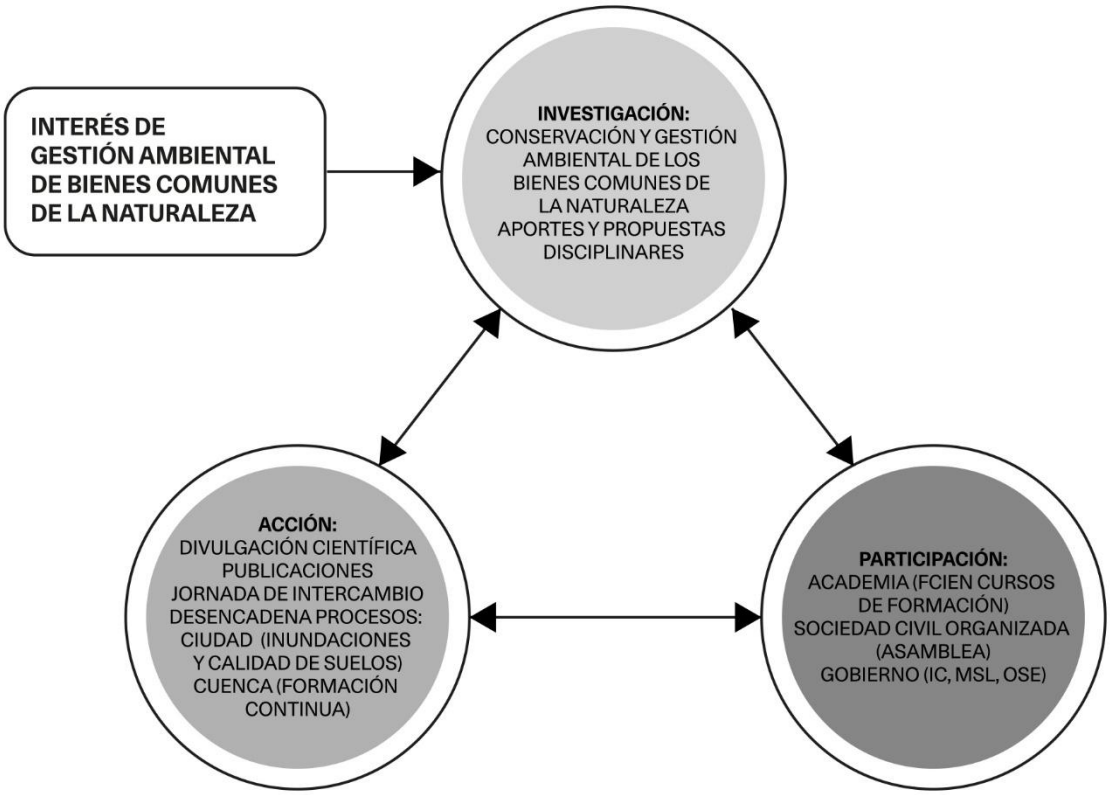
También es una zona de relevancia cultural a nivel local y departamental. El Parque ecosistémico El Rincón de Santa Lucía, fue donado a mediados del siglo XX a la Intendencia de Canelones con el fin de proveer a los pobladores locales de recursos naturales necesarios para el diario vivir (Intendencia de Canelones [IC], 2016). Desde entonces el padrón cuenta con distintos usos de los bienes naturales para fines de subsistencia: extracción de madera, arena, tierra, césped, paja (IC, 2015), pastoreo de ganado y servicios educativo, recreativo y de conservación y restauración (ELUÉN, 2020). Actualmente la Intendencia, es el responsable de gestionar el área. Por otro lado, la presencia de Organizaciones de la Sociedad Civil, con el interés de reivindicar la calidad ambiental de la zona, garantizaron en el año 2013 que el padrón no fuera vendido. Además, entre 2018 y 2020 la Intendencia firma un convenio con FCIEN-Udelar para instalar una Estación Experimental donde desarrollar las funciones universitarias.

En respuesta al interés del gobierno departamental de vincular el parque con fines de gestión, formación y turismo; es que el LDSGAT-IECA desde 2016 realiza acciones de enseñanza, investigación y extensión con participación de actores (estudiantes, especialistas, técnicos, gestores, usuarios y movimientos sociales) en diversas instancias (entrevistas, charlas, salidas de campo, instancias de capacitación, generación de publicaciones, jornadas de divulgación y académicas, y proyectos de investigación a nivel de grado y posgrado (ELUÉN, 2020; ELUÉN *et al*., 2021; HERNÁNDEZ *et al*., 2019; IC, 2019; LÓPEZ, C. *et al*., 2020).

4.1.1 **Transversalización de la educación ambiental en la formación terciaria universitaria**

La propuesta del Trayecto formativo de educación ambiental para El Rincón de Santa Lucía, Canelones (ELUÉN *et al.*, 2021), busca transversalizar la educación ambiental crítica en cursos de grado de educación terciaria. Para ello se propone desarrollar un proceso pedagógico que permita a los estudiantes el análisis ambiental del territorio desde un enfoque crítico multidimensional, al tiempo que aporta conocimientos disciplinares. Este proceso es llevado adelante por cursos del LDSGAT en el área con estudiantes de la Licenciatura en Geografía y afines de FCIEN-Udelar como Tecnólogo en Cartografía y Licenciatura en Biología desde el año 2016 a la actualidad. Se destacan actividades de enseñanza vinculadas a los módulos prácticos de los cursos de Biogeografía, Evaluación de Recursos Naturales e Impacto Ambiental (ERNIA) e Hidrología y Geografía Urbana (HERNÁNDEZ *et al.*, 2019) (Figura 9).

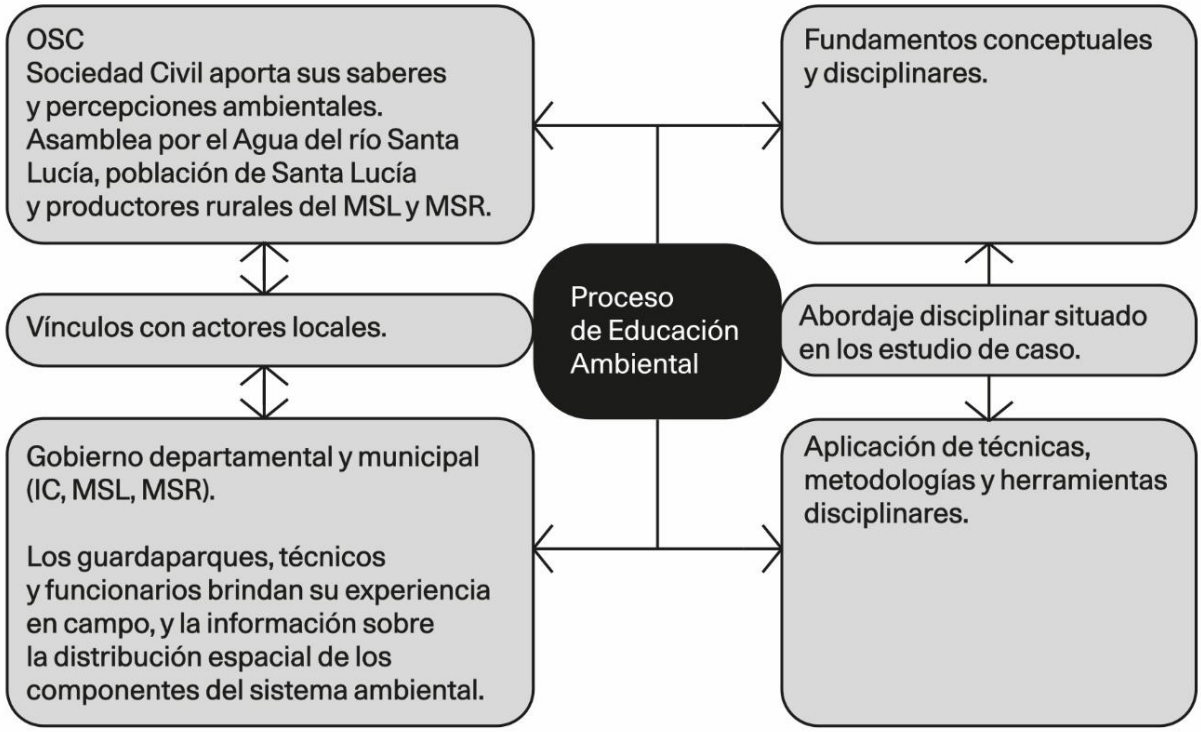
Figura 9-Ciclo de IAP para la Transversalización de la educación ambiental en la formación terciaria universitaria



Asamblea: Asamblea por el Agua del río Santa Lucía. FCIEN: Facultad de Ciencias. IC: Intendencia de Canelones. MSL: Municipio de Santa Lucía. OSE: Obras Sanitarias del Estado. Elaboración propia.

El abordaje metodológico (Figura 10) que problematiza la gestión sustentable del parque, se basa en la integración de saberes contextualizados. Se parte de que los estudiantes integren el marco conceptual y metodológico de cada disciplina, con el saber empírico existente en el área, tomando contacto con los distintos actores y sus distintas apreciaciones sobre el territorio. Para ello se formulan preguntas y se aplican técnicas propias del análisis ambiental desde cada disciplina. A la vez que se introduce la importancia de la inmersión para el análisis territorial. Aprovechando el potencial didáctico del Parque ecosistémico El Rincón de Santa Lucía, se realizan salidas de campo de entre uno y dos días de duración como actividad práctica experimental de los cursos. Durante la salida de campo, además de los relevamientos técnicos disciplinares, se establece un vínculo con actores locales, coordinando entrevistas y charlas que presentan distintos roles, percepciones e intereses sociales en torno al parque (ELUÉN *et al*., 2020). El equipo de Guardaparques, técnicos locales y especialistas invitados brindan su experiencia en campo a los estudiantes y docentes permitiendo conocer la distribución espacial de los distintos componentes del sistema ambiental. Por otro lado, según los temas a abordar se realizan entrevistas a agentes de distinto nivel de gobierno, departamental y municipal; Organizaciones de la Sociedad Civil y de la planta potabilizadora de Aguas Corrientes-OSE. El diálogo sobre “la realidad socioambiental del área y su contexto territorial” con dichos actores permitió abordar la dimensión social de la gestión territorial (ELUÉN *et al*., 2019). Entre 2016 y 2025 han transitado la experiencia los cursos de Biogeografía, ERNIA (2016 al 2019 y 2021 -Actualidad), Hidrología (2022) y Geografía Urbana (2023 y 2025).

Figura 10-Estrategia de transversalización de la educación ambiental en formación terciaria



Elaboración propia.

En el marco de estos cursos los estudiantes de grado recibieron capacitación por parte de especialistas en temáticas disciplinares, alguna de las cuales contribuyeron a proyectos de investigación (ELUÉN, 2020) y generación de documento de divulgación (HERNÁNDEZ, *et al.*, 2019) con jornada de intercambio con los actores locales (IC, 2019a).

Además, se destacan actividades de formación e investigación que contribuyeron al intercambio académico participando en congresos con presentaciones orales y publicaciones, y encuentros para formación docente y comunitaria.

La participación de los estudiantes de la Licenciatura en Geografía pone de relieve el valor de la salida de campo como estrategia didáctica (BRUSCHI, 2026; ZUSMAN, 2011) y el estudio de caso como método de enseñanza (WASSERMANN, 1999). Esto presenta correlato con lo señalado por Da Silva y Da Silva (2020) en que la pedagogía de la alternancia asume el trabajo y la educación situada como un principio educativo, y el conocimiento científico es adquirido y construido por los estudiantes a partir de la problematización de su realidad.

En su conjunto, estas salidas a territorio permiten que los estudiantes contextualicen en terreno los conceptos abordados en los cursos, integren el saber empírico y el teórico, adquieran habilidades en el manejo de las herramientas de análisis disciplinar, se involucren con las problemáticas de la comunidad y, sobre todo, reflexionen sobre las implicancias políticas y sociales de su accionar como futuros profesionales (ZUSMAN, 2011; ELUÉN *et al*., 2020).

Entre los productos alcanzados se destaca la elaboración de una publicación sobre el área de estudio desde el enfoque de los cursos, la cual fue presentada en 2019 a la comunidad de Santa Lucía durante una jornada de intercambio (HERNÁNDEZ *et al*., 2019; IC, 2019a). Allí los participantes, luego de la exposición, plantearon algunas necesidades locales vinculadas a la gestión y conservación del territorio, en especial la problemática de las inundaciones en Santa Lucía.

Por otro lado, los cursos de ERNIA y Biogeografía (2017) asistieron a la etapa de construcción cartográfica para la caracterización de la condición del estado ambiental del parque. Además, a partir de los intercambios mantenidos durante la salida de campo del curso práctico de ERNIA (2022) fue que emergió la necesidad del Municipio de Santa Lucía por conocer el estado de los suelos de un predio de la ciudad de Santa Lucía con interés para el uso público.

Dando continuidad al tema de las inundaciones el curso de Geografía Urbana contribuyó en la generación de información sobre las inundaciones, durante 2023 se realizó el relevamiento de percepción de las inundaciones por crecida del río, y 2025 se relevó los espacios públicos y verdes de la ciudad como áreas potenciales de infiltración para la mitigación de las inundaciones.

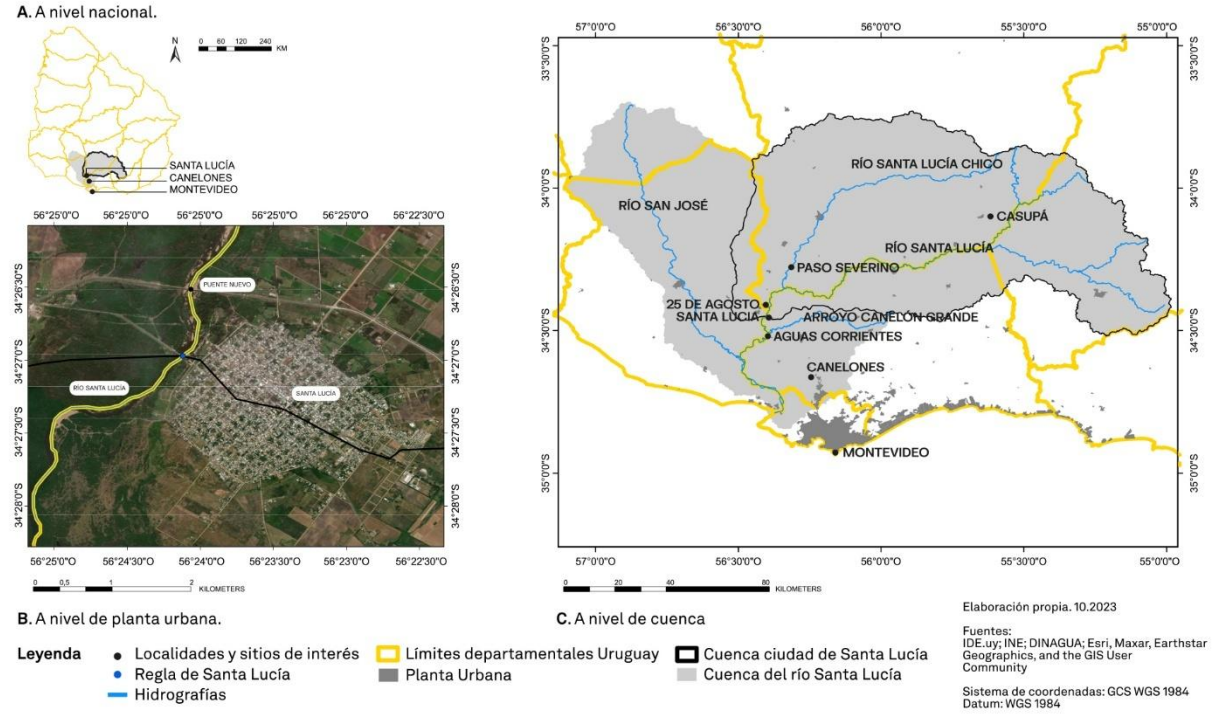
Por lo que el proceso de transversalización de la EA en la currícula disciplinar a partir del estudio de caso de un territorio concreto, El Rincón de Santa Lucía, y la estrategia de inmersión territorial mediante el intercambio con actores locales sobre temas específicos y de trabajo en conjunto con la academia; permitió identificar necesidades locales a distintas escalas, que se tradujeron en líneas de investigación.

4.2 CIUDAD DE SANTA LUCÍA

La ciudad de Santa Lucía se localiza en el departamento de Canelones, al sur de Uruguay, sobre la margen izquierda del río con nombre homónimo, en la zona media-baja de la Cuenca del Río Santa Lucía (Figura 11). Aguas arriba de la ciudad se encuentra la represa Paso Severino que desde 1988, posibilita el control del caudal que se destina aguas abajo, para abastecer a la planta potabilizadora de OSE (Obras Sanitarias del Estado), localizada en Aguas Corrientes desde 1868.

En 2023 Santa Lucía tenía 17.381 habitantes (CENSO POBLACIONAL, INE, 2024), es una de las ocho ciudades más pobladas del país que se halla en área de humedales, lo que involucra al 65% de su urbanización (SCHÖN, 2021). Se estima que la superficie construida en áreas inundables de la localidad es del 16% (DINAGUA [DIRECCIÓN NACIONAL DE AGUAS], 2025). Además, es la segunda ciudad del departamento que presenta el mayor riesgo de inundación (DINAGUA, 2025) y séptima a nivel nacional (DINAGUA, 2022). Situación que puede agravarse en el actual contexto de cambio climático, y de aumento de fenómenos meteorológicos extremos (IPCC [Intergovernmental Panel on Climate Change], 2023).

Figura 11-Área de estudio. Ciudad de Santa Lucía





Localización del área de estudio. **A.** A nivel de Uruguay. **B**. A nivel de planta urbana, **C**. A nivel de cuenca hidrográfica. **D.** Inundación 2024, Fotografía: canal de youtube @verdesdelaire. **E.** Regla Santa Lucía (Puente R.11). **F.** Inundación 2019, Fotografía: Lucio Martínez. Proyección: UTM Zona 21S; Datum: WGS 1984. Elaboración Propia.

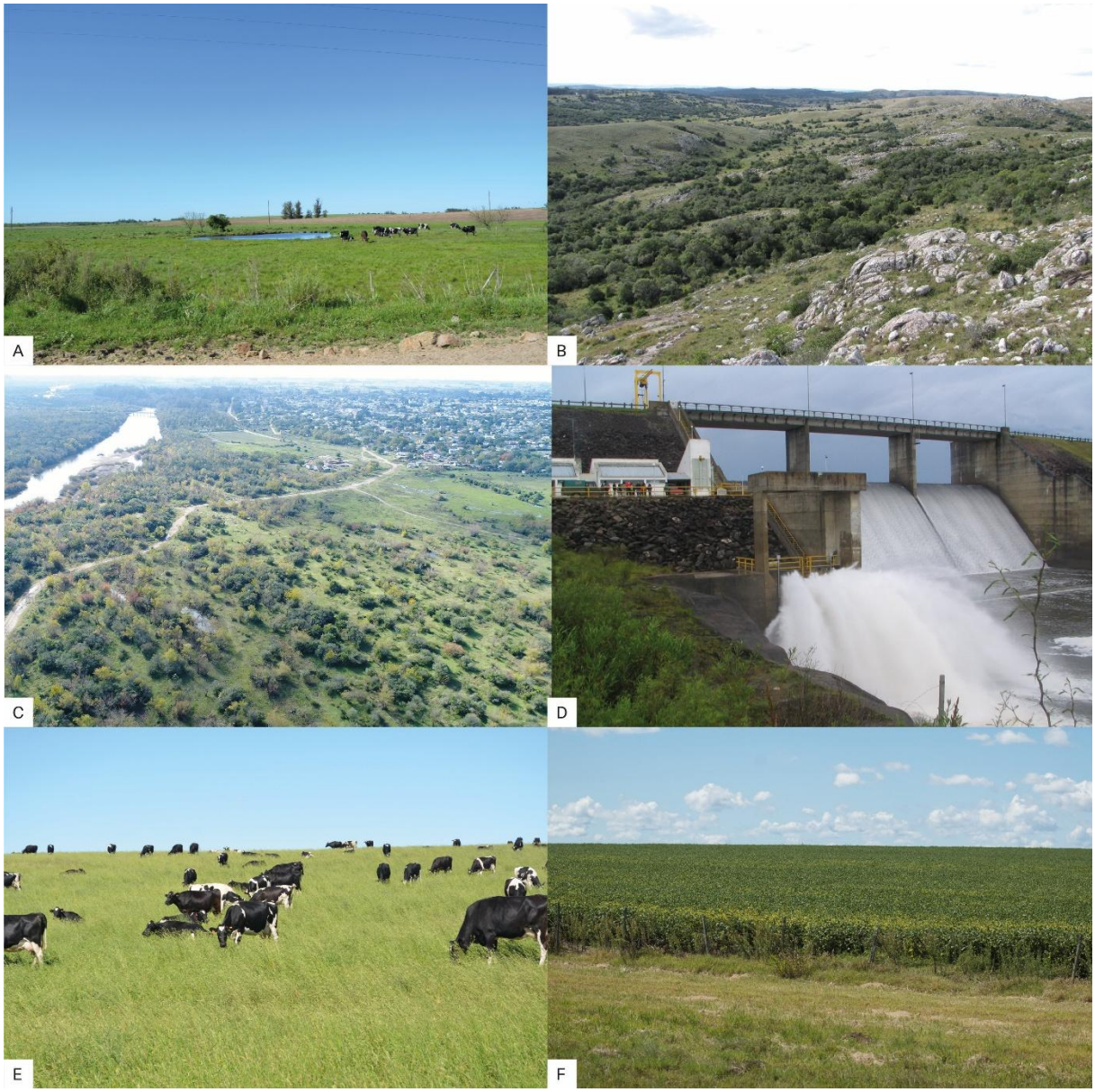
El entramado urbano afectado por las inundaciones está localizado en la planicie del río Santa Lucía, se estima que la población en área inundable es del 16% (DINAGUA, 2025) y abarca el barrio El Caimán, la rambla de la zona histórica de la ciudad, e inmediaciones de la cañada de las Negras. En la última década los eventos extremos han sido recurrentes, en 2016, 2019 y 2024 el río alcanzó alturas excepcionales (ELUÉN *et al*, 2024b; DINAGUA, 2025) en que las inundaciones alcanzaron zonas de la ciudad que no suelen inundarse. En 2024 las afectaciones por las inundaciones alcanzaron a unas 50 manzanas, con 3000 desplazados aproximadamente. En tanto que en 2019 presentó un saldo de dos fallecidos, 153 evacuados y 838 autoevacuados (Sistema Nacional de Emergencia [SINAE], 2022). A pesar de que a nivel nacional no existe un registro sistemático de las afectaciones por inundación anterior al año 2019 (El SINAE crea en 2019 el Monitor Integral de Riesgos y Afectaciones, en tanto que el MA a través de DINAGUA desde el año 2020 cuenta con el Atlas Nacional de Inundaciones y Drenaje Pluvial Urbano), en 2010 se registró 200 evacuados y 67 viviendas afectadas, en menor medida en 2007 se registró 30 evacuados y 10 viviendas afectadas y en 2011 se registró seis autoaevacuados, dos viviendas afectadas (SINAE, 2017).

El caso de estudio es la ciudad de Santa Lucía y su área de estudio es la cuenca que comprende la superficie de la Cuenca del Río Santa Lucía que drena hasta la Estación de relevamiento del nivel del río, regla ubicada en el puente de la ruta 11 a la altura de la ciudad (Figura 11).

El área de estudio es una cuenca que se encuentra en el sur del país, en el bioma Pampa, en la baja cuenca del Río de la Plata en América del Sur. El clima es templado subtropical y no presenta una estación lluviosa, ya que el promedio de las precipitaciones se distribuye a lo largo del año de manera no estacional. Las precipitaciones climatológicas acumuladas presentan un acumulado de lluvia cercano a los 300-350 mm por trimestre, lo cual implica unos 1300 mm por año (BARREIRO *et al*., 2019). La cuenca ocupa una superficie de 8.374 km^2 (Figura 12), su curso principal el río Santa Lucía con 208 km, y recibe como principal tributario al río Santa Lucía Chico. El relieve se caracteriza por ser ondulado suave a ondulado fuerte (MGAP [Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca], 1994). Las nacientes al noreste de la cuenca son una zona de sierras, caracterizada por el interfluvio de las cuchillas grandes del este, que, por la geometría de la cuenca, es una zona de amplia captación hídrica con pendiente pronunciada que disminuye hacia la desembocadura formando una depresión que acumula sedimentos y se corresponde con la zona geológica de la fosa del río Santa Lucía, donde predomina el paisaje de lomadas y llanuras y planicies fluviales. En el margen oeste de la

cuenca, donde se encuentra el río Santa Lucía Chico, el paisaje es de colinas y lomadas cristalinas. Los suelos predominantes son Brunosoles y Vertisoles (ACHKAR *et al*., 2013; MGAP, 1994).

Figura 12-Paisajes característicos del área de estudio



A. Zona media del río Santa Lucía Chico; **B**. Naciente occidental del río Santa Lucía; **C.** Sistema ripario y ciudad de Santa Lucía; **D**. Represa Paso Severino; **E** y **F.** Paisajes agrarios.

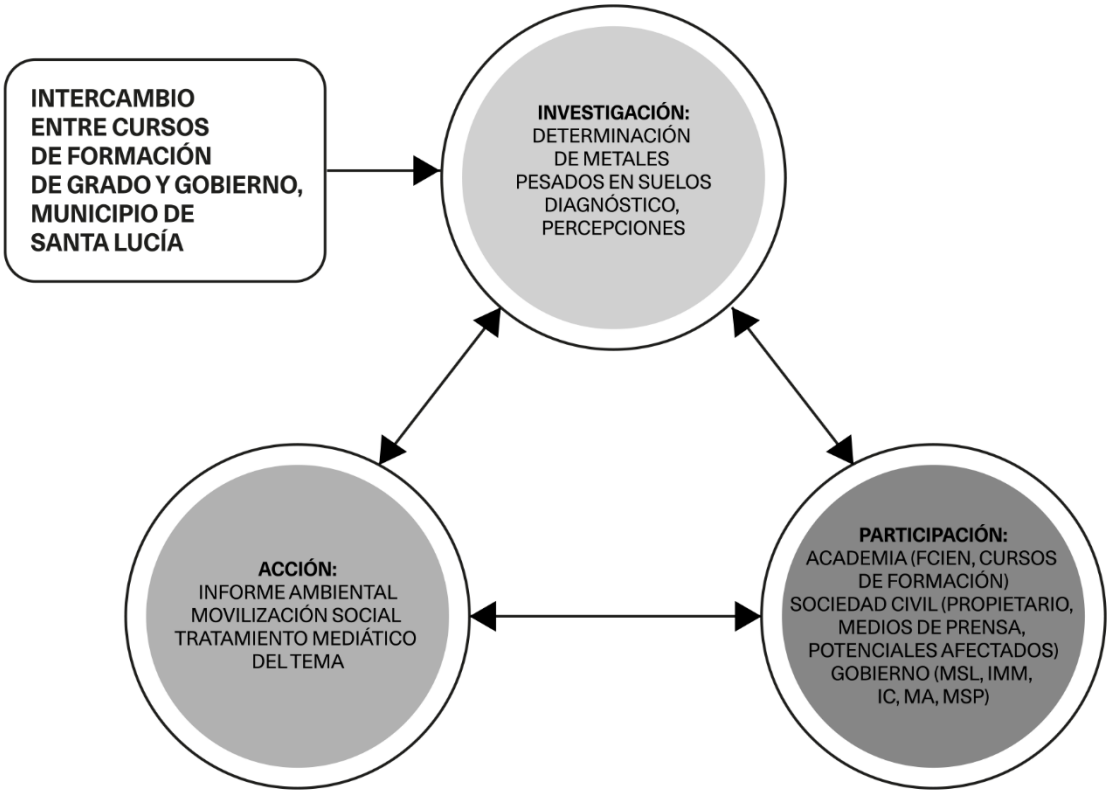
Fotografías y Elaboración propia.

4.2.1 **Educación Ambiental en la ciudad de Santa Lucía**

4.2.2 **Calidad ambiental de suelos de interés para el uso público**

El proceso de educación ambiental crítica a escala de ciudad se vincula a la calidad del suelo de un predio en el Municipio de Santa Lucía (MSL) y tiene por finalidad mejorar las capacidades de los equipos de gestión y técnicos gubernamentales para incorporar conocimientos e información ambiental para la gestión de los sistemas ambientales a nivel municipal (Figura 13).

Figura 13-Ciclo de IAP del proceso de EA sobre calidad ambiental de suelos de interés para el uso público



FCIEN: Facultad de Ciencias; IC: Intendencia de Canelones. MSL: Municipio de Santa Lucía. IMM: Intendencia de Montevideo, MA: Ministerio de Ambiente, MSP: Ministerio de Salud Pública. Elaboración propia.

El problema se definió en el intercambio de estudiantes con el alcalde del Municipio de Santa Lucía, en el marco de la salida de campo del curso de ERNIA a Santa Lucía en el año 2022. Allí se traslada que el Municipio ha identificado una situación ambiental vinculada a la calidad de los suelos de un predio urbano. Por un lado, se identifica el interés en el uso público del predio, por otro, la preocupación por parte de la comunidad de que los suelos estén contaminados; sumado a eso, el Municipio de Santa Lucía y la Intendencia de Canelones presenta carencias en capacidades técnicas para evaluar la presencia de metales pesados en suelo (Figura 14).

En particular, se diseñó una estrategia de educación ambiental crítica para mejorar capacidades del Municipio para detectar la presencia de metales pesados plomo, cromo y cobre en suelos superficiales con interés para el uso público. La estrategia parte de abordar como supuesto de investigación un relato colectivo “mito urbano” de que el predio estaba contaminado con Plomo, para lo cual se contribuyó a mejorar la calidad de la información que circula en la ciudad, lo que permitió avanzar en la resolución de un problema ambiental local.

Figura 14-Predio evaluado en la ciudad de Santa Lucía, Canelones



A. Mapa del área de estudio, **B.** Padrones urbanos afectados. **C.** Entrevista al Municipio de Santa Lucía durante la salida de campo del curso de ERNIA, 2022. **D.** Reconocimiento de usos pasados del terreno. **E.; F.** Preparación de las muestras de suelo. **G.** Detalle del predio en la actualidad. Fotografías y Elaboración propia.

A partir del problema identificado, se inició con el relevamiento de información secundaria y realización de entrevistas a referentes locales para conocer potenciales procesos de contaminación, áreas potencialmente expuestas a metales pesados y antecedentes de los usos

del suelo actual y pasado. En base a la información relevada se diseñó un plan de muestreo, relevamiento y análisis para detectar la presencia de metales pesados plomo, cromo y cobre en suelos superficiales, basado en la técnica de la Guía de screening de suelos (EPA, 1996). Para la definición de los aspectos técnicos se contó con la asistencia y colaboración del Servicio de Evaluación de la Calidad y Control Ambiental (ECCA) de la Intendencia de Montevideo. Los resultados fueron presentados en un informe técnico titulado: Detección de metales pesados en suelos superficiales de un predio con uso pasado de fábrica de fundición en la ciudad de Santa Lucía, Canelones, Uruguay (2023, APÉNDICE A). Además, la generación de información de acceso público (informe técnico) fue un insumo para que el problema sea puesto en la agenda gubernamental ya que permitió tratar el tema en espacios institucionales y ampliar la discusión en la población local. Se presentó en el ámbito de la Dirección de Gobiernos Locales para elevar a distintas direcciones de la Intendencia de Canelones (Dirección de Salud, Dirección General de Gestión Ambiental y Dirección de Contralor). También se establecieron los canales para informar al Ministerio de Ambiente por tratarse de suelos contaminados, a ANEP por la cercanía del predio a un centro educativo; al Ministerio de Salud Pública (MSP) por cercanía a casas de salud y al Ministerio de Desarrollo Social (MIDES) porque existen personas en situación de calle habitando el predio.

Por otro lado, el informe generado permitió a la población local en el año 2025, contar con información ambiental para iniciar procesos de reivindicación de la calidad ambiental del predio, a través de mecanismos como el tratamiento mediático del tema en prensa (FM 90.1 Ideal, Santa Lucía), iniciar trámites de solicitud de fiscalización ante el Ministerio de Ambiente, así como, solicitar asesoramiento y análisis ante instituciones de salud pública (Hospital de Clínicas del MSP y Facultad de Medicina de Udelar).

La articulación de actores locales e institucionales (dueños del predio, vecinos, Facultad de Ciencias, Municipio de Santa Lucía e Intendencia de Montevideo), permitió visibilizar y avanzar en la comprensión del problema ambiental por parte del Municipio, así como avanzar en el establecimiento de redes de gestión, al involucrar a la población afectada y a las instituciones que tienen competencia para la resolución del problema existente. La movilización de los vecinos y el interés gubernamental permitió en julio de 2026 proyectar, por parte del Municipio de Santa Lucía y la Intendencia de Canelones, la adquisición y reacondicionamiento del predio para la localización del Polideportivo de la ciudad.

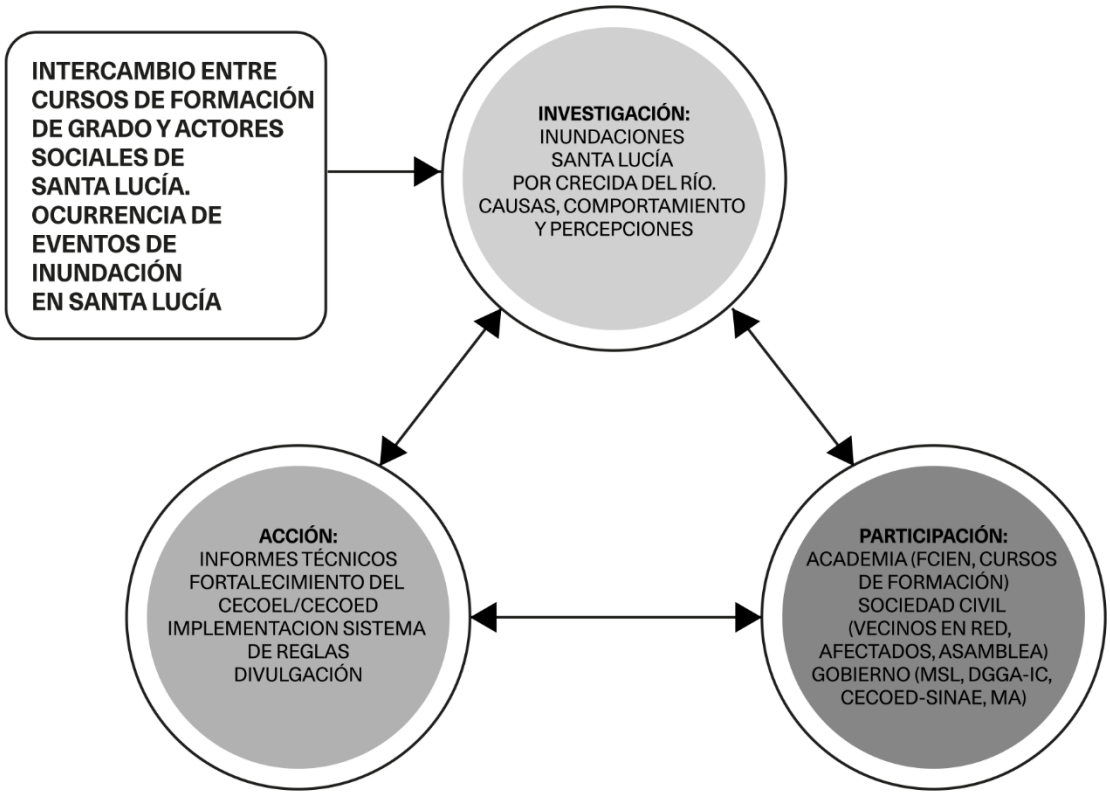
4.2.3 **Gestión Integral del Riesgo de las inundaciones en la ciudad de Santa Lucía**

En la jornada de intercambio realizada en 2019 entre estudiantes y la comunidad de Santa Lucía en que se presentaron los trabajos realizados desde cada disciplina (ERNIA y Biogeografía), se planteó la preocupación local sobre el tema de las inundaciones. En el año 2021, el involucramiento de la línea de investigación del LDSGAT vinculada al tema ciudades inundables en humedales, permitió ampliar el análisis a escala de la ciudad de Santa Lucía en el marco de la Gestión Integral del Riesgo (GIR) e involucró en 2023 y 2025 el curso de Geografía Urbana de la Licenciatura en Geografía, Udelar.

Así, el proceso de educación ambiental crítica que inició a escala local se extendió al barrio lindante que habitan los usuarios del padrón 2366, por ser el primer barrio afectado durante los eventos de inundaciones, pero también se extendió a otras zonas de la ciudad que comenzaron a ser afectadas. Así el problema de las inundaciones es el problema de la ciudad de Santa Lucía.

En este marco se desarrolló un proceso para la generación de conocimientos sobre las inundaciones en Santa Lucía que, aportó a la Gestión Integral del Riesgo en el marco del cambio climático y global y que, combinó relevamiento de percepciones ambientales y análisis de tendencias climáticas. El proceso involucró a la academia, estudiantes de formación terciaria, a personas y colectivos afectados por las inundaciones, y referentes sociales y gubernamentales, alcanzando a generar insumos y concretar acciones en el marco del ámbito estatal de coordinación de emergencia (Figura 15).

Figura 15-Ciclo de IAP en el proceso de EA sobre la Gestión Integral del Riesgo de las inundaciones en la ciudad de Santa Lucía



FCIEN: Facultad de Ciencias. DGGA: Dirección General de Gestión Ambiental; IC: Intendencia de Canelones; CECOED-Canelones: Centro Coordinador de Emergencias Departamentales, Canelones; CECOEL-Santa Lucía: Centro Coordinador de Emergencias Local Municipio de Santa Lucía; MA: Ministerio de Ambiente. MSL: Municipio Santa Lucía. SINAE: Sistema Nacional de Emergencia. Elaboración propia.

La propuesta de investigación para abordar la problemática de las inundaciones en la ciudad Santa Lucía, combinó triangulación de técnicas para el análisis de tendencias climáticas e identificación de factores asociados a las inundaciones. Concretamente desde el enfoque cuantitativo se caracterizó la variabilidad de las inundaciones en la ciudad de Santa Lucía, Uruguay, entre 1990 y 2021 analizando a nivel de cuenca la incidencia de factores como la variabilidad climática y las transformaciones en los usos y coberturas del suelo en la ocurrencia de este fenómeno en relación a los cambios en el nivel del cauce (ELUÉN *et al.*, 2024b).

El análisis cualitativo aportó elementos para interpretar las percepciones ambientales de los agentes territoriales vinculados al uso y gestión de las cuencas hidrográficas. Integrando las explicaciones sobre las acciones y los significados que condicionan la toma de decisiones. Se buscó conocer las percepciones ambientales de los gestores y la población local afectada por los eventos de inundación en la ciudad de Santa Lucía desde 1990 hasta el 2023, como insumo para planificar la acción territorial.

4.2.3.1 Inundaciones en la ciudad de Santa Lucía

El cambio en el régimen de eventos de inundaciones en espacios urbanos es una problemática global actual, que genera amenazas y riesgos continuos para la sociedad. En relación a esta realidad, el rol de los humedales urbanos es un área poco investigada en las ciencias ambientales, aunque se ha demostrado que el cambio de uso y cobertura del suelo urbano tiene impactos complejos en la hidrología de las cuencas (HETTIARACHCHI *et al*., 2014; PAUL; MEYER, 2001; SCHÖN *et al*., 2022). Los humedales son sistemas ambientales altamente dinámicos (NAIMAN *et al*., 2005) y cada vez más se entiende su importancia en la adaptación al cambio climático, por su contribución al equilibrio de los flujos de agua en periodos de crecida y sequía (SECRETARÍA DE LA CONVENCIÓN DE RAMSAR, 2010). Sin embargo, la importancia de los humedales en relación con los eventos de inundación no es considerada, y se continua con la creciente urbanización en las planicies de inundación (BAPTISTA *et al*., 2017).

Especialmente en relación con el cambio climático se presenta un nuevo escenario en que cada vez se observan más fenómenos meteorológicos extremos (IPCC, 2023; SIECK *et al*., 2021). Según el sexto informe del IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático) las tendencias climáticas en la región para los próximos 50 años indican que las precipitaciones aumentan entre un 5 y 9 %, el nivel del mar aumenta entre 0,5 y 0,7 metros, la temperatura aumenta entre 2 a 4 grados, y los vientos del este y sureste aumenta en la zona costera (IPCC, 2023). Esta realidad implica, que tanto los humedales como las poblaciones locales se vuelven más vulnerables, ya que probablemente los eventos de inundación aumenten (XIAO *et al.*, 2016). Por lo que la ubicación de los asentamientos urbanos en zonas bajas es un factor de riesgo (SHENG, 2022).

En general, las inundaciones son causadas por precipitaciones intensas o de gran volumen, pero también pueden ser inducidas por otros factores como la reducción de la capacidad de infiltración del suelo, la impermeabilización, la saturación de la napa freática, entre otras cuestiones que se relacionan directamente con el uso y cobertura del suelo y el desarrollo de infraestructuras en los cursos fluviales (ALISTE *et al*., 2012; ESPINOSA et al., 2018; FERREIRA; ROBAINA, 2012; GARCÍA, P. *et al*., 2018; WCD, 2000).

La fuerte presencia del modelo agroexportador en la región del Bioma Pampa de América del Sur está asociada con el avance de la frontera agrícola que se caracteriza por la

implementación de monocultivos, la siembra directa y la aplicación de paquetes tecnológicos con mayor demanda de agroquímicos y combustibles fósiles (SVAMPA, 2019); lo que facilita que la expansión e intensificación agrícola llegue a tierras que no se habían usado para tales fines. Este proceso es favorecido por el aumento en la demanda global de los nuevos *commodities*, y conlleva a cambios ambientales importantes (BRAZEIRO *et al*., 2020; GARCÍA PRÉCHAC *et al.,* 2010). Estos Cambios en el Uso y Cobertura del Suelo (CUCS) impactan también en el régimen hidrológico, modificando sustancialmente el ciclo hidrológico debido a la intensificación productiva, y por esta razón se vincula de forma directa con impactos negativos en la capacidad de regulación del suelo (BENAVIDES *et al*., 2018; ROLLÁN; BACHMEIER, 2014) y, por lo tanto, en la capacidad de respuesta del sistema ante posibles eventos de inundación. Según Delgado et al. (2020), la variabilidad climática y los Cambios de Uso y Cobertura del Suelo son dos impulsores críticos de la alteración hidrológica de las cuencas hidrográficas.

Por otro lado, el desarrollo de infraestructuras en los cursos fluviales, como las represas con fines de abastecimiento de agua, también pueden ser considerados relevantes en la dinámica hidrológica de los sistemas fluviales (WCD, 2000). Además, el manejo del régimen hídrico puede alterar la variabilidad natural de los caudales, tanto en su magnitud como en el momento de ocurrencia, incidiendo en la dinámica de inundación de las planicies aluviales y su biodiversidad acuática asociada (BUNN; ARTHINGTON, 2002; HIRSCH *et al*., 1990).

Estas transformaciones generan cambios en los sistemas hidrológicos, con algunas problemáticas asociadas, como por ejemplo las inundaciones. Esta realidad se puede observar en la ciudad de Santa Lucía (Uruguay), con especial importancia por ubicarse a pocos kilómetros de la principal planta purificadora de agua potable de Uruguay, Aguas Corrientes y por su exposición constante a las dinámicas de inundaciones, en un contexto de aumento de eventos extremos.

Por tanto, la actividad humana no puede quedar fuera de este análisis ya que influye en el funcionamiento de todo el sistema cuenca. Frente al escenario de cambio climático es imprescindible generar estrategias de manejo de las cuencas centradas en la adaptación multidimensional, y la prevención de desastres en áreas urbanas a través de la planificación del ordenamiento territorial sustentable (NIGHTINGALE *et al*., 2020; SCHÖN *et al*., 2022).

Se hace urgente comprender las interrelaciones que se establecen entre sociedad y naturaleza. Las ciudades que se desarrollan en humedales presentan impactos asociados a las dinámicas de inundación, lo que pone de manifiesto la relevancia de su gestión (SCHÖN *et al*.,

2021). Asimismo, la gestión de cuenca juega un rol central para enfrentar eventos extremos y disminuir la vulnerabilidad de su población, entendiendo que la cuenca forma un sistema hídrico donde todos los componentes están relacionados entre sí (CAMARASA-BELMONTE *et al*., 2018; FERRANDO, 2006; LÓPEZ, M. *et al*., 2007). La gestión de cuencas al vincular la participación ciudadana al proceso de planificación pone de relevancia la importancia de las percepciones ambientales (Ribeiro *et al*., 2009) de los agentes territoriales vinculados a las inundaciones, para entender la visión de la población local y gestores sobre los problemas, las causas, el comportamiento de las dinámicas de inundación y su manejo. En particular la integración de las comunidades en la construcción de la percepción del riesgo de desastres permite el involucramiento de la ciudadanía en el diagnóstico y mitigación de los problemas ambientales y por lo tanto contribuye al fortalecimiento de la resiliencia comunitaria (FUENTES-AGUILAR; D'SILVA SIGNE, 2025) y adecuar la implementación de la gestión integral del riesgo.

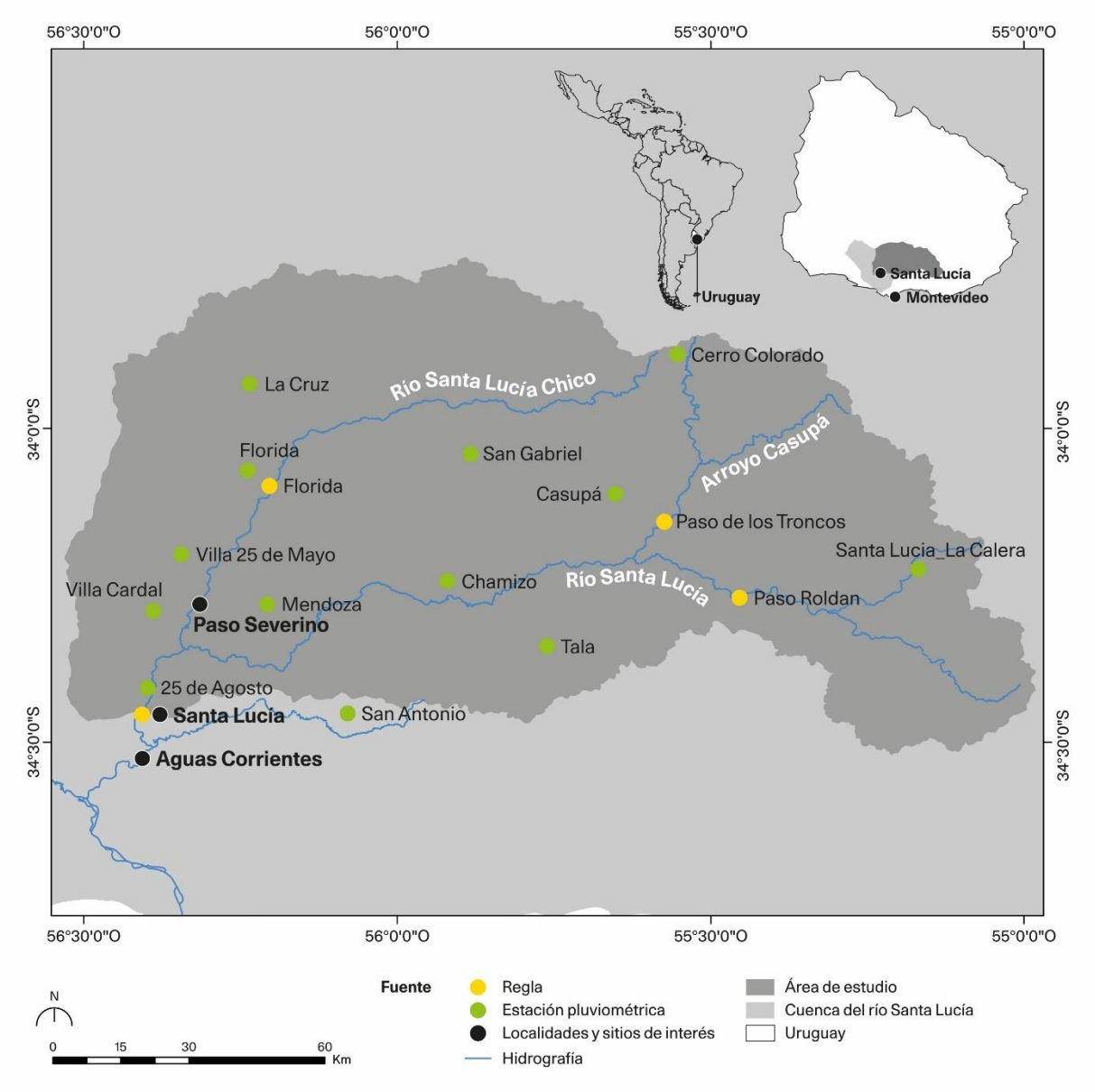
4.2.3.1.1*Comportamiento de las inundaciones en Santa Lucía, entre 1990-2021*

Con la finalidad de caracterizar la variabilidad de las inundaciones en la ciudad de Santa Lucía, Uruguay, el objetivo del trabajo fue analizar a nivel de cuenca la incidencia de factores como la variabilidad climática y las transformaciones en los usos y coberturas del suelo en la ocurrencia de este fenómeno. Específicamente, se evaluó la incidencia de la variabilidad de las precipitaciones e intensificación productiva en relación a los cambios en el nivel del río.

La estrategia metodológica se basó en identificar patrones sobre la ocurrencia de los eventos de inundación en la ciudad de Santa Lucía. Para eso se analizó la respuesta hidrológica del área de estudio a los factores climáticos e intensificación productiva. En particular, las variables analizadas son incidencia de la variabilidad de las precipitaciones y Cambios en el Uso y Cobertura del Suelo, en los cambios del nivel de cauce. Se seleccionaron puntos de estaciones pluviométricas y de nivel del cauce (reglas) con una distribución tal que permita cubrir la superficie del área de estudio y con datos disponibles para un período de treinta años que permita evaluar tendencias climáticas (OMM [Organización Meteorológica Mundial], 2018) entre 1990 y 2021 (Figura 16). Para analizar el comportamiento de las variables, nivel del cauce y precipitación, se trabajó con series históricas de datos y se evaluó para cada punto las tendencias globales (acumulado mensual) y por estación del año (acumulado estacional);

también se analizó la relación entre las series históricas de cada variable y entre variables. Se determinaron los cambios de uso y cobertura del suelo entre 1990 y 2019, a partir de la variación de superficie de cada clase de uso y cobertura del suelo identificada mediante teledetección.

Figura 16-Localización de las estaciones pluviométricas y de los niveles del cauce (reglas) del área de estudio



Proyección: UTM Zona 21S; Datum: WGS 1984. Fuente: DINAGUA, 2021; INUMET, 2021. IDE.uy; DINAGUA. Elaboración Propia.

4.2.3.1.2*Variabilidad de los eventos de inundación: nivel del cauce*

Para evaluar tendencias en los eventos de inundación se analizó la variabilidad de los niveles del cauce en cuatro puntos (Tabla 1), distribuidos en las estaciones de relevamiento de las reglas (Figura 16). Los eventos de inundación se determinaron a partir de los datos diarios de altura del nivel del cauce proporcionados por DINAGUA (2021). Se consideraron como eventos de inundación dos niveles de altura del cauce. Nivel de crecida: son los eventos de inundación en que la altura del cauce se encuentra con su canal completo, es decir, el agua del río llega hasta el borde del canal o desborda y comienza a inundar la planicie de inundación. Nivel de alerta: son los eventos de inundación en los que la altura del nivel del cauce implica daños para los habitantes, ya que el río inunda la planicie de inundación hacia zonas urbanas y rurales habitadas, afectando la caminería, cunetas, accesos, aislamiento de campos o primeras viviendas.

Tabla 1-Nivel de crecida y alerta para las reglas del área de estudio

Estación de relevamiento de nivel del cauce /reglas	**133.0 Santa Lucía Puente Ruta 11**	**53.1 Florida Puente Ruta 5**	**119.0 Paso de los Troncos Puente Ruta 40**	**117.0 Paso Roldán Puente Ruta 108**
Localización en la cuenca	Ciudad de Santa Lucía	Naciente occidental	Naciente oriental	Naciente oriental
Cauce	Río Santa Lucía	Río Santa Lucía Chico	Arroyo Casupá	Río Santa Lucía
Nivel de crecida (m)	4,5	5	1,8	5
Nivel de alerta (m)	8	6,2	5	12

Fuente: Salida de campo 31.04.2022, con excepción de los niveles de alerta de Santa Lucía y Florida en base a proyecto Euroclima + sobre mapas de riesgo de inundación proporcionado por DINAGUA, 2021.

Elaboración propia

A partir de la determinación de los niveles de altura del cauce considerados eventos de inundación, se generaron cuatro series categóricas por regla, cantidad de eventos de crecida, cantidad de eventos de alerta, duración de los eventos de crecida y duración de los eventos de alerta de los cauces. Para cuantificar la cantidad de eventos se consideró el número de eventos

y se trabajó con la sumatoria mensual y estacional; para cuantificar la duración de los eventos se consideró la cantidad de días que duró cada evento y se trabajó con los promedios mensuales y estacionales.

Estas series permitieron obtener la sumatoria y duración de los eventos mensuales (utilizada para la evaluación global) y estacionales, con las cuales se exploró la presencia de tendencias significativas ($p < 0,05$) y parcialmente significativas ($0,05 \geq p \leq 0,1$) en la cantidad y duración de eventos de crecida y alerta de los cauces, mediante el test Mann-Kendall (MANN, 1945; KENDALL, 1975) utilizado para evaluar tendencias en series temporales hidrometeorológicas (CAORSI *et al*., 2018; HIRSCH; SLACK, 1984; SCHÖN, 2021).

Por otro lado, se analizó la relación entre los niveles de los cauces del área de estudio. Para ello se evaluó la existencia de asociaciones estadísticamente significativas entre cada set de reglas por cada serie categórica (de cantidad y duración de eventos de crecida y alerta) según acumulado mensual y estacional, a partir del test de correlación de rangos no paramétrico de Spearman´s rs (LEGENDRE; LEGENDRE, 1998), el cual considera que la correlación es significativa cuando los valores se acercan a 1.

4.2.3.1.3*Variabilidad climática: comportamiento de las precipitaciones*

Para evaluar la variación de la precipitación en el área de estudio se analizaron 13 estaciones pluviométricas (Figura 16), se utilizaron los registros de dichas estaciones debido a que se encuentran dentro del área de estudio o muy próximas (dos) y presentan registros durante todo el período de trabajo.

Se trabajó con datos diarios de precipitación de las series históricas proporcionados por el Instituto Uruguayo de Meteorología (INUMET, 2021). El análisis realizado exploró posibles tendencias aplicando el test Mann-Kendall (MANN, 1945; KENDALL, 1975) a dos niveles, considerando las precipitaciones acumuladas mensuales y estacionales, para eso se sumaron los acumulados diarios generando dos series categóricas de acumulado.

Se evaluó la existencia de asociaciones estadísticamente significativas de la variación espacial de las precipitaciones a partir del test no paramétrico de Spearman´s (rs), correlacionando las series pluviométricas de acumulado mensual y estacional por separado. En tanto que, para analizar la relación entre precipitación y nivel del río, se correlacionó cada una

de las series estacionales de los eventos de inundación (nivel de crecida y alerta) de la regla en la ciudad de Santa Lucía con las series estacionales de precipitación de las 13 estaciones pluviométricas, a partir del test de correlación de rangos no paramétrico de Spearman´s (rs) (LEGENDRE; LEGENDRE, 1998).

4.2.3.1.4*Transformaciones espaciales: cambio de uso y cobertura del suelo*

Para evaluar las principales transformaciones en los usos y coberturas del suelo del área de estudio se compararon las capas de uso y cobertura del suelo de los años 1990 y 2019 mediante su procesamiento en un Sistema de Información Geográfica (SIG). Se considera este periodo, ya que permite comparar con las series de los eventos de inundación y precipitaciones de treinta años y además incluye una fecha anterior al tiempo de intensificación agraria en Uruguay, según resultados de Domínguez *et al*. (2018) y Gazzano *et al.* (2019).

Para la determinación de la situación actual del uso y cobertura del suelo se trabajó con una clasificación realizada por la División de Información Ambiental de la Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA) del Ministerio de Ambiente del año 2019, en la cual se realizaron ajustes y simplificación para obtener seis categorías (Humedales, Bosque serrano, Campo natural, Forestación, Cultivos e Infraestructura). Para la comparación con la situación inicial de la serie temporal en estudio, se generó una cobertura de uso del suelo para el año 1990, a partir de una imagen TM/Landsat-5 del 16/10/1990 donde se realizó una clasificación supervisada. Se parte de identificar una serie de puntos (78, distribuidos en las 6 categorías) sin cambios en el Uso y Cobertura del Suelo entre la imagen de 1990 y 2019, se trabaja con las mismas categorías ajustadas de la clasificación de 2019. Para la clasificación supervisada se utiliza el 60 % de los puntos y los 40 restantes para evaluar el resultado de la clasificación. La comparación de los cambios de uso y cobertura tiene nivel de aceptación a escala 1:50.000.

Sobre la base de los resultados de Domínguez *et al*. (2018) y Gazzano *et al*. (2019) se determinó la intensidad de uso del suelo, tipo de Cambios en el Uso y Cobertura del Suelo por superficie ocupada. A partir de estos resultados se vinculó la intensidad de uso y cobertura del suelo con los eventos de inundación para identificar cómo afectan los cambios en la cobertura del suelo a la variación de los eventos de inundación. Para eso se analizó la variación de superficie de las clases de uso y cobertura de suelo a nivel de subcuenca, la subcuenca del río Santa Lucía Chico y la subcuenca del río Santa Lucía desde la naciente hasta la unión con el río Santa Lucía Chico.

4.2.3.1.5*Comportamiento del sistema ambiental*

Se presentan los resultados obtenidos en relación con las tendencias del nivel del cauce, precipitación y la vinculación entre sí, para el período 1990-2021. Además, se muestran los cambios de uso y cobertura del suelo entre 1990 y 2019 (APÉNDICE B).

Al analizar el comportamiento del nivel del río entre 1990-2021 en las cuatro reglas evaluadas se observa que sólo dos presentan variaciones en la ocurrencia de eventos de inundación con tendencias significativas según el test Mann Kendall, Santa Lucía y Florida. Por otro lado, se destaca que para la regla de Paso Roldán no se registraron eventos de alerta.

El comportamiento de los eventos de inundación, indica que en la regla de Santa Lucía la tendencia global es a una disminución significativa en la cantidad y duración de los eventos de crecida (p: 0,0077622 y Z: -2,6622; p: 0,034289 y Z: -2,1167 respectivamente) (APÉNDICE B1).

Al evaluar el comportamiento de los eventos de crecida por estación del año (APÉNDICE B2, B3), se observa que en otoño la tendencia es de disminución significativa en la cantidad (con p: 0,013495; Z: -2,4704) y duración (p: 0,048776; Z: -1,9705). En verano y primavera se observa una disminución parcialmente significativa de la cantidad de eventos de crecida (con un p: 0,0601160; Z: -1,8799 y p: 0,084661; Z: -1,7243 respectivamente). Por otro lado, la duración de los eventos de alerta (APÉNDICE B3) es significativamente creciente en invierno (p: 0,029325; Z: 2,1791).

Para la regla de Florida (APÉNDICE B2, B3) en otoño la tendencia también es a disminuir significativamente el número de eventos de crecida (con p: 0,03116; Z: -2,1307). En tanto que en invierno la ocurrencia de eventos de alerta presentó una tendencia significativamente creciente en la cantidad (p: 0,039011; Z: 2,0641) y la duración de los eventos (p:0,019381; Z: 2,3381), también la tendencia de la duración de los eventos de crecida es significativamente creciente en invierno (p: 0,030237; Z: 2,167).

Entre marzo de 1990 y setiembre de 2021, la regla de Santa Lucía registró 210 eventos de crecidas (≥ 4,5 m) de las cuales 48 fueron eventos de alerta (≥ 8 m, corte de ruta). Al identificar los eventos extremos y considerar la cota de seguridad empleada para la ciudad de Santa Lucía (9,64 m) (com. Pers. Alcalde Santa Lucía, 3 de junio, 2023), son 12 los eventos de alerta identificados, siendo el primer registro de la serie en el año 1997 (Tabla 2). Se destaca que los eventos de mayor magnitud se dan en los años 2016 y 2019. Según los acumulados

diarios de precipitación esto se explica principalmente por las precipitaciones abundantes en los días previos y al inicio del evento de alerta.

Tabla 2-Eventos de inundación con nivel del río Santa Lucía mayor o igual a 9,64m

Estación del año	H(m) máxima registrada durante el evento	Duración del evento (días)
Verano 1997	9,80	4
Otoño 2002	10,00	4
Otoño 2002	10,25	3
Invierno 2006	9,90	3
Otoño 2007	9,67	5
Otoño 2007	10,15	5
Verano 2010	10,10	6
Primavera 2010	10,33	5
Otoño 2016	11,06	6
Invierno 2017	10,44	5
Invierno 2019	11,48	5
Primavera 2019	10,44	4

Fuente: DINAGUA, 2021. Elaboración propia

La variación espacial de los eventos de inundación en el área de estudio (APÉNDICE B4) indica que, en términos globales, el comportamiento de los eventos de inundación en los cauces evaluados es similar y presenta asociaciones significativamente positivas según el test de correlación de rangos no paramétrico de Spearman´s (rs). La correlación del acumulado mensual de los eventos de crecida y alerta, indican valores de correlación significativos que varían entre 0,540 y 0,670.

Al evaluar las asociaciones entre los eventos de inundación (crecida y alerta) por estación (APÉNDICE B5), se destaca que en casi todos los casos las asociaciones entre variables son significativamente positivas, con excepción en invierno para la correlación entre los eventos de crecida de las reglas de Paso Roldan y Florida y entre los eventos de alerta de las reglas de Paso de los Troncos y Florida. Las correlaciones significativas con asociaciones positivas más fuertes se presentan en otoño y las más débiles se presentan en invierno. En

particular, las reglas de Santa Lucía y Florida por un lado y Paso de los Troncos y Paso Roldán por otro, presentan un comportamiento similar entre ellas tanto en los eventos de crecida como de alerta. Esto se observa en los valores de correlación de la cantidad de eventos de crecida en otoño, invierno y para la correlación de la cantidad de eventos de alerta en verano, otoño e invierno y en la duración de eventos de alerta en invierno (APÉNDICE B5, B6).

Al comparar la relación entre la cantidad de eventos de crecida de la regla de Santa Lucía con las demás (APÉNDICE B5), podemos decir que la correlación es mayor con Florida en otoño e invierno y con Paso de los Troncos en verano y primavera. En particular, en verano los valores más altos de correlación entre eventos de crecida se observan entre Paso Roldán y Paso de los Troncos con 0,896 y los valores más bajos de correlación entre eventos de crecida se dan entre Santa Lucía y Florida con 0,411. En otoño los niveles de correlación más altos se dan entre Santa Lucía y Florida con 0,798 y Paso Roldan y Paso de los Troncos con 0,718. Invierno es la estación con los valores de correlación más bajos, ya que los valores más altos de correlación se observan entre Santa Lucía y Florida con 0,559, y Paso Roldán y Paso de los Troncos con 0,514. En tanto que en primavera los valores más altos de correlación se dan entre Santa Lucía y Paso de los Troncos con 0,674, seguida de Santa Lucía y Florida con 0,652.

Al comparar la relación de la cantidad de eventos de alerta de la regla de Santa Lucía con las demás reglas (APÉNDICE B5), se observa que la correlación es mayor con Florida en verano, otoño e invierno y con Paso de los Troncos en primavera. En particular, en verano se dan los valores más bajos de correlación de los eventos de alerta, donde los valores más altos de asociación positiva se dan entre Santa Lucía y Florida con 0,512. Otoño es la estación que presenta los valores más altos de asociaciones positivas, en que los eventos de alerta entre Santa Lucía y Florida presentan una correlación de 0,760. En invierno los valores más altos de correlación son entre Santa Lucía y Florida con 0,610. En tanto que en primavera Santa Lucía presenta los valores más bajos de correlación con Florida de 0,498; en comparación con Paso de los Troncos (0,502), siendo los valores más altos de correlación Florida y Paso de los Troncos con 0,671.

Al evaluar las asociaciones entre la duración de eventos de inundación por estación (APÉNDICE B6), se destaca que en casi todos los casos las asociaciones entre variables son significativamente positivas, con excepción de la correlación en invierno entre los eventos de crecida de la regla de Paso de los Troncos y las restantes reglas y; entre los eventos de alerta entre Paso de los Troncos y Florida.

La variación espacial de la duración de los eventos de inundación en el área de estudio no muestra un patrón claro, aunque presentan asociaciones más fuertes a nivel general en otoño (crecidas entre 0,540 y 0,731; alertas entre 0,658 y 0,739) (APÉNDICE B6). Se destaca que la duración de los eventos de crecida presenta la asociación más débil en invierno entre Santa Lucía y Florida (0,226). Por otro lado, en invierno la duración de los eventos de alerta presenta una asociación fuerte entre Santa Lucía y Florida (0,621), pero que no se diferencia con Paso de los Troncos (0,621).

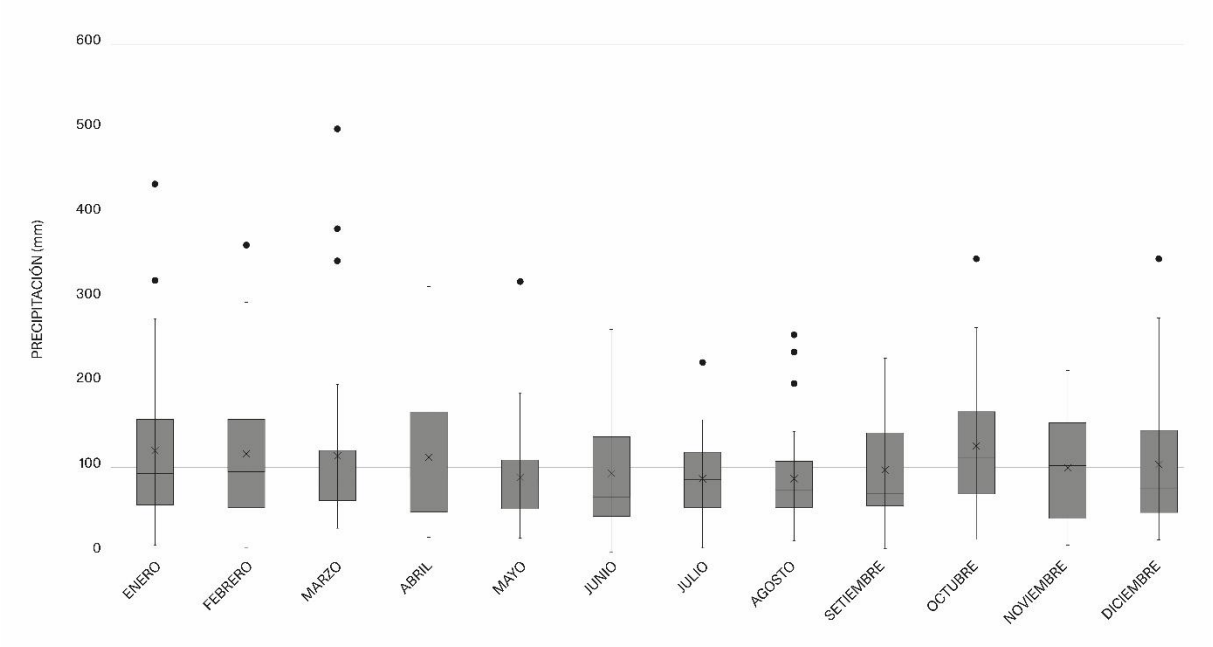
Al comparar la relación de la duración de los eventos de alerta de la regla de Santa Lucía con las demás reglas (APÉNDICE B6), podemos decir que la correlación es mayor en verano con Florida, en otoño con Paso de los Troncos, en invierno presenta igual asociación con Florida y Paso de los Troncos y en primavera con Paso de los Troncos. En particular, el verano es la estación con valores de correlación más bajos a nivel general. En otoño se observan los valores más altos de correlación a nivel general, las asociaciones más fuertes son entre Santa Lucía-Paso de los Troncos (0,739) y Santa Lucía-Florida (0,728). Además, en invierno Santa Lucía presenta con Florida y Paso de los Troncos una correlación positiva y significativa en ambos casos (0,621). En primavera los valores de correlación más altos se dan entre Florida y Paso de los Troncos (0,665) y los más bajos entre Santa Lucía y Florida (0,629).

Por otro lado, el promedio del acumulado mensual de las precipitaciones entre 1990 y 2021, indica una distribución no estacional de las precipitaciones (Figura 17). Al analizar la tendencia global de la variación de las precipitaciones entre 1990-2021 se observa que, el análisis de las 13 series temporales de precipitación acumulada mensual, no mostraron tendencia significativa según el test Mann Kendall. Sin embargo, se hallaron tendencias parcialmente significativamente decrecientes de las precipitaciones en dos estaciones pluviométricas: 25 de Mayo (p= 0,056113; Z: -1,9102) y San Antonio (p= 0,09541; Z: -1,6675). La correlación del acumulado mensual de precipitación, indican que el comportamiento de las precipitaciones es similar en toda el área de estudio, con valores de correlación significativos que varían entre 0,702 y 0,923, según el test de correlación de rangos no paramétrico de Spearman´s (rs).

El análisis de las tendencias estacionales de precipitación, realizado a partir del acumulado estacional (Tabla 3) muestra resultados estadísticamente significativos para las estaciones de otoño e invierno, donde en otoño la tendencia parece indicar una posible disminución y en invierno un posible aumento de las precipitaciones. Por otro lado, el

comportamiento de las precipitaciones a nivel estacional mostró una correlación significativa entre las estaciones pluviométricas del área de estudio.

Figura 17-Promedio del acumulado mensual de las precipitaciones 1990-2020 del área de estudio



Análisis realizado en base a la estación pluviométrica 25 de Agosto.

Fuente: INUMET, 2021. Elaboración propia.

Tabla 3-Tendencia de las precipitaciones en el área de estudio, a nivel estacional para el período 1990-2021

Estación pluviométrica	Otoño	Invierno
25 de Agosto	p: 0,032286; Z: -2,1409	
Mendoza	p: 0,098067; Z: -1,6543	
Casupá	p: 0,071782; Z: -1,8005	p: 0,057785; Z: 1,8973
Cerro Colorado	p: 0,079841; Z: -1,7516	p: 0,088619; Z: 1,7027
Chamizo		p: 0,029715 Z: 2,1739
Florida		p: 0,016379 Z: 2,4004
La Cruz		p: 0,022224 Z: 2,2865
Villa Cardal		p: 0,011403 Z: 2,5301
San Antonio		p: 0,079841 Z: 1,7516

Análisis de Mann-Kendall según acumulado estacional de las precipitaciones, valores de significancia (p) y magnitud (Z). Casos estadísticamente significativos ($p<0,05$) texto en negro, casos parcialmente significativos ($0,05 \geq p \leq 0,1$) texto en rojo. Fuente: INUMET, 2021. Elaboración propia.

La incidencia de las precipitaciones en los eventos de inundación de la ciudad de Santa Lucía a nivel estacional (APÉNDICE B7), indica que la correlación entre los eventos de inundación (crecida y alerta) y las precipitaciones en todos los casos son significativamente positivas. Esta correlación es esperable, dado que es necesaria la presencia de precipitaciones para que aumente el nivel del cauce.

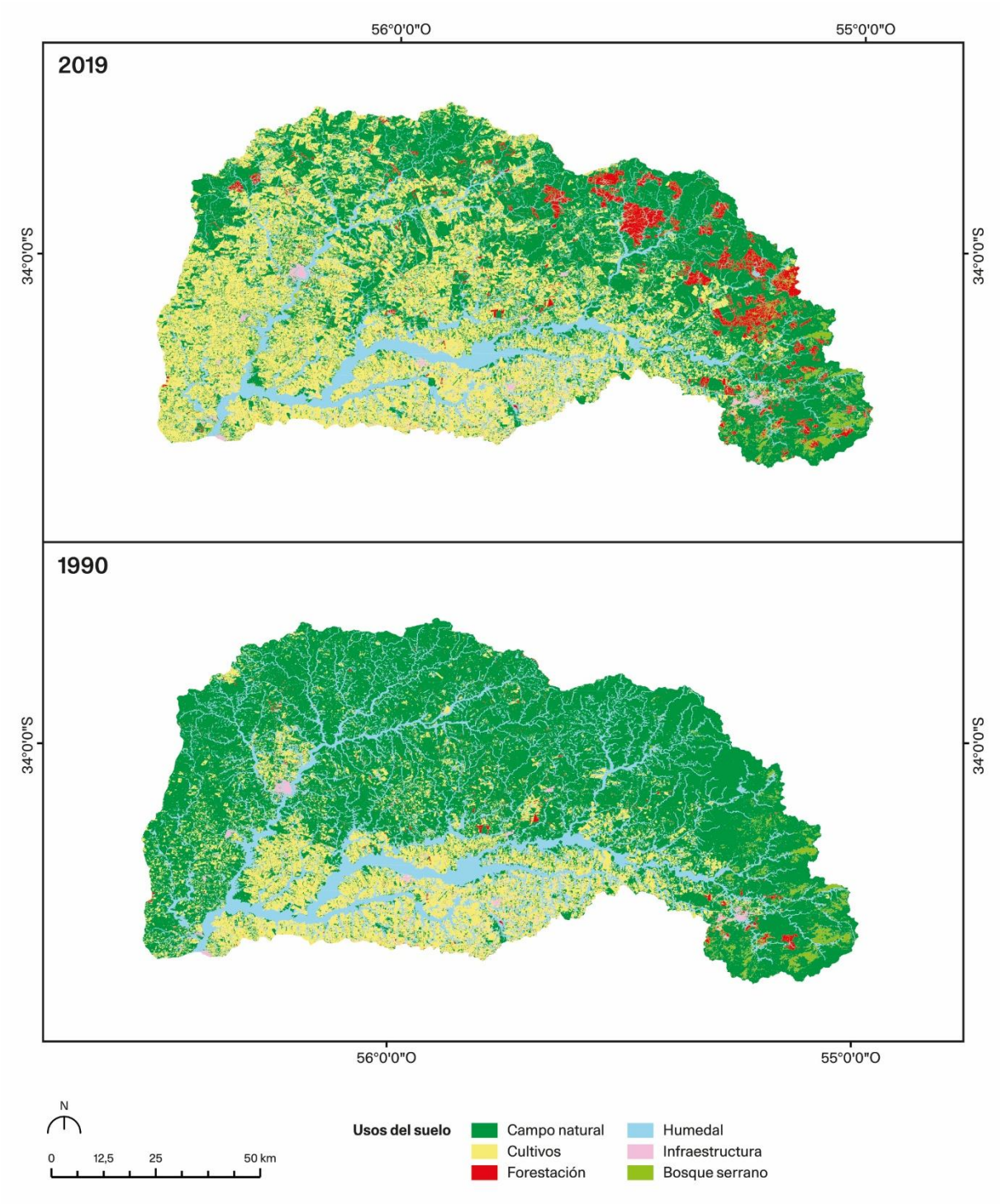
En particular, la relación de las precipitaciones con los eventos de crecida y alerta es mayor en otoño, con un promedio de correlación de 0,657 y 0,647, respectivamente. En otoño tanto la precipitación como los eventos de crecida disminuyen.

Por otro lado, la baja correlación de las precipitaciones con los eventos de crecida en invierno, con un promedio de 0,451 y los eventos de alerta en primavera y verano, con un promedio 0,431 y 0,434 respectivamente, sugiere que otros factores están incidiendo en los eventos de inundación.

La relación de las precipitaciones con la duración de los eventos de alerta en Santa Lucía indica que es mayor en otoño con un promedio de 0,646, seguida en invierno con un promedio de 0,528, verano con un promedio de 0,439 y primavera 0,409.

La variación de los usos y coberturas del suelo entre 1990 y 2019 en el área de estudio sugiere transformaciones espaciales importantes, principalmente asociada a la expansión productiva que generó la disminución del 21 % de la superficie del campo natural (Figura 18; Tabla 4).

Figura 18-Distribución de usos y coberturas del suelo del área de estudio en 1990 y 2019



Proyección: UTM Zona 21S. Datum: WGS 1984

Fuente: DINAMA, 2019. Elaboración propia.

En términos globales en 1990 la cobertura del suelo predominante fue el campo natural con un 63 %, seguidas por cultivos 19 % y un 15 % de humedales. En 2019 el cultivo se expande notoriamente en el norte del área de estudio y se intensifica en el sur y suroeste, ocupando 36 % de la superficie, lo que resulta en una disminución del campo natural al 42 %. Otro aumento importante fue la forestación a un 4,4 % principalmente en la cuenca alta, y mínimamente el área de bosque serrano. Los humedales siguen ocupando el mismo porcentaje de la superficie como también la infraestructura.

Tabla 4-Clasificación de uso y cobertura del suelo años 1990 y 2019, superficies en porcentajes según el total del área de estudio

Uso y cobertura del suelo	**Categorización de uso y cobertura del suelo**	**1990 (%)**	**2019 (%)**	**Diferencia de superficie (%)**
Campo natural	Es la clase más genérica al estar conformada por pastizales de diferente productividad.	63	42	- 21
Cultivos	Cultivos y parcelas de praderas plantadas con fines forrajeros, que sustituyen por completo la cobertura vegetal y presentan una firma espectral similar a los cultivos.	19	36	17
Forestación	Superficies forestadas destinadas a la industria forestal o para montes de abrigo.	1	4,4	3,4
Humedales	Representa áreas bajas con y sin vegetación, que permanecen inundadas en forma permanente o la mayor parte del año.	15	15	0
Infraestructura	Zonas industriales, residenciales y de caminería	1	1	0
Bosque serrano	Bosque que en su mayoría está representado por bosques serranos.	1	1,6	0,6

Fuentes: Las categorías fueron adaptadas a partir de la propuesta de Schön (2021) y DINAMA, 2019. Elaboración propia.

Al observar los Cambios en el Uso y Cobertura del Suelo a nivel de subcuenca (Tabla 5), se destaca que la mayor transformación ocurre en la subcuenca del río Santa Lucía Chico, en que la superficie de cultivos se expande y de campo natural se contrae. Por otro lado, se observa que el incremento de la forestación es mayor en la subcuenca de la naciente del río Santa Lucía.

Tabla 5-Cambio de uso y cobertura del suelo a nivel de subcuencas, del río Santa Lucía Chico y de la naciente del río Santa Lucía

	Subcuenca del río Santa Lucía Chico			**Subcuenca de la naciente del río Santa Lucía hasta la unión con el río Santa Lucía Chico**		
Uso y cobertura del suelo	**1990 (%)**	**2019 (%)**	**Diferencia de superficie (%)**	**1990 (%)**	**2019 (%)**	**Diferencia de superficie (%)**
Campo natural	73	41,5	- 31,5	56	42	- 14
Cultivos	13	42,5	29,5	23,5	32	8,5
Forestación	0,5	2	1,5	1	6,5	5,5
Humedales	12,5	12	-0,5	16,5	16,5	0
Infraestructura	1	1	0	1	1	0
Bosque serrano	0	1	1	2	2	0

Elaboración propia

4.2.3.1.6*Síntesis del comportamiento del sistema ambiental*

Los resultados obtenidos en relación a los niveles del río permiten afirmar que en la ciudad de Santa Lucía existe una tendencia de disminución significativa en la cantidad y duración de los eventos de crecida en otoño y parcialmente significativa en la cantidad de eventos de crecida en verano y primavera; así como un aumento significativo en la duración de eventos de alerta de invierno. El análisis del comportamiento de los eventos de inundación (crecida y alerta) en la ciudad de Santa Lucía identifican la existencia de dos patrones:

a) inundaciones condicionadas por los aportes provenientes del río Santa Lucía Chico y;

b) inundaciones condicionadas por los aportes provenientes de las nacientes del río Santa Lucía.

Según la OEA (Organización de los Estados Americanos) (1971) en la Cuenca del Río Santa Lucía no existe una época de creciente bien definida. En cada año es posible observar crecientes independientes. Además, la distribución de las crecidas permite constatar que en el período invierno-primavera la frecuencia de las crecidas es mayor, y que pueden ocurrir crecientes importantes en cualquier mes del año, aún durante los períodos de estiaje (verano). Aun así, la tendencia observada en Santa Lucía es de disminución de eventos de crecida en otoño, sin embargo, en la última década de la serie analizada se registran inundaciones de mayor magnitud. Esta observación coincide con el aumento de eventos extremos a nivel regional (SANTELICES; ROJAS, 2016) y se relaciona con el cambio ambiental global presente, que como sostiene Steffen *et al*. (2004) se caracteriza por modificaciones de procesos y estructuras ambientales de una manera irreversible, con el aumento de la artificialización sistemática de ecosistemas (ROMERO, 2006).

En Santa Lucía la disminución de los eventos de crecida en verano, en parte se explica por el comportamiento del río Santa Lucía Chico, pero también influye el manejo de la represa de Paso Severino, ya que en esta época del año la represa cumple una función relevante de almacenamiento de agua, dado que existe mayor demanda de agua y menor aporte por precipitaciones. Aunque la OEA (1971) proyectó que la construcción de la represa tendría poca incidencia en el pico de la crecida y no afectaría el comportamiento de los eventos de inundaciones en la ciudad de Santa Lucía; argumentando que el volumen escurrido durante las crecientes es varias veces mayor que la capacidad del embalse. Según Berga (2006) existen distintos tipos de presas que pueden cumplir funciones en el control de las crecidas; las presas de regulación de caudal, como las de abastecimiento de agua, no son las más eficientes para el control de las crecidas. En ese sentido, el desarrollo de modelos para planificar la operación de un embalse durante la ocurrencia de crecida (WEBER *et al*., 2015) sugiere que es posible y necesario analizar en particular el rol de la presa de Paso Severino en el manejo de las inundaciones.

Por otro lado, la disminución del nivel del cauce en otoño, y aumento de la duración de las alertas en invierno, acompañan la tendencia de las precipitaciones, de disminución en otoño y aumento en invierno. En cambio, las tendencias de las alertas (cantidad y duración) en invierno, primavera y verano presenta escasa relación con las precipitaciones, esta situación

sugiere que otros factores pueden estar incidiendo en el comportamiento de los eventos de inundación.

La tendencia de las precipitaciones por estaciones en el área de estudio coincide en invierno con las tendencias encontradas por Schön (2021) en cuencas adyacentes como la cuenca del río San José, o la cuenca del río Yi, donde también se encontraron tendencias de aumento de precipitación en invierno. Sin embargo, Bidegain *et al.* (2012) observan en primavera-verano tendencias crecientes de precipitaciones para el oeste del país. También se identifica en primavera y verano un aumento de las precipitaciones acumuladas para la cuenca del Plata entre 1971 y 2015 (BIDEGAIN *et al*., 2017). Castaño *et al.* (2007) muestran un aumento de precipitación en la temporada cálida para el bioma Pampa, y Varuolo-Clarke *et al*. (2021) afirman que en el sur-este de Sudamérica se muestra un incremento importante de precipitaciones en verano. La diferencia en el comportamiento de las precipitaciones halladas en el presente estudio podría asociarse con efectos de parches o heterogeneidad espacial de eventos extremos y acumulados (FRICH *et al*., 2002).

El aumento de los eventos extremos, también en Santa Lucía, es una de las consecuencias del cambio ambiental global, y como sostienen Xiao *et al*. (2016) esta tendencia según los pronósticos seguirá incrementando a futuro. Además, coincide con el desarrollo de la intensificación agraria del modelo agroexportador a nivel nacional que se expande sobre tierras marginales para la producción agrícola (DOMÍNGUEZ *et al*., 2018; GARCÍA PRÉCHAC *et al*., 2010; GAZZANO *et al.,* 2019) y que posiblemente están afectando el régimen hidrológico. Ya que esta tendencia de cambio en la matriz productiva implica, por un lado, el aumento de cultivos transgénicos y sus paquetes asociados con mayor demanda de insumos; y por otro, la desaparición de las rotaciones pastura-agricultura (GARCÍA PRÉCHAC *et al*., 2010). La ganadería suele desplazarse a suelos sin aptitud agrícola, como los márgenes de los cursos de agua que son degradados por sobrepastoreo (PÉREZ BIDEGAIN, *et al*., 2010). Las transformaciones en el uso y cobertura del suelo identificadas en el área de estudio coinciden con las proyecciones para la cuenca del Santa Lucía (ACHKAR *et al*., 2013), tanto para el avance de la agricultura como en la forestación y además, coinciden con las tendencias de la región, donde se puede observar que la intensificación agraria desplaza pastizales y pasturas por monocultivos como soja y maíz, respondiendo una demanda mundial por *commodities* agrícolas que conlleva una pérdida de biodiversidad y cambios en las escorrentías (AGUAYO *et al*., 2006; GARCÍA PRÉCHAC *et al*., 2010; SVAMPA, 2019).

Los cambios más importantes del área de estudio se corresponden con el aumento de la agricultura en detrimento del campo natural. Estos cambios son más notorios en la subcuenca del río Santa Lucía Chico que en la subcuenca de la naciente del río Santa Lucía, siendo más relevantes entorno a la ciudad de Santa Lucía donde se presentan suelos con mayor aptitud agrícola en relación a los suelos superficiales de las zonas de cuchillas en las nacientes. El aumento de la superficie de los cultivos de verano, puede vincularse a la disminución de los eventos de crecida del nivel del río observados en Santa Lucía en verano. Esto se explica porque los cultivos de verano, como la soja, están asociados a sistemas intensivos de siembra directa que presentan niveles de erosión mayor que el campo natural, y si bien reducen los niveles de erosión frente a los sistemas tradicionales de laboreo, generalmente mantienen niveles de erosión por encima de lo tolerable (PÉREZ BIDEGAIN *et al*., 2010). Como corolario, estos sistemas, principalmente cuando no mantienen la cubierta del suelo o no se devuelve suficiente biomasa al sistema, promueven la pérdida de estructura de suelos, compactación y aumento de escorrentía (ÁLVAREZ, C. *et al.*, 2004; DÍAZ-ZORITA *et al*., 2000), lo que conduce a una pérdida de capacidad de almacenamiento de agua en suelo, que en periodos de estiaje (verano), puede disminuir la disponibilidad de agua en la cuenca y en consecuencia en verano reducir el aporte de agua al cauce.

Por otro lado, como muestran Behrends Kraemer *et al*. (2013), al identificar desplazamientos de la ganadería extensiva por agricultura intensiva en la región, los suelos desprovistos de cobertura vegetal sufren erosión/ compactación, aumentando la escorrentía. Estos procesos se agravan en invierno y por lo tanto contribuyen al aumento de la duración de los eventos de alerta. Cuando se relaciona el uso y cobertura del suelo en la cuenca con la capacidad de infiltración del agua al suelo, se puede observar una relación directa con los eventos de inundación, como sostienen Gallegos y Perles (2019).

La disminución de las inundaciones en otoño también podría ser explicada por el aumento de la forestación, que se encuentra principalmente en la cuenca alta de la naciente oriental, y podría expandirse notoriamente a futuro por la proyección del país en relación a la forestación. Esta tendencia expansiva se basa en la implementación de la Ley Forestal N° 15.939 de 1987. Como consecuencia de la implementación de los monocultivos se pierden muchos territorios de pastizales naturales. El cambio de pastizales a plantaciones forestales monoespecíficas genera modificaciones importantes en el ciclo hidrológico, como muestran varios estudios (JOBBÁGY *et al*., 2013; PEREZ, 2007). Los suelos cubiertos con monocultivos forestales presentan menor capacidad de mantener el agua en comparación a los suelos del

campo natural cubierto con pasturas, por lo que se reduce la escorrentía, debido al aumento de la demanda biológica de agua por evapotranspiración de los árboles, y como consecuencia disminuyen también los caudales, siendo el efecto más pronunciado durante las estaciones con menores precipitaciones (ALVAREZ-GARRETON *et al*., 2019, CANO *et al*., 2023, SILVEIRA, L. *et al*., 2016). La localización de la forestación en las nacientes de la cuenca también puede comprometer la disponibilidad para la cosecha de agua en esta cuenca estratégica, siendo su regulación una demanda expresada por la organización social vinculada a la cuenca (REDES AT, 2026).

El análisis de la superposición y retroalimentación de distintos factores que actúan en conjunto, aumentan el riesgo para la población frente a eventos de inundación, como ha sido discutido por Cousanon *et al.* (2020) y Zscheischler *et al.* (2018). En la interpretación científica sobre las inundaciones, el cambio climático y la dinámica de uso de suelo se reconoce que influyen en la estructura de eventos compuestos intensificando tendencias e incluso modifican las tendencias históricas de los sistemas ambientales. En Santa Lucía juega un rol importante la asociación entre el cambio de uso y cobertura del suelo y el comportamiento climático, pero también como muestran los datos relevados, la distribución espacial de las precipitaciones en la cuenca, el manejo de la represa Paso Severino, y el viento sur, como sostienen los informantes calificados, interfiere en el aumento de caudal (ELUÉN *et al*., 2024b). Además, si el comportamiento de las inundaciones no sigue un patrón regular (OEA, 1971), es posible que estos factores, actuando en concomitancia, aumenten la dispersión de los eventos de inundación.

Sin embargo, la integración de estos factores en modelos explicativos de la variación temporal de las inundaciones y su intensidad aún es incipiente y requieren profundizar en los estudios empíricos. En este contexto, las actividades humanas, el uso y cobertura del suelo en la cuenca merecen una atención especial para comprender mejor el desarrollo y los efectos de los sucesos compuestos; y contribuir así a mejorar o ampliar el marco teórico para la evaluación de riesgos (ZSCHEISCHLER *et al*., 2018). Aunque, la consideración de varios factores que conducen a las inundaciones a menudo sigue sin tenerse en cuenta cuando se aplican los métodos clásicos de análisis de inundaciones (WARD *et al*., 2015).

Por lo cual, es sumamente importante analizar el conjunto de causas que pueden influir en el comportamiento de un río. Esta circunstancia afirma que la unidad analítica tiene que ser el sistema ambiental en su totalidad, que comprende tanto el subsistema social (humano) como el ecológico (biofísico) en interacción mutua (GALLOPÍN, 2006). Los cambios en el uso y

cobertura del suelo, como base de las relaciones entre sociedad y naturaleza y factor integrante del cambio ambiental global, que ocurren en la cuenca, tienen que integrar el análisis de las causas de las inundaciones. Además, posibilita a escala local diseñar e implementar estrategias de manejo del territorio, como apuntan Blanco Wells *et al*. (2017).

En síntesis, las inundaciones en Santa Lucía se explican primeramente por la localización de la ciudad en un área de humedal, además la geometría de la cuenca indica una amplia zona de captación hídrica, en ese sentido el río Santa Lucía realiza aportes significativos de caudal de agua a la altura de la ciudad. Para entender la dinámica de los eventos de inundación es necesario analizar el aporte de los ríos Santa Lucía y Santa Lucía Chico en conjunto; aunque, las inundaciones en la ciudad de Santa Lucía parecen estar más vinculadas a la situación de la Cuenca del Río Santa Lucía, tanto en la ocurrencia y distribución de precipitaciones, el uso y cobertura del suelo y el manejo de la represa Paso Severino. Por tanto, es prioritario orientar los mayores esfuerzos en la implementación de un plan de manejo de esta cuenca que integre criterios de sustentabilidad, que permita a la represa Paso Severino cumplir su función de respaldo de agua para Aguas Corrientes y minimizar los riesgos para la población de la ciudad de Santa Lucía. Sin embargo, también se identificaron sinergias con la situación y aportes de agua desde la cuenca de la naciente del río Santa Lucía, factor que debe ser considerado ya que puede profundizar la frecuencia y duración de los eventos de inundación en invierno.

En invierno, el cambio de uso y cobertura del suelo explica mejor la variación de los eventos de inundación, en especial la interacción entre eventos importantes de precipitaciones y la ocurrencia de grandes superficies de suelos descubiertos o con muy poca vegetación. En este contexto surge la necesidad de disponer de predicciones para las precipitaciones de mediano plazo que permitan diseñar manejos adecuados de la cobertura vegetal y así orientar la regulación del escurrimiento superficial y los caudales del río en los momentos máximos de precipitaciones.

En verano, el manejo de la represa Paso Severino destaca como un factor importante en la regulación del nivel del río. Siendo necesario un programa de manejo de la represa que integre su función principal de reserva para Aguas Corrientes con la regulación del nivel del río. Asociado con análisis de la distribución espacial de los cultivos de verano en la Cuenca del Río Santa Lucía Chico, para optimizar la dinámica del escurrimiento superficial. Además, en el corto plazo es posible un aumento de la superficie de cultivos de verano regados, lo que

introduce una nueva variable a considerar en la comprensión del comportamiento de las inundaciones.

Los diversos factores que se interrelacionan e inciden en los patrones de los eventos de inundación de la ciudad de Santa Lucía, pone en evidencia la necesidad de ampliar las variables de estudio consideradas para el análisis de la gestión del riesgo de las inundaciones, análisis que también debe incluirse y ser incluido en el diseño y proyección de las políticas agrarias.

Este trabajo aportó como caso de estudio al proceso de educación ambiental crítica con un análisis cuantitativo sobre el comportamiento de las inundaciones desde el enfoque multiescalar de cuencas hidrográficas. Además, triangula con el enfoque cualitativo de la investigación sobre inundaciones, al generar información académica para el trabajo con la comunidad en procesos de educación ambiental que permitan avanzar en el conocimiento y construcción de soluciones a los problemas ambientales que se expresan en los territorios a distintas escalas. Se contribuyó en la integración de aspectos metodológicos para la gestión de las inundaciones, al considerar diversos factores hidrológicos, climáticos y de uso y cobertura del suelo. El abordaje de complementariedad de variables favoreció el análisis en contextos de escasez de disponibilidad de datos y aportó a la comprensión social de la complejidad multicausal de las dinámicas de inundación de áreas urbanas localizadas en humedales.

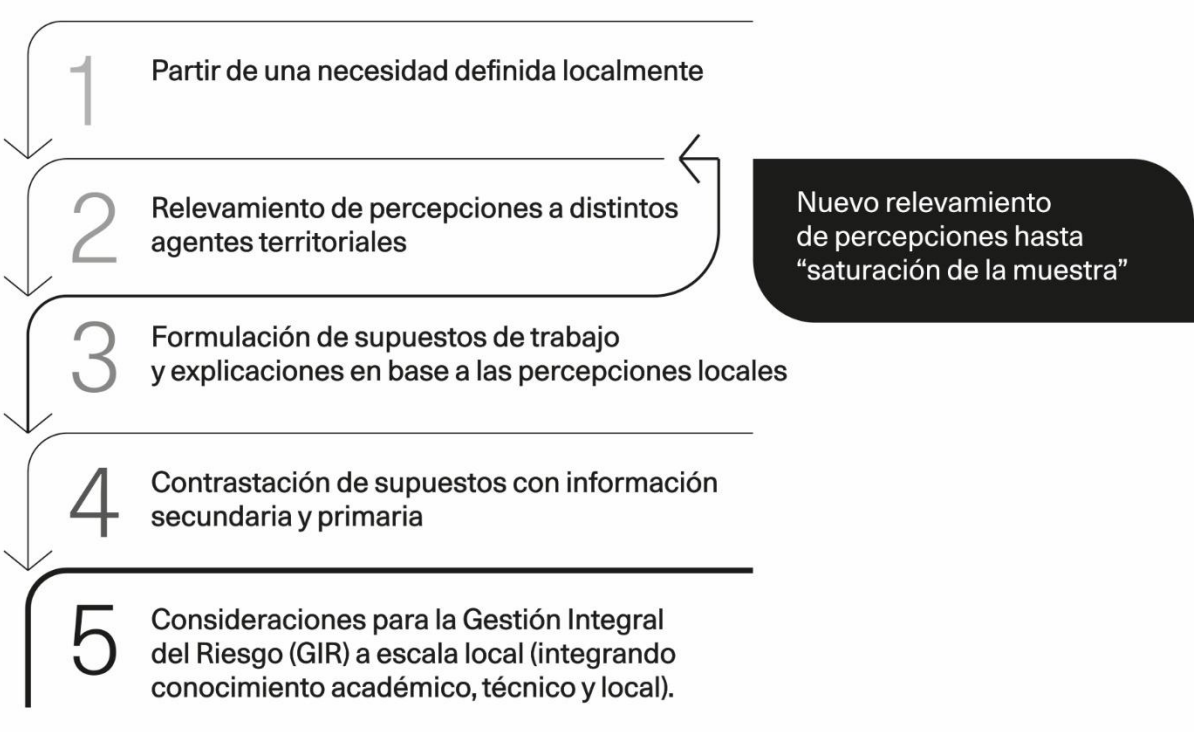
4.2.3.2 Percepción ambiental de las inundaciones de Santa Lucía, Uruguay

Desde el abordaje cualitativo, se trabajó sobre la situación de la ciudad de Santa Lucía, aproximando la interpretación de la población frente a los eventos de inundación y su gestión, analizando las transformaciones y problemáticas presentes en su cuenca desde la educación ambiental crítica. Se buscó conocer las percepciones ambientales de los gestores y la población local afectada por los eventos de inundación en la ciudad de Santa Lucía entre los años 1990 y 2023, y específicamente respecto a su dinámica de comportamiento, implicancias para la población y situación de su gestión. A partir de la percepción del riesgo de las inundaciones, en 2024 y 2025 se diseñaron acciones que contribuyeron a mejorar la calidad de la información y orientar las acciones en el marco de los espacios institucionales vinculados a la política de Gestión Integral del Riesgo.

El trabajo se sostiene en un diseño estratégico amplio, que combinó técnicas cualitativas con técnicas cuantitativas sobre tendencias climáticas (ELUÉN *et al.*, 2024b). Se desarrolla el enfoque cualitativo de la investigación, vinculado a la percepción ambiental de la comunidad local implicada en la gestión o afectada por los eventos de inundación y las acciones comunitarias que se desencadenan en los espacios para la gestión del riesgo.

Para ello se diseñó una metodología para abordar problemas ambientales definidos localmente a partir de las percepciones ambientales (Figura 19); y que permite generar información sobre las necesidades locales, gubernamentales, técnicas y académicas para avanzar en la gestión sustentable del territorio.

Figura 19-Metodología para abordar problemas ambientales definidos localmente



Elaboración propia.

La propuesta metodológica (Figura 19) parte del relevamiento de la percepción ambiental de la comunidad local, implicada en la gestión o afectada por los eventos de inundación. A partir de las percepciones relevadas se formularon supuestos de trabajo y explicaciones, que se pusieron en diálogo con información secundaria y primaria de análisis cualitativo del comportamiento del nivel del río en relación a las precipitaciones y el cambio de uso y cobertura del suelo (ELUÉN *et al.*, 2024b). En base a la triangulación de resultados se identificaron líneas de trabajo y consideraciones para la gestión a escala local y el desarrollo de políticas públicas contextualizadas. La articulación de redes de actores locales en espacios institucionales permitió dar respuesta a una necesidad local que contribuye a la resolución de las problemáticas vinculadas a las inundaciones.

Para caracterizar la percepción ambiental del riesgo, sobre los eventos de inundación, su gestión y conocimientos existentes, se consideró el río y su cuenca como un Sistema Ambiental Complejo (ACHKAR; GAZZANO, 2013).

A cada dimensión de sustentabilidad (ACHKAR *et al*., 2005), se le adjudicó al menos una variable de percepción en base a la propuesta de Borroto *et al*. (2011) (Tabla 6) y se

formularon preguntas indicadoras de cada variable, contextualizado a la temática del riesgo de las inundaciones en la ciudad y adaptadas según los agentes territoriales. Se aplicaron las entrevistas y encuestas en base a un guión con preguntas generales. El protocolo contó con preguntas disparadoras que permitió completar una planilla tabulada, ordenadas en secciones principales: contexto general de la población, usos del río, comportamiento de la crecida, causas y gestión de las inundaciones, conocimientos y formación del tema.

Tabla 6-Dimensiones de análisis, sus variables de percepción ambiental del riesgo

Dimensión	**Variable**
Sociodemográfica-económica	Caracterización de la población encuestada.
Cultural	Modos de valoración y apropiación del río y su entorno ambiental.
Ecológica-físico química biológica;	Visión del río y el ambiente que lo rodea y sus problemas ambientales asociados.
Política	Responsabilidad y competencia ambiental. Actitud ambiental y decisión para incorporarse al cambio. Formación ambiental.

Fuente: Elaboración propia en base a Achkar *et al*. (2005) y Borroto *et al*. (2011)

Se aplicaron técnicas de observación sistemática, encuestas y entrevistas semiestructuradas (HERNÁNDEZ-SAMPIERI *et al*., 2014) a referentes de la temática en la zona para conocer la visión de la población local y gestores. El relevamiento de entrevistas se realizó mediante bola de nieve (BOUDÓN, 1969; SANDOVAL-CASILIMAS, 1996), permitiendo identificar y conectar participantes clave a partir de recomendaciones sucesivas. Se aplicaron entrevistas al segundo y tercer nivel de gobierno con competencia en los espacios de Gestión Integral del Riesgo: CECOED (Centro Coordinador de Emergencias Departamental) de Canelones y CECOEL (Centro Coordinador de Emergencias Local) del Municipio de Santa Lucía, a una agrupación de vecinos “Vecinos en Red” dedicada a la reivindicación de la población afectada por las inundaciones y que participa del CECOED y CECOEL, un referente barrial de la zona más afectada por los eventos de inundación y un ex gestor calificado vinculado a OSE, organismo del Estado responsable de la gestión del agua potable. Los trabajos

de campo se realizaron en cuatro jornadas de relevamiento entre mayo y agosto de 2023 en la cual se contó con la participación de estudiantes universitarios de Geografía Urbana.

Para el relevamiento de la percepción de la población afectada por los eventos de la inundación se aplicaron encuestas. Para ello, se delimitó un área de muestreo según principales zonas afectadas en base a la curva de inundación de junio de 2019 (DINAGUA, 2022), donde se realizaron 38 encuestas a la población afectada por las inundaciones través de un diseño de muestreo al azar por transectas en el área afectada por las crecidas.

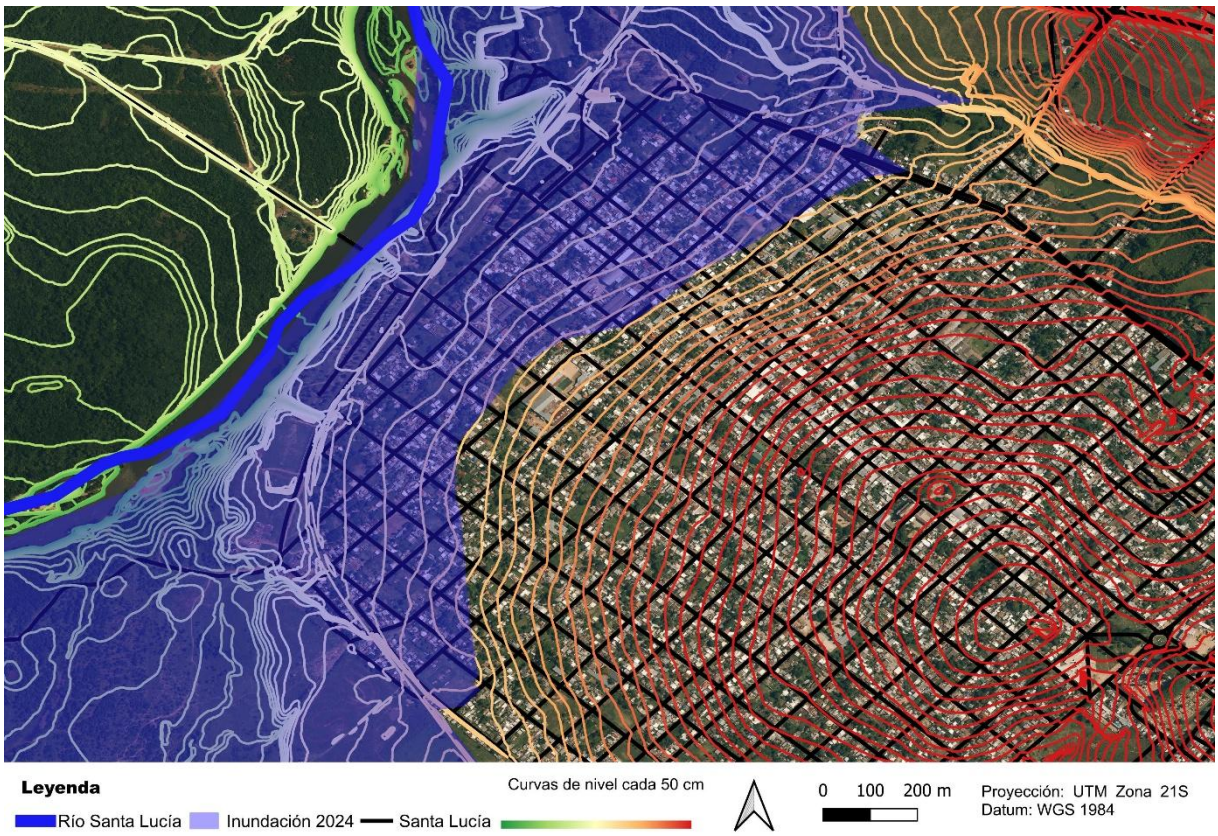
El relevamiento de encuestas y entrevistas se realizó hasta que no aparecieron nuevos hallazgos en las respuestas, por lo cual se consideró que se llegó a una saturación de la muestra. Las percepciones relevadas fueron procesadas acorde a los ejes temáticos del guión y formulario de encuesta; y analizadas desde técnicas de "análisis de contenidos" (BARDIN, 2002), estableciendo relación con las implicancias para la gestión del riesgo en base a información secundaria disponible y primaria a modo de establecer recomendaciones.

Los resultados del proceso de educación ambiental crítica se presentan siguiendo las distintas etapas de la estrategia metodológica propuesta (Figura 19).

4.2.3.2.1*Etapa 1-Partir de una necesidad definida localmente*

En la ciudad de Santa Lucía existe un consenso sobre la situación de los eventos de inundación que es percibido como un problema grave, lo que implica que, tanto desde distintos niveles gubernamentales como desde la población, organizada y no organizada, se están buscando respuestas. En la última década los eventos extremos han sido recurrente, en 2016 y 2019 el río alcanzó alturas excepcionales (ELUÉN *et al.*, 2024b) promoviendo un debate público a nivel local con alcance nacional y que se agudizó en 2024, cuando la crecida del río fue histórica y alcanzó una altura de 12,5 m (SIMAS, 2024), es decir, 8 metros por encima del nivel del cauce y 3 m por encina de la cota de seguridad (Figura 20). Situación que implicó el tratamiento del tema en sesiones de la Comisión del Cuenca del Río Santa Lucía (en 2019 durante la 13ª sesión y en 2024 en la 23ª sesión).

Figura 20-Extensión de la inundación de la ciudad de Santa Lucía para el año 2024

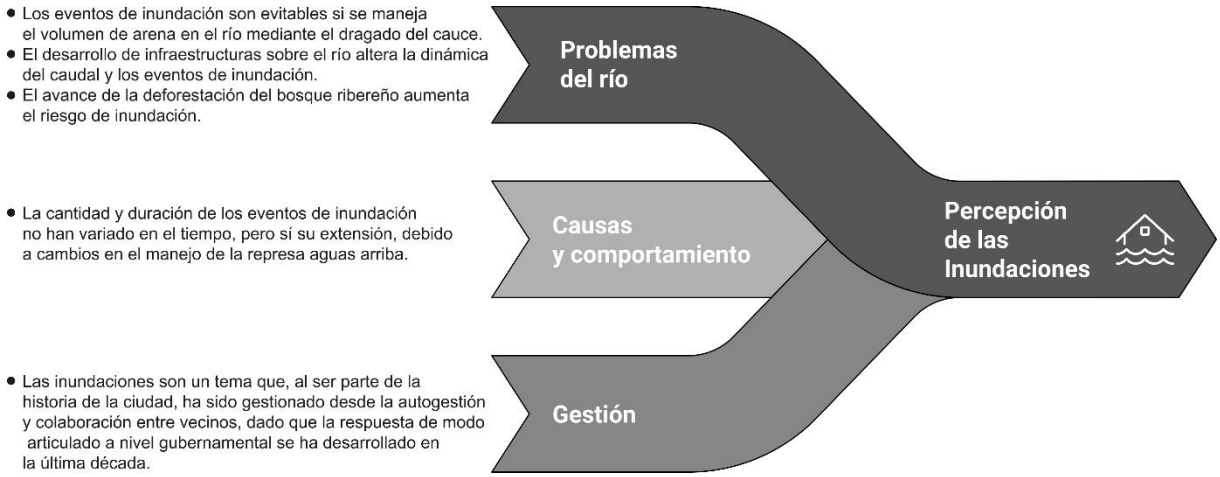


Fuente: Ide.uy; DINAGUA; CECOED-Canelones. Elaboración propia.

4.2.3.2.2*Etapa 2 y 3-Formulación de supuestos de investigación en base a la percepción ambiental del riesgo de inundación.*

En base a las encuestas y entrevistas realizadas se identificaron tres ejes temáticos: los problemas del río Santa Lucía; las causas y el comportamiento de los eventos de inundación; y la gestión de las inundaciones (Figura 21).

Figura 21-Relevamiento de percepción ambiental del riesgo



Elaboración propia.

En relación al primer eje, los principales problemas del río Santa Lucía identificados por parte de la población local se asocian en primer orden a los eventos de inundación y en segundo orden a la contaminación del río (eutrofización, eventos de floraciones algales y vertido de aguas residuales, presencia de basurales al margen del río, y contaminación por agrotóxicos).

También se identificaron otros problemas del río asociados a la escala local, y que se relacionan a los eventos de inundación como es el exceso de arena en el cauce y la falta de dragado del río, el desarrollo y manejo de infraestructuras en el curso, los efectos de la deforestación y la localización de la ciudad en la planicie de inundación.

Lo que plantea los siguientes tres supuestos:

- Los eventos de inundación son evitables si se maneja el volumen de arena en el río mediante el dragado del cauce.

Representantes vecinales señalan que las inundaciones duran más y se demora más en irse, porque el río en la altura de la ciudad no tiene cauce. Se identifica que la zona de Santa Lucía es caracterizada por el desarrollo de arenales y formación de islas, sin embargo, se destaca

que posterior al desarrollo de infraestructura sobre el río, estos han aumentado, así como el río ser más somero.

- El desarrollo de infraestructuras sobre el río altera la dinámica del caudal y los eventos de inundación.

La población entrevistada destaca que en la Cuenca del Río Santa Lucía se inauguró la represa del Paso Severino sobre el río Santa Lucía Chico en el año 1988 con fines de almacenamiento de agua para el abastecimiento de Montevideo y área metropolitana. Por otro lado, también destacan que sobre el río Santa Lucía a la altura de la ruta 11 se construyó un puente nuevo en 2014, el cual cambia la dinámica fluvial. Lo que genera que se inunde con mayor velocidad aguas abajo y por lo tanto extendiéndose las inundaciones sobre zonas de la ciudad de Santa Lucía que antes no se inundaban. Así como, disminuyendo la velocidad aguas arriba, que hace efecto tapón y provoca eventos de inundación, aguas arriba, en la localidad más próxima al puente. También la implementación de otra infraestructura más reciente fue problematizada en las entrevistas con los referentes locales, como explicita el referente del gobierno local al referirse al impacto de la modernización de la vía férrea y del ensanchamiento de la ruta nacional que se estaban desarrollando durante la investigación.

- El avance de la deforestación del bosque ribereño aumenta el riesgo de inundación.

Desde la población local se menciona el avance de la deforestación a la altura de la ciudad, lo que trae implicancias en dos aspectos. Por un lado, la pérdida de calidad en la composición de especies, “sacan leña” y “depredación del monte”. Por otro; su efecto asociado a las causas de las inundaciones degradando la zona de amortiguación del cauce, “Sacan muchos árboles y el agua no tiene reparo”.

Vinculado al segundo eje, se identifica que las inundaciones son multicausales. En primer lugar, se relaciona al exceso de arena, seguida de las infraestructuras y la deforestación como ya fueron abordados en el eje anterior. También se reconoce que existen factores de escala

más amplia, como el efecto de las precipitaciones e inundaciones a nivel de cuenca y factores globales como el cambio climático.

En relación al comportamiento de los eventos de inundación, no se identifica un patrón claro de cómo ha variado la cantidad de eventos en los últimos 30 años (1990-2021), pero en mayor medida se considera que se mantiene igual. También se percibe que la duración de los eventos se comporta igual y que ha aumentado la extensión de la ciudad afectada.

Está muy presente en el discurso de la población la histórica inundación del 2019, en la cual fue afectada una parte de la ciudad y su población que no suelen ser afectadas directamente por las inundaciones. Varios representantes relacionan este evento también con el manejo de la represa de Paso Severino. Además, se menciona la concomitancia de varios factores como las precipitaciones simultáneas en distintas partes de la cuenca, el viento sur, la marea alta, el efecto tapón del arroyo Canelón Grande, afluente aguas abajo, que al desembocar con mucha agua puede enlentecer el flujo del Santa Lucía y aumentar la posibilidad de desborde a la altura de la ciudad.

Surge así el supuesto:

- La cantidad y duración de los eventos de inundación no han variado en el tiempo, pero sí su extensión, debido a cambios en el manejo de la represa aguas arriba.

Tanto desde el discurso vecinal como del gobierno local, se repite como variable causante de los eventos de inundación excepcionales en la ciudad, el manejo de la represa de Paso Severino. Se considera que el manejo del volumen de reservas tiene implicancia en el nivel de crecida que alcanza el río durante los eventos de inundación. Según un entrevistado calificado, si bien las grandes cantidades de agua que afectan a la ciudad en momentos de inundación vienen de la Cuenca del Río Santa Lucía; el río Santa Lucía Chico es un afluente que, en momentos de grandes volúmenes de agua en los dos ríos, genera un impacto en el caudal a la altura de la ciudad. Los primeros 10 años desde la puesta en funcionamiento de Paso Severino en 1988 tuvo una funcionalidad secundaria discrecional (a la prioridad de reservorio para abastecimiento de agua) de influir favorablemente en los impactos de los eventos de inundación en la ciudad, mediante el manejo coordinado del caudal y predicciones de precipitación, con el fin de disminuir el pico de crecida.

En relación al tercer eje, la población local identifica como responsable de la gestión de las inundaciones al ámbito gubernamental principalmente en el segundo y tercer nivel. Independientemente de las acciones gubernamentales, prima una gestión individual en el momento de emergencia.

Las percepciones sobre la calidad de la gestión de las inundaciones no presentan un patrón claro. Principalmente se identifica que no ha habido cambios en la gestión, pero también se manifiesta una mejora asociada a la implementación de políticas públicas sobre la gestión del riesgo. Al respecto, en 2016 se presenta el primer Plan Departamental de Gestión Integral del Riesgo en el marco del CECOED de Canelones, constituyéndose en los primeros protocolos de actuación del segundo nivel de gobierno, actualizado en 2019 y, en particular, en 2022, profundizando la descentralización mediante un tercer nivel de gobierno (IC, 2022). En 2017 la Intendencia de Canelones presenta un Sistema Integrado de Respuesta a la Emergencia de Canelones (SIREC), ampliando las opciones de denuncia y permitiendo el seguimiento en tiempo real tanto de las situaciones de emergencia georreferenciadas como de las respuestas gubernamentales (IC, 2017).

A nivel municipal, recién a partir de la gran inundación del año 2019 se diseña un Plan de Gestión Integral del Riesgo local en el marco del CECOED y del CECOEL-Santa Lucía (MSL, 2022). El plan menciona en relación a las inundaciones, un Sistema de Alerta Temprana (SAT) con participación ciudadana y un Protocolo Local de Contingencia, el cual prevé la integración de un sistema de información de diversos parámetros, apoyo de infraestructura, y de instituciones públicas y particulares según los distintos niveles de riesgo de las inundaciones. De modo complementario, se proyecta, por parte de las instituciones competentes, el realojo de familias del barrio más afectado durante los eventos de inundaciones.

Los impactos de los eventos de inundación que mencionan los vecinos en este contexto se pueden agrupar en tres dimensiones:

a) Económica (pérdidas materiales, repercusión laboral negativa, disminución del valor de propiedad/alquiler);

b) Seguridad (vigilia para evitar robos, evacuaciones) y;

c) Salud (contaminación, afección respiratoria/psicológica o accidente, incluido el extremo de pérdida de vidas).

También se percibe que hay una gestión diferencial entre los desplazados evacuados y autoevacuados. En los primeros se cuenta con mayores niveles de asistencia (presencia de

instituciones públicas, traslado y almacenamiento de bienes, productos de limpieza, alojamiento temporal en locaciones de instituciones públicas y privadas). En tanto que los autoevacuados quedan excluidos de algunos apoyos institucionales.

Surge así el supuesto*:*

- Las inundaciones en Santa Lucía son un tema que, al ser parte de la historia de la ciudad, ha sido gestionado desde la autogestión y colaboración entre vecinos, dado que, la respuesta de modo articulado a nivel gubernamental se ha desarrollado en la última década.

En base al conocimiento empírico de los afectados, se han desarrollado estrategias comunitarias de monitoreo de la inundación y para el momento de evacuación. Las personas suelen evacuar por sus medios, y se alojan en casa de conocidos. Si bien predomina la autogestión ante un evento de inundación, la colaboración entre vecinos ha llegado a movilizarse de modo organizado y dar origen a un colectivo. Tras la inundación de 2019 que se extendió a zonas de la ciudad que no suelen inundarse, se conforma un colectivo de "Vecinos en red" (afectados por las inundaciones). Éste surge como espacio de información durante la inundación, y luego como espacio de contención tras el evento de inundación. Además, consideran que su accionar ha permitido visibilizar los problemas relacionados a la gestión de las inundaciones, lo que llevó a que las autoridades sean más cuidadosas con el tema. A la fecha el grupo se reúne frecuentemente, tiene una plataforma reivindicativa con propuestas para la Gestión Integral del Riesgo y participa en las actividades de coordinación y emergencia del CECOED-Canelones y CECOEL Santa Lucía. A pesar de que formalmente la integración de estos espacios no contempla la representación de sociedad civil.

La actual situación muestra que quedan desafíos a atender en la gestión de las inundaciones a nivel local. A nivel institucional se reconoce el avance de la Gestión Integral del Riesgo de habilitar la participación ciudadana de la organización local, pero también que presenta el desafío, de fortalecer la resiliencia de las zonas inundables y que permita desarrollar políticas contextualizadas a los territorios. El conocimiento local desarrollado ha sido relevante para el actuar frente a la contingencia de las inundaciones (por ejemplo, en el Sistema de Alerta Temprana se reconoce la participación de referentes barriales para la toma de datos) pero no permite prepararse, con antelación suficiente, para el evento de emergencia. Consecuentemente,

entre los conocimientos demandados se identifica, la necesidad de contar con información de calidad sobre la previsión del evento de inundación, así como conocer las causas de las inundaciones.

4.2.3.2.3*Etapa 4-Contrastación de supuestos con información primaria y secundaria*

En relación al primer eje "problemas del río", la preocupación por las inundaciones en Santa Lucía es un tema de larga data como evidencia Legnani (2021): la conformación del Movimiento "Pro Planificación de la Cuenca del Río Santa Lucía" surge de la convocatoria pública que se realiza en 1959, promovida por un referente local, para enfrentar el desafío de las inundaciones en la ciudad. Esto promueve en 1971 el Foro Rotario "Foro Cuenca del Plata: Esperanza del Mundo" y "Cuenca del Santa Lucía: La Huerta del Uruguay", que tiene repercusión a nivel de la OEA (Organización de Estados Americanos). Esta financia un estudio sobre la cuenca, que selecciona la actual localización de la represa de Paso Severino, sin embargo, no logra trascender el proyecto piloto previsto, debido al retiro del apoyo del Estado (LEGNANI, 2021). En el Foro se resalta la necesidad de planificar el uso del suelo de acuerdo a un ordenamiento territorial, destacando la importancia de la cuenca por su potencial de producir alimentos y de reserva de agua.

En el discurso de la población la propuesta de dragado está muy presente y arraigada como solución para evitar los eventos de inundación en la ciudad. La técnica del dragado es una de las más tradicionales y comunes para la mitigación de inundaciones (LIAO *et al*., 2019). Aun así, el dragado puede aumentar la extensión y duración de las inundaciones, como sostienen Paul y Meyer (2001). Los canales artificiales pueden aumentar las densidades generales de drenaje, lo que da lugar a mayores enlaces internos o nodos que contribuyen a aumentar la velocidad de las crecidas, pudiendo incrementar el riesgo para la población. Para la evaluación global de la pertinencia del dragado es necesario hacer estudios en profundidad del caso, en particular atendiendo cuestiones geomorfológicas. Además, Yan y Lee (2023) han identificado potenciales efectos del dragado sobre las condiciones biofísicas y bióticas del agua. Considerando la importancia de este curso, en la provisión de agua potable, estos potenciales efectos debieran ser analizados en profundidad.

Por otro lado, el exceso de arena en los cauces de la cuenca es una preocupación que se expresa incluso antes de la construcción de Paso Severino, como identifica Legnani (2021, p.47)

en un testimonio de 1971 relativo a la situación de la cuenca "(...) sus cauces colmados de arena proveniente de la erosión, se desbordan con facilidad". El comportamiento de la dinámica de sedimentos debe ser estudiada en profundidad, considerando que la zona de Santa Lucía se distribuye sobre las planicies de la cuenca media-baja donde el curso fluvial presenta poca pendiente y el río se vuelve sinuoso acumulando sedimentos (ACHKAR *et al*., 2013). Es una zona dinámica que presenta áreas de alternancia entre deposición y erosión, con formación de meandros y migración lateral del curso fluvial. El traslado de carga más relevante se genera por pulsos a partir de las tormentas con destacada precipitación, ya que el incremento significativo del caudal provoca aumento de velocidad y turbulencia, por ende, de competencia del río (CHRISTOFOLETTI, 1980). El nivel de conocimiento sobre las interacciones entre el comportamiento del río, su dinámica geomorfológica y la ubicación de las zonas urbanas inundables aún es muy limitado para comprender en profundidad los eventos de inundación en la ciudad. Tema que se establece como una necesidad de profundizar por parte de la academia y de interés de varios actores locales y gubernamentales de la cuenca.

El desarrollo de infraestructuras en los cursos fluviales es una preocupación recurrente en Santa Lucía, ya que se han identificado implicancias a escala local, pero también de mayor alcance hacia otras localidades. Como sostiene World Commission on Dams (WCD, 2000), el desarrollo de infraestructuras en los cursos fluviales es un factor que debe ser considerado en la dinámica hidrológica de los sistemas fluviales. Bunn y Arthington (2002) coinciden que el manejo del régimen hídrico puede alterar la variabilidad natural del caudal, incidiendo en la dinámica de inundación de las planicies aluviales y sus ecosistemas. El encorsetamiento del cauce a raíz de la infraestructura urbana, ingeniería civil, represas, minería y dragado, entre otras posibles, contradeciría la dinámica natural del río (PAUL; MEYER, 2001). Esto refuerza la pertinencia de estudios en profundidad, en particular sobre el efecto de las infraestructuras aguas arriba de la ciudad.

Un factor considerado en menor medida es la deforestación de los bosques fluviales, aunque estos son esenciales para la mitigación del impacto del evento de inundación. Como sostienen Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (2005) y Sosa *et al*. (2022), los bosques fluviales son los ecosistemas que más contribuyen a la provisión de servicios; su degradación altera funciones como amortiguación de las crecidas, retención de sedimentos, rol en los procesos fisicoquímicos asociados a la calidad de aguas, abastecimiento de bienes de la naturaleza, entre otros. Además, entre las consecuencias del impacto por la deforestación o deterioro de los sistemas riparios, cabe mencionar también la reducción de reservas de agua

subterránea, la destrucción de la línea de costa y acumulación de contaminantes y la pérdida de biodiversidad (MATTHEWS, 2013). Actualmente los humedales riparios de la Cuenca del Río Santa Lucía se ven vulnerados. Las medidas de manejo propuestas a nivel nacional identifican la necesidad de contar con políticas específicas de uso del suelo de las zonas buffer a los cursos fluviales del río Santa Lucía, estableciendo zonas de amortiguación en la cuenca hidrográfica, para la conservación y restitución del monte ribereño como forma de restablecer la condición hidromorfológica del río y asegurar la fuente de agua potable más importante del país (URUGUAY, 2025).

Retomando el segundo eje sobre "las causas y el comportamiento de los eventos de inundación", la población reconoce la multicausalidad de los eventos de inundación. Además, posee conocimiento del evento de inundación aislado, pero no explica su comportamiento a una escala temporal mayor. Es decir, describe los procesos biofísicos asociado a un evento de inundación, pero no identifica con claridad cómo se comporta el conjunto de las inundaciones a través del tiempo.

La visión multicausal sobre los eventos de inundación por parte de la población es destacable, ya que, como sostienen Ward *et al*. (2015), los métodos clásicos de análisis de inundaciones, a menudo no tienen en cuenta los múltiples factores que contribuyen a la ocurrencia de inundaciones. Aunque, como desarrollan Santiago-Collazo *et al*. (2019), los "efectos compuestos" se agravan especialmente durante el desarrollo de la inundación. Por ejemplo, cuando fuertes vientos y fuertes precipitaciones se producen simultáneamente o en rápida sucesión. Es un enfoque muy debatido recientemente, y tiene como objetivo investigar la interacción de diferentes procesos físicos que conducen a un evento extremo y contribuir a una mejor predicción de los riesgos, así como a la identificación de estrategias de adaptación adecuadas (ZSCHEISCHLER *et al*., 2020). En tal sentido, la ausencia de un patrón claro en la percepción del comportamiento de las inundaciones puede deberse, en parte, a que las inundaciones dependen de diversos factores además de la presencia de precipitaciones. Para el período en estudio, se destaca la magnitud récord de la inundación de 2019 y 2024 en contraposición al efecto climático de Fase fría del fenómeno El Niño–Oscilación del Sur (ENOS) (La Niña) y la sequía entre 2020-2023 (INUMET, 2023), así como las posibles implicancias del cambio de uso del suelo, como el avance de la agricultura y la forestación sobre la cuenca (DINAMA 2019; ELUÉN, *et al*., 2024b).

Al contrastar las percepciones sobre el comportamiento del río en la ciudad con el enfoque cuantitativo durante 30 años, se puede decir que, en oposición a lo que las personas

perciben, la cantidad y duración de los eventos de crecida han disminuido entre 1990 y 2021. Se destaca que otoño es la estación del año en que más han disminuido la cantidad y duración de eventos de crecida. La crecida es considerada como el evento en que el nivel del río llega hasta el borde del canal o desborda comenzando a inundar la planicie (igual o mayor a 4,5 m). Sin embargo, en invierno ha aumentado la duración de eventos de alerta que implica riesgos para los habitantes y afectación a la caminería y viviendas localizadas en la planicie del río (igual o mayor a 8 m). Los resultados del análisis cuantitativo señalan que entre 1990 y 2021 las inundaciones excepcionales de mayor altura se alcanzaron en abril de 2016 y en junio de 2019 con máximas de 11,06 m y 11,48 m, respectivamente. Esto permitió establecer que, las inundaciones de mayor magnitud ocurrieron en los 10 últimos años de la serie analizada (ELUÉN *et al*., 2024b). Hecho que coincide con la última inundación de 2024 en que la crecida alcanzó los 12,5m.

A pesar de que la población no identifica un patrón claro sobre el comportamiento de las inundaciones, aporta un elemento significativo a la discusión, que se relaciona al manejo del caudal para disminuir el efecto de la inundación. Se percibe que el manejo de la represa de Paso Severino puede favorecer la postergación del impacto acumulativo del agua, del río Santa Lucia Chico sobre el río Santa Lucía en momentos de eventos de inundación excepcional. Profundizar el análisis sobre las implicancias del manejo del volumen de reserva de la represa de Paso Severino en las inundaciones, puede favorecer la situación de la ciudad frente a eventos de inundación.

En relación al tercer eje “gestión de las inundaciones”, el desarrollo incipiente de las políticas públicas de Gestión Integral del Riesgo se explica en parte, a que en Uruguay son muy recientes. La creación de un SINAE (Sistema Nacional de Emergencia) se aprueba en 2009 (URUGUAY, 2009b). Es a partir del 2015 que se aprueban los Comités Departamentales de Emergencia (CDE) que comienzan su implementación territorial mediante los CECOED y posteriormente implementan los CECOEL. Aun así, el conocimiento acumulado por la población local afectada les permite saber qué hacer ante un evento de inundación y las acciones de emergencia a tomar.

El involucramiento de la población ha fortalecido la generación de planes, ya que, parte de las demandas organizadas y manifestadas desde el territorio, fueron levantadas en instancias de consulta. Este procedimiento ha permitido, por un lado, que se reconozca en el plan las problemáticas y afectaciones de las personas que viven en zonas inundables y, además, se incorporen a los criterios de evaluación para la gestión del riesgo. Por otro lado, la ejecución de

las respuestas depende en algunas ocasiones de la voluntad de actores locales y pone en riesgo la operativización del plan de contingencia, que debería ser implementado a nivel institucional para asegurar la viabilidad del plan. Se identifica como una alternativa promisoria, la descentralización de los planes de Gestión Integral del Riesgo, con integración formal de la sociedad civil en los espacios de decisión y; una asignación de recursos que permita adecuar los planes a escala local.

El predominio de autogestión frente a las inundaciones, también se puede relacionar con las acciones de evacuación, desde la comunidad se organizan y comienzan antes que se declare la emergencia de modo oficial. Tradicionalmente se activan las alertas de evacuación en la cota 9,64 m, sin embargo, a esa altura las poblaciones residentes en el margen del río, evacuaban con el agua obstruyendo las vías de escape. Debiera evaluarse disminuir la cota de evacuación, ya que a los 8 m existe afectación a caminería, cunetas y accesos (DINAGUAS, comunicación personal, 23 de febrero de 2022).

Por otro lado, como señala Schön (2021) es necesario repensar el uso de áreas inundables de las localidades, proyectando un desarrollo urbano sustentable, un primer paso sería evitar el uso habitacional de las planicies de inundación, como se está proyectando en el barrio de Santa Lucía más impactado por los eventos de inundación.

4.2.3.2.4*Etapa 5-Gestión Integral del Riesgo de las Inundaciones en Santa Lucía*

En base a los trabajos realizados en la ciudad de Santa Lucía, donde se establecieron nuevas relaciones con el gobierno local, departamental y la sociedad civil, se generaron sinergias, que contribuyeron al tratamiento del tema de las inundaciones en espacios institucionales asociados a la política ambiental (SINAE y CCRSL).

Por un lado, en el ámbito de la 23ª sesión de la Comisión de Cuenca del Río Santa Lucía (CCRSL), el trabajo junto a una Organización de la Sociedad Civil permitió argumentar (APÉNDICE C), a partir del análisis de la extensión que ocupó la inundación, que la técnica de dragado es insuficiente para amortiguar inundaciones de tal magnitud. La extensión de la crecida, definida como el área de la sección transversal que ocupó la inundación, superó aproximadamente 17 veces el área de la sección del cauce. Además, el análisis del MDT (Modelo Digital del Terreno) en relación a la crecida ocurrida en 2024 (IDE.uy) (Figura 20),

permitió deducir que la construcción de infraestructura transversal (puente) ha cambiado la dinámica del río, inundando zonas de la ciudad que antes no fueron afectadas.

Por otro lado, y en base a la emergencia hídrica de la cuenca en 2023, que dejó sin agua potable por dos meses a gran parte de la población uruguaya (URUGUAY, 2023b, 2023c); la inundación de localidades urbanas de la Cuenca del Río Santa Lucía en 2024; la crisis de calidad hídrica que se experimenta actualmente (Ministerio de Ambiente, 2024b); en conjunto con el proceso de investigación participativa, fomentaron la iniciativa del gobierno para establecer acuerdos de trabajo con grupos académicos. Así en 2024, surge la iniciativa de la Intendencia de Canelones "Compromiso con el agua", que establece un acuerdo para avanzar en líneas estratégicas para la mejora de la calidad de la Cuenca del Río Santa Lucía en el departamento de Canelones, y de las cuales la mitad de los compromisos acordados con el LDSGAT, se vinculan con la mejora de la gestión de las inundaciones (ANEXO 1). Así, en 2024-2025, se colabora con el diseño y establecimiento de un sistema de reglas limnimétricas en las zonas inundables de la ciudad (APÉNDICE D). Además de un protocolo de lectura para el monitoreo ordenado de las crecidas durante eventos de inundación (APÉNDICE E). Allí se elaboró de modo participativo, un sistema de reglas y protocolo de lectura que permite monitorear el comportamiento de la crecida durante el evento de inundación. Este fue generado en base a reglas preexistentes, criterios biofísicos en base a las curvas de nivel del Modelo Digital del Terreno (MDT) y criterios sociales establecidos por los referentes en el marco del CECOED-Canelones y CECOEL-Santa Lucía.

Estos esfuerzos contribuyen a fortalecer los espacios institucionales a nivel municipal, departamental y nacional, realizados en el marco del Sistema Nacional de Emergencia (SINAE).

4.2.3.3 Sistema de reglas para el monitoreo de la inundación en la ciudad de Santa Lucía

Con el cometido de contribuir al fortalecimiento de la Gestión Integral del Riesgo de las Inundaciones; el grupo del LDSGAT-FCIEN-Udelar contribuyó a la construcción de un sistema de monitoreo del nivel del río (reglas) para la ciudad de Santa Lucía. Las acciones se integraron al proceso de construcción del "Sistema de Altera Temprana" convocada por el Centro Coordinador de Emergencia de Canelones (CECOED-Canelones) y el Centro Coordinador de Emergencias Local (CECOEL-Santa Lucía) con participación de referentes locales, técnicos

gubernamentales, y académicos, y que se realizó entre diciembre del 2024 y febrero de 2025 (Figura 22).

Figura 22-Detalles del proceso participativo para el establecimiento de un sistema de reglas limnimétricas



A. Supervisión de la propuesta y reconocimiento de zonas de entrada de agua a la ciudad con referentes locales. **B.** Taller de evaluación y determinación del set de reglas en el marco de la GIR CECOEL-Santa Lucía (Fotografía: Intendencia de Canelones). **C.** Movilización social: Intervención callejera de la sociedad civil por demanda para la colocación de reglas. **D.** Colocación de reglas en Santa Lucía.
Fotografías y Elaboración propia.

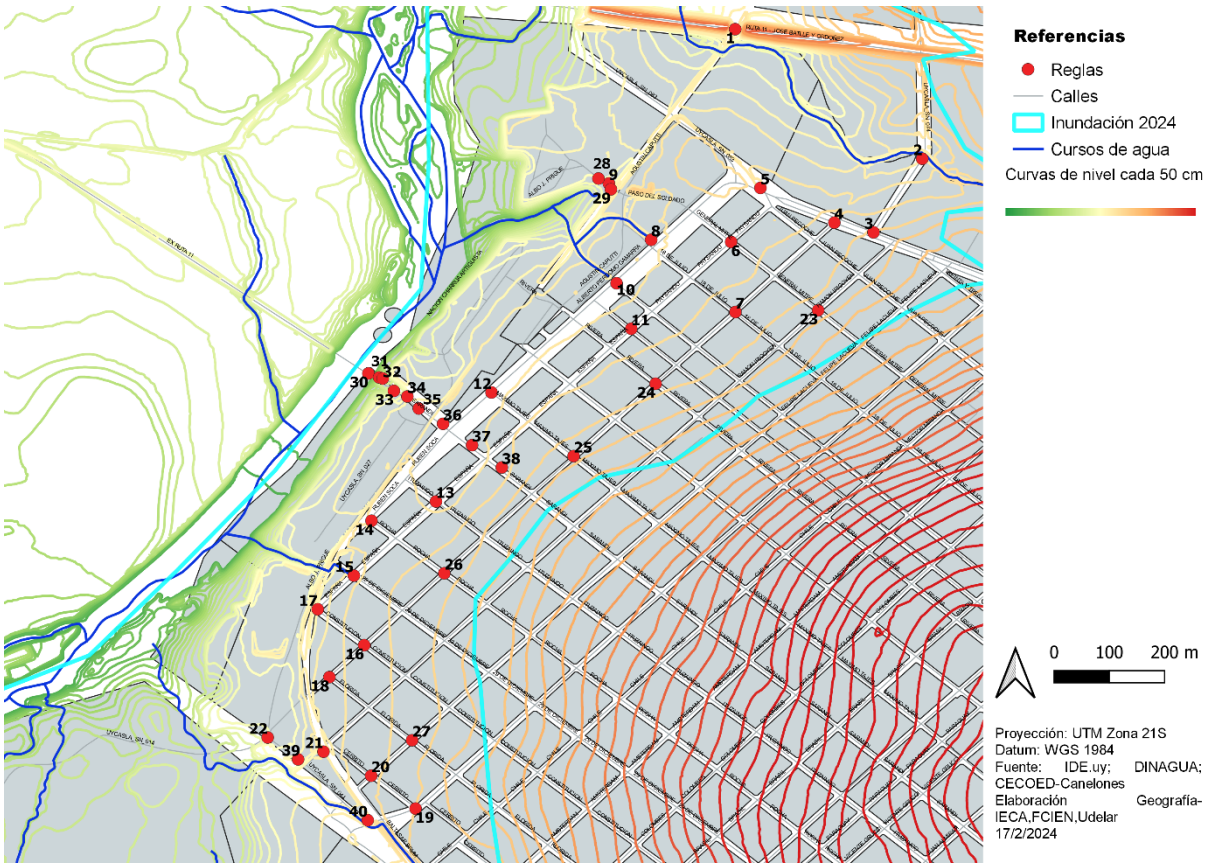
El propósito del trabajo fue identificar sitios propicios para la ubicación de reglas en las zonas más afectadas por las inundaciones en la ciudad de Santa Lucía, para ser consultadas y monitoreadas por los vecinos. Para ello nos preguntamos ¿Cómo se comporta la inundación en Santa Lucía? ¿Cuáles son las zonas por dónde ingresa el agua a la ciudad? ¿Cuáles son los sitios

de referencia para el monitoreo de la crecida utilizados por la población durante los eventos de inundación?

Se generó un SIG con la localización y distribución del sistema de red de monitoreo visual del nivel del río (reglas). Para la construcción del SIG se tomó en cuenta las curvas de nivel obtenidas a partir del modelo digital de terreno proporcionado por IDE.uy. Se establecieron curvas de nivel cada 10 y 50 cm. También se consideró la cota máxima de inundación alcanzada en la ciudad en marzo de 2024 proporcionada por CECOED, Canelones. A partir de esta información se realizó fotointerpreración sobre la ortoimagen IDE.uy del año 2017/18, con resolución espacial de 10 y 32 cm y se identificó aquellas zonas que sean más propicias para el ingreso del agua a la ciudad. La propuesta preliminar fue supervisada en campo contando con el asesoramiento de vecinos que residen en la ciudad desde hace más de 20 años, son afectados por las inundaciones e integran colectivos sociales activos en la gestión de las inundaciones. Además, se consideraron las reglas existentes en la ciudad, y su funcionalidad para que las nuevas reglas se distribuyan de modo complementario. La propuesta generada fue puesta a consideración en el marco del CECOED-Canelones y CECOEL-Santa Lucía, para ello se realizó un taller de evaluación y definición de la localización del sistema de reglas de modo participativo entre población local vinculado a las zonas más afectadas por las inundaciones, vecinos del barrio el caimán, zona histórica y entorno de la cañada de las Negras, el colectivo social Vecinos en red, academia y gobierno departamental y municipal. En base a la red de reglas establecido, se elaboró un protocolo para la lectura secuencial de reglas durante eventos de inundación en Santa Lucía como insumo a ser considerado en los espacios de toma de decisión vinculada a la gestión del riesgo.

Se diseñó un sistema de 40 reglas limnimétricas distribuidas en la zona de inundación de Santa Lucía (Figura 23). Se identificaron 22 puntos propicios para la localización de nuevas reglas, en base a criterios biofísicos y en complemento a las reglas preexistentes. Se sumaron cinco reglas por demanda de la población y se ajustó su ubicación en función de los sitios más frecuentados para el monitoreo de la crecida. Además, el protocolo de lectura es una propuesta que, de acuerdo a la altura/elevación del terreno se identifica el ingreso de agua a la ciudad, para realizar el seguimiento ordenado del evento de inundación y monitorear el comportamiento de la crecida en las principales vías de acceso de agua a la ciudad.

Figura 23- Distribución del sistema de reglas para el seguimiento del evento de inundación en Santa Lucía



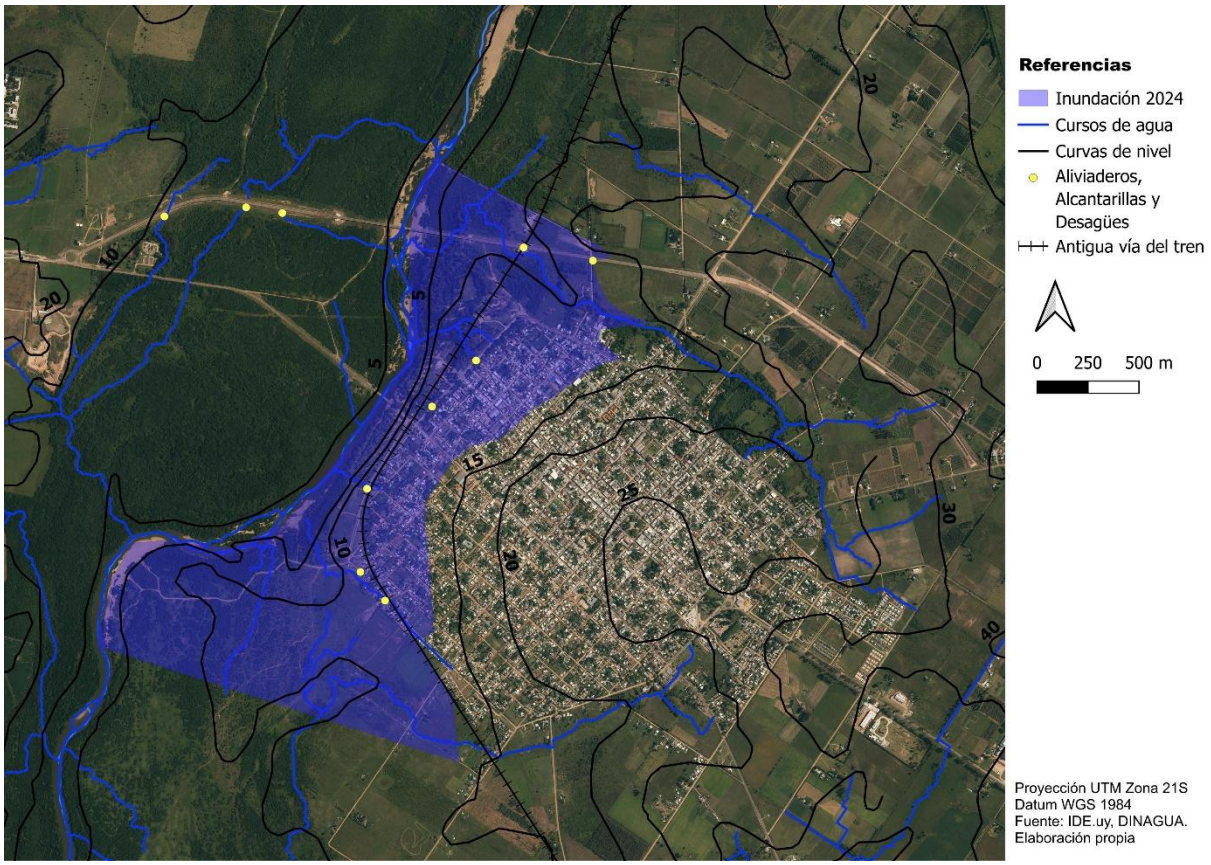
Las reglas colocadas en la ciudad de Santa Lucía se corresponden con el cero local. El cero local es menos 1,34m que el cero oficial (Wharton). Fuente: CECOED; IDE.UY; CATASTRO. Elaboración propia

En relación a la dinámica fluvial, la ciudad de Santa Lucía se localiza sobre la planicie de inundación del río Santa Lucía que es el límite oeste de la ciudad. Además, presenta dos tributarios que rodean la ciudad, al Norte la Cañada de las Negras y, al Sur otra cañada de atraviesa el barrio El Caimán de este a oeste, que lo convierte en un barrio muy vulnerable a las inundaciones. En ese sentido, se parte de que, cuando las crecidas son intensas se invierte el flujo del agua, y el río pasa a aportar agua a las tierras altas desde su costa, pero también hay aportes a través de los tributarios que lo alimentan, como arroyos, cañadas, canales, alcantarillas y cualquier vía natural o antrópica que por ser una zona deprimida permite la entrada de agua hacia tierras altas, en este caso, la planta urbana.

En relación a las alteraciones hidrológicas del río Santa Lucía, cabe señalar que al norte de la ciudad hay un puente (“nuevo”, construido en el año 2014) sobre ruta 11, que presenta unos extensos diques, que ante grandes inundaciones podría estar actuando de barrera al flujo

de agua del río Santa Lucía. Por un lado, sobre la costa del departamento San José, la planicie se hace más extensa, pero esta zona presenta un dique que se extiende durante más de un km, y solo cuenta con tres aliviaderos de no más de 14m. Por lo que el agua que no alcanza a pasar por los aliviaderos, o el propio cauce del río a la altura del puente, es redireccionada hacia el margen del departamento de Canelones. Por otro lado, sobre la costa del departamento de Canelones, en esta zona el dique del puente se extiende por unos 600m aproximadamente; teniendo un aliviadero a la altura de la vía del tren y un caño de desagüe. El aliviadero de la vía del tren podría estar alimentando la cañada de las Negras (en momentos de crecidas), lo que sugiere la hipótesis de que, la construcción del puente nuevo podría estar cambiando la extensión de la inundación al norte de la ciudad (Figura 24, 25).

Figura 24-Red de drenaje e infraestructuras urbanas asociadas al río Santa Lucía



Fuente: DINAGUA; IDE.uy. Elaboración propia.

Figura 25-Detalle de intervenciones en la planicie de inundación del Río Santa Lucía, y; de sitios propicios para la localización de reglas en la ciudad de Santa Lucía



A. Reglas en Santa Lucía sobre vía del tren y puente viejo. **B.** Infraestructura en costa del río Santa Lucía, muro y escalinatas que recorren la costa de la ciudad. **C.** Aliviadero del puente (nuevo) en ruta 11 en el dique del departamento de San José. **D.** Aliviadero del puente (nuevo) en el dique del departamento de Canelones ubicada en el cruce de la vía del tren bajo la ruta 11. Fotografías y Elaboración propia.

En la planicie de inundación que comprende la costa de la ciudad se extiende un parque con vegetación herbácea y arbórea, pero que también cuenta con algunas infraestructuras que podrían estar condicionando la entrada del agua a la ciudad cuando las inundaciones son de gran magnitud, como son el muro del parque, la vía del tren, el puente viejo, las alcantarillas de la ciudad y pequeños cursos de agua tributarios del río Santa Lucía (Figura 24, 25). La costa del río a la altura de la ciudad presenta un parque con un muro, que hace de barrera a las crecidas hasta esa altura (sobre los 4 y 5 metros aproximadamente). Este muro cuenta con escaleras que actúan como vía de desborde del río, (entre las calles Rivera y Constitución). Siguiendo hacia tierras altas dentro del parque de Santa Lucía, la ciudad es atravesada de norte a sur por una antigua vía del tren que también actúa de barrera para la contención de las inundaciones (en torno a los 9 y 10m) de la primera franja de manzanas de la planta urbana; a excepción del

barrio El Caimán que se localiza por debajo de la vía del tren. Continuando hacia tierras altas, y entrando en la planta urbana, la rambla de la ciudad cuenta con entradas puntuales de agua que redireccionan el flujo hacia la ciudad, al norte son dos alcantarillados y un canal y al sur son dos alcantarillas/canales. La primera franja de manzanas de la planta urbana se localiza sobre una extensa planicie, lo que implica que cuando el agua llega a esta altura, la inundación ocurre de modo repentino ya que esta zona se encuentra prácticamente a una misma cota de nivel.

Como síntesis del proceso de investigación acción participativa, se destaca que el trabajo permitió avanzar en:

- Se cuenta con un sistema de red de 40 reglas, con disponibilidad de información que permite cubrir el evento de inundación en Santa Lucía.
- El protocolo de lectura de las reglas generado, es una propuesta y un insumo que necesita ser discutidos en los ámbitos existentes (CECOEL y CECOED), para su implementación y contribución al Plan local de Gestión Integral de Riesgo del Municipio de Santa Lucía.
- El sistema de red de reglas es para el momento de emergencia. Las reglas informan sobre el comportamiento de la crecida cuando ya está afectada la población, por lo que se debe complementar con acciones que tiendan a fortalecer el componente de prevención del Sistema de Alerta Temprana (SAT) y permita anticipar la inundación.
- Se hace necesario fortalecer el Sistema de Alerta Temprana con una red de sensores de Nivel del río y Precipitaciones considerando la cuenca en su totalidad.
- La concreción del sistema de reglas demuestra que es posible y necesario la articulación entre la población local, la gestión pública y la academia, para generar soluciones viables que permitan dar respuesta a necesidades locales.

4.2.3.4 Síntesis de la evaluación de percepción de las inundaciones en Santa Lucía

La ciudad de Santa Lucía se encuentra en una situación delicada frente a los eventos de inundación, dada su ubicación en la planicie del río Santa Lucía, lo que hace necesario gestionar el riesgo, para mitigar el impacto de las inundaciones. En los discursos de la población se identifican varias problemáticas relacionadas al río y su comportamiento, pero en general sin tener en cuenta el sistema ambiental en su totalidad. De esa manera se reclama por ejemplo el dragado del río como solución. Esta concepción refleja la orientación sostenida durante mucho tiempo en Uruguay, para resolver los efectos de las inundaciones desde enfoques ingenieriles, que se conformaban por acciones como agrandar el canal y secar los humedales en las ciudades para mitigar los problemas de inundación. En muchas ocasiones, desde las políticas de gestión del riesgo, se ocupan de la pregunta de cómo se evacua la población afectada y se entiende como un problema logístico, sin resolver las causas de la problemática. Aunque, por otro lado, se destaca la iniciativa de un ordenamiento territorial sustentable al proyectar el traslado del barrio más afectado por las inundaciones y así empezar a cambiar el uso habitacional en una zona inundable.

Las políticas de gestión del riesgo muestran avances, sin embargo, el predominio de autogestión ante un evento de inundación, indica que es necesario fortalecer los mecanismos que permitan lograr su implementación. El trabajo realizado permitió generar información para orientar el desarrollo de políticas públicas de modo contextualizado. Se hace necesario considerar en los sistemas de alerta temprana indicadores que permitan evaluar, de forma integrada, la situación de la cuenca a través del tiempo. Así como avanzar en ampliar la representación de los espacios institucionales hacia la participación vinculante de la sociedad civil.

La identificación de diversos factores y procesos que hacen a los problemas del río y sus eventos de inundación, evidencia que es necesario contar con evaluaciones globales, multidisciplinares, y multiactorales que amplíen la escala espacial y consideren la evolución temporal de los diversos factores que condicionan (positiva o negativamente) la dinámica del río, promoviendo para ello el análisis desde el enfoque de cuencas. La necesidad de una mirada holística y multiescalar a nivel cuenca se hace evidente en el momento de entender los eventos de inundación como multicausales, donde se interrelacionan varios factores que trascienden los límites de la ciudad afectada. También se muestra que es necesario mejorar el nivel de información de la población, generando procesos de formación/capacitación que permita un

análisis que integre la información sobre los diversos factores desde un enfoque sistémico. En particular, se identifica la necesidad de profundizar en temáticas vinculadas a conservar las funciones ambientales de los ríos; como es la dinámica fluvial y la conservación de los bosques riparios. Se hace visible el distanciamiento entre los avances del conocimiento académico, donde es ampliamente aceptado la importancia de los bosques riparios, y de conservar la dinámica de los cursos fluviales y la difusión del conocimiento académico hacia la población.

Hay discursos ambientales en Santa Lucía sobre los problemas asociados a las inundaciones y su gestión, en los que la academia puede aportar, para mejorar la calidad de la información ambiental y que contribuya al entendimiento de la gestión del riesgo. Las percepciones ambientales pueden ser un primer paso, ya que también surten efectos en las acciones comunitarias al influenciar los relatos colectivos y promover o no iniciativas/saberes.

La propuesta de trabajo permitió identificar diversos factores que son necesarios abordar con la población local y ser considerados en la gestión de los eventos de inundación; así como debilidades en la gestión y temas relevantes que orienten las acciones. El diseño de investigación indica ser una estrategia adecuada para relevar percepciones sobre los eventos de inundación al describir los procesos a escala local, en el corto plazo o que se destaquen por su significancia; aunque por parte de los gestores también permite relevar la percepción desde el enfoque a escala de cuenca.

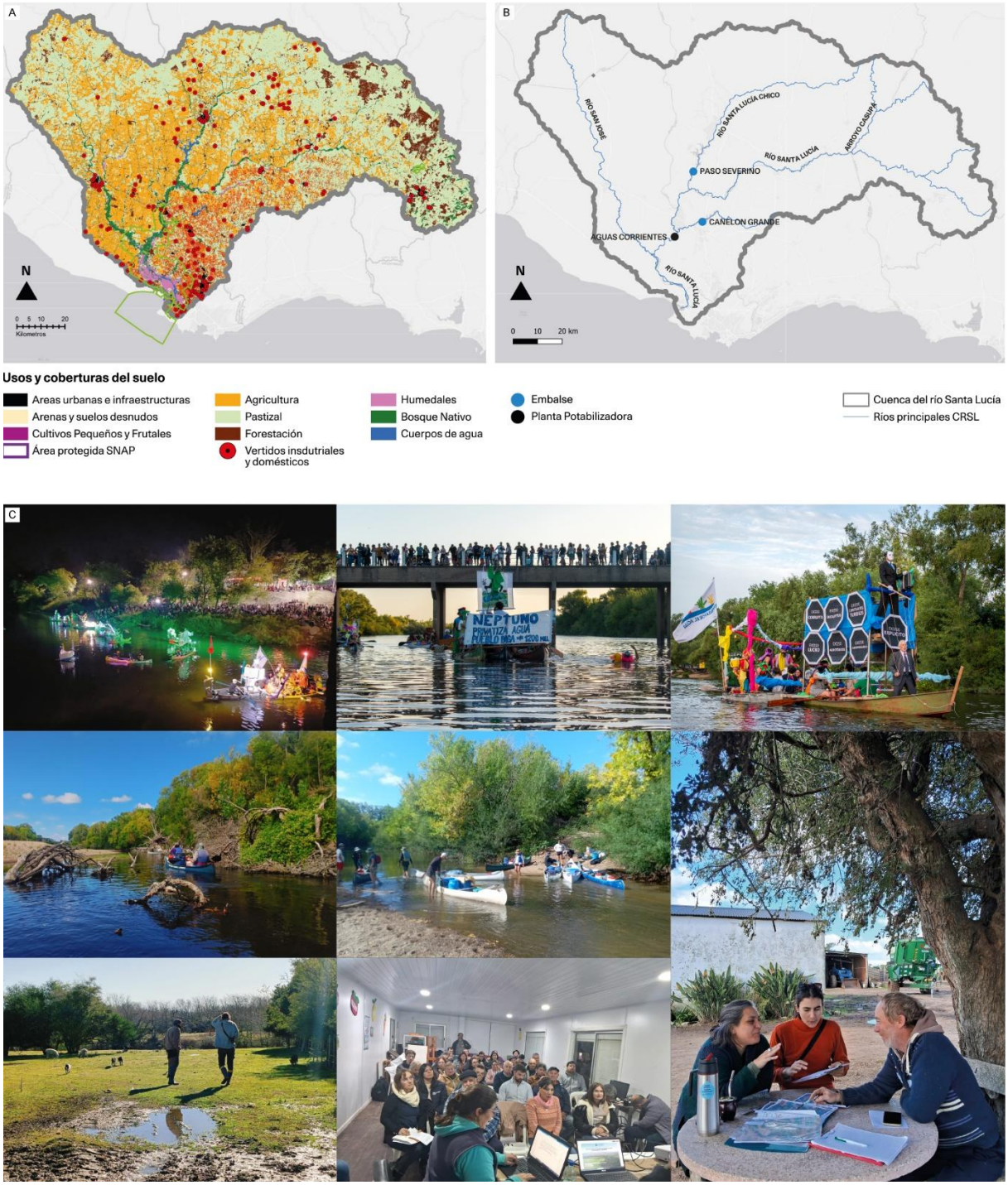
En síntesis, la población local conoce los efectos que originan las inundaciones y cuenta con estrategias para enfrentar la emergencia, pero la falta de una visión de mayor escala hace que se prioricen temas (por ej., dragado) que necesitan el aporte del conocimiento académico y del fortalecimiento de las capacidades técnicas para promover soluciones a las inundaciones más sustentables. Lo que plantea el desafío de ampliar la información y fortalecer la red de monitoreo de la cuenca que permita una alerta temprana del riesgo con información oficial completa, confiable y a tiempo.

Por otro lado, el involucramiento de la población y referentes locales en los procesos de investigación permitió articular redes de actores y generar soluciones participativas y viables en el marco de la Gestión Integral del Riesgo y la Comisión de Cuenca del Río Santa Lucía para construir respuesta a problemas ambientales definidos localmente.

4.3 CUENCA DEL RÍO SANTA LUCÍA

La Cuenca del Río Santa Lucía está localizada al sur del Uruguay y abarca una extensión total de 13.432 Km^2. La geometría de la cuenca indica una amplia zona de captación hídrica favorable para la cosecha de agua, lo que denota su importancia estratégica a nivel nacional dado que abastece de agua potable al 60% de la población de Uruguay. En este territorio, distribuido en seis departamentos, se desarrollan actividades agropecuarias e industriales y se emplazan varios núcleos urbanos que, en términos generales, se presentan como antagonistas a la función de la cuenca vinculada a la provisión de agua potable, comprometiendo su calidad e incluso su cantidad (ACHKAR *et al*., 2013; MA, 2023, 2024) (Figura 26).

Figura 26- Área de estudio. Cuenca del Río Santa Lucía



A. Cobertura del suelo de la Cuenca del Río Santa Lucía al año 2022. **B.** Ríos y cursos principales de la CRSL; Infraestructura del sistema de potabilización de agua. **C.** Movilización social y procesos participativos de EA: Carnaval de embarcaciones del río Santa Lucía; Travesía por el río Santa Lucía con actores involucrados en los procesos de EA. Entrevistas, recorridas y presentaciones con productores rurales.

Fuentes: DINOT, 2024. DINACEA, 2024. Fotografía: LDSGAT; Lucio Martínez. Elaboración: propia.

Según los datos del censo de 2023 (INE, 2024), habitan en esta cuenca 387.889 personas, el 11% de la población total del país. Además, concentra el 36% de la población rural del país y gran parte de la producción hortifrutícola destinada al consumo interno (MAZZEO *et al.*, 2024).

Las presiones sobre la calidad del agua y los bienes de la naturaleza tienen una distribución desigual en la Cuenca del Río Santa Lucía. En relación a vertidos puntuales, la cuenca concentra 218 vertidos industriales (DINACEA, 2024; MAZZEO *et al*., 2024). Según los usos y coberturas del suelo al año 2022 en la Cuenca del Río Santa Lucía (DINOT, 2024) se identifica un gradiente norte sur de aumento de la intensidad de usos del suelo agrícola, y la concentración de la forestación en la zona noreste de la cuenca.

En la cuenca predomina la cobertura de pastizal con el 58% (DINOT, 2024). La actividad ganadera suele estar asociada a esta cobertura. En la producción lechera existe un importante porcentaje de tambos de pequeña y mediana extensión, que se destacan por ser del tipo de producción familiar.

La agricultura que incluyen los cultivos agrícolas extensivos, la horticultura y la fruticultura ocupa el 28% de la superficie total de la cuenca (DINOT, 2024). Progresivamente, en el área tradicionalmente pecuaria intensiva, se ha instalado los cultivos de secano, la soja como cultivo dominante, proceso que desplaza a productores lecheros. Hacia el sur, la agricultura intensiva se especializa en la producción hortícola, frutícola y vitivinícola para el abastecimiento de la región metropolitana. Hacia el sureste, en el área chacarera, la agricultura se asocia con la avicultura y la ganadería en establecimientos de tamaño medio (ACHKAR, *et al.*, 2013).

La forestación exótica representa el 5% del territorio de la cuenca. Pero, además, en la cuenca se localizan 161.144 ha de suelos de prioridad forestal que, según la ley Nº 15.393 se le otorgan incentivos para ser utilizados con forestación. Esta cifra representa el 12% de la superficie total de la cuenca. Asimismo, el 80% de la superficie de suelos de prioridad forestal se localiza en las nacientes Noreste de la cuenca.

Los bosques nativos y humedales ocupan una superficie del 7% con predominio de los montes fluviales, se destaca también la presencia de montes serranos en las nacientes. En las llanuras bajas y depresiones se desarrollan ecosistemas de humedales. Se destacan los denominados Humedales del Santa Lucía que se localizan al sur de la cuenca y abarcan 86.517 ha (57.254 ha continentales y 29.263 ha marinas). Debido a su destacado valor ecosistémico,

han sido designados como área con recursos manejados del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (URUGUAY, 2015). En tanto que en las nacientes del río Santa Lucía, al Noreste de la cuenca, se encuentra el Parque Nacional Arequita, que hace parte de las sierras del Este. En 2024 con 560 ha ingresa al Sistema Nacional de Áreas Protegidas por su valor geológico y geomorfológico, para la conservación de la biodiversidad y por su importancia para la protección de los recursos hídricos (URUGUAY, 2024). Además, en 2026 el Cerro Arequita fue reconocido Geoparque Manantiales Serrano (UNESCO, 2026). Actualmente se proyecta la delimitación de un área protegida a nivel nacional en la cuenca Casupá como figura de protección para la reserva de agua dulce proyectada.

La principal tensión que se configura entorno a la Cuenca del Río Santa Lucía se vincula a los usos del suelo y los conflictos que entre estos se establecen. La definición de esta cuenca como un territorio de prioridad estratégica a nivel nacional, coloca al sistema ambiental cuenca en una situación compleja.

Las transformaciones en el uso y cobertura del suelo proyectadas para la cuenca del Santa Lucía (ACHKAR *et al*., 2013), coinciden con las tendencias de la región, donde se puede observar que la intensificación agraria desplaza pastizales y pasturas por monocultivos como soja y maíz, respondiendo una demanda mundial por *commodities* agrícolas que conlleva una pérdida de biodiversidad y degradación de suelos (AGUAYO *et al*., 2006; GARCÍA PRÉCHAC *et al*. 2010; SVAMPA, 2019). Este proceso coincide con el desarrollo de la intensificación agraria del modelo agroexportador a nivel nacional a partir de la década del 2000 y que se expande sobre tierras marginales para la producción agrícola (DOMÍNGUEZ *et al*., 2018; GAZZANO *et al*., 2019). Esta tendencia de cambio en la matriz productiva implica, por un lado, el aumento de cultivos transgénicos y sus paquetes asociados con mayor demanda energética; y por otro, la desaparición de las rotaciones pastura-agricultura (GARCÍA PRÉCHAC *et al*., 2010). Además, la ganadería suele desplazarse a suelos sin aptitud agrícola, como los márgenes de los cursos de agua que son degradados por sobrepastoreo (PÉREZ BIDEGAIN, *et al*., 2010).

Según Achkar *et al*. (2013) el escenario de expansión agrícola proyectado a nivel nacional también influye sobre los territorios de la Cuenca del Río Santa Lucía. En particular, la expansión de la frontera agrícola (monocultivos como la soja y la forestación) y la actividad ganadera intensiva en tambos genera procesos de concentración de tierras y desplaza a la producción familiar. Las presiones sobre la producción familiar han conducido al aumento de los costos de producción y pérdida de capacidad para acceder a tierras. Las transformaciones

en la matriz tecnológica y productiva que se evidencian en la cuenca profundizan el despoblamiento rural, y la salarización de la población rural, lo que genera cambios en la estructura agraria (ACHKAR *et al.*, 2013; DOMÍNGUEZ; ACHKAR, 2015); debilitando los espacios sociales de resistencia y transformación para la construcción de sustentabilidad.

Además, el avance e intensificación de los usos del suelo de la cuenca, afecta la cantidad y calidad del agua del río Santa Lucía. Las presiones que directa o indirectamente acontecen sobre los ecosistemas de praderas, los humedales, los bosques fluviales, zonas de recarga de acuíferos en las zonas de sierras y escarpas con monte serrano y sobre el sistema acuífero Raigón, compromete las aguas subterráneas y la producción hídrica de la cuenca. Sumado a esto, la cantidad de agua de la cuenca se ve afectada por la exportación de agua y alteración del ciclo hidrológico para abastecer de agua a una población que en su mayoría no vive en la Cuenca del Río Santa Lucía (ACHKAR *et al*., 2013).

Actualmente la cuenca del Río Santa Lucía enfrenta un contexto de crisis hídrica. En los últimos 10 años podemos destacar eventos severos, en que se da una alternancia de inundación, sequía y que también se manifiestan en la ciudad de Santa Lucía.

Algunos de los mecanismos para hacer frente a estos problemas se presentan en el Plan de acción para la protección de la calidad ambiental de la cuenca (DINAMA, 2013; 2015 y 2018), el Plan de Cuenca del Río Santa Lucía (MA, 2023) y el Programa Nacional de la Cuenca del Río Santa Lucía (DINOT, 2024). En relación a las inundaciones, se cuenta desde 2016 con un Plan departamental de Gestión Integral del Riesgo (GIR) (IC, 2022), el cual se expresa a partir de 2019 a nivel Municipal en el plan Gestión Integral del Riesgo local en el marco del Centro Coordinador de Emergencias Departamental CECOED Canelones y del Centro Coordinador de Emergencias Local CECOEL-Santa Lucía (MSL, 2022). Sin embargo, estos planes requieren de la articulación interinstitucional y en territorio, y la necesidad de ampliar la participación vinculante de todos los actores involucrados en el uso y gestión de la cuenca, para hacer efectivo el cumplimiento de estas medidas. Actualmente, los planes de cuenca existentes muestran dificultades en su aplicación práctica; carecen de una planificación a largo plazo y de una implementación con prioridades, competencias, responsabilidades y capacidades estatales claramente definidas.

La actual situación de la Cuenca del Río Santa Lucía evidencia el enfoque reduccionista y tecnocrático para el abordaje de los problemas ambientales. El funcionamiento de la Comisión de Cuenca del Río Santa Lucía y del Consejo Regional del Río de la Plata y su Frente Marítimo, presenta debilitamiento de los espacios de participación. A pesar de la normativa ambiental e

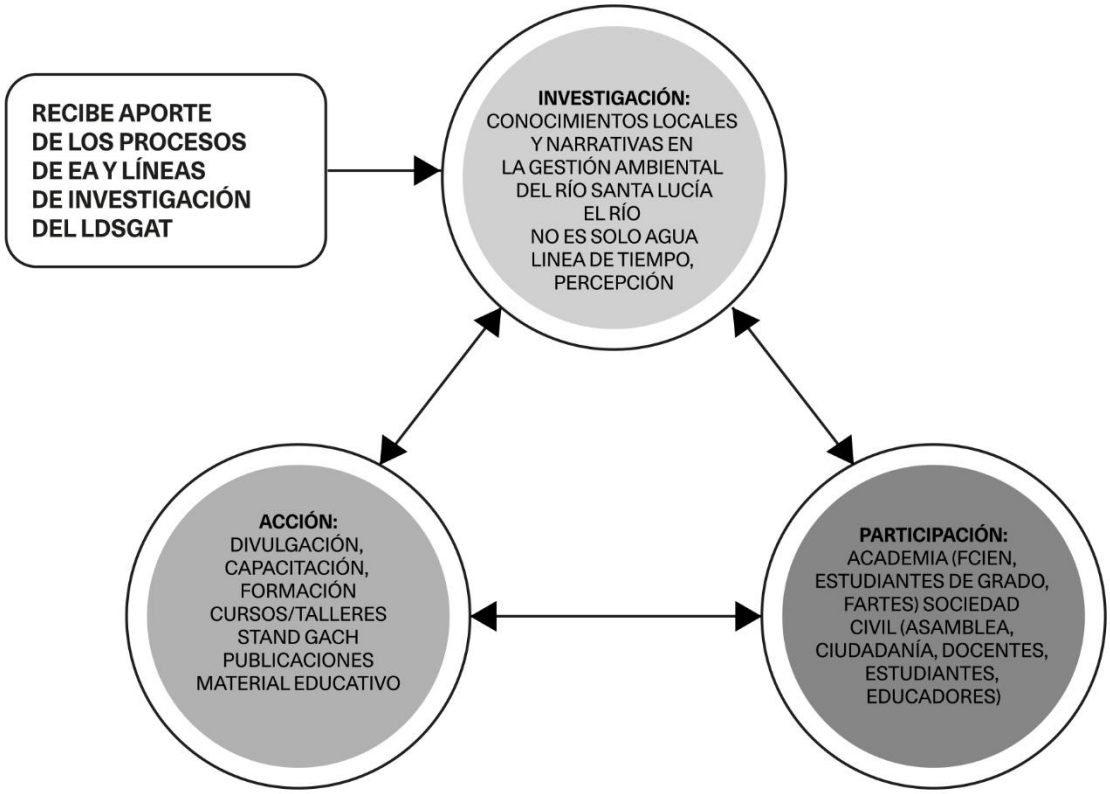
instrumentos existentes, las medidas de gestión implementadas hasta el momento no resuelven los problemas de la Cuenca del Río Santa Lucía. La actual crisis hídrica evidencia la vulnerabilidad en la gestión de la cuenca y la necesidad de generar propuestas que establezcan líneas prioritarias acorde a las singularidades territoriales de la cuenca. Definidas en base a información sistematizada y multidisciplinar de calidad, que permita un abordaje crítico de los problemas ambientales en ámbitos interinstitucionales y multiactorales y un cabal reconocimiento de los distintos actores involucrados.

4.3.1 **Educación ambiental en la gestión ambiental de la Cuenca del Río Santa Lucía**

4.3.2 **Espacios de divulgación, capacitación y formación en educación formal y comunitaria**

Desde el año 2022, junto a estudiantes y docentes del LDSGAT, se realizan actividades de divulgación científica con estrategias interactivas y; la generación de cursos de capacitación y formación continua. Su cometido es promover ofertas de formación académica y profesional, así como contextualizar y problematizar la información que circula en los medios masivos y, la importancia de la opinión pública y apropiación del conocimiento para el abordaje de las cuencas hidrográficas. Para ello se contribuye desde diversas líneas de investigación que lleva adelante el LDSGAT vinculadas a la educación ambiental crítica, geografía urbana, rural y ambiental, la gestión ambiental de cuencas hidrográficas y, la articulación entre producción y conservación ambiental (Figura 27).

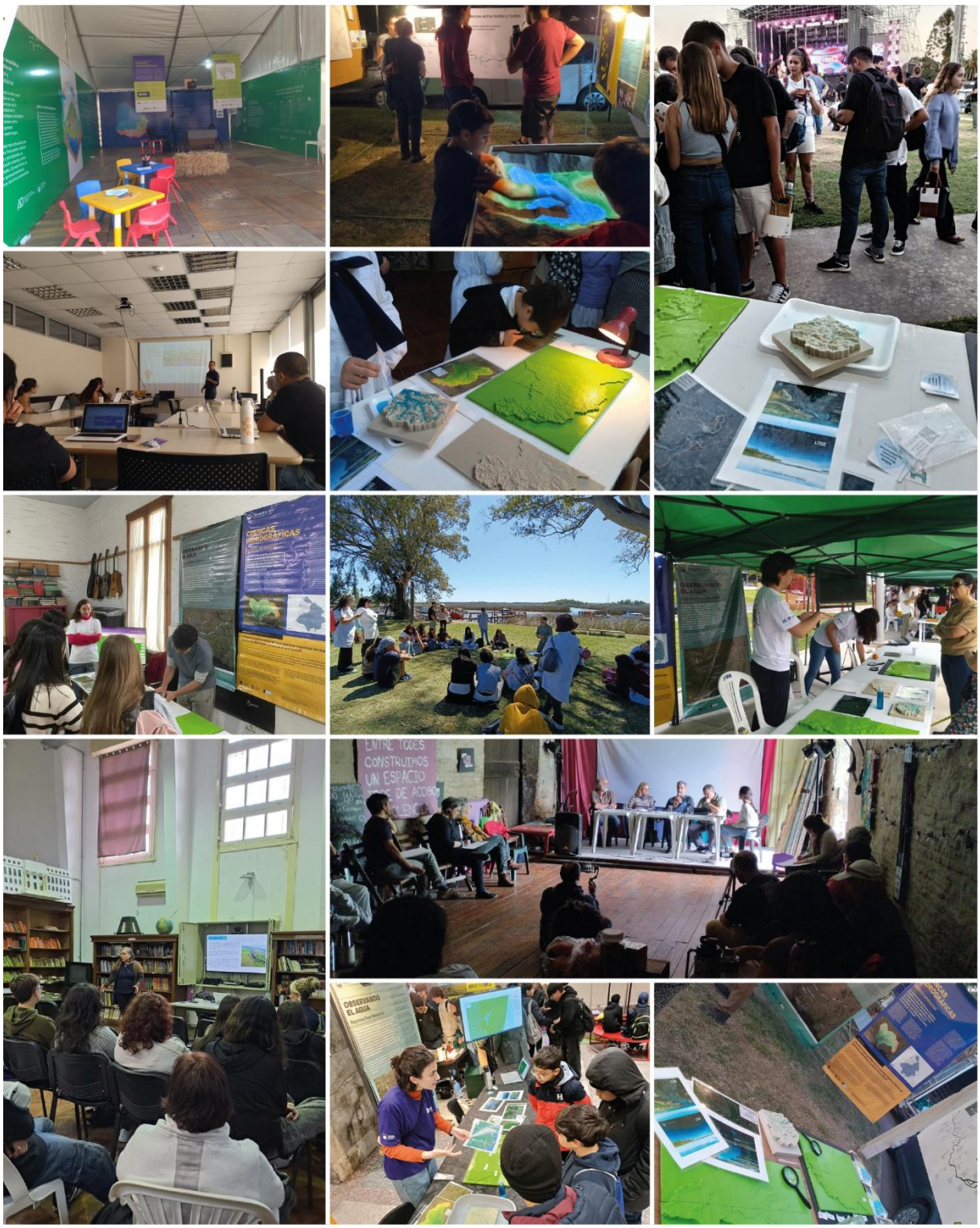
Figura 27-Ciclo de IAP en el proceso de EA para el fortalecimiento de la formación



EA: Educación Ambiental. FCIEN: Facultad de Ciencias, Udelar. FARTES: Facultad de Artes, Udelar. GACH: Gestión Ambiental de Cuencas Hidrográficas. LDSGAT: Laboratorio de Desarrollo Sustentable y Gestión Ambiental del Territorio-IECA, FCIEN. Elaboración propia.

Las actividades son generadas desde el ámbito académico en articulación con el sistema educativo (UDELAR, ANEP, CEIBAL, MIDES), sociedad civil (Asamblea por el Agua, Vecinos en red) y de otros servicios universitarios (Facultad de Artes, Udelar) y dirigido, por un lado, al público en general con foco en jóvenes y por otro, a docentes, estudiantes y educadores. Generalmente se nuclean bajo la propuesta de Stand de divulgación: “Gestión Ambiental de Cuencas Hidrográficas” o de aula (charlas, talleres, cursos) (Figura 28).

Figura 28-Actividades de divulgación académica para la gestión ambiental de cuencas hidrográficas



Fotografía: LDSGAT. Elaboración propia.

En el contexto de la IAP, los espacios de formación buscan: aportar herramientas para el análisis territorial mediante tecnologías de análisis espacial y elementos conceptuales para problematizar la gestión territorial en los procesos educativos. Proporcionar los elementos teóricos y metodológicos que permitan comprender la importancia de la gestión de cuencas hidrográficas en el contexto de acción social. Generar herramientas para los docentes y participantes, para integrar el uso de las metodologías participativas y de análisis espacial en el aprendizaje de temáticas ambientales, que promuevan la lectura crítica y sistémica del territorio. Introducir herramientas para integrar el uso de las tecnologías de la información y comunicación para comprender las transformaciones espaciales y en la enseñanza curricular de geografía y ciencias ambientales. Facilitar el acceso a información para interpretar y evaluar el estado de la cuenca hidrográfica del Río Santa Lucía y sus problemas ambientales. Además, se disponibilizan recursos educativos/didácticos generados para la experiencia y en el marco de las líneas de investigación del LDSGAT como insumo para la práctica docente.

La instancia de formación propone, por un lado, la integración de conocimientos teórico-prácticos a casos concretos, dando lugar a un aprendizaje situado y activo. A su vez, permiten una aproximación al método científico mediante técnicas que promueven la investigación participativa desde un enfoque sistémico de cuencas. Por otra parte, brinda herramientas de análisis espacial, de uso libre o gratuito, desde donde analizar y observar el territorio. Se presentan herramientas y técnicas, que permiten sistematizar la información ambiental, espacializarla, analizarla y posicionarse sobre las configuraciones territoriales, discutiendo su potencial para el trabajo en el aula o comunitario. Se presentan distintas estrategias de análisis espacial, con aplicación de imagen satelital, Sistemas de Información Geográfica, visualizadores de información ambiental, y el software Google MyMaps; dispositivos 3D (maqueta de la cuenca del Río Santa Lucía). Así como técnicas de relevamiento en territorio y metodologías participativas: fichas de relevamiento, línea del tiempo, evaluación rápida de condición ripara, mapeos participativos, apps de ciencia ciudadana y didácticas.

Por otro lado, en relación al equipo que lleva adelante las propuestas, se generó un repositorio con orientaciones generales para estudiantes y docentes que guían las actividades, así como información complementaria (académica, normativa, medios) asociado a las actividades propuestas, los cuales son trabajado con quienes se incorporan en cada edición. Además, a través de reuniones preparatorias, en cada edición se adaptan los contenidos según el público destinatario y formación del equipo orientador; y se generan nuevas propuestas que incorporan los avances en el conocimiento de las líneas de investigación del LDSGAT.

Como estrategia de formación se realizaron tres minicursos taller de formación continua para docentes de ANEP y CEIBAL en el marco de la Escuela de Verano Ceibal 2024, Feria Educativa Ceibal para las áreas STEAM 2024 (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas), y Campus del Sur-Ceibal, 2026. En este curso se abordan contenidos temáticos y recursos didácticos para el trabajo en aula. En 2024 se realizan dos cursos en el marco de Educación Permanente, (FCIEN, Udelar). Por un lado, el curso "El río no es solo el agua. Cuenca y gestión en el contexto del cambio global", se realizó en articulación con la Organización Social Asamblea por el Agua y fue dirigido a diversos actores territoriales vinculados al uso y gestión de la cuenca, entre los que se destaca público en general, usuarios, colectivo de Vecinos en red, gestores, y estudiantes, egresados y docentes de Udelar y ANEP. En este marco se desarrolla una mesa de diálogo con miembros de la comisión de cuenca. "Mesa de diálogo: A 10 años de la Comisión de Cuenca del Río Santa Lucía. Análisis sobre su funcionamiento y perspectivas a futuro". Por otro lado, el curso de "Educación ambiental e investigación científica, un binomio para las ciencias ambientales" fue dirigido a formación docente y universitaria. Además, las experiencias fueron sistematizadas y compartida entre colegas en congreso académico y publicaciones.

En tanto que las propuestas de carácter interactivo, involucró la colaboración de estudiantes de grado de FCIEN y de la FArtes, para el diseño de los recursos educativos que consisten en un simulador de dinámica fluvial (programa Magic Sand); la construcción colectiva de una línea de tiempo en 2022 y 2023; difusión de materiales (folletería) sobre la gestión ambiental de cuencas hidrográficas. En 2023 se hace foco en la crisis y emergencia hídrica incorporando una App interactiva (Google Earth Engine) con la evolución temporal del espejo de agua de la reserva de Paso Severino y los principales hechos asociados entre 2022 y 2025. En 2024, en el marco de una pasantía estudiantil, la propuesta se amplía con maquetas 3D de la cuenca y subcuenca para simulación de lluvia e ilustrar la definición de cuenca hidrográfica. En 2025 en base a la propuesta de TF se genera un visualizador interactivo (Google MyMaps), que permite visualizar información georeferenciada de la delimitación del TF, incorporando descripciones, fotografìas y videos aéreos en puntos estratégicos de este territorio. Ese año también se integra información ambiental generada vinculada a las inundaciones en Santa Lucía, contando para el desarrollo de la propuesta con la colaboración del colectivo Vecinos en red. Además, se disponibilizan recursos gráficos para el tratamiento de aspectos disciplinares y la gestión participativa.

La propuesta del Stand de Gestión Ambiental de Cuencas Hidrográficas se ha desarrollado en espacios de Educación formal o de instituciones públicas (Expo Prado 2023; Latitud Ciencias 2023,2025; Jornadas de Puertas Abiertas 2024, 2026; Ciencia con Ideas-Ecoparque Idea Vilariño 2025; Centro cultural Oeste de Montevideo 2025; Tocó Venir 2024,2026, visita del MIDES a los humedales del río Santa Lucía, 2026). Además, en el marco de educación comunitaria, junto con una organización ambiental local, Asamblea por el Agua del Río Santa Lucía, se ha participado en instancias de interés cultural, día del ambiente en 2023 y 2026 y la Fiesta anual de la radio comunitaria Espika 90.7 FM desde 2022 a la fecha, con participación de docentes y estudiantes de la Licenciaturas en Geografía y, en Recursos Naturales.

4.3.2.1 Fortalecimiento de la participación en formación continua, el río no es solo agua

Una experiencia concreta del accionar en conjunto entre Asamblea por el Agua del río Santa Lucía (Asamblea) y el grupo del LDSGAT del IECA-FCIEN de la Udelar (ELUÉN *et al*., 2025a) es la participación en la Fiesta anual de la radio comunitaria ESPIKA 90.7 FM, quien organiza una feria que nuclea la presencia de diversos emprendimientos y actividades artísticas. A partir de 2022, por primera vez, se convoca a servicios universitarios a participar de la fiesta, con el objetivo de dar a conocer las acciones que Udelar realiza en el área vinculada a la gestión del territorio. Así desde el año 2022 el grupo de LDSGAT-IECA participa con el stand de Gestión Ambiental de Cuencas Hidrográficas. Iniciando en la 19° Fiesta de la Espika bajo el lema “Arte, Ritual y Comunidad. 19 años”, en 2023 con la convocatoria “20 años de encuentros y escuchas en el territorio” y en 2024 bajo la consigna “¿cómo habitamos los territorios?”, 2025 “sentidos comunitarios”.

En el marco del stand se realizó entre 2022 y 2023 un proceso de relevamiento de conocimientos locales sobre la situación del río Santa Lucía. En este contexto, se presenta la elaboración de una línea de tiempo participativa sobre los principales hitos asociados al río de Santa Lucía. La actividad propone identificar los principales procesos vinculados a la gestión del agua y sus desafíos actuales en la ciudad de Santa Lucía y su territorio adyacente (ELUÉN *et al*., 2025a) (Figura 29).

Figura 29- Proceso de construcción de una línea de tiempo participativa sobre el Río Santa Lucía



Intervención en la Fiesta de la Espika 2022 y 2023.

Fotografía LDSGAT. Elaboración propia

La técnica de línea de tiempo es una herramienta propia de las metodologías participativas, donde se obtiene como resultado un relato cronológico de los hechos contados por las y los participantes/actores comunitarios de la zona (ALBERICH *et al*., 2009). Esta aproximación metodológica resulta adecuada para el análisis de procesos complejos y conflictos territoriales caracterizadas por dinámicas no lineales, dado que permite integrar dimensiones institucionales, sociales y la convergencia entre las distintas temporalidades. Lo que la transforma en una herramienta versátil que permite la recopilación de distintas percepciones y conocimientos, como, por ejemplo, la evolución temporal de la gestión de la cuenca. En tal sentido, se entendió pertinente desarrollar una línea de tiempo que se constituyó en base a un proceso de reflexión colectiva de tres momentos:

- Momento 1-Desde el ámbito de Formación terciaria: El río no es solo el agua.

Esta etapa reunió a docentes y estudiantes del curso de ERNIA para sintetizar los contenidos del curso mediante el concepto que *el río no es solo agua*. Esta frase amplía el universo de la gestión hídrica más allá del ecosistema acuático, posicionando la importancia de los procesos socio-ambientales en el territorio cuenca y las acciones que en él se desarrollan como condicionantes de la calidad y cantidad del agua que finalmente circula en los ríos. Así, se seleccionaron para integrar la línea de tiempo los principales hitos normativos e institucionales que habilitan la gestión integrada de los recursos hídricos en el país. Esta selección constituye un elemento disparador para iniciar un diálogo en el cual visibilizar la existencia de espacios institucionales para la gestión de cuencas en los que la ciudadanía organizada tiene derecho a participar; y los cuales necesitan ser fortalecidos para implementar los planes de gestión del territorio.

- Momento 2-De la formación terciaria a los movimientos sociales: la cuenca como identidad territorial.

Los primeros hitos planteados en la línea de tiempo fueron rediscutidos con integrantes de la organización social Asamblea por el Agua, quienes acordaron con los primeros aportes e integraron hitos relevantes a nivel local. Se amplía así la propuesta incorporando hitos sobre la gestión de cuenca de alcance nacional, pero también de alcance regional y local, al reconocer las singularidades de la gestión en el contexto local, avanzando en la construcción histórica de una identidad territorial.

- Momento 3-En diálogo con el territorio: La construcción colectiva de una línea de tiempo para la gestión del agua en la ciudad de Santa Lucía

Finalmente, la línea de tiempo, que integra los hitos relevados en las etapas anteriores, se puso en diálogo con parte de la población local de Santa Lucía. La estrategia de intervención se basó en la instalación de un stand sobre la Gestión Ambiental de Cuencas Hidrográficas en las Fiestas de la Espika, con diversas actividades interactivas dirigido al público en general y

orientadas por estudiantes, exalumnos y docentes del curso de ERNIA. En lo que refiere a la línea de tiempo, durante la intervención se invitó a los participantes a incluir eventos bajo la consigna: ¿Qué cosas están pasando o pasaron en torno al río Santa Lucía? Se rescataron así percepciones, saberes y vivencias de los asistentes a la feria que fueron incorporados como hitos a la línea de tiempo. Este trabajo analiza el proceso de educación ambiental crítica en los años 2022 y 2023.

Además, la intervención se complementó con cartelería y la entrega de material informativo en soporte papel (tríptico) para la difusión entre los asistentes a la fiesta. Durante la ejecución de las actividades se promovió el diálogo sobre contenidos que abordan la gestión del agua desde el enfoque de cuenca, como un bien común de la naturaleza, destacando la importancia de la participación en los espacios de gestión territorial para un ordenamiento ambiental sustentable e incluyendo en el material informativo la línea temporal de los hitos identificados hasta el Momento 2.

Los hitos relevados en la línea de tiempo fueron procesados mediante la construcción de categorías que describen el análisis de la gestión del agua haciendo foco en los agentes territoriales involucrados; la contribución de los agentes al proceso de gestión; y la situación ambiental. A partir del análisis de las categorías construidas, se identificaron y discutieron las principales problemáticas y potencialidades territoriales vinculadas a la gestión del agua. La línea del tiempo síntesis (Figura 30) permitió identificar un total de 50 eventos, 27 generados en las dos primeras etapas de construcción (Academia y Asamblea por el Agua) y los 23 restantes producto de la intervención con la comunidad en las dos ediciones de la fiesta de la Espika.

Figura 30-Línea de tiempo participativa sobre el río Santa Lucía. Fiesta de la Espika, 2022 y 2023



El texto destacado en negrita representa los aportes de la comunidad local participante de la feria.
Elaboración LDSGAT

A partir de los hitos relevados se obtuvieron cinco categorías: acción estatal/gubernamental, acción social, eventos ambientales, percepción social y acción académica (Tabla 7; Figura 30). Los datos aportados por el ámbito académico en conjunto con la organización social se corresponden principalmente a la categoría acción estatal, seguida por acción social. En tanto que los asistentes a la feria realizaron fundamentalmente aportes en las categorías percepción social, seguida por eventos ambientales.

Tabla 7-Distribución de la tipología de hitos identificados. Porcentaje sobre un total de 50 hitos relevados

Tipo de hitos	Descripción	Porcentaje (%)
Acción Estatal/ gubernamental	Son acciones por parte del Estado que están comprendidas dentro de un marco normativo, legal o de gestión/gobierno.	34
Acción Social	Acciones emprendidas por parte de la sociedad civil, incluye desde acciones individuales hasta acciones con mayor grado de organización social. Involucra el ámbito público y privado.	20
Percepción Social	Sentimientos, significados y vivencias de las personas sobre el estado y gestión del río Santa Lucía.	18
Eventos Ambientales	Son eventos (de origen natural o antrópico) que implican riesgos para la sociedad.	16
Acción Académica	Son acciones que contribuyen a la generación de conocimiento validado científicamente.	12
Totales		100

Elaboración propia

Como comenta Gallini *et al*. (2015), para construir un relato histórico no alcanza con unir cronológicamente los hechos, sino que requiere un abordaje más complejo, donde quien relata decide qué mostrar, la profundidad y por supuesto la perspectiva epistemológica. Es así como el análisis que se presenta se encuentra signado por el marco conceptual del equipo de investigación, y que la generación de una visión común sobre los aconteceres de la gestión del agua en este territorio requiere necesariamente de la integración de visiones y marcos analíticos de diversos colectivos. En tal sentido, el orden cronológico elaborado pretende constituirse en un elemento disparador que contribuya a fortalecer los relatos ambientales sobre lo que acontece en la Cuenca del Río Santa Lucía.

La línea permite visibilizar que, si bien las condiciones normativas aseguran a partir del siglo XXI el marco institucional para una gestión integrada de los recursos hídricos desde una lógica de sustentabilidad, la gestión concreta del territorio parece no haber acompañado este proceso determinando un incremento en su degradación ambiental. A pesar de que el estado cuenta con normativa para conformar procesos de gestión participativos en la gestión del agua, fueron necesarios la ocurrencia de eventos puntuales, con impactos ambientales negativos y la acción social organizada para formalizar institucionalmente estos espacios participativos.

Por otra parte, la línea de tiempo también permite visibilizar cómo un evento ambiental cataliza la acción estatal o la movilización social y como la acción social reorienta la acción estatal generando mecanismos de retroalimentación. Los resultados muestran que la gestión ambiental del agua se asocia con pulsos vinculados a eventos de "crisis" cuando lo ambiental adquiere mayor resonancia en la opinión pública. Cuando un evento de degradación ambiental adquiere la suficiente notoriedad pública promueve la movilización social quien a su vez cataliza o reconduce la acción estatal. Esto resalta el desafío de avanzar en la construcción de espacios participativos que promuevan la gestión proactiva y preventiva. Si bien algunos de estos elementos se identifican en la línea de tiempo, resulta necesario profundizar en ese sentido.

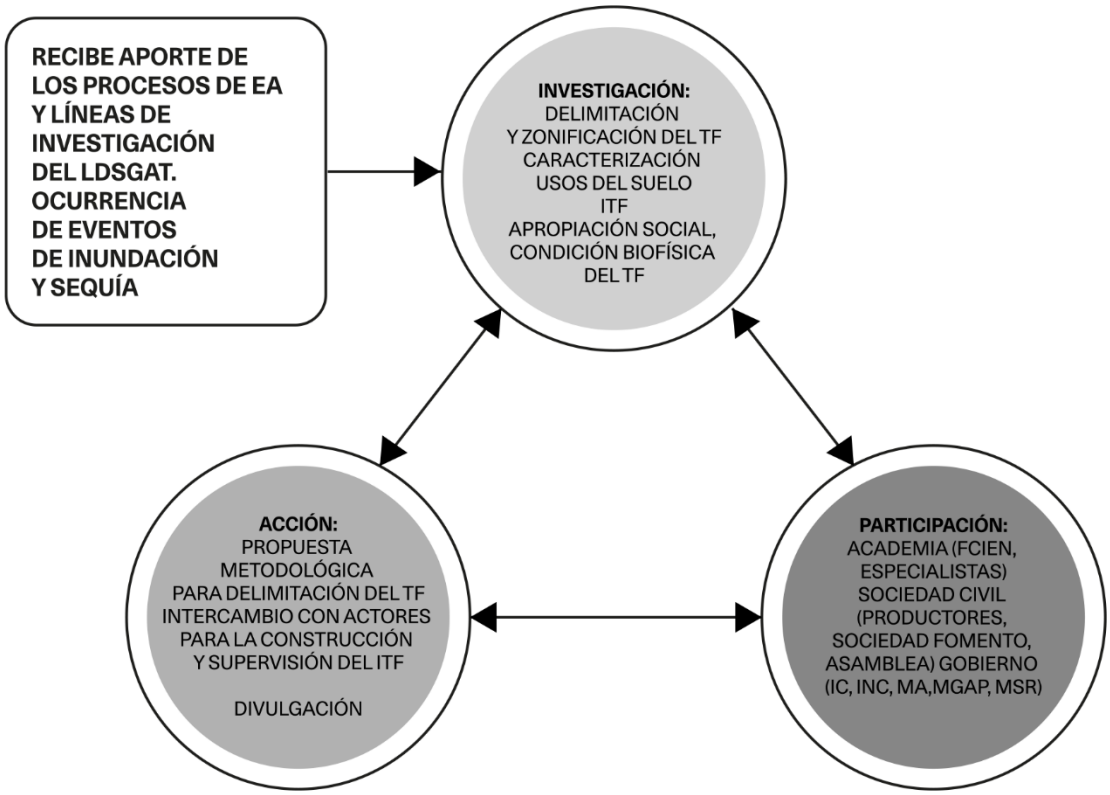
La construcción de soluciones a la crisis ambiental en lógicas tecnocentristas paralelamente reduce tanto su análisis político como la generación de propuestas políticas. Diseñar estrategias para problematizar la crisis ambiental explicitando su territorialidad y temporalidad construye un escenario político necesario para redefinir esta problemática. La elaboración colectiva de una línea de tiempo habilita estos escenarios. El análisis de la línea de tiempo constituye la base para la construcción de una visión común histórica y territorial sobre la gestión del agua en la ciudad de Santa Lucía y sus zonas adyacentes. Su potencial para la

generación de espacios de análisis político queda expresado en los resultados; la fortaleza de los movimientos sociales para orientar y desencadenar la acción estatal, tanto promoviendo y efectivizando acciones concretas en el territorio, como proponiendo modelos de gestión territorial articulados dentro del marco legal (reforma constitucional) normativo (solicitud de creación de Comisión de Cuenca), de instrumentos de gestión (integración de un padrón al Sistema Nacional de Áreas Protegidas) y de acción comunitaria (a través de un Laboratorio Popular). Como proceso de educación ambiental crítica, contribuyó a la construcción de una narrativa colectiva comunitaria y constituye un recurso didáctico que permite visibilizar el escenario político subyacente a los instrumentos con los que cuenta el país para abordar la gestión territorial. La versatilidad de este recurso permite su integración tanto al trabajo comunitario como al del aula. La relevancia de generar este tipo de propuestas educativas para abordar la temática ambiental es una estrategia que pretende contrarrestar la transmisión de conocimientos desde enfoques tecnocentristas.

4.3.3 **Espacios de diálogo para la construcción de soluciones de gestión territorial: delimitación del Territorio Fluvial**

Con el cometido de promover la generación de espacios de diálogo para la construcción de soluciones de gestión territorial, se presenta un ciclo de IAP que propone la definición y delimitación del TF, como instrumento de Ordenamiento Ambiental del Territorio rural adaptada a la dinámica fluvial, que busca fortalecer la gestión ambiental de la Cuenca del Río Santa Lucía (ELUÉN *et al*., 2025b) (Figura 31).

Figura 31-Ciclo de IAP para el fortalecimiento de espacios de diálogo: delimitación del Territorio Fluvial



FCIEN: Facultad de Ciencias. IC: Intendencia de Canelones. INC: Instituto Nacional de Colonización. ITF: Índice de Territorio Fluvial. MA: Ministerio de Ambiente. MGAP: Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. MSR: Municipio de San Ramón. TF: Territorio Fluvial.

Las relaciones establecidas en la ciudad de Santa Lucía con el gobierno local, departamental y la sociedad civil, en convergencia con la línea de investigación del LDSGAT vinculada a la relevancia de las zonas de amortiguación de cursos de agua (Zona buffer) para la conservación de la calidad y cantidad de agua en el río; así como el establecimiento de medidas específicas para estas zonas en el marco de la Comisión de Cuenca del Río Santa Lucía (2013) y del Plan de Ordenamiento Rural de Canelones (IC, 2019b); la participación del LDSGAT en la 12ª CCRSL para el tratamiento del tema (2019); el interés de organizaciones y población de Santa Lucía vinculado a inundaciones de la ciudad por localizarse en la planicie de inundación; el interés de la intendencia de Canelones ante la situación de emergencia hídrica (2023) y de generar estrategias para asegurar la calidad del agua; permitió en 2024 dar continuidad a la gestión de los cursos de agua.

El ciclo de IAP (Figura 31) se realizó en 2025 como prueba piloto para la definición y delimitación del TF en un tramo de la Cuenca del Río Santa Lucía del departamento de Canelones. El ciclo se enmarca en la iniciativa de la Intendencia Departamental de Canelones "Compromiso con el agua". Éste establece un acuerdo entre el grupo LDSGAT-FCIEN-Udelar y la Dirección General de Gestión Ambiental para avanzar en seis líneas estratégicas que contribuyan a la mejora de la calidad de la Cuenca del Río Santa Lucía en el departamento de Canelones (ANEXO 1). Continuando con el proceso, en 2025 se comienza por la “Delimitación del TF de la Cuenca del Río Santa Lucía en el departamento de Canelones, para el tramo del río Santa Lucía entre San Ramón y Aguas Corrientes” (ELUÉN, et al., 2025b). A través del trabajo articulado, se avanzó en la definición del TF mediante su delimitación biofísica en base a criterios técnicos, información secundaria disponible con resolución espacial de alta calidad científica-técnica, supervisión participante en campo y colaboración del sector académico/técnico, los gobiernos departamental y municipal, el Instituto Nacional de Colonización (INC) y los productores rurales y habitantes del área de estudio que residen en la zona. El enfoque participativo de la propuesta permite orientar estrategias de uso, manejo y restauración que articulen producción y conservación.

Se mantuvieron instancias de trabajos quincenales interinstitucionales entre los equipos de FCIEN y la DGGA-IC para la planificación de las entrevistas a productores rurales y relevamiento de campo, así como instancias de puesta a punto, evaluación y ajuste de actividades. Además, se realizaron instancias de divulgación, tanto para la presentación de cometidos del trabajo como de resultados, en reuniones técnicas con el Ministerio de Ambiente, así como en la Mesa de Desarrollo Rural Noreste y Santoral de Canelones (22/05/2025 y

18/12/2025, San Antonio), que reúne instituciones públicas (MGAP, IC), organizaciones de productores (principalmente familiares) y otros actores colectivos de la ruralidad del TF en estudio. Los resultados del trabajo fueron incorporados a las actividades de divulgación científica del LDGAT fortaleciendo el proceso de Espacios de divulgación, capacitación y formación en educación formal y comunitaria.

Además, desde el año 2026 se constituye un nuevo ciclo de IAP para delimitar el TF de la Cuenca del Río Santa Lucía en el tramo que comprende el departamento de Canelones. Lo que posteriormente permitirá, además, proyecta un nuevo ciclo para la delimitación del TF en la totalidad de la cuenca, como insumo e instrumento de planificación, al ser establecido como unidad de gestión en el marco de la comisión de cuenca (27ª a 29ª sesión de la CCRSL).

Se presenta una propuesta que establece una delimitación precisa del TF que caracteriza sus componentes biofísicos y productivos. Para ello, se trabajó a una resolución que permite la articulación entre el Ordenamiento Territorial y la gestión del espacio rural, de modo que asegure el desarrollo de las actividades antrópicas al tiempo que maximice la provisión de funciones ambientales y disminución de los riesgos sociales. La delimitación y zonificación espacial del TF se propone como base para la generación de pautas a nivel de unidades productivas para un plan de acción ajustados a las condiciones territoriales de la Cuenca del Río Santa Lucía.

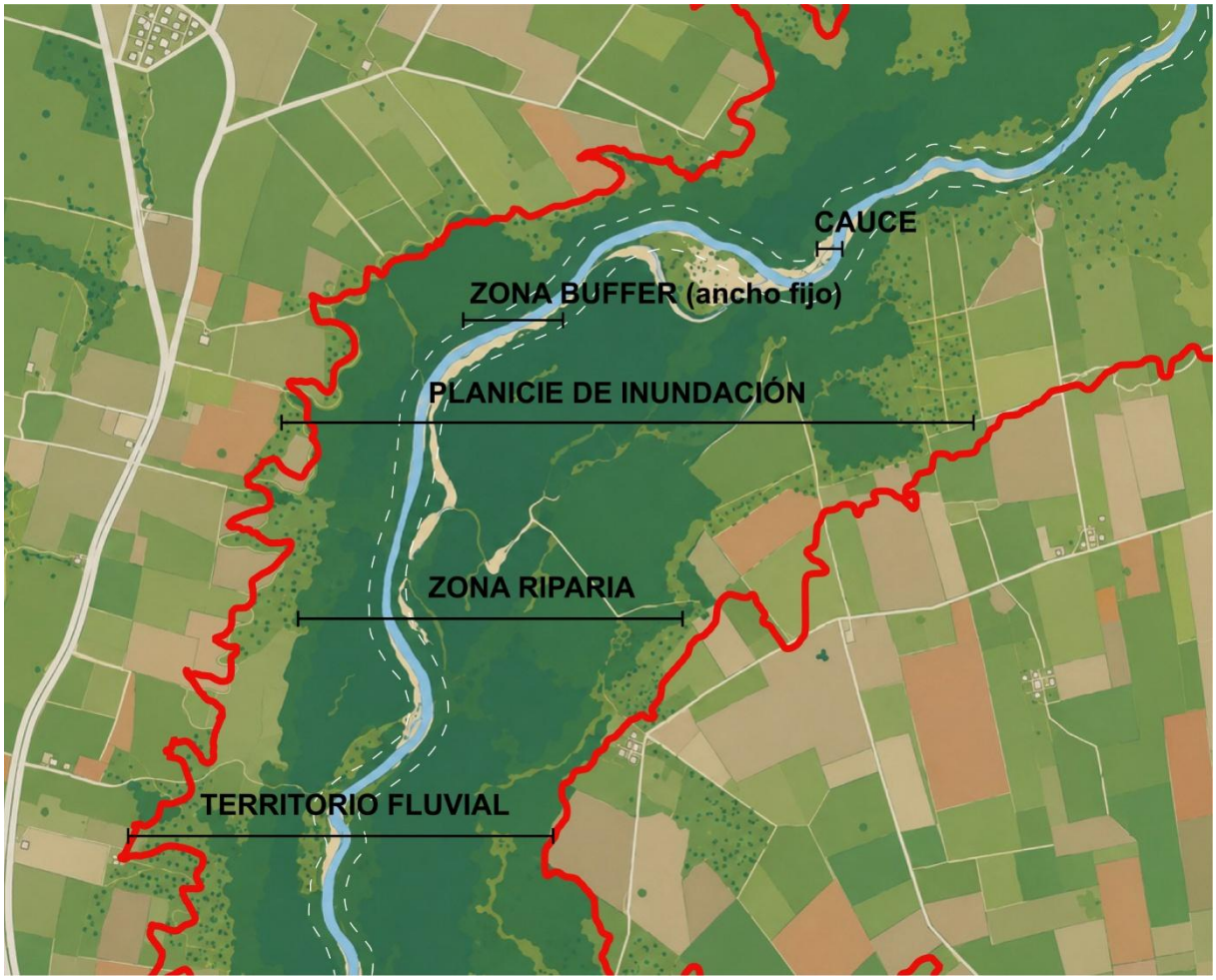
En general los cursos hídricos a nivel global presentan diversos niveles de deterioro que se expresan principalmente en la calidad de sus aguas y también en la reducción de su caudal (UNEP; UN-Water, 2024; VAN VLIET, *et al.*, 2023). Actualmente, se plantea un redireccionamiento de las estrategias de gestión desde acciones ingenieriles de modificación del paisaje fluvial a estrategias que reconocen y fortalecen la dinámica y complejidad de los sistemas fluviales (AHMED *et al*., 2023; GIANO, 2024). En esta línea, adquiere relevancia el concepto de TF (OLLERO *et al*., 2009; OLLERO, 2020, 2024) definido como el espacio dominado por el sistema fluvial. Es una franja geomorfológica y ecológicamente activa que garantiza la naturalidad, continuidad, conectividad y dinámica hidrológica. El TF puede conceptualizarse como un sistema complejo que integra el cauce, la planicie de inundación, las zonas riparias y otros espacios funcionalmente conectados por procesos hidrológicos, geomorfológicos y ecológicos, así como por dinámicas sociales y de uso del suelo (Figura 32). Esta noción supera enfoques parciales que abordan componentes específicos del sistema como ser: la zona riparia, entendida como interfaz entre ecosistemas terrestres y acuáticos (NAIMAN; DÉCAMPS, 1997); la planicie de inundación, definida por su conectividad lateral y la dinámica

del pulso de inundación (JUNK *et al*., 1989); los humedales, caracterizados por condiciones de saturación hídrica pero no necesariamente asociados a sistemas fluviales (RAMSAR CONVENTION SECRETARIAT, 2016); y las áreas buffer, concebidas como dispositivos de gestión orientados a mitigar impactos antrópicos (LOWRANCE *et al*., 1997).

La multidimensionalidad del TF, integra no solo sus funciones ecológicas sino también los procesos históricos de apropiación, los conflictos territoriales y las formas de gestión. El TF entonces, resulta ser un concepto integrador, complejo y que supera las limitaciones de las unidades anteriormente definidas, dado que considera de forma sistémica la dinámica de un curso hídrico. El TF se configura como una unidad analítica que permite articular escalas, actores y procesos, resultando particularmente relevante para abordar problemas como la intensificación del uso del suelo, la regulación hidrológica y la conservación de la biodiversidad. Una adecuada ordenación de este territorio reduce impactos, se adapta a los procesos naturales, mitiga riesgos y aumenta la resiliencia (GALIMBERTI, 2021). El conjunto de estos factores redunda en mejora en la calidad y aumento en la disponibilidad de agua.

Si bien el concepto de TF ha adquirido relevancia en la gestión del agua, su incorporación efectiva en las políticas públicas y en los instrumentos de ordenamiento territorial es incipiente y presenta varios desafíos. Identificar el espacio de movilidad es técnicamente complejo, ya que requiere diferenciar entre el espacio de movilidad funcional (mínimo necesario para la dinámica) y el espacio de movilidad potencial, especialmente en ríos con dinámicas activas (HERNÁNDEZ, N., 2018). Para ello es necesario integrar SIG, modelos digitales de terreno (MDT), mapas de inundación y análisis multitemporales de imágenes satelitales para reconocer el cauce histórico y actual (FERNÁNDEZ-ORGAZ; ROBLEDO-JIMÉNEZ, 2014).

Figura 32-Representación gráfica del territorio fluvial (TF) y comparación con delimitaciones habitualmente utilizadas en la planificación y gestión territorial



Elaboración LDSGAT

Las dificultades técnicas aumentan al definir espacios fluviales en cauces intermitentes donde la dinámica hidrológica depende de la intensidad y frecuencia de las precipitaciones. Además, el TF es multidimensional y debe integrar al menos 4 dimensiones: longitudinal (nacientes-desembocadura), lateral (cauce-tierras altas), vertical (aguas superficiales-subterráneas) y temporal (dinámica de caudales). Por último, es necesario profundizar en los indicadores de calidad hidrogeomorfológica del TF y su vinculación con el caudal ambiental del río.

La delimitación del TF requiere acordar un proceso que sea técnicamente viable y socialmente apropiable, integrando tanto el conocimiento científico como los saberes y

necesidades locales. La construcción de un acuerdo técnico implica consensos respecto a la identificación de las variables biofísicas que permiten representar la dinámica hidrológica, apoyándose en información espacial disponible, metodologías reproducibles y escalas de análisis adecuadas (MITECO, 2022; MADS, 2018; OLLERO *et al.*, 2009). La utilización del TF como concepto trasciende los aspectos técnicos ya que supone un cambio de paradigma en la gestión del territorio, orientado a devolver al río el espacio necesario para que pueda conservar su dinámica y funcionar como sistema fluvial (OLLERO *et al.*, 2009). Así, las decisiones sobre el territorio deben enmarcarse en el contexto estructural y funcional del río en contraposición a las lógicas de ocupación y uso históricamente centradas en un imaginario "tecno-control". En este contexto, resulta necesaria la apropiación social del concepto como una herramienta de gestión territorial viable, como alternativa a las soluciones tradicionalmente adoptadas como dragados, limpiezas de vegetación y defensas.

Uruguay es reconocido a nivel internacional por la reforma constitucional del agua de 2004, ya que consolida un novedoso paradigma de gestión, que involucra la participación de los diversos sectores sociales en el proceso de toma de decisión (DOMÍNGUEZ; ACHKAR, 2019). Además, establece que las cuencas hidrográficas deben ser las unidades básicas para la gestión de los recursos hídricos. No obstante, la organización histórica del territorio uruguayo no se estructura en este paradigma. En lo que refiere al TF, el país está avanzando progresivamente en su restauración o recuperación, principalmente a través de la aprobación de planes regionales o locales (URUGUAY, 2017).

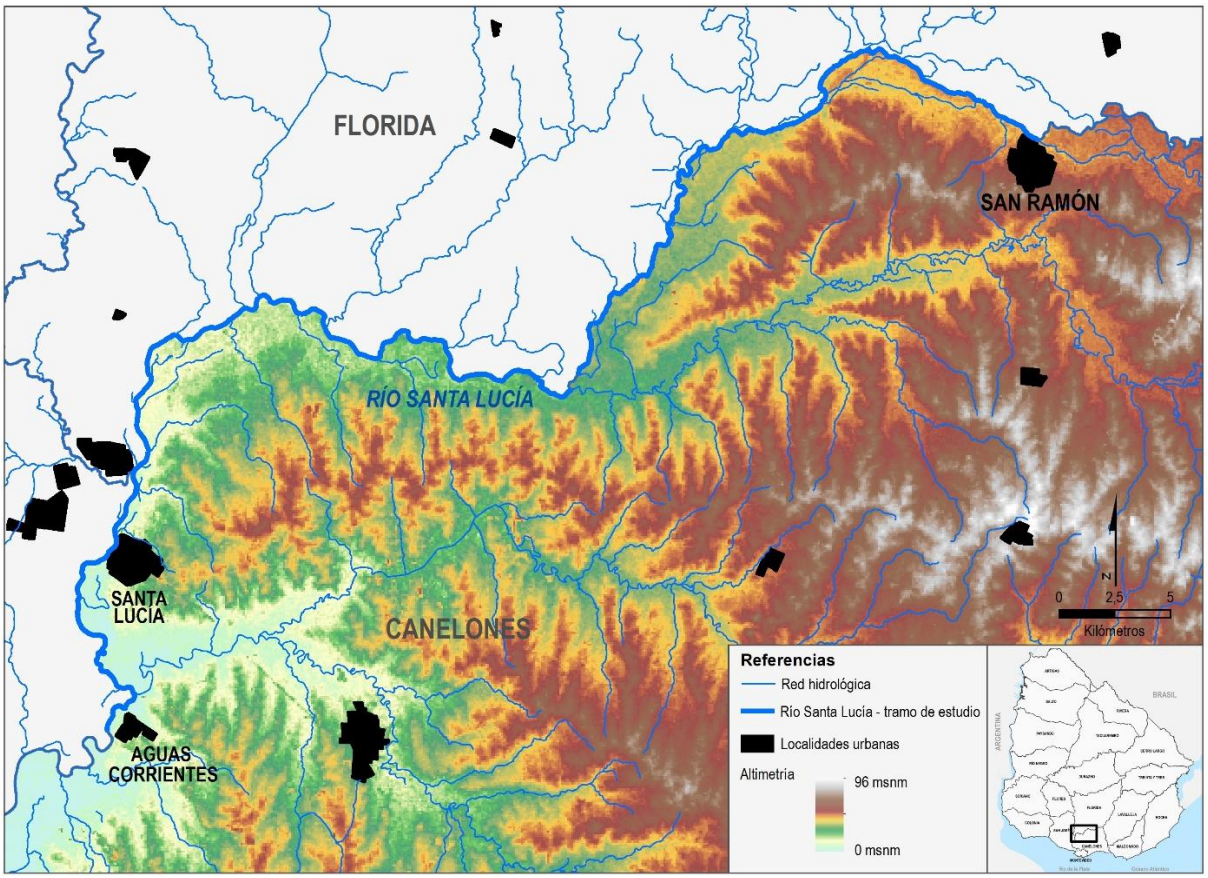
La Cuenca del Río Santa Lucía, además de abastecer de agua potable al 60 % de la población nacional, sustenta actividades productivas claves (ACHKAR *et al*., 2016). Su importancia estratégica ha impulsado la necesidad de fortalecer la gestión ambiental para compatibilizar usos y prevenir conflictos. El "Plan de Acción para la Protección de la Calidad Ambiental y la Disponibilidad de las Fuentes de Agua Potable en la Cuenca del Río Santa Lucía" (DINAMA, 2013) propone formular y ejecutar acciones que permitan controlar, detener y revertir el proceso de deterioro de la calidad del agua en la cuenca y asegurar el agua para el abastecimiento de agua potable. Entre las medidas adoptadas en este plan se destaca la "Medida 8", que prevé instaurar una zona de amortiguación sin laboreo de la tierra y sin uso de agroquímicos para la conservación y restitución del bosque fluvial, como forma de restablecer la condición hidromorfológica del río. En este plan, las zonas de amortiguación son de ancho fijo y se establecen según la jerarquía de los cursos o embalses, propuesta que ha enfrentado

problemas de delimitación, reconocimiento e implementación y por lo tanto deficiencia en los resultados (URUGUAY, 2025).

El concepto de TF se viene consolidando en el ámbito académico, pero aún no hay consenso en los criterios para su delimitación y operativización. Avanzar en la construcción de una metodología para la delimitación precisa del TF, que contemple los componentes y procesos biofísicos y productivos, es central para diseñar e implementar programas de gestión, y consolidar sistemas de monitoreo sobre procesos y tendencias. El objetivo general de este trabajo fue establecer una metodología para la delimitación y zonificación del TF en la Cuenca del Río Santa Lucía (ELUÉN *et al*., 2025b). Se tomó como estudio de caso a la cuenca, y se diseñó una propuesta metodológica técnicamente robusta y operativa para la gestión del TF, basada en la participación de expertos y la integración de fuentes de información espacial y métodos de procesamiento automatizado.

Se trabajó en el tramo medio del río Santa Lucía, en el margen sur correspondiente al departamento de Canelones, tramo de 100 kilómetros que se extienden desde San Ramón hasta Aguas Corrientes, donde se encuentra la principal planta de tratamiento de agua potable del país (Figura 33). El tramo seleccionado constituye un área representativa por su valor de conservación y las presiones ambientales de la cuenca (AUBRIOT *et al*., 2017; BARRETO *et al*., 2017; CHALAR *et al*., 2017; DÍAZ *et al*., 2021; GOYENOLA *et al*., 2021; SOSA *et al*., 2022); es un área acotada y continua que permite de forma operativa abordar la integridad estructural y funcional de este sistema.

Figura 33-Área de estudio, río Santa Lucía en el tramo San Ramón - Aguas Corrientes



Fuente: Elaboración LDSGAT a partir de NASA-ASTER, 2006.

El área de estudio se caracteriza por un mosaico de ambientes con distinto grado de transformación, destacando tres zonas a) urbano, b) rural – unidades productivas, c) humedales palustres y fluviales. Sobre las planicies de inundación del río Santa Lucía se localizan las localidades de San Ramón, Santa Lucía y Aguas Corrientes. Los establecimientos productivos localizados sobre la planicie de inundación están dedicados en mayor proporción a la ganadería bovina y lechera, ambas en combinación con producción agrícola forrajera. En las tierras altas se incorpora la agricultura hortifrutícola y de secano, la cría de pollos (fasonería), y el uso residencial y turístico. En las zonas linderas al cauce, topográficamente más elevadas o con barrancas, se visualiza la sustitución de ecosistemas nativos por agricultura. En el lecho del curso destaca la extracción de áridos y el uso recreativo.

4.3.3.1 Definición del territorio fluvial y delimitación preliminar

La estrategia metodológica integró cuatro etapas sucesivas:

a) aplicación de la metodología de discusión participativa de expertos en modalidad de taller presencial para la definición conceptual y la selección de variables a considerar en la delimitación del TF;
b) la sistematización y procesamiento de la información espacial en un entorno de SIG;
c) la aplicación de técnicas de estadística factorial y multivariada para identificar las variables de mayor contribución al sistema analizado; y
d) el análisis crítico y validación de los resultados (Figura 34).

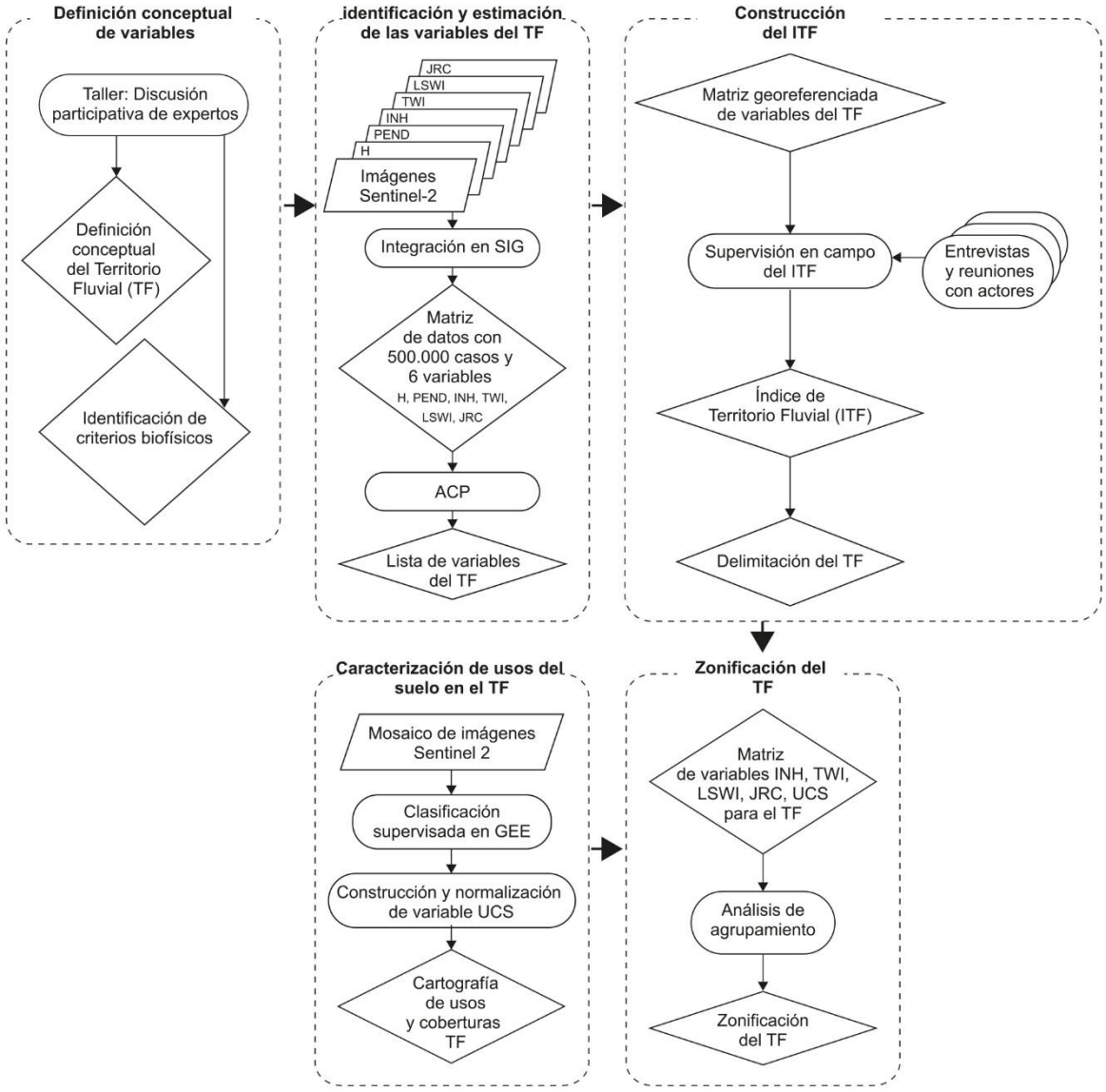
La selección de la escala de trabajo y de las variables para la delimitación del TF se realizó en un taller presencial con expertos, basado en los principios del método Delphi, pero realizado de forma presencial y en modalidad de interacción. Participaron 40 expertos, preseleccionados según su experticia y considerando cubrir la diversidad de áreas del conocimiento relacionadas al problema de investigación, y su vinculación con las problemáticas, incluyendo: científicos, generadores de datos e información, y tomadores de decisiones. Esta diversidad permitió integrar perspectivas interdisciplinarias en la definición del sistema de análisis.

El proceso se estructuró en fases iterativas de discusión, valoración individual y valoración grupal. Primeramente, se consensuaron las definiciones, alcances y limitaciones de la categoría de análisis. Posteriormente se consensuaron la escala de análisis y el conjunto de variables relevantes. Luego, los participantes evaluaron la pertinencia relativa de dichas variables, cuyos resultados fueron sistematizados y devueltos al grupo para su revisión, lo cual favoreció alcanzar un acuerdo colectivo. Este procedimiento en paralelo orientó la búsqueda, selección e integración de la información espacial disponible.

Como resultado, se acordó utilizar una escala de análisis compatible con la implementación de instrumentos de gestión a nivel predial, considerada como condición

necesaria para una gestión efectiva del TF. Además, se definió un conjunto preliminar de variables que incluyó: la altimetría y pendiente del terreno; los procesos de hidromorfismo de los suelos; los tipos y formaciones de vegetación (bosques, arbustales, pajonales y pastizales); los procesos geomorfológicos (sedimentación, erosión y dinámica hidrológica); la red de drenaje y la dinámica hidrológica; la conectividad longitudinal y lateral del sistema lótico; los usos del suelo y la infraestructura asociada; y la normativa y los instrumentos de planificación vigentes en el territorio.

Figura 34-Esquema de la estrategia metodológica empleada para la definición, delimitación, caracterización y zonificación del territorio fluvial



TF: Territorio fluvial; JRC: Riesgo por inundación; LSWI: Humedad del suelo; TWI: Índice Topográfico de Humedad; INH: Tipo de humedales; PEND: Pendientes del terreno; H: Unidades de suelos hidromórficos e hidromorfismo; SIG: Sistemas de Información Geográfica; ACP: Análisis de componentes principales; GEE: Google Earth Engine; UCS: Usos y coberturas del suelo; ITF: Índice de Territorio Fluvial.
Fuente: Elaboración propia.

4.3.3.2 Relevancia de las variables ambientales para la delimitación del territorio fluvial

Se diseñó un SIG para la gestión de la información espacial que integró las variables: Unidades de suelos hidromórficos e hidromorfismo (H) (PANARIO *et al*., 2015); Riesgo de Inundación (JRC) definido a partir del Global River Flood Hazard Maps (DOTTORI *et al.*, 2016); Tipo de humedales (INH), a partir del Inventario Nacional de Humedales (SOSA *et al*., 2022); Pendientes del terreno a partir del Modelo Digital del Terreno (MDT) (IDE.UY) (IDEUy, 2022); Humedad del suelo, a partir del cálculo del índice LSWI (Land Surface Water Index) (CHANDRASEKAR *et al*., 2010) elaborado con imágenes Sentinel 2-A (ESA); Disponibilidad de agua en la superficie del suelo a partir del Índice Topográfico de Humedad (TWI-Topografiphic Wetness Index) (MATTIVI *et al*., 2019) en base a un MDT de 30 metros (SRTM-NASA). Finalmente, la información se sistematizó a escala de 30x30 metros, resolución final del modelo generado y que define la escala para operabilidad en la gestión del TF a nivel predial. Todos los parámetros fueron estandarizados entre 0 y 1, siendo 0 la no aptitud para integrar el TF y 1 la mayor aptitud para pertenecer al TF. Mediante este procedimiento se construyó una matriz de datos con 500.000 casos (celdas) y 6 variables.

Se recurrió al análisis factorial para analiza la contribución de las variables seleccionadas en la delimitación del TF. Se trabajó con análisis de componentes principales (ACP), método que permite transformar variables correlacionadas en un conjunto reducido de variables no correlacionadas que conservan la mayor variabilidad de la matriz. De esta manera, fue posible identificar las variables que incluyen información redundante y la importancia de cada grupo de variables. Para la selección del número de componentes se consideró el criterio de Kaiser, que retiene aquellos componentes con valores propios mayores a 1 (KAISER, 1960). En estudios en ciencias ambientales, este criterio se complementa reteniendo componentes que expliquen porcentajes significativos de la varianza, superior al 20%, para asegurar interpretabilidad y relevancia analítica (FORKMAN *et al.*, 2019).

Luego de definido el conjunto de variables que contribuyen a la delimitación del TF, se construyó un Índice de Territorio Fluvial (ITF), a partir de la suma de las variables previamente seleccionadas con el ACP (INH, JRC, LSWI y TWI). El ITF construido puede tomar valores entre 0 y 4, donde los valores más altos representan zonas con mayor asociación al TF. Para la interpretación y el análisis del ITF se recurrió a una aproximación empírica, donde los umbrales y puntos de corte del ITF para definir si la celda es parte o no del TF fueron definidos mediante procedimientos en campo. Se relevaron los límites efectivos del TF mediante registros

georreferenciados, y se analizaron los valores del índice en dichos puntos, permitiendo identificar rangos consistentes para la discriminación entre áreas a incluir y excluir de la delimitación del TF. Para ello, en primer lugar, se seleccionaron unidades productivas rurales que ocupan el TF, y posteriormente se realizaron entrevistas en profundidad a los propietarios y campañas de relevamiento en cada uno de estos predios para identificar en campo la ubicación de puntos significativos que delimitan el TF. Se realizaron 13 campañas de relevamiento que se llevaron adelante entre mediados de mayo y comienzo de julio de 2025; contando para las recorridas con la asistencia de técnicas de la Dirección General de Gestión Ambiental, Agencia de Desarrollo Rural, y Área de Planificación del Territorio de la Intendencia de Canelones. En campo se recurrió a técnicas de recorrido a la deriva (BÜSCHER; URRY, 2009; FINCHAM *et al.*, 2010) y bola de nieve (BOUDÓN,1969; SANDOVAL-CASILIMAS, 1996), permitiendo identificar y conectar participantes clave a partir de recomendaciones sucesivas. Finalmente se realizaron 42 entrevistas en profundidad y para cada unidad productiva se verificó, en base a un fotomapa escala 1:15.000, la delimitación del TF. Se realizaron recorridas para la georrefenciación del alcance de las crecidas y desborde del río. El conjunto de esta información es utilizado para interpretar los valores del ITF.

Este procedimiento permitió generar la capa de TF compuesta por un polígono central, continuo próximo al río y varios polígonos dispersos. Considerando que los polígonos dispersos del TF pueden generar dificultades para la planificación y gestión, la delimitación del TF incorporó reglas de decisión basadas en la distancia de los parches al polígono central y su tamaño. Los parches ubicados a menos de 30 metros se integraron independientemente de su superficie; entre 30 y 60 metros se incluyeron únicamente aquellos mayores a 1 hectárea; entre 60 y 120 metros, los mayores a 2 hectáreas; entre 120 y 240 metros, los mayores a 3 hectáreas; y los parches situados a más de 240 metros fueron descartados de la delimitación.

4.3.3.3 Caracterización de usos del suelo en el territorio fluvial

A partir de la delimitación final del TF, se realizó la evaluación de los usos y cobertura del suelo. Se estableció una leyenda que permite la interoperabilidad con las clasificaciones oficiales en Uruguay (LCCS) y de la Cuenca del Río Santa Lucía (ÁLVAREZ, A. *et al.*, 2015; DINAMA, 2019) y con la tipología de sistema de humedales (SOSA *et al*., 2022). Esta leyenda permite además discriminar usos con intensidad y comportamiento hidrológico diferentes, quedando conformada por 8 categorías: Agrícola, Agua, Arbustal, Arenal, Bosque fluvial y de protección; Pastizal, Suelo descubierto (suelos sin vegetación con destino agrícola) y finalmente Infraestructuras. La categoría humedal queda integrada por pastizales inundables, praderas arbustivas y bosque fluvial.

Se realizó una clasificación supervisada de imágenes satelitales Sentinel-2 de resolución geométrica de 10 metros en la plataforma Google Earth Engine (GEE) (ABIDA *et al*., 2022; JENSEN, 2007; SHELESTOV *et al*., 2017; GORELICK *et al*., 2017). Se trabajó con el período [2024-01-01, 2025-06-30], y se generó una composición de bandas e índices espectrales (R,G,B); índice de agua en superficie (LSWI); una capa de textura derivada de matrices de co-ocurrencia de niveles de gris (GLCM) (MOHANAIAH *et al*., 2013) e Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) (HUANG *et al*., 2021): NDVI simple y métricas fenológicas del mismo (NDVI máximo, mínimo, rango y suma anual). Estas métricas permitieron capturar la dinámica temporal de la vegetación y discriminar coberturas a partir de su comportamiento fenológico. La variabilidad fenológica resultó clave para discriminar coberturas con firmas espectrales similares en un único momento del año. En complemento, el índice LSWI permitió identificar con mayor precisión áreas asociadas a pastizales inundables y humedales, mientras que la capa de textura GLCM contribuye a diferenciar superficies heterogéneas (por ej. mosaicos de pastizal y arbustal) respecto de coberturas homogéneas (por ej. Agricultura intensiva). La clasificación supervisada se realizó mediante el algoritmo Random Forest, separando muestras para entrenamiento y validación representativas de cada clase. Los resultados de la clasificación fueron validados a través de una matriz de confusión y la información generada en las entrevistas a los productores del TF.

4.3.3.4 Zonificación del territorio fluvial

El TF se zonificó con el fin de identificar unidades espaciales homogéneas en términos de sus atributos biofísicos y usos del suelo, evaluando su compatibilidad con las funciones del sistema fluvial. Esto permitió reconocer la heterogeneidad del territorio y explicitar las restricciones y potencialidades de cada unidad. La zonificación se realizó mediante un análisis de agrupamientos espacial (Grouping Analysis) (ESRI, 2016), que integró cinco variables: los cuatro componentes del ITF (INH, LSWI, TWI y JRC), junto con la variable UCS, ponderada y normalizada, con los mismos criterios que las otras variables. Se asignaron valores próximos a 0 para los usos más intensivos, y los valores cercanos a 1 reflejan un mayor grado de naturalidad. Este enfoque permite identificar grupos de entidades con atributos similares y asegurar la continuidad espacial de las zonas definidas. Para esto, se establecieron restricciones de contigüidad de aristas y vértices y se definió un número mínimo de cuatro polígonos vecinos a considerar y la generación máxima de tres zonas, para garantizar la conectividad espacial y evitar una fragmentación excesiva de las zonas finales de gestión.

Finalmente, los usos del suelo fueron categorizados según su grupo y su compatibilidad con las funciones del TF en tres clases:

a) Usos compatibles, que incluyen agua, arenales y bosques fluvial y de protección;

b) Usos potencialmente compatibles, que incluye aquellos usos sujetos al cumplimiento de regulaciones específicas (ganadería en arbustales y pastizales); y

c) Usos incompatibles, que comprenden suelos descubierto (suelos sin vegetación con destino agrícola), agricultura e infraestructura.

4.3.3.5 Delimitación del territorio fluvial

El ACP aplicado a las variables utilizadas para definir el TF mostró una adecuación aceptable de los datos (KMO = 0,68; prueba de Bartlett significativa lo que confirma que las correlaciones entre variables no son nulas y que existe base para identificar dimensiones comunes) y permitió identificar dos componentes principales que explican el 78,6% de la varianza total (Tabla 8). Las variables pendiente e hidromorfismo aportaron información redundante y fueron excluidas de la delimitación final. El primer componente (55,8%) se asoció a la dimensión vegetación-humedad del suelo, representando la interacción agua-vegetación y el riesgo de inundación. El segundo componente (22,7%) está dominado por la variable TWI que representa la disponibilidad de agua en la superficie del suelo y la influencia de la topografía, mientras que JRC también presenta una carga moderada, reforzando su vínculo con la morfología del terreno. Las variables LSWI, INH y JRC contribuyeron principalmente al primer componente, mientras que TWI definió el segundo. Además, JRC y TWI presentaron una correlación significativa, consistente con la influencia de la topografía sobre la susceptibilidad a inundaciones.

Tabla 8-Componentes principales e importancia de cada variable en la definición del territorio fluvial

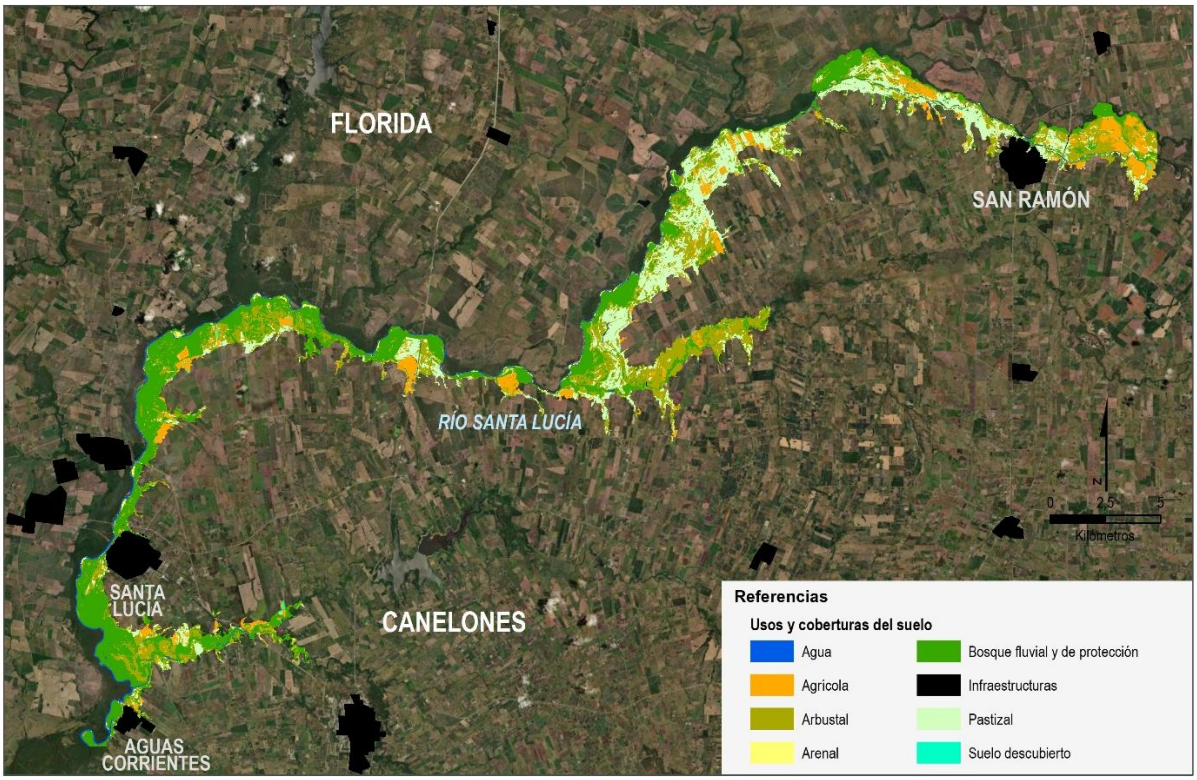
Variable	Componente 1	Componente 2
LSWI	0,87	-0,11
INH	0,78	0,32
JRC	0,71	0,53
TWI	0,07	0,94
% de varianza explicada	55,86	22,77
% de varianza explicada acumulada	55,86	78,63

LSWI: Humedad del suelo; INH: Tipo de humedal; JRC: Riesgo de inundación; TWI: Índice Topográfico de Humedad. Fuente: Elaboración propia.

La inclusión de las variables detectadas en el ACP en la construcción del ITF y su posterior espacialización, definieron que el TF delimitado comprende una superficie de 11.447 ha, presenta un ancho variable que oscila entre 20 y 2500 metros, dependiendo de la existencia

de barrancas o planicies de inundación amplias (Figura 35). El TF se asocia también a los cursos hídricos de menor orden que desembocan directamente en el río.

Figura 35- Delimitación del territorio fluvial y clasificación de los usos y coberturas del suelo



Fuente: Elaboración LDSGAT en base a la clasificación de imágenes satelitales Sentinel-2.

4.3.3.6 Usos del suelo y zonificación del territorio fluvial

La clasificación de usos y coberturas fue validada a través de una matriz de confusión, que arrojó un nivel de certeza superior al 97%, y un coeficiente Kappa de [0.96]. Posteriormente, el mapa resultante de la clasificación fue vectorizado. El 95,6% de la superficie del TF queda comprendido por cinco de las ocho clases de uso del suelo definidas. Destaca la ocurrencia del bosque fluvial y de protección, y el arbustal que representan el 33,6% y 33% de la superficie respectivamente. La cobertura de pastizal representa el 20% y la agricultura intensiva alcanza el 9% de la superficie total del TF (Figura 35; Tabla 9).

Los usos y coberturas del suelo presentan un patrón espacial claro en el TF. Los pastizales se ubican principalmente en el tramo comprendido en torno a la localidad de San Ramón y la actividad agrícola intensiva se concentra al este de la localidad de San Ramón (Figura 35). La mayor proporción de ecosistemas de bosques se encuentran hacia el centro- sur del área de estudio, tramo donde también se registran algunos parches de actividad agrícola.

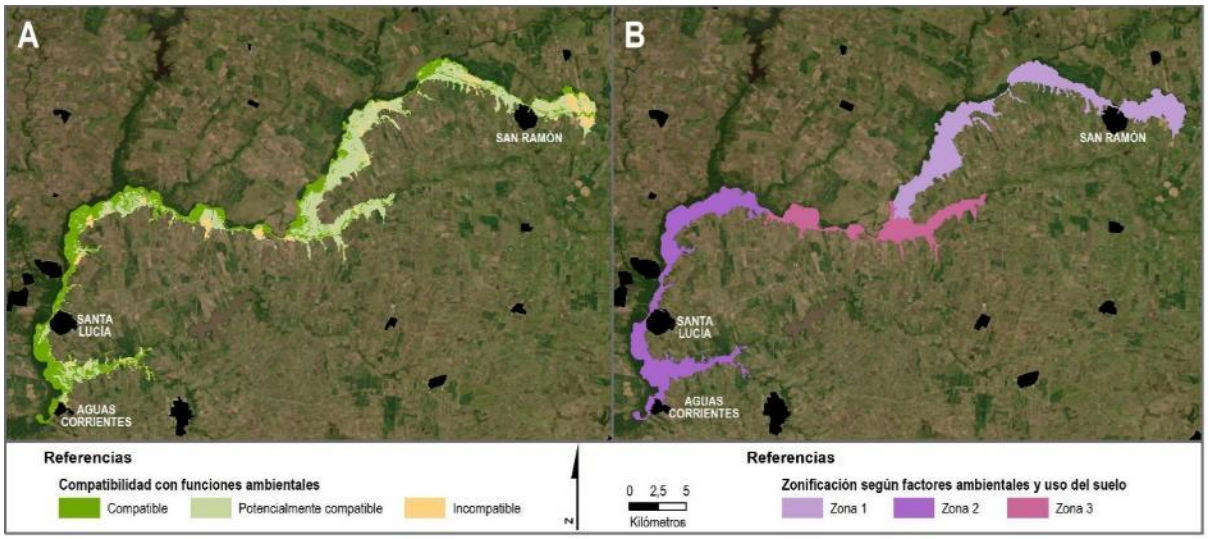
Tabla 9-Superficie absoluta y relativa de las clases de uso y cobertura del suelo del territorio fluvial

Clase de uso y cobertura del suelo	Descripción	Sup. (ha)	Sup. (%)
Agrícola	Cultivos intensivos y praderas plantadas con fines forrajeros que sustituyen la cobertura natural. Suelos laboreados.	1045,4	9,1
Agua	Cuerpos de agua lénticos y lóticos.	323,0	2,8
Arbustal	Predominio de especies arbustivas o leñosas de bajo porte. Suele desarrollarse en conjunto con pastizales.	3778,5	33,0
Arenal	Bancos de arena y playas fluviales arenosas.	119,4	1,0
Bosque fluvial y de protección	Bosque natural. Puede incluir bosque de protección, compuestos por especies nativas y exóticas.	3844,1	33,6
Pastizal	Clase genérica conformada por pastizales de diferente productividad. Pastizales naturales o mejorados, y praderas antiguas plantadas con fines forrajeros.	2279,5	19,9
Suelo Descubierto	Suelo sin cobertura vegetal, incluye suelos agrícolas, canteras y afloramientos entre otros.	40,3	0,4
Infraestructura	En la zona corresponde principalmente a caminería y edificaciones.	16,6	0,1

Fuente: Elaboración propia en base a la clasificación de imágenes satelitales Sentinel-2

La zonificación del TF permitió identificar 3 zonas claramente definidas. La zona 1 se extiende al noreste del área de estudio, es la zona más extensa del TF y ocupa 4.959 ha que representan el 43 % del TF. La zona 2 presenta 4.099 ha que corresponden al 36 % del TF y se ubican al sur oeste del área. Finalmente, la zona 3 abarca 2.389 ha, el 21 % del TF y se extiende en el centro del área. (Figura 36).

Figura 36-Zonificación del territorio fluvial



A. según compatibilidad con la conservación ambiental. B. según factores ambientales y uso del suelo. Elaboración propia.

La *Zona 1*, en términos generales, es el grupo con los valores más bajos en las 5 variables consideradas (Tabla 10). En esta zona, los factores más importantes son los tipos de humedales (INH), la humedad del suelo (LSWI), y disponibilidad de agua en la superficie del suelo (TWI). En tanto que los usos del suelo (UCS) y el riesgo de inundación (JRC) son los factores menos importantes. Esta zona concentra la mayor superficie de usos agrícolas 11% (Tabla 10). Las categorías de arbustal y pastizal constituyen el 67% de esta área mientras que el bosque fluvial ocupa la superficie relativa menor (17,5%).

En la *Zona 2*, el comportamiento de la media de la variable de cada grupo se encuentra dentro de su rango de variación a excepción del riesgo de inundación (JRC) que presenta valores por encima del cuartil superior global (Tabla 10). Esta zona presenta los valores más altos en

todos los factores, siendo los más importantes además del JRC, los usos del suelo (UCS) asociados con estos niveles de riesgo, seguido luego en orden decreciente por la humedad del suelo (LSWI), disponibilidad de agua en la superficie del suelo (TWI) y los tipos de humedales (INH). El bosque nativo es la categoría de uso más representativa (56%), las categorías pastizal y arbustal conforman el 32%, y la agricultura ocupa el 6% de la superficie total (Tabla 10). En esta zona se localiza el Padrón Municipal 2366 del parque Rincón de Santa Lucía.

En la *Zona 3* el comportamiento de la media de la variable de cada grupo se encuentra dentro de su rango de variación (Tabla 10). En comparación con las otras zonas, este grupo presenta valores medios en todos los factores considerados. Las variables más importantes son el uso del suelo (UCS), la humedad del suelo (LSWI), disponibilidad de agua en la superficie del suelo, (TWI), el tipo de humedales (INH), en tanto que el riesgo de inundación (JRC) es el factor que presenta menor importancia relativa. Esta zona está conformada principalmente por pastizales y arbustales (58%) y bosque fluvial (28%). La superficie agrícola representa el 9% (Tabla 10).

Tabla 10-Valores medios y desvío estándar de cada variable componente del Índice de Territorio Fluvial (ITF), según zona

	Zona 1		**Zona 2**		**Zona 3**	
Variable	**Media**	**Desvío**	**Media**	**Desvío**	**Media**	**Desvío**
JRC	0,22	0,13	0,41	0,21	0,25	0,16
UCS	0,57	0,16	0,68	0,15	0,61	0,16
LSWI	0,47	0,11	0,51	0,14	0,48	0,14
TWI	0,30	0,18	0,37	0,20	0,33	0,19
INH	0,35	0,24	0,38	0,26	0,34	0,26

JRC: Riesgo por inundación; UCS: Usos y coberturas del suelo; LSWI: Humedad del suelo; TWI: Índice Topográfico de Humedad; INH: Tipo de humedal. Fuente: Elaboración propia de la clasificación de imágenes satelitales y el análisis de agrupamiento.

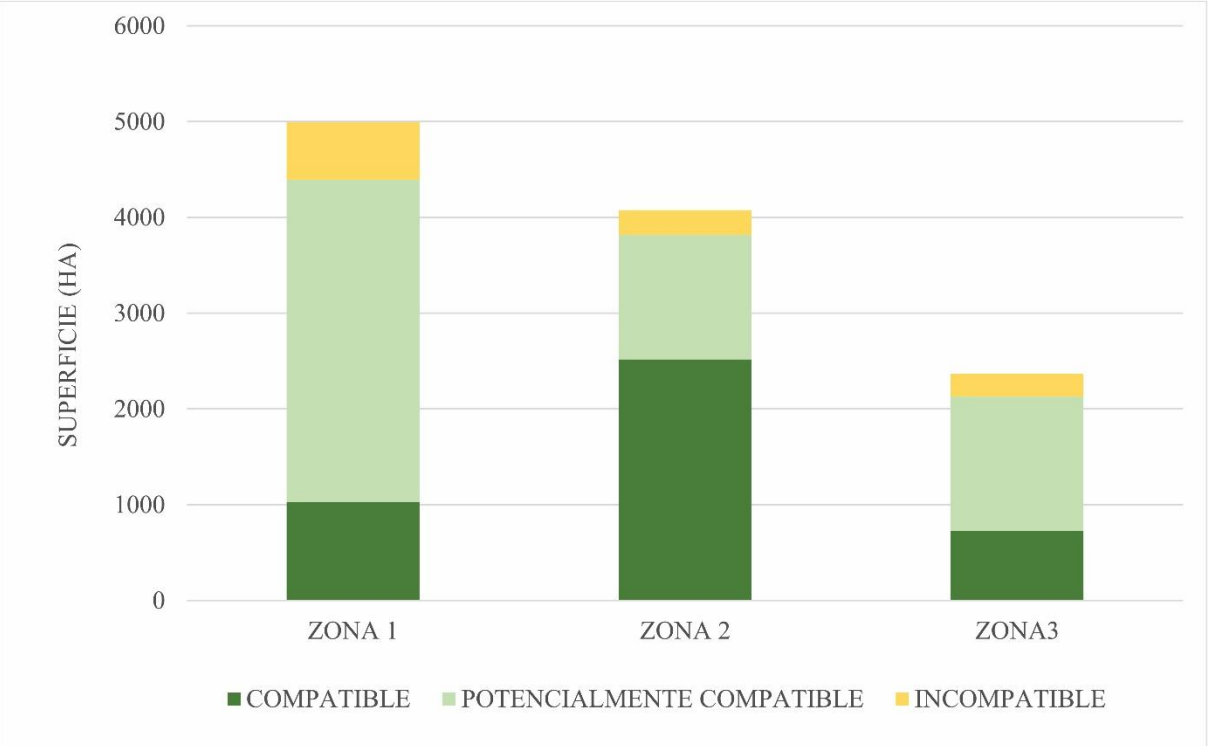
En síntesis, la zona 2 presenta la mayor compatibilidad entre usos del suelo y funciones ambientales del TF, ya que el 62% de su superficie integra usos compatibles (Tabla 11 y Figura 37). La superficie de usos compatibles en las zonas 1 y 3 se reduce significativamente representando el 21% y 31% respectivamente. La zona 1 se destaca por la presencia de usos potencialmente compatibles (68%) superando por más del doble a la superficie compatible en la zona 2. Los usos incompatibles en la zona 1 representan el 12 %, en la zona 2 el 6 % y en la zona 3 el 10 %.

Tabla 11-Superficie absoluta y relativa de los usos y coberturas del suelo según Zonas del territorio fluvial

		Zona1		**Zona2**		**Zona3**	
Clase de uso y cobertura del suelo	**Ranking/ ponderación**	**Sup. (ha)**	**Sup. (%)**	**Sup. (ha)**	**Sup. (%)**	**Sup. (ha)**	**Sup. (%)**
Agua	1	89,4	1,8	185,7	4,5	47,9	2
Arenal	2	63,2	1,27	40,5	1	15,7	0,7
Bosque fluvial y de protección	3	866	17,5	2305	56,2	673,	28,2
Arbustal	4	1640	33,1	1075	26,2	1063	44,5
Pastizal	5	1702	34,3	228,5	5,6	349,2	14,6
Suelo descubierto	6	14,5	0,29	19,53	0,5	6,3	0,3
Agrícola	7	581	11,7	239,9	5,9	224,4	9,4
Infraestructura	8	2,43	0,05	5,31	0,1	8,82	0,4
Total		**4959**	**100**	**4099**	**100**	**2389**	**100**

Fuente: Elaboración propia de la clasificación de imágenes satelitales.

Figura 37-Superficie absoluta de los usos del suelo según nivel de compatibilidad con funciones ambientales, por zona del territorio fluvial



Fuente: Elaboración propia en base a la clasificación de imágenes satelitales Sentinel-2.

4.3.3.7 Interrelación de las variables del ITF y usos productivos según zonas del territorio fluvial.

El análisis factorial realizado mostró que las variables se estructuran principalmente en dos grandes componentes. El primer componente representa la interacción agua-vegetación y el riesgo de inundación, mientras que el segundo componente representa las características geomorfológicas del terreno y su comportamiento hidrológico. La mayor proporción de varianza explicada por el primer componente indica que el régimen hídrico constituye el principal factor de diferenciación espacial en el TF. La convergencia de las variables vinculadas al hidromorfismo (LSWI), tipología de humedales en el primer eje permite interpretarlo como un gradiente agua-suelo-vegetación, en consistencia con el rol del régimen hídrico como estructurador de la composición, distribución y dinámica de las comunidades ribereñas (NAIMAN; DÉCAMSP, 1997).

La separación del componente geomorfológico respecto de los indicadores de humedad superficial indica una segunda dimensión de diferenciación espacial en el TF, aunque con menor peso explicativo que el componente hídrico. Este resultado es consistente con el reporte de Pandey *et al*. (2021), quienes trabajando en un ambiente de llanura aluvial subtropical de baja altitud (13-96 m.s.n.m.) encontraron que casi la totalidad de las variables derivadas del MDT presentan un poder discriminante moderado. En la delimitación de zonas riparias de Sudáfrica se ha reportado que el TWI constituye un buen indicador en áreas con alto contraste topográfico, pero no en zonas relativamente planas (NADA *et al*., 2024). Estos autores utilizaron esta variable en un contexto de fuzzy logic con umbral de exclusión binario. En el presente trabajo TWI se integra como variable continua por lo que tendría mayor potencial para captar gradualidad en variaciones topográficas.

Abood *et al.* (2012) construyeron un modelo para la delimitación del área riparia en sistemas de planicies del norte de Estados Unidos utilizando únicamente MDT y altura de inundación T50, reportando que mientras los MDT de 10 m generan delimitaciones robustas, la fiabilidad decrece para MDT de 30 m. Sin embargo, los resultados obtenidos para el TF del río Santa Lucía sugieren que la resolución geométrica no constituye el único factor determinante, ya que, pese a utilizar un MDT de mayor resolución (2,5m), la escasa variabilidad altimétrica y el predominio de pendientes muy suaves determinó una baja capacidad explicativa de esta variable al modelo. Por su parte TWI integra el área de captación aguas arriba de cada celda capturando información sobre áreas más amplias lo que le permitiría operar como señal, siendo menos sensible a la resolución del MDT. En este marco es razonable suponer que TWI aporta información relevante en la conformación del TF.

Actualmente se reconoce la multicausalidad asociada al riesgo de inundación (TALAPATRA; RANA, 2026). En este trabajo, la carga del JRC en ambos componentes refleja esta multicausalidad, destacando la consistencia conceptual del modelo. Ilhardt *et al*. (2000) proponen una delimitación funcional del sistema ripario operacionalizada a través de la cota de inundación T50, como cota que intercepta la primera terraza geomorfológica; sin embargo, en los tramos de planicie activa reconocen que el T50 pierde capacidad discriminante. En este modelo, la integración del JRC supone la captura de la probabilidad de inundación espacialmente distribuida como gradiente continuo, superando las limitantes de discriminación de umbrales discretos. No obstante, el JRC presenta una resolución aproximada de 1 km, por lo que opera complementando la señal a escala local del TWI y el LSWI. Por ejemplo, una

celda podría tener TWI bajo y aun así inundarse por desborde lateral del cauce, mecanismo que el JRC captura a escala de cuenca pero que el TWI no detecta a escala local.

La separación analítica entre los componentes del modelo no implica independencia de los procesos subyacentes, sino que refleja la capacidad del modelo de separar analíticamente dos dimensiones que en el territorio interactúan de manera conjunta. En este modelo, cada variable aporta información no redundante sobre distintas dimensiones y escalas del sistema fluvial fundamentando la lógica aditiva para la construcción del ITF. El ITF construido mediante una lógica aditiva de fácil interpretación, expresa espacialmente la extensión del TF. El punto de corte establecido empíricamente a partir de la información de campo y el análisis de las imágenes satelitales (ITF ≥ 1) define el umbral de inclusión. La expresión espacial del ITF supera las delimitaciones clásicas de ancho fijo al capturar la heterogeneidad biofísica del corredor fluvial que puede reconocerse mediante la zonificación realizada.

La zonificación del TF visibiliza su estructura espacial diferencial, al identificar patrones espaciales explícitos donde se registran asociaciones entre las variables con distinta importancia relativa. El procedimiento de agrupamiento permitió reconocer que las combinaciones estructurales diferenciadas en el TF con predominio de determinadas condiciones físico-biológicas, son significativamente importantes en su delimitación. La incorporación del uso y cobertura del suelo amplía el alcance del análisis, incorporando la dimensión productiva. El desacople entre la escala de manejo y la escala a la que operan los procesos ecológicos ha sido identificado como uno de los factores limitantes para la gestión de recursos naturales (CUMMING *et al*., 2006) y en particular para la gestión de las planicies de inundación (CHRISTOPHER *et al*., 2024). En este trabajo, la definición de escala predial como escala operativa habilita la gestión desde la unidad social de gestión, la posterior zonificación permite su análisis desde un contexto asociado a las condiciones físico-biológicas del entorno y finalmente la delimitación del TF permite visibilizar la gestión desde una perspectiva funcional dentro de la cuenca. De esta forma no solo se define una escala de gestión operativa, sino que se genera un insumo que permite un análisis multiescalar.

El análisis específico de la distribución espacial de los distintos usos del suelo señala que el 90% de los usos presentes dentro del TF resultan mayoritariamente compatibles o potencialmente compatibles con sus funciones ambientales. Este patrón es consistente con la baja tasa de alteración de planicies de inundación registrada para Uruguay en el período 1992–2019, ubicada en torno al 2% en el marco de un análisis global (RAJIB *et al*., 2023) sugiriendo que las condiciones hidro-geomorfológicas han operado históricamente como condicionante

efectiva de los usos posibles. Los usos incompatibles con la dinámica del TF, o bien requieren costosas inversiones para acondicionar el terreno, por ejemplo, instalación de infraestructura; o bien aumentan los niveles de riesgo durante eventos de inundación, por ejemplo, perdidas de cosechas o infraestructuras degradadas por quedar sumergidas temporalmente total o parcialmente. Además, los usos incompatibles significan un nivel de riesgo alto para la dinámica hidrológica del río y en general para el funcionamiento y comportamiento del TF. Este comportamiento ha sido reportado en sistemas fluviales europeos (JAKUBÍNSKÝ *et al*., 2021). La correspondencia observada entre el funcionamiento y comportamiento del TF y los usos del suelo pone en evidencia la necesidad de establecer pautas de gestión para el TF que integren producción y conservación (PERFECTO; VANDERMEER, 2012); en el área de estudio, solo 1.100 hectáreas (menos del 10% de la superficie) requieren de intervenciones importantes. Asimismo, los usos ganaderos también deberían ser monitoreados y regulados para asegurar su compatibilidad con la conservación del TF, dado que determinadas prácticas habituales en la zona, como ser el sobrepastoreo, el acceso del ganado al cauce, la fertilización y el control de especies entre otras, pueden contribuir a procesos de degradación y generar impactos ambientales significativos.

La definición, delimitación y reconocimiento de patrones espaciales diferenciales en el TF constituye un instrumento potente para orientar la gestión y el ordenamiento territorial, considerando su funcionamiento y comportamiento. Los abordajes basados en la articulación de la conservación-producción resulta una aproximación metodológica viable y operativa. La gestión y conservación del TF basada en el ordenamiento territorial, necesariamente implica reconocer sus patrones estructurantes, el desafío no debe enfocarse en imponer un orden externo sino en reconocer y formalizar la organización interna del sistema fluvial como fundamento para la definición de regulaciones. La correspondencia observada entre la estructura hidrogeomorfológica del TF y los usos del suelo evidencia que esa organización interna ya existe y que la planificación territorial tiene la oportunidad de formalizarla en lugar de reemplazarla. Profundizar este tipo de análisis constituye un aporte relevante en la deconstrucción del paradigma clásico que presenta como antagónicos los enfoques conservacionistas y productivos.

4.3.3.8 Síntesis del territorio fluvial

La metodología propuesta para la delimitación del TF, basada en un abordaje participativo y técnicamente robusto, permitió identificar una unidad de gestión que define el espacio necesario para la restauración y el funcionamiento natural del río, que supera la visión limitada del cauce y bordes de ancho fijo de amortiguación. Los resultados de este trabajo fortalecen el cambio de paradigma, que implica pasar de la visión de la ingeniería tradicional a enfoques integradores que reconozcan el río como un sistema ambiental complejo y multifuncional.

La identificación y delimitación de patrones espaciales es la solución práctica más eficiente para el reconocimiento de la heterogeneidad del paisaje como un mosaico de ecosistemas donde interactúan dinámicas biofísicas y usos antrópicos. La delimitación del TF y la identificación espacial de su heterogeneidad constituye un instrumento que reconoce el funcionamiento fluvial como base para el ordenamiento territorial. La zonificación constituye una herramienta de apoyo para el trabajo conjunto con equipos técnicos y productores rurales para identificar medidas de manejo y alternativas de uso del suelo que contribuyan a mantener o restaurar el funcionamiento del TF.

Los resultados obtenidos posibilitan identificar futuras líneas de acción, donde se resaltan la restauración de riberas, bosques fluviales y humedales; y la zonificación del potencial agroecológico del TF con el objetivo de integrar producción y conservación de agrobiodiversidad. Estas estrategias, implican instrumentos de planificación y esquemas de ordenamiento territorial que integren procesos de participación ciudadana, de los productores rurales, propietarios de la tierra, representantes de los distintos niveles de gobierno y establecer acuerdos de control para el cumplimiento de las medidas propuestas.

Finalmente, la delimitación técnica de patrones espaciales a partir de variables biofísicas y de usos y coberturas del suelo constituye un insumo fundamental para operativizar el ordenamiento territorial basado en el funcionamiento del río y así avanzar hacia la reducción de los riesgos a largo plazo.

El trabajo realizado en relación al proceso de educación ambiental crítica adoptó una perspectiva intersectorial, que articula saberes y experiencias provenientes de la academia, las comunidades locales y organismos públicos, en el marco de los procesos de gestión ambiental y la planificación estratégica del TF. Lo anterior pone de relevancia que la articulación entre el

ámbito académico, gubernamental y la participación social representa una estrategia prometedora y necesaria. Se promueve generar diagnósticos integrales, conocimiento socialmente apropiable y propuestas de gestión ambiental sustentables, adaptadas a las condiciones del territorio. La implementación del TF como unidad de gestión puede favorecer el OAT de la cuenca y mejorar la calidad ambiental de la población que habita en esta área y, por otro, incrementar la calidad y disponibilidad de agua para el área metropolitana de Montevideo. Las ciencias ambientales proporcionan marcos teóricos y metodológicos de alto valor científico, que incorporan al análisis biofísico las territorialidades identitarias para contribuir con el Ordenamiento Ambiental del Territorio. Esto se fortalece con espacios participativos dentro del marco de la política pública, considerando la dinámica espacio-temporal de los impactos y priorizando la recuperación del TF en la construcción de herramientas para la gestión.

5 CONTRIBUCIÓN DE LA EDUCACIÓN AMBIENTAL A LA GESTIÓN PARTICIPATIVA

5.1 DISCUSIÓN

El desarrollo del trabajo aporta evidencias en forma sistemática para fortalecer la premisa que postula que todo problema ambiental es una construcción social, que se materializa a partir de una acción colectiva como se sostiene desde el paradigma ambiental crítico (ACHKAR, *et al*., 2011; LAYRARGUES; LIMA, 2014, LEFF, 1998; SAUVÉ 1999; SIMMEL, 2010). Cuando una necesidad es identificada por más de un actor del territorio, vinculado a la situación ambiental, comienza el proceso de apropiación del territorio en el sentido de establecer relaciones sociales entre actores y con un espacio geográfico especifico (RAFFESTIN, 1980). A partir de las fases iniciales de apropiación (real o simbólica del territorio), comienza la fase de generar acuerdos para transformar esa realidad. Se consolida la voluntad política (polis) de resolver el problema.

Conjuntamente la construcción de soluciones requiere de datos, formación, integrar especialistas disciplinares, integrar la información. Consolidar espacios desde donde se puedan identificar soluciones a los problemas ambientales, pasar de los espacios de organización hacia espacios de investigación militante. La educación ambiental crítica demostró (en los diversos estudios de casos y en todo el proceso) ser una herramienta idónea que progresivamente contribuyó en la resolución de las distintas fases de la construcción social del problema ambiental e identificó posibles soluciones.

La orientación de la IAP en el marco de la investigación militante (FALS BORDA, 1991), fortaleció la identidad territorial al ampliar la visión y los hibridismos. Conjugar la investigación en función de necesidades locales de pobladores y organizaciones territoriales permitió la producción de conocimientos a partir de la articulación de diversos actores, que amplió la comprensión del río en su relaciones sociales, ambientales y territoriales, y generó una diversidad de propuestas con base firme. De esta forma se construyó conocimiento desde el saber social situado, que integró las percepciones y la memoria local, empírica y técnica y fue fortalecida con datos firmes que aportó la investigación científica. La articulación de actores y el anclaje territorial emergió como factor condicionante y potenciador de la materialización de la acción colectiva y comprensión de la complejidad ambiental.

Esta forma de construcción del conocimiento académico entorno a sistemas complejos aporta a la línea de generación de comunidad extendida de pares propuesta por Funtowicz y Ravetz (1993) o comunidad de práctica según Buschke *et al*. (2019), y contribuyó al fortalecimiento y generación de diversos espacios de diálogo. Por lo que se coincide con Merlinsky (2017) quien plantea "el diálogo entre saberes como prerrequisito para la participación extendida en la definición del problema*"*, y que reconoce en los espacios de diálogo el potencial de construcción social y política de los problemas ambientales, como en este caso con la cuestión hídrica.

En ese sentido, el trabajo permitió indagar entorno a la productividad social del conflicto en tres dimensiones (AZUELA; COSACOV, 2013; SIMMEL; 2010): la territorialización, la irrupción del conflicto en el espacio público y la actualización local del derecho, cuando el conflicto es re-significado (AZUELA; COSACOV, 2013). Por lo que el conflicto no solo se expresó como tensiones sociales, sino también como procesos de socialización y oportunidades de transformación social (GÓMEZ ROJAS, 2025). Según Simmel (2010), no hay sociedad sin conflicto, el conflicto debe ser considerado como una forma de socialización, de hecho, es el motor de la sociedad. El conflicto como elemento positivo, busca la resolución de tensiones. Por lo que es el elemento que otorga elasticidad y resistencia a la sociedad, permitiendo que la interacción humana se renueve constantemente. El conflicto ambiental, actuó como un motor que obligó a la "centralización del empeño" y a la movilización (SIMMEL, 2010).

Así, el anclaje territorial que orientó la construcción de conocimiento en los estudios de caso aportó a lo que Merlinsky (2017) llama, la construcción de conocimientos contraexpertos. Esta modalidad permitió a los colectivos la traducción de demandas hacia la construcción de lenguajes (técnico, experto y legal) de valoración alternativos a los discursos hegemónicos (del Estado o las corporaciones). Abordajes que fortalecieron la identidad territorial para responder, resistir y elaborar propuestas de implementación; que, al tomar estado público produjeron reacomodamientos políticos (MERLINSKY, 2017; SEVILLA-GUZMÁN, 2015).

La movilización social que se articuló e interrelacionó en los diversos temas habilitó la *"*posibilidad de redefinirse identitariamente desde la acción política y construir lazos de solidaridad entre diferentes sectores sociales" (SVAMPA, 2008 *apud* MERLINSKY, 2017). Así el territorio se reconfiguró como lugar simbólico (AUGÉ, 1992; CLAVAL, 2002; TUAN, 1990), un espacio de resistencia, un lugar de creación de saberes sociales y de organización de la redistribución del poder y del acceso a sistemas ambientales de calidad (PÉREZ-LLORENTE *et al*., 2019; ROCA-SERVAT, 2021). El modelo de IAP en el contexto ambiental actual, se

presentó como un mecanismo flexible para la confluencia de narrativas y construcción colectiva de alternativas ambientales de base territorial.

La generación de soluciones en los estudios de caso partió de una construcción territorial contrahegemónica (RAUBER, 2016), que tomó el espacio de gestión como elemento estructurante para construir propuestas propias de gestión ambiental (QUINTAS, 2004), consideradas ahora como su patrimonio social. La acción se configuró como un proceso de producción de subjetividad colectiva donde las microexperiencias operaron como base de construcción de la macropolítica (GAZZANO *et al*., 2021). En acuerdo a lo identificado por Sevilla-Guzmán, (2015, p.355), "un elemento clave generador de este proceso fue la dinámica participativa que se estableció entre los agentes participantes en el proceso*"*.

Este es el caso del proceso de autoorganización desarrollado entorno a una problemática ambiental de relevancia local. La implementación de un sistema de reglas para el monitoreo de la crecida del río durante el evento de inundación surgió como una demanda planteada por la población local afectada. Esta iniciativa fue fortalecida mediante aportes académicos, que integraron análisis técnicos de teledetección y supervisión conjunta en campo y, se enriqueció con la incorporación de nuevos actores institucionales. Su viabilización se produjo a partir de talleres y reuniones de discusión pública y generación de propuestas en el marco institucional de la Gestión Integral del Riesgo. Esto permitió avanzar en generar la voluntad política y de coordinación interinstitucional del Estado, en articular actores gubernamentales (DINAGUA; Intendencia de Canelones, SINAE; Municipio) para resolver una demanda puntual en que la acción acordada orientó la política de gestión a escala local. De este modo, la acción colectiva logró orientar la política pública de gestión del riesgo a escala local, transformando una demanda comunitaria en una respuesta institucional.

En concordancia con Robledo *et al*. (2026), esta experiencia confirma que la integración del conocimiento científico con la participación comunitaria trasciende un imperativo ético para constituirse en una estrategia técnicamente más robusta para la reducción del riesgo de desastres. Al desplazar el foco desde modelos de intervención centrados exclusivamente en el conocimiento experto hacia soluciones construidas desde el territorio. El enfoque de gestión del riesgo de carácter ascendente (bottom-up) permitió no solo mejorar la comprensión del riesgo, sino también fortalecer las capacidades preventivas y la coordinación entre actores. Como resultado, la iniciativa trascendió el ámbito académico y comunitario para institucionalizarse en la política pública, en consonancia con las prioridades establecidas por el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres (ONU, 2015).

El proceso de territorialización de la acción colectiva a través del fortalecimiento de los espacios participativos tensiona distintas concepciones sobre cómo integrar la participación social en la gestión del territorio.

Por un lado, existía el riesgo institucional de caer en la parodia de la participación. Se pudo constatar la tendencia en la implementación de la política pública con un componente de participación social que se solapa tardíamente, cuando ya fue diseñada/acordada la acción. Esto relegó el papel de la sociedad civil (academia y organizaciones sociales) a una participación que no trasciende la función terapéutica (ARNSTEIN, 2019). Como se observó en el caso de la Comisión de Cuenca del Río Santa Lucía que, conformada como espacio de participación institucionalizado, logra ser implementado (sesiona regularmente, si bien presenta problemas para convocar ante situaciones de emergencia ambiental); pero las estrategias empleadas se reducen a instancias de debate o propuestas tecnocráticas. Ello plantea a los movimientos sociales que integran la comisión de cuenca el desafío de evitar que estos espacios se conviertan en mecanismos deliberativos, y ser utilizados como listas de verificación para legitimar los procesos de discusión pública de las políticas ambientales (DOMIGUEZ; ACHKAR, 2019; JOSS, 1998; KRUK *et al*., 2022; LÁZARO *et al.*, 2021). El trabajo de la educación ambiental crítica en estos espacios se orientó a aumentar la capacidad de incidencia ciudadana. Se articularon acciones para generar, interpretar y democratizar información ambiental, lo que permitió movilizar la participación social en los diversos espacios de diálogo y toma de decisión.

Según Castro, D. (2022) el actual funcionamiento de las Comisiones de cuenca va en sentido contrario a la desmonopolización estatal que mandató la reforma constitucional. En contraposición, retroalimenta mecanismo de remonopolización en el que las acciones estatales muestran su asociación a la dinámica del uso del agua como mercancía o recurso productivo. Estos espacios de carácter no vinculante (a pesar de estar mandatado por la Constitución y la Política Nacional de Aguas), están sesgados en su conformación por representantes de quienes utilizan el agua bruta con fines productivos. A ello se suma, la dinámica de funcionamiento derivadas de la superposición de planes, programas y proyectos desarticulados, así como de los ritmos y tiempos de la burocracia estatal (CASTRO, 2022; KRUK, *et al*., 2022; SANTOS *et al*., 2022). Por tanto, el funcionamiento de los espacios de participación, donde las discusiones implicaron un trabajo articulado (de abajo hacia arriba y horizontal) para llegar a consensos, permitió avanzar en la construcción de soluciones; integrando el análisis sobre la

inconveniencia del funcionamiento institucional técnico de jerarquía vertical (tecno control) que resulta incompatible con la gestión del agua.

Sumado a ello, el proceso implementado para el fortalecimiento de la política ambiental participativa no escapa al entrampamiento que presentan las políticas estatales al anclarse a lógicas institucionales internacionales y del capital trasnacional (AVILA, 2016; SEVILLA-GUZMÁN, 2015). En los ciclos de IAP implementados en los procesos de educación ambiental crítica, se trabajó especialmente en evitar que los espacios participativos acaben legitimando el avance de la política de corte productivista sobre la ambiental (SANTOS *et al*., 2022). Lo que implica un cuestionamiento crítico sobre el rol del Estado como garante de derechos y calidad ambiental.

Se hace acuerdo con Santos *et al.* (2022) en que la construcción de soluciones desde abajo se fortalece cuando, la participación actúa en el marco de garantías que haga frente a las tensiones del Estado ante el poder productivo y su incidencia en las políticas públicas. Santos, refiere a la necesidad de una nueva agenda que invierta las prioridades de la política pública de comando control, que promueve la orientación ambiental determinada por las políticas implícitas más que por las políticas ambientales explicitas, sin alterar el paradigma productivo general (GIGLIO, 1997 apud SANTOS *et al*., 2022) relegando la protección del ambiente apenas a una reducción de daños en las políticas productivas.

La participación presentó también el riesgo de que el proceso se estanque, como consecuencia de los tiempos inherentes de las dinámicas participativas. La construcción participativa demandó tiempos, tanto para la articulación de actores como para alcanzar consensos y efectivizar la acción, lo que incidió en el ritmo de avance de los procesos de educación ambiental crítica. Además, la continuidad del abordaje público de los temas muestra una gestión reactiva, que funciona a pulso de cuando emerge el problema. Se constata que los procesos de educación ambiental crítica avanzaron en los casos que la sociedad civil se organiza y forma redes con permanencia territorial, que sostienen la resistencia territorial, inciden en visibilizar el tema y avanzan en la generación de propuestas.

Un primer enlentecimiento ocurrió ante el dinamismo de la diversidad de temas emergentes, y la dificultad de construir el dato (variable/índice) que se ajuste con una adecuada caracterización del problema ambiental. Allí, nuevamente la articulación de información de diversos actores y la identificación de especialistas fue un factor relevante para acortar los tiempos de investigación. Las tecnologías de información geográfica permitieron ampliar la capacidad de análisis de diversas fuentes, a distintas escalas y aplicar técnicas y métodos que

profundizaron estrategias de integración de información. Sin embargo, existen limitaciones académicas para la generación de conocimiento útil, apropiable. Para los estudios de caso se destaca, los vacíos de información de las series meteorológicas, así como limitaciones técnicas por falta de especialistas para temas puntuales, la complejidad en ampliar el interés de participación de horizontes disciplinares diversos, la complejidad de integrar información que presenta distintas resoluciones. Así cobró valor los saberes locales tanto para validar los modelos teóricos conceptuales, como por su capacidad para complementar los análisis cuantitativos y aportar donde la ciencia aún presenta vacíos o alimenta la sociedad de riesgos (BECK, 2000). La diversidad de problemáticas ambientales que emergieron requirió soluciones colectivas y organizacionales, lo que se enriqueció con aquellas formas de participación más horizontales en la integración multi y transdisciplinaria.

Asimismo, la praxis, incluso contando con conocimiento acumulado y disponible, enfrentó dificultades para sostenerse en el tiempo y avanzar en la construcción de acuerdos en torno a los modelos de interpretación, pese a la necesidad constante de ampliar los enfoques de comprensión.

La generación de un plan de manejo para el Padrón municipal transitó por diversos momentos. La organización social logró funcionar en diversas ocasiones, durante períodos acotados, permitiendo reivindicar su calidad ambiental y carácter público. Los usuarios demostraron ser portadores de saberes empíricos y memoria territorial que los convierte en valiosos poseedores de conocimientos locales sobre el comportamiento del sistema ambiental. La academia de manera casi ininterrumpida ha desarrollado, desde su integración, prácticas formativas de distintas disciplinas para la interpretación del territorio (CARROLL, 2015; MARTÍNEZ-ALIER *et al*., 2014; PARRA-ROMERO, 2020). Sin embargo, la ausencia de procesos de anclaje territorial sostenidos que aseguren la continuidad del diálogo y articulación de actores, junto con las dificultades para construir acuerdos en torno a propuestas concretas, la complejidad multiescalar y multicausal de los problemas ambientales y las tensiones entre perspectivas técnicas, disciplinares y comunitarios, enlentecen el avance hacia una visión compartida y conjunta, capaz de orientar la praxis para articular el aprovechamiento del padrón con la conservación de su calidad ambiental del territorio, la ciudad y la cuenca.

Finalmente, se avanzó en la construcción de concepciones que integran la participación social en la gestión territorial. Concebida como un proceso que potencia la libertad de creación (ARNSTEIN, 2019; PRETTY, 1995; SÁNCHEZ-VÁZQUEZ, 1980) mediante la construcción de propuestas de liberación sociocultural y política (SEVILLA-GUZMÁN, 2015), la

participación se orientó en alcanzar mayores grados de deliberación pública para la redistribución del poder hacia una praxis de automovilización ciudadana y control social (ARNSTEIN, 2019; PRETTY, 1995). Asumiendo como elemento central de la acción colectiva la elaboración de dispositivos de exploración y de aprendizaje (MERLINSKY, 2017), concebidos como espacio de movilización para la búsqueda de soluciones y la incidencia de la sociedad civil en los procesos de implementación de la política pública (DELBENE, 2022; SEVILLA-GUZMÁN, 2015).

Así, los espacios de participación institucionalizados y otros espacios comunitarios de deliberación pública cumplieron un rol clave al articular acciones, las cuales variaron según la capacidad de establecer redes de cooperación entre los actores involucrados. Estos espacios, abarcaron acciones que van desde democratizar la difusión de la información, pasando por la construcción de espacios de capacitación y formación, hasta democratizar la investigación generando redes de co-producción de conocimiento y acción (SANTOS *et al*., 2019; TARABINI *et al*., 2019).

Se estableció una dinámica participativa entre actores territoriales que articuló a los actores locales interesados en la gestión de los bienes comunes de la naturaleza y las problemáticas ambientales, con el marco epistemológico y las líneas de investigación del LDSGAT. Esta articulación favoreció la hibridación de saberes mediante el diálogo y la reflexión, retroalimentando la relación entre la teoría y la acción, y ampliando y fortaleciendo los vínculos de confianza para la construcción de soluciones. Asimismo, se promovió la expansión de las redes de articulación y vinculación académica, trascendiendo el ámbito urbano hacia el rural. Incorporando territorios e involucrando la población rural. Este proceso posibilitó establecer contacto con las ciencias sociales, geología, agronomía, bellas artes, así como con ámbitos de gestión ambiental. Esta apertura interdisciplinaria, interinstitucional y transdisciplinar, demanda del diálogo para la construcción de narrativas compartidas y alternativas de producción más sustentables, orientadas al reacomodamiento de las actividades rurales en función de las potencialidades y condicionantes del territorio.

Así, la participación constituyó una condición para la construcción colectiva de respuestas diversas frente a problemas complejos (PRETTY, 1995; FREIRE, 1996). Este proceso permitió poner a prueba algunos mitos, descolonizar saberes, y fortalecer el aprendizaje social mediante la praxis (FREIRE, 1996; WENGER, 1998; WALSH, 2013). En aquellos casos en que la sociedad civil se apropió del espacio de gestión como ámbito de construcción colectiva, fue posible rediscutir temas y elaborar propuestas que lograron trascender al ámbito

de planificación estatal. No obstante, estos reacomodamientos institucionales y territoriales solo pueden consolidarse si se sostienen en el tiempo mediante procesos continuos de articulación, participación e incidencia (PIMBERT; PRETTY, 1995).

La propuesta de TF trascendió el ámbito de construcción conceptual académica de base territorial. Al proponer una definición del TF basada en la premisa de optimizar la interrelación entre marcos conceptuales y metodológicos robustos, con la definición práctica para su aplicación operativa (útil) en la gestión del territorio. Se plantea como una estrategia para superar el actual enfoque académico y de gestión de las zonas de amortiguación (buffer de anchos fijos). Se hace una construcción que trasciende la apropiación desde distintos ámbitos, sociales y gubernamentales. En este caso se aspiró a tomar el espacio de participación institucionalizado o incluso el espacio de gestión tradicional (apelando a las capacidades gubernamentales) para viabilizar el diseño de abordaje co-creado, y la resolución del problema. En la actualidad, los movimientos sociales que participan en la Comisión de Cuenca del Río Santa Lucía demandan continuar profundizando este enfoque integrador, como instrumento del espacio de gestión para acercar la implementación de soluciones.

Los procesos de educación ambiental crítica permitieron rescatar la memoria empírica acumulada por los actores territoriales, integrándola con el conocimiento científico. En este marco, el método científico articuló los aportes disciplinares y la validación de conocimientos. Además, aportó evidencia científica para dirimir temas y; actuó como método de verificación, sistematización y construcción de saber ambiental (LEFF, 2006; LÓPEZ-GARCÍA *et al*., 2018). El aporte de actores académicos y especialistas en la generación de información, el acceso a las capacidades institucionales del Estado, la obtención de financiamiento académico independiente, el andamiaje formativo y de divulgación, constituyeron una estrategia promisoria para sortear la incidencia de actores externos y vinculados a la apropiación de la naturaleza en términos productivos. Esta articulación fortaleció los relatos comunitarios, amplió las capacidades de acción colectiva y favoreció procesos de autodeterminación orientados a la construcción de justicia ambiental.

La comunidad local, que habita y se apropia del espacio, sistema ambiental, fue el elemento permanentemente jerarquizado en las propuestas de construcción de territorio y en la implementación de acciones. Este enfoque de gestión participativa buscó subordinar el poder empresarial al interés social, fortaleciendo la capacidad de incidencia de la ciudadanía en las decisiones sobre el territorio. En ese marco, la normativa ambiental, y sus espacios institucionales de participación, se constituyeron en aliados de la acción comunitaria, al

proporcionar garantías institucionales a la ciudadanía, frente a las limitaciones de las formas jerárquicas y verticales de gestión estatal, tal como plantean diversos autores (DOMÍNGUEZ; ACHKAR, 2019; SANTOS, 2019; CASTRO, D., 2022).

A lo largo de este trabajo se destaca la incidencia de los movimientos sociales en la capacidad de influencia pública. Lo que se puede asociar con la importancia de la permanencia de los movimientos sociales en la construcción de la cuestión ambiental como un asunto de derechos (al Agua como bien común de la naturaleza, información y participación), que merece atención estatal. Esto permitió entrelazar la acción comunitaria con, la política pública que estructuró el problema y la búsqueda de incidencia en la toma de decisiones (MERLINSKY. 2017; SEVILLA-GUZMÁN, 2015).

La reflexión de Pérez-Llorente *et al*. (2019) acerca de la interdependencia escalar de los temas ambientales, permitió comprender los condicionamientos que operan a múltiples escalas y configuran la singularidad de cada territorio. Desde esta perspectiva, los espacios de divulgación funcionaron como ámbitos de expresión territorial local, al poner en diálogo a las políticas ambientales y el conocimiento académico con las problemáticas y demandas planteadas por la población del territorio.

La construcción de conocimiento se orientó en la lectura crítica del territorio, cuestionando permanentemente la legitimidad de los procesos tecnocráticos de gestión territorial. En este marco, se identificó la importancia de que la lucha ambiental trascienda la denuncia y la puesta en alerta, avanzando hacia la planificación de propuestas de intervención capaces de materializar la acción colectiva. Por lo que la praxis, si bien se caracteriza por ser amplia, diversa y flexible, se encuentra orientada por su epistemología crítica que guía la construcción y reconstrucción de proyectos de emancipación (SÁNCHEZ-VÁZQUEZ, 1997).

La educación ambiental crítica desplegada aportó a los procesos de territorialización desde lo local, al avanzar en propuestas que transforman las realidades territoriales. En este marco, se generó información ambiental sobre diversos temas y escalas de análisis, la cual fue democratizada en instancias de intercambio, divulgación, capacitación y formación. Asimismo, se implementaron estrategias de transversalización de la educación ambiental crítica en formación terciaria, mientras se generaron acciones concretas, como el sistema de monitoreo de la crecida (reglas) para la ciudad de Santa Lucía y proyectos de investigación orientado a la gestión del territorio (TF).

Este proceso contribuyó al fortalecimiento de redes de actores vinculados con los estudios de caso, favoreciendo la articulación de conocimiento académico, necesidades territoriales y gestión pública. Un ejemplo de ello fue la implementación del sistema de monitoreo de crecida, y la definición de la localización y distribución de las reglas, donde el aporte académico del dato (generación de información técnica sobre dónde y cuántas reglas colocar), orientó a la política pública para concretar la iniciativa comunitaria. Esta experiencia evidencia que, cuando se consolidan procesos de articulación entre actores, es posible incidir en la orientación de políticas públicas hacia la construcción colectiva de soluciones.

En este sentido, Parra-Romero (2020) señala que es en la configuración de la comunidad de práctica, donde se pone en juego las formas explicitas y tácitas del conocimiento, junto con las condiciones materiales que posibilitan constituir redes desde las cuales emergen relaciones de producción de conocimiento y para tomar acción. No obstante, sí la articulación promovida desde la educación ambiental para orientar la política pública no logra consolidar procesos sostenidos de acción colectiva, existe el riesgo de que las iniciativas regresen a propuestas de enfoque tecnocrático, donde las decisiones territoriales quedan desvinculadas de las capacidades y necesidades locales.

En este trabajo se identifica que, desde la educación ambiental crítica los espacios de acción colectiva deben sostenerse, como espacios de deliberación pública, de formación continua, y de creación de propuestas, que permitan seguir identificando temas a investigar y construir lineamientos que orienten la política pública, y fortalezcan la identidad territorial.

Como limitante se identifica que la interrupción de los procesos de educación ambiental crítica tiende a debilitar o incluso detener la acción colectiva. Esta situación se evidenció en el caso de la detección de metales pesados en suelos de un predio con interés para uso público. En ese contexto, se aportó evidencia científica que provee datos firmes sobre el estado de situación del sistema ambiental, al confirmar concentraciones promedio de metales pesados superiores a los valores máximos de referencia establecidos para suelos de uso residencial y/o recreativo. Sin embargo, las limitantes en la articulación interinstitucional y de capacidades técnicas condicionaron el ritmo de avance para la construcción de soluciones. A pesar de ello, la información científica generada permitió que los potenciales afectados se apropiaran de la evidencia disponible para tomar acciones vinculadas a su salud y la calidad ambiental del lugar que habitan. Así, la difusión pública del problema favoreció que el tema tomara estado público, dinamizando la reactivación del proceso. Impulsado por la presión social, la divulgación del tema en medios de prensa y el interés del gobierno departamental y municipal, fue posible

alcanzar acuerdos que contribuyeron a proyectar una mejora de la calidad ambiental, mediante el compromiso gubernamental de restaurar el área e incorporarla como espacio público. En este sentido, la experiencia evidencia el potencial de la educación ambiental crítica como estrategia pedagógica para fortalecer los espacios de diálogo y articulación entre instituciones y actores sociales. Sin embargo, el riesgo de que la participación se debilite cuando se retira el componente de educación ambiental crítica del proceso de gestión ambiental, no es un tema suficientemente analizado. Los resultados obtenidos muestran que este problema constituye un aspecto central que requiere ser investigado con mayor profundidad, para identificar los factores que inciden en que los procesos no lleguen a callejones sin salida.

Otro aporte de este trabajo se presenta con el ejemplo de la construcción colectiva de la línea de investigación en torno a la conceptualización y delimitación del TF. Este concepto se presenta como una categoría de análisis novedosa para la academia, que integra el enfoque sistémico y de dinámica de cuenca hidrográficas, y que, además, incluye los procesos históricos de apropiación social. También, permite a los movimientos sociales y equipos técnicos interconectar y analizar la interdependencia de diversos conocimientos disciplinares que suelen presentarse de modo compartimentado (zona riparia, planicie de inundación, humedales, eventos y dinámica de inundación, procesos de sedimentación/erosión, dinámica de áridos, usos del suelo, ordenamiento ambiental del territorio, transición agroecológica, entre otros); lo que permitió generar conocimiento académico de interés social. El proceso de conceptualización del TF y su apropiación social, parece responder a lo identificado por FOUREZ, (2000) quien señala que las categorías nacen cuando son necesarias socialmente, siendo construidas en la retroalimentación de la teórica y la práctica entre la academia y movimientos sociales. Esta construcción del conocimiento es una estrategia que reconoce y fortalece la comprensión de la dinámica y complejidad de los sistemas fluviales, presiona a avanzar sobre las fronteras de conocimiento de la ciencia y demanda a la academia propuestas que operativicen el concepto y avancen en su implementación. Como desafío académico se identifica la necesidad de avanzar en integrar la propuesta de investigación a los procesos de gestión territorial.

Así la educación ambiental crítica se materializó en un acumulado de diversas estrategias para comprender el funcionamiento de los sistemas ambientales complejos. Las propuestas implementadas, integraron acciones de investigación, extensión y enseñanza. En particular se realizó análisis de teledetección e información espacial, la construcción de aplicaciones digitales accesibles y de SIG, con supervisión y relevamiento en campo involucrando estudiantes universitarios de grado, actores locales, gubernamentales y técnicos.

Además, se contribuyó a la identificación de necesidades y al fortalecimiento del Sistema de Alerta Temprana, generación de recursos didácticos, técnicos y formativos para el análisis de procesos biofísicos y actuación política en la gestión del agua; integración en representación de FCIEN de la Comisión de Cuenca del Río Santa Lucía, y de la Comisión Asesora Específica de los Humedales de Santa Lucía; y generación de una propuesta que avanza en operativizar el TF como figura de ordenamiento ambiental del territorio.

Esta diversidad de estrategias permitió interrelacionar las funciones sustantivas de la Udelar para avanzar simultáneamente en la generación de conocimiento y de soluciones. Aspecto que es reconocido por el enfoque de la integralidad (AROCENA, 2011), que considera el rol fundamental de la articulación de las funciones sustantivas de la Universidad, para contribuir al desarrollo de la sociedad y disminuir la desigualdad (AROCENA *et al.,* 2017). Este recorrido desde la integralidad de las prácticas universitarias (investigación, extensión y enseñanza), donde no existen "recetas preestablecidas", retroalimenta las funciones universitarias, en espacios formales, no formales y con la comunidad, como propone Álvarez-Pedrosian (2011). La IAP en el marco de la integralidad, se presentó como movimiento instituyente en la Udelar para la producción de conocimientos, aprendizajes e interacción con la sociedad, como plantea Kaplún (2014). Sin embargo, también se coincide con la advertencia de los riesgos que plantea el actual mecanismo de institucionalización de la integralidad en Udelar, que pueden vaciar su contenido político y transformador (KAPLÚN, 2014). Esta plasticidad de la praxis universitaria permitió abordar el carácter dinámico de las estrategias en función de las necesidades que progresivamente fueron emergiendo en el territorio. En este marco, la interrelación de la IAP posibilitó que los procesos de educación ambiental crítica anclaran la praxis en procesos pedagógicos y epistemológicos de mayor alcance, trascendiendo las intervenciones/actividades puntuales de la práctica en sí (investigación, enseñanza o de extensión).

Por otro lado, la estrategia de IAP implementada en los procesos de educación ambiental crítica implicó trabajar una diversidad de temas emergentes (inundaciones, contaminación de suelos, dragado, sequía, abastecimiento de agua potable, entre otros). Esta explosión de temas a trabajar, por un lado, trasladó el proceso de educación ambiental crítica a tomar estado público y supeditar la generación de conocimiento al ámbito colectivo, como requisito imperativo para comprender la complejidad ambiental. Así lo colectivo se impuso como una necesidad para la comprensión-acción. Colocando a la participación ampliada como un imprescindible para la adecuación de la delimitación del problema y construcción de soluciones.

Por otra parte, la diversidad de temas abordados amplió la comprensión multi y transescalar de los sistemas ambientales. En este sentido, la IAP como proceso que jerarquiza la elección del tema a trabajar, permitió que la definición de la escala de análisis emergiera de la propia comprensión del problema. Ello favoreció el establecimiento de interconexiones entre redes de actores y amplió la comprensión social de la condición sistémica de lo ambiental. De este modo, fue el proceso de comprensión del tema el que determinó la expansión o contracción del recorte espacio temporal de investigación, en función de las dinámicas y relaciones que cada caso puso en evidencia.

La educación ambiental crítica acciona sobre un conjunto de propuestas que emergen del proceso investigativo en espacios de participación dinámicos, que toman distintas formas e involucra distintos niveles, escalas, actores, espacialidades, temporalidades, disciplinas y enfoques. En su acumulado histórico, esta diversidad permitió capturar la complejidad del sistema ambiental en sus diversas manifestaciones concretas.

La aplicación de los fundamentos teóricos-metodológicos de educación ambiental crítica en los diversos estudios de caso permitió, en el contexto de la IAP, orientar la praxis, promover la reflexión crítica y la resignificación del concepto de educación ambiental crítica.

5.2 CONCLUSIONES

La educación ambiental permitió generar y fortalecer procesos de producción, valorización y relacionamiento entre diferentes tipos de conocimiento (APÉNDICE F). Sustentada en el enfoque de geografía ambiental crítica, aportó el componente técnico-científico al proceso de IAP. En este marco, el dato constituyó una decisión y una construcción social de base empírica, cuya interpretación colectiva, asistida por el método científico, generó conocimiento orientado a la implementación de soluciones.

En consecuencia, las estrategias de educación ambiental crítica desplegadas trascienden el aporte específico del quehacer científico. La academia contribuye a una construcción colectiva sostenida por los movimientos sociales, y en la que, puede desempeñar un rol articulador e integrador de los intereses en diálogo. Por lo tanto, la estrategia de educación ambiental crítica no se limita a la acción académica, sino que se configura a partir de la interrelación entre múltiples actores. Cada uno de los cuales, en tanto sujeto colectivo, desarrolla su propio proceso de construcción de territorialidad. En ese sentido, la educación ambiental crítica se consolida cuando emerge la necesidad ambiental de establecer acuerdos entre actores que, desde diferentes perspectivas, convergen, en términos epistemológicos, espaciales y temporales, en su capacidad de movilización colectiva orientada a la transformación territorial.

El proceso de educación ambiental crítica no solo se materializa en acciones concretas, sino también en dimensiones simbólicas que se expresan en procesos subyacentes que están aconteciendo y que emergen a partir del reconocimiento en la acción del otro. En este marco, la academia contribuye a procesos que se sostienen desde el territorio. Desde esta perspectiva, esta tesis presenta una lectura de la educación ambiental crítica desde la participación académica (investigadora e institución) en diversas acciones colectivas, evidenciando que su aporte contribuye a fortalecer una acción ambiental que trasciende el ámbito y las capacidades de la academia.

Sin embargo, la educación ambiental crítica debe superar la visión romántica que con frecuencia orienta la construcción de los vínculos entre sociedad y naturaleza. Esta perspectiva suele ser promovida por algunos sectores presentes en los ámbitos de gestión ambiental, al despolitizar las relaciones sociales con la naturaleza y minimizar los conflictos que las atraviesan. Los resultados de esta investigación muestran que la educación ambiental crítica

contribuye a procesos de transformación ambiental que trascienden la sensibilización y, cuando se desarrolla en el marco de una gestión participativa, favorece la construcción de sustentabilidad desde una perspectiva de justicia ambiental. Asimismo, para que la acción ambiental trascienda hacia la gestión ambiental, es indispensable que estos procesos se sostengan en el tiempo. La consolidación de los vínculos entre los distintos actores amplía la generación de redes de acción colectiva y contribuye a la construcción de un tejido social sustentado en una cultura ambiental.

El proceso de educación ambiental crítica evidencia la importancia de las políticas públicas como componente fundamental para la transformación territorial, y que, resulta de la organización de tres componentes principales: el institucional, la autoorganización comunitaria y el conocimiento científico. La potencia de la educación ambiental crítica radica en la interacción entre estos tres componentes y se expresa plenamente cuando logra materializarse en los espacios de gestión. En este contexto, el abordaje transdisciplinario requiere flexibilidad para abordar los problemas ambientales complejos. La trayectoria geográfica que emerge en la Geografía ambiental crítica permitió integrar estrategias (IAP, EA, Praxis, gestión participativa) y generar conocimientos y propuestas para mejorar la calidad ambiental de los territorios. De este modo, los resultados de esta investigación permiten sostener que la educación ambiental crítica adquiere capacidad transformadora cuando se articula en la tríada territorio-educación ambiental-política pública. El proceso de educación ambiental crítica en el marco de la IAP, favorece la emergencia de nuevas problemáticas y oportunidades de intervención, que requieren abordajes transescalares, lo que implica una perspectiva transdisciplinaria capaz de integrar actores, escalas y formas de conocimiento.

El desarrollo de la tesis permitió constatar que cuando se avanza en la resolución de una problemática ambiental determinada, se introducen nuevos elementos que hacen emerger el siguiente problema ambiental a abordar. Esto reconfigura el estudio de caso y modifica su escala de abordaje. En consecuencia, cada nuevo escenario demanda el diseño de una estrategia de educación ambiental crítica contextualizada; orientada a comprender y abordar las dinámicas propias del sistema ambiental complejo. En este sentido, la educación ambiental crítica constituye un proceso continuo y adaptativo, en permanente interacción con los actores territoriales, las particularidades del contexto y las finalidades formativas de cada espacio de acción. Esta dinámica favorece la producción colectiva de conocimiento y genera las condiciones para la identificación de nuevas problemáticas, dando inicio a nuevos ciclos de IAP para la transformación territorial.

La contribución de la educación ambiental crítica a la formación terciaria depende de la articulación entre, la intensidad de trabajo previo sostenido en territorio, la capacidad de la academia para vincularse con los procesos institucionales y de la autoorganización comunitaria. Estas condiciones permiten integrar la formación universitaria a procesos de construcción territorial, favoreciendo que los estudiantes incorporen la educación ambiental crítica como un eje transversal de su trayectoria formativa. Así la formación se resignifica en tanto participa tomando contacto con problemas complejos a resolver. La experiencia desarrollada en los cursos de grado demuestra que la transversalización de la educación ambiental crítica en la formación terciaria fortalece la articulación entre las funciones universitarias, al tiempo que promueve procesos de aprendizaje situados, críticos y comprometidos con la transformación territorial.

La filosofía de la praxis y la IAP son perspectivas teóricas y metodológicas que interpelan la praxis, evitando que la acción comunitaria se aparte de su horizonte ético y político de justicia ambiental. La apertura de espacios interinstitucionales a la participación de la sociedad civil favorece la producción e incorporación de conocimientos construidos desde el territorio, lo que amplía la comprensión de las problemáticas ambientales, fortaleciendo la gestión del sistema ambiental. La articulación de los actores en los procesos participativos responde a una secuencia de factores interdependientes que comienza con el anclaje territorial. Sin embargo, este proceso se debilita y enlentece cuando se abandona la articulación entre instituciones y con la sociedad civil organizada. Por otro lado, la investigación evidencia que la incidencia de los intereses del capital y la dificultad para que determinadas problemáticas ambientales alcancen visibilidad pública e ingresen en la agenda de las políticas públicas; continúan representando desafíos para la educación ambiental crítica desde una perspectiva crítica. En este contexto, la Evaluación ambiental estratégica cobra relevancia como herramienta para analizar de manera integrada las formas de apropiación social de la naturaleza en el marco de la organización ambiental del territorio. En ese sentido, la generación de propuestas que priorizan la apropiación territorial y consideran la dinámica de los sistemas ambientales, parece ser un instrumento adecuado para articular la producción y conservación.

Los estudios de caso permitieron explorar distintas conformaciones de los espacios de participación y aportar a la reflexión sobre los mecanismos de participación en los estudios de casos y qué actores contribuyen a la gestión ambiental participativa:

- **Sin participación.** Como ocurre en el caso de El Rincón de Santa Lucía, los actores accionan de modo independiente y, aunque las tensiones sociales están

presentes, se observa un reacomodo espacial que parece postergar la emergencia del conflicto. Si bien los actores reconocen la existencia de procesos de degradación ambiental, los problemas ambientales permanecen disociados de las causas estructurales que los producen. Además, aún falta confianza entre los actores, respecto de la capacidad del proceso de gestión para mejorar la situación ambiental, tanto en la dimensión biofísica y como social del sistema ambiental, lo que restringe la construcción de acuerdos.

- **Autogestión.** En estos espacios, la participación se caracteriza por su dinamismo y por una organización en la que los colectivos sociales constituyen el componente central, que se entrelaza con el acompañamiento de la academia. Este proceso favorece la consolidación de redes amplias con capacidad de incidir en la gestión del territorio. En los casos analizados, aquellos en los que la organización social trasciende la movilización inicial e incide en la implementación de acciones compartieron un rasgo común: la articulación entre los actores se construyó desde abajo, mediante relaciones horizontales impulsadas por colectivos y organizaciones sociales y, fortalecidas por la academia. Esta configuración favorece la visibilización pública de las problemáticas ambientales y genera condiciones para que las instituciones del Estado articulen la construcción de soluciones en el marco de las políticas públicas.

  El proceso de educación ambiental crítica vinculado a la contaminación de suelos culmina, al cierre de esta investigación, con la proclama de que se destinará el predio a un uso público. Este desenlace permite comprender la importancia de la secuencia de actores que, de manera no simultánea, se articulan a lo largo del proceso de educación ambiental crítica como estrategia de gestión para la resolución de la problemática. En este proceso, la academia aportó el conocimiento necesario para responder al interés gubernamental de recuperar el predio para su uso público. La evidencia producida favoreció la movilización social y propició una articulación progresiva entre los distintos actores y en función de las demandas que fueron emergiendo durante el proceso de educación ambiental crítica. Esta dinámica permitió articular la acción hacia la construcción de soluciones. La permanencia de la sociedad civil en el seguimiento del problema resultó determinante para trasladar el tema a la agenda

pública, ejercer presión sobre los actores institucionales y favorecer avances concretos hacia la resolución de la problemática.

- **Espacios institucionales abiertos a la participación.** Los casos del CECOED y del CECOEL muestran que, aun cuando la participación ciudadana no está formalmente prevista en la estructura institucional de la Gestión Integral del Riesgo, en la práctica estos espacios incorporan los aportes de la población afectada por las inundaciones. En estos espacios la participación de la ciudadanía es requerida por las instituciones gubernamentales para fortalecer el funcionamiento del Sistema de Alerta Temprana, al aportar conocimientos territorialmente situados y capacidades de respuesta que complementan las limitaciones institucionales y técnicas para comprender la dinámica de inundación y actuar durante los eventos extremos. Los resultados evidencian que la sociedad civil contribuye con conocimientos sobre la expresión territorial de la problemática ambiental y el comportamiento del sistema ambiental, además de contar con capacidades locales para autoorganizarse y apoyar la acción del Estado durante las situaciones de emergencia.

- **Espacios de participación institucionalizados.** El caso de la CCRSL. En estos espacios, la participación de la sociedad civil se encuentra institucionalizada mediante una comisión asesora con representación amplia. Sin embargo, también participan representantes del sector privado en calidad de usuarios, incluyendo actores vinculados a intereses económicos transnacionales asociados al aprovechamiento de los bienes comunes de la naturaleza. Esta configuración introduce tensiones y conflictos entre los distintos actores que integran la comisión. Asimismo, algunas instituciones públicas que integran la Comisión de Cuenca del Río Santa Lucía reciben apoyo de Fundaciones promovidas por el sector privado y otros organismos, como el Banco Interamericano de Desarrollo (BID). A través de iniciativas como los Fondos de Agua, estas organizaciones impulsan políticas ambientales, como de soluciones basadas en la naturaleza. En este contexto, la incorporación del sector privado modifica las dinámicas de participación y desplaza el funcionamiento del espacio desde una lógica centrada en la gestión participativa hacia esquemas de gobernanza, entendida como la interacción entre el Estado, el sector privado y la sociedad civil en la formulación e implementación de políticas públicas. Desde esta perspectiva, la gobernanza

> puede constituirse en un factor que condiciona la capacidad de acción de estos ámbitos, en la medida que las asimetrías de poder favorecen la hegemonía de los intereses productivos y la cooptación de las iniciativas promovidas por la sociedad civil. Como consecuencia, la definición e implementación de acciones orientadas al bien común y a la mejora de la calidad ambiental de los territorios pueden verse ralentizadas o limitadas.

Lo anterior deja en evidencia la importancia de la educación ambiental crítica en la gestión ambiental del territorio y construcción de la triada: Territorio-Política pública-Educación ambiental.

La educación ambiental crítica se configura como un proceso continuo, sostenido por la participación articulada de diversos actores sociales, académicos y gubernamentales a lo largo de las distintas etapas de la Investigación-Acción Participativa. La articulación de responsabilidades entre estos actores garantiza la continuidad del proceso, cuya dinámica se sustenta en la movilización social. La cual es protagonizada por diferentes colectivos que, de acuerdo con cada etapa del proceso, asumen distintos niveles de participación. No obstante, algunos sujetos colectivos permanecen vinculados de manera sostenida, aun cuando la intensidad de su participación fluctúe a lo largo del tiempo. Esta permanencia contribuye a consolidar una identidad territorial compartida que sostiene la acción colectiva y la lucha en defensa del derecho a la calidad ambiental.

En ese sentido, los resultados no permiten afirmar que la ausencia del componente de educación ambiental crítica implique, por sí misma, la interrupción de los procesos de gestión. Ello se debe a que la gestión ambiental participativa no surge espontáneamente, sino que depende de la existencia de tensiones o conflictos ambientales y de la articulación entre los actores involucrados. Lo que sí evidencian los estudios de caso es que, cuando se desarrollan procesos de educación ambiental crítica orientados a la generación de espacios de diálogo, se fortalecen las capacidades de articulación entre actores y se vinculan las políticas públicas con las problemáticas ambientales del territorio, favoreciendo la concreción de acciones para la gestión ambiental sustentable de los territorios.

Así, los estudios de caso evidenciaron que el avance de la gestión participativa depende del anclaje territorial y de la complementariedad entre el conocimiento ambiental académico y el conocimiento local, mientras que su consolidación requiere de políticas públicas que proporcionen el marco institucional necesario para implementar y sostener la acción ambiental.

Finalmente integrando los aprendizajes del trabajo realizado, se consolida una definición de educación ambiental crítica:

La Educación ambiental crítica es un proceso de construcción y acción colectiva de territorialidades supeditada al interés común que busca establecer configuraciones territoriales que integren la justicia ambiental en las relaciones entre sociedad (es) ambiente (es) y territorio (s). La praxis ambiental, amplia, diversa y flexible, orientada por la epistemología crítica es una categoría central, que articula sustentabilidad, geografía ambiental crítica, filosofía de la praxis, con la IAP hacia la transformación social. Genera emergentes desde lo colectivo, que se imponen como una necesidad de acción transformadora y que fortalecen las capacidades sociales para comprender la complejidad de los sistemas ambientales e incidir en la planificación de propuestas de intervención. La estrategia se define por la triangulación del: tema emergente, actores involucrados y finalidades de formación/capacitación/acción. Define el rol de la academia como articulador de la comunidad extendida de pares, desde la ética ambiental y la investigación militante, cuando el saber no alcanza y se aplica el juicio de experto. Así la educación ambiental crítica en la gestión participativa se orienta en la construcción de alternativas desde una praxis contrahegemónica, desde abajo y horizontal, que se concreta cuando se articula: Territorio, Política pública y educación ambiental crítica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIDA, K.; BARBOUCHI, M.; BOUDABBOUS, K.; TOUKABRI, W.; SAAD, K.; BOUSNINA, H.; SAHLI CHAHED, T. Sentinel-2 Data for Land Use Mapping: Comparing Different Supervised Classifications in Semi-Arid Areas. **Agriculture**, v. 12, n. 9, p. 1-13, 2022. Disponible en: https://doi.org/10.3390/agriculture12091429

ABOOD, S. A.; MACLEAN, A. L.; MASON, L. A. Modeling riparian zones utilizing DEMs and flood height data. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**, v. 78, n. 3, p. 259-269, 2012.

ACHKAR, M.; DOMÍNGUEZ, A.; PESCE, F. **Diagnóstico socioambiental participativo en el Uruguay**. Montevideo: El tomate verde, 2004a.

ACHKAR, M.; CAYSSIALS, R.; DOMÍNGUEZ, A.; PESCE, F. **Hacia un Uruguay sustentable**: gestión integrada de cuencas hidrográficas. Montevideo: REDES, 2004b. 64p

ACHKAR, M.; CANTÓN, V.; CAYSSIALS, R.; DOMÍNGUEZ, A.; FERNÁNDEZ, G.; PESCE, F. **Ordenamiento ambiental del territorio**. Montevideo: Udelar-CSEP, 2005. Disponible en: https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/handle/20.500.12008/20227.

ACHKAR, M.; DOMÍNGUEZ, A.; PESCE, F. **Educación ambiental**. Una demanda del mundo actual. Montevideo: El tomate verde, 2007. 139p.

ACHKAR, M.; DOMÍNGUEZ, A.; PESCE, F. **El pensamiento geográfico en Uruguay**. Montevideo: Zonalibro, 2011. 143p.

ACHKAR, M.; DOMÍNGUEZ, A.; PESCE, F. **Cuenca del Río Santa Lucía – Uruguay**. Aportes para la discusión ciudadana. Montevideo: Redes AT, 2013.

ACHKAR, M.; DOMÍNGUEZ, A.; PESCE, F. **Cuencas Hidrográficas del Uruguay**. Situación y Perspectivas ambientales y territoriales. Montevideo: PUS-REDES-AT-Uruguay, 2013.

ACHKAR, M.; DOMÍNGUEZ, A.; PESCE, F. Hacia un escenario de Gestión Sustentable del Territorio por Cuencas Hidrográficas en el contexto post neoliberal en el Uruguay. **Revista Científica Monfrague**, v. 4, n. 1, p. 104-123, 2015.

ACHKAR, M.; DÍAZ, I.; DOMÍNGUEZ, A.; PESCE, F. **Uruguay, naturaleza, sociedad y economía**. Una visión desde la Geografía. Montevideo: Ediciones Banda Oriental, 2016. 369p.

ACHKAR, M.; DOMÍNGUEZ, A.; PESCE, F. Sentidos políticos y finalidades formativas de la geografía escolar en Uruguay. In: SILVA, A. T. B.; DARSIE, C.; MENEZES, V. (Orgs.). 2022.

ACHKAR, M.; GAZZANO, I. Ambiente una totalidad emergente del debate científico. En: DOMÍNGUEZ, A.; PESCE, F. (Coords.). **Lecturas y Análisis desde la(s) Geografía(s) Nº 3**. Montevideo: ANEP-CFE, 2013. p. 169-182.

AGUAYO, M.; AZÓCAR, G.; HENRÍQUEZ, C. Cambio de uso del suelo y escorrentía superficial: aplicación de un modelo de simulación espacial en Los Ángeles, VIII Región del Biobío, Chile. **Revista de Geografía Norte Grande**, n. 36, p. 61-74, 2006. Disponible en: https://doi.org/10.4067/S0718-34022006000200004.

AGUIRRE, M. La cuenca hidrográfica en la gestión integrada de los recursos hídricos. **Revista Virtual Redesma**, v. 5, n. 1, 2011.

AHMED, M. F.; MOKHTAR, M. B.; LIM, C. K.; SUZA, I. A. B. C.; AYOB, K. A. K.; KHIROTDIN, R. P. K.; MAJID, N. A. Integrated River Basin Management for Sustainable Development: Time for Stronger Action. **Water**, v. 15, n. 13, p. 2497, 2023. Disponible en: https://doi.org/10.3390/w15132497

ALBERICH, T.; ARNANZ, L.; BASAGOITI, M.; BELMONTE, R.; BRU, P.; TENZE, A. **Metodologías participativas**. Madrid: Cimas, 2009. 91 p.

ALBURQUERQUE, F. **Teoría y práctica del enfoque del desarrollo local**. Madrid: Instituto de Economía y Geografía, 2003. 24p.

ALISTE, E.; ALMENDRAS, A.; CONTRERAS, M. La dinámica del territorio en la conurbación Concepción-Talcahuano: huellas urbanas para una interpretación de las transformaciones ambientales durante la segunda mitad del siglo XX. **Revistas de Geografía Norte Grande**, n. 52, p. 5-18, 2012. Disponible en: https://doi.org/10.4067/S0718-34022012000200001

ÁLVAREZ, A.; BLUM, A.; GALLEGO, F. **Atlas de Cobertura del Suelo de Uruguay**. Cobertura de Suelo y Cambios 2000-2011. Montevideo: DINAMA-FAO, 2015.

ÁLVAREZ, A.; McCALL, M.; LEÓN VILLALOBOS, J. M. **Mapeo participativo y cartografía social de conocimientos culturales, históricos y arqueológicos**: Recurso práctico para profesores y estudiantes universitarios. México: CIGA, UNAM, 2022.

ÁLVAREZ, C. R.; GUTIÉRREZ BOEM, F. H.; TABOADA, M. A.; PRYSTUPA, P.; OCAMPO, J. F.; FERNANDEZ, P. L.; MOULIN, M. Propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo bajo distintos manejos en el norte de Buenos Aires. En: **Actas XIX Congreso Argentino de la Ciencia del suelo**, 2004.

ALVAREZ-GARRETON, C.; LARA, A.; BOISIER, J. P.; GALLEGUILLOS, M. The Impacts of Native Forests and Forest Plantations on Water Supply in Chile. **Forests**, v. 10, n. 6, p. 473, 2019. Disponible en: https://doi.org/10.3390/f10060473

ÁLVAREZ-PEDROSIAN, E. Crear, aprender y compartir: apuntes epistemológicos sobre integralidad. **Cuadernos de Extensión**, n. 1, 2011.

ARIAS-MALDONADO, M. La ética ecológica en el Antropoceno. **Azafea. Rev. filos.**, v. 21, n. 1, p. 55-76, 2019.

ARNSTEIN, S. R. A ladder of citizen participation. **Journal of the American Planning Association**, v. 85, n. 1, p. 24-34, 2019.

AROCENA, J. Una Investigación de procesos de desarrollo loca. In: AROCENA, J. **El desarrollo local**. Un desafío contemporáneo. Montevideo: Ediciones Santillana, 2001. p. 201-229.

AROCENA, R. Curricularización de la extensión: ¿por qué, cuál, cómo? En: AROCENA, R.; TOMMASINO, H.; RODRÍGUEZ, N.; SUTZ, J.; ALVAREZ PEDROSIAN, E.; ROMANO, A. (Eds.). **Integralidad: tensiones y perspectivas**. Montevideo: Universidad de la República, 2011.

AROCENA, R.; TOMMASINO, H.; RODRÍGUEZ, N.; SUTZ, J.; ALVAREZ PEDROSIAN, E.; ROMANO, A. (Eds.). **Integralidad: tensiones y perspectivas**. Montevideo: CSEAM, Universidad de la República, 2017.

AUBRIOT, L.; DELBENE, L.; HAAKONSSON, S.; SOMMA, A.; HIRSCH, F.; BONILLA, S. Evolución de la eutrofización en el Río Santa Lucía: influencia de la intensificación productiva y perspectivas. **INNOTEC**, n. 14, p. 7-16, 2017. Disponible en: https://doi.org/10.26461/14.04

AUGÉ, M. **Los "no lugares"**: espacios del anonimato: una antropología de la sobremodernidad. Barcelona: Gedisa, 1993.

AUSUBEL, David Paul. **Educational psychology:** a cognitive view. New York: Holt, Rinehart & Winston, 1968.

ÁVILA, P. Hacia una ecología política del agua en Latinoamérica. **Revista de Estudios Sociales**, n. 55, p. 18-31, 2016.

AZUELA, A.; COSACOV, N. Transformaciones urbanas y reivindicaciones ambientales: En torno a la productividad social del conflicto por la construcción de edificios en la Ciudad de Buenos Aires. **EURE**, v. 39, n. 118, p. 149-172, 2013. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-71612013000300007.

BALCAZAR, F. E. Investigación acción participativa (IAP): Aspectos conceptuales y dificultades de implementación. **Fundamentos en Humanidades**, v. 4, n. 7-8, p. 59-77, 2003.

BAPTISTA, M.; VALCARCEL, R.; ARAUJO MATEUS, F.; SOARES MEDEIROS, W.; CANTO DE ANDRADE, F. Impact of Urbanization on the Hydrodynamics of a Water Table in a Floodplain with High Potential for Renaturation. **Water Resource Management**, v. 31, n. 13, p. 4091-4102, 2017. Disponible en: https://doi.org/10.1007/s11269-017-1731-5

BARDIN, L. **Análisis de contenido**. Madrid: Ediciones Akal, 2002.

BARREIRO, M.; ARIZMENDI, F.; TRINCHIN, R. **Variabilidad observada del clima en Uruguay**: Producto 2. Montevideo: Universidad de la República; Ministerio de Ambiente, 2019.

BARRENECHEA, P.; RODRÍGUEZ MIRANDA, A.; TRONCOSO, C. **Análisis de potencialidades para el desarrollo local**. Un método aplicado a regiones de Uruguay para priorizar recursos. Serie Documentos de Trabajo, DT 13/2014. Instituto de Economía, Facultad de Ciencias Económicas y Administración. Montevideo: Universidad de la República, 2014.

BARRETO, P.; DOGLIOTTI, S.; PERDOMO, C. Surface Water Quality of Intensive Farming Areas Within the Santa Lucia River Basin of Uruguay. **Air, Soil and Water Research**, n. 10, p. 1-8, 2017. Disponible en: https://doi.org/10.1177/1178622117715446

BECK, U. Retorno a la teoría de la sociedad del riesgo. **Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles**, 2000.

BEHRENDS KRAEMER, F.; CHAGAS, C.; MARRÉ, G.; PALACÍN, E.; SANTANATOGLIA, O. Desplazamiento de la ganadería por la agricultura en una cuenca de La Pampa ondulada: Efectos sobre el escurrimiento superficial y erosión hídrica. **Ciencia del suelo**, v. 31, n. 1, p. 83-92, 2013.

BENAVIDES, F.; SOLARTE CRUZ, M. E.; PABÓN, V.; ORDÓÑEZ, A.; BELTRÁN, E.; TORRES, C.; ROSERO, S. The Variation of Infiltration Rates and Physical-Chemical Soil Properties Across a Land Cover and Land Use Gradient in a Páramo of Southwestern Colombia. **Journal of Soil and Water Conservation**, v. 73, n. 4, p. 400-410, 2018. Disponible en: https://doi.org/10.2489/jswc.73.4.400

BERGA, L. El papel de las presas en la mitigación de las inundaciones. **Revista Digital Del Cedex**, n. 144, p. 7, 2006. Disponible en: https://ingenieriacivil.cedex.es/index.php/ingenieria-civil/article/view/2256

BIANCO, M.; DIAZ, I.; CHIAPPE, M.; FIGUEREDO, S.; NARBONDO, I.; RUSSI, E. Dinámicas de la expansión agricola en territorios uruguayos. **Revista Latinoamericana De Estudios Rurales**, v. 6, n. 12, 2021. Disponible en: https://ojs.ceil-conicet.gov.ar/index.php/revistaalasru/article/view/791

BIDEGAIN, M.; CRISCI, C.; DEL PUERTO, L.; INDA, H.; MAZZEO, N.; TAKS, J.; TERRA, R. **Clima de cambios**: nuevos desafíos de adaptación en Uruguay. Variabilidad climática de importancia para el sector productivo. Montevideo: FAO; MGAP, 2012. Disponible en: http://www.fao.org/docrep/field/009/as253s/as253s.pdf

BIDEGAIN, M.; PASTEN, M.; NAGY, G.; CORONEL, G.; FERRER, J.; ARANA, I. Tendencias recientes de las precipitaciones e impactos asociados con ENSO en la cuenca del Río de la Plata. **Paraquaria Natural**, v. 5, n. 2, p. 8-18, 2017.

BLANCO WELLS, G.; GÜNTHER, G.; GUTIÉRREZ, R.; GONZAGA, J.; HERNÁNDEZ, V. Introducción. Cambio ambiental global y políticas ambientales en América Latina. En: GÜNTHER, G.; GUTIÉRREZ, R. A. (Eds.). **La política del ambiente en América Latina**. Una aproximación desde el cambio ambiental global. [S.l.]: Clacso; Universidad Autónoma Metropolitana, 2017. p. 15-36. Disponible en: https://doi.org/10.2307/j.ctvtxw2j4.4

BOCCO, G.; URQUIJO, P. S. Geografía ambiental: reflexiones teóricas y práctica institucional. **Región y sociedad**, v. 25, n. 56, p. 75-102, 2013.

BORROTO, M.; RODRÍGUEZ, L.; REYES, A.; LÓPEZ, B. Percepción ambiental en dos comunidades cubanas. **M+A. Revista Electrónic@ de Medio Ambiente**, v. 10, p. 13-29, 2011. Disponible en: https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-41204/42PERCEPCIÓN%20AMBIENTALMariaBorroto.pdf

BOUDÓN, R. **Los Métodos en Sociología**. París: Presses Universitaires de France, 1969.

BRAZEIRO, A.; ACHKAR, M.; TORANZA, C.; BARTESAGHI, L. Agricultural expansión in Uruguayan grasslands and priority áreas for vertebrate and woody plant conservation. **Ecology and Society**, v. 25, n. 1, p. 15, 2020. Disponible em: https:// doi.org/10.5751/ES-11360-250115

BRITO, M. M. B.; MOLINA, M. C. Reflexões sobre os egressos do curso de Licenciatura em Educação do Campo da Universidade de Brasília: os elementos para "Transformar (ação) Pedagógica" na Educação Superior. **Revista Brasileira de Educação do Campo**, v. 4, 2019. Disponible en: https://doi.org/10.20873/uft.rbec.v4e6291

BRUNDTLAND, G. **El desarrollo sostenible**. Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y Desarrollo. [S.l.]: Asamblea General de las Naciones Unidas, 1987. Disponible en: https://desarrollosostenible. wordpress. com/2006/09/27/informe-brundtland.

BUCKLER, C.; CREECH, H. **Shaping the Future We Want** – UN Decade of Education for Sustainable Development (2005-2014) – Final Report – Summary. Paris: UNESCO, 2014. 18p.

BUCZENKO, G. L.; ROSA, M. A. Educación ambiental como instrumento de identidad territorial. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 9, p. 73598-73611, 2020.

BUNN, S. E.; ARTHINGTON, A. H. Basic principles and ecological consequences of altered flow regimes for aquatic biodiversity. **Environmental Management**, n. 30, p. 492-507, 2002. Disponible en: https://doi.org/10.1007/s00267-002- 2737-0

BÜSCHER, M.; URRY, J. Mobile methods and the empirical. **European Journal of Social Theory**, v. 12, n. 1, p. 99-116, 2009. Disponible en: https://doi.org/10.1177/1368431008099642

BRUSCHI, R.; CANZIANI, C.; CUTINELLA, C. Salidas de campo en Educación Ambiental: propuestas de sitios y actividades para el trabajo interdisciplinario Biología-Geografía en Enseñanza Media. Montevideo: Indice Grupo Editorial, 2026.

BUSCHKE, F. T.; BOTTS, E. A.; SINCLAIR, S. P. Post-normal conservation science fills the space between research, policy, and implementation. **Conservation Science and Practice**, v. 1, p. e73, 2019. Disponible en: https://doi.org/10.1111/csp2.73.

CALDART, R. S. Educación do Campo. In: CALDART, R. S.; PEREIRA, I. B.; ALENTEJANO, P.; FRIGOTTO, G. (Orgs.). **Dicionário da Educación do Campo**. Rio de Janeiro: EPSJV/Expressão Popular, 2012. p. 259-267.

CAMARASA-BELMONTE, A. M.; CABALLERO, M. P.; IRANZO, E. Cambios de uso del suelo, producción de escorrentía y pérdida de suelo. Sinergias y compensaciones en una

rambla mediterránea (Barranc del Carraixet, 1956–2011). **BAGE, Boletín de la Asociación Española de Geografía**, n. 78, p. 127-153, 2018. Disponible en: https://doi.org/10.21138/bage.2714.

CANO, D.; CACCIUTTOLO, C.; CUSTODIO, M.; NOSETTO, M. Effects of Grassland Afforestation on Water Yield in Basins of Uruguay: A Spatio-Temporal Analysis of Historical Trends Using Remote Sensing and Field Measurements. **Land**, v. 12, n. 185, 2023.

CAORSI, M. L.; CRUZ, G.; TERRA, R.; ASTIGARRAGA, L. Variación de la precipitación y la ocurrencia de sequías en la cuenca lechera del SW del Uruguay en el periodo 1939-2011. **Agrociencia Uruguay**, v. 22, n. 1, p. 116-123, 2018. Disponible en: https://doi.org/10.31285/AGRO.22.1.12

CARDEILLAC GULLA, J. Acaparamiento de tierras, descomposición y relevo generacional: la estructura agraria uruguaya entre 2000 y 2011. **Estudios Rurales**, v. 11, n. 22, 2021. Disponible en: https://doi.org/10.48160/22504001er22.70

CARR, W.; KEMMIS, S. **Teoría crítica de la enseñanza**. Barcelona: Martínez Roca, 1988.

CARROLL, W. K. Modes of Cognitive Praxis in Transnational Alternative Policy Groups. **Globalizations**, v. 12, n. 5, p. 710–727, 2015.

CASTAÑO, J.; BAETHGEN, W.; GIMENEZ, A.; MAGRIN, G.; TRAVASSO, M.; OLIVERA, L.; ROCCA DA CUNHA, G.; CUNHA FERNANDES, J. **Evolución del clima observado durante el período 1931-2000 en la región sureste de América del Sur**, 2007. Disponible en: http://www.inia.org.uy/disciplinas/agroclima/publicaciones/ambiente/se_a_s_2007.pdf

CASTREE, N.; DEMERITT, D.; LIVERMAN, D.; RHOADS, B. (Eds.). **A Companion to Environmental Geography**. Chichester: Wiley-Blackwell, 2009.

CASTRO, D. **Mandato y autodeterminación**. Pistas para desarmar la trampa estadocéntrica. México: Bajo Tierra A. C., 2022. 270 p

CASTRO, H.; LUS-BIETTI, G. Apuntes latinoamericanos para la construcción de una Geografía ambiental. **GEOgraphia**, v. 24, n. 53, 2022.

CCRSL. Comisión de Cuenca del Río Santa Lucía. **Actas de la 23ª Sesión de la Comisión de la Cuenca del Río Santa Lucía**. 17.04.2024. Disponible en: https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/politicas-y-gestion/comision-cuenca-del-rio-santa-lucia-0. Acceso el: 14 jun. 2026.

CELAYA, G. La poesía es un arma cargada de futuro. In: CELAYA, G. **Cantos iberos**. Alicante: Verbo, 1955.

CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). **Acuerdo Regional sobre el Acceso a la Información, la Participación Pública y el Acceso a la Justicia en Asuntos Ambientales en América Latina y el Caribe**. Santiago de Chile: CEPAL-NNUU, 2022. Disponible en: https://hdl.handle.net/11362/43595. Acceso el: 14 jun. 2026.

CHALAR, G.; GARCIA-PESENTI, P.; SILVA-PABLO, M.; PERDOMO, C.; OLIVERO, V.; AROCENA, R. Weighting the impacts to stream water quality in small basins devoted to forage crops, dairy and beef cow production. **Limnologica**, n. 65, p. 76-84, 2017. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.limno.2017.06.002

CHAMBERS, R. Participatory Mapping and Geographic Information Systems: Whose Map? Who is Empowered and Who Disempowered? Who Gains and Who Loses? **Electronic Journal on Information Systems in Developing Countries**, v. 25, n. 1, p. 1-11, 2006.

CHANDRASEKAR, K.; SESHA SAI, M. V. R.; ROY, P. S.; DWEVEDI, R. S. Respuesta del Índice de Agua Superficial Terrestre (LSWI) a la lluvia y el NDVI utilizando el producto Índice de Vegetación MODIS. **Revista Internacional de Teledetección**, v. 31, n. 15, p. 3987-4005, 2010. Disponible en: https://doi.org/10.1080/01431160802575653

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. San Pablo: EDUSP, 1980.

CHRISTOPHER, N.; VACHETTE, A.; HORNE, A.; KOSOVAC, A. Enhancing river floodplain management with nature-based solutions: Overcoming barriers and harnessing enablers. **WIREs Water**, v. 11, n. 4, p. e1723, 2024. Disponible en: https://doi.org/10.1002/wat2.1723

CLAVAL, P. El enfoque cultural y las concepciones geográficas del espacio. **Boletín de la A.G.E.**, n. 34, 2002.

COLMENARES, A.; PIÑERO, M. La Investigación Acción. Una herramienta metodológica heurística para la comprensión y transformación de realidades y prácticas socio-educativas. **Laurus**, v. 14, n. 27, p. 96-114, 2008.

CORBETT, J.; DEVOS, S.; DI GESSA, S.; FARA, K.; FIRMIAN, I.; LIVERSAGE, H.; OMAR, R. **Buenas prácticas en cartografía participativa**. India: FIDA, 2009.

CORRÊA, R. L. **Sobre a Geografia Cultural**. Porto Alegre: IHGRS, 2009.

COUSANON, A.; EILANDER, D.; MUIS, S.; VELDKAMP, T.; HAIGH, I.; WAHL, T.; WINSEMIUS, H.; WARD, P. Measuring compound flood potential from river discharge and storm surge extremes at the global scale. **Natural Hazards and Earth System Sciences**, n. 20, p. 489–504, 2020. Disponible en: https://doi.org/10.5194/nhess-20-489-2020

CRUTZEN, P. J.; STOERMER, E. F. The Anthropocene. **Global change newsletter**, n. 41, p. 17-18, 2000.

CUMBRE DE RÍO. **Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo**. Río de Janeiro, 1992. Disponible en: un.org.

CUMMING, G. S.; CUMMING, D. H. M.; REDMAN, C. L. Scale mismatches in social-ecological systems: causes, consequences, and solutions. **Ecology and Society**, v. 11, n. 1, p. 14, 2006. Disponible en: https://doi.org/10.5751/ES-01569-110114

DA SILVA, L. F.; DA SILVA, V. R. Seminário integrador: articulação entre saber científico e saber popular para fortalecimento da educación do campo. In: DOS SANTOS et al. (Org.). **Educación do Campo: sujeitos, saberes e reflexões**. Picos: EDUFPI, 2020. p. 63-89.

DA SILVEIRA, D. P.; LORENZETTI, L. Estado da arte sobre a educación ambiental crítica no Encontro Pesquisa em Educación Ambiental. **Praxis & Saber**, v. 12, n. 28, p. 88-102, 2021.

DE ROSSO, A. L. **O ecocídio como instrumento de proteção transnacional para o direito ao meio ambiente**. 2020. Tesis Doctoral. UNIVERSIDADE DO VALE DO ITAJAÍ.

DELBENE LEZAMA, L. **Agrointeligencia y agroecologías: la disputa por el agua y la vida en el Uruguay**. 2022. Tesis (Maestría) – Universidad Andina Simón Bolívar, Quito, 2022.

DELGADO, M. I.; CAROL, E.; CASCO, M. A. Land-use changes in the periurban interface: Hydrologic consequences on a flatland-watershed scale. **Science of the Total Environment**, n. 722, 2020. Disponible en: https://doi. org/10.1016/j.scitotenv.2020.137836

DENNEN, V. P.; BONK, C. J. **The evolution of the learning sciences**: from theory to practice. New York: Routledge, 2020.

DÍAZ, I.; LEVRINI, P.; ACHKAR, M.; CRISCI, C.; FERNÁNDEZ NION, C.; GOYENOLA, G.; MAZZEO, N. Empirical Modeling of Stream Nutrients for Countries without Robust Water Quality Monitoring Systems. **Environments**, v. 8, n. 11, p. 129, 2021. Disponible en: https://doi.org/10.3390/environments8110129

DÍAZ, I.; SCHIAVONE, E. Agrohidronegocio en Uruguay: acaparamiento de tierras, intensificación agraria y apropiación del agua. **Geografares**, n. 41, 2025.

DÍAZ-ZORITA, M. Effect of deep-tillage and nitrogen fertilization interactions on dryland corn (Zea mays L.) productivity. **Soil and Tillage Research**, v. 54, n. 1, p. 11-19, 2000. Disponible en: https://doi.org/10.1016/S0167-1987(99)00100-2

DINACEA. (Dirección Nacional de Calidad y Evaluación Ambiental) **Control de vertidos**. Uruguay:MA, 2024 [cobertura de datos]

DINAGUA. (Dirección Nacional de Aguas). Datos diarios de altura del nivel del cauce entre 1990 y 2021. Datos de la regla de Santa Lucía del nivel del río Santa Lucía con afectación por riesgo de inundación a la ciudad de Santa Lucía. [**Conjunto de datos**]. 2021.

DINAGUA. (Dirección Nacional de Aguas). **Atlas Nacional de Inundaciones y Drenaje Pluvial Urbano**. Montevideo: Ministerio de Ambiente. 2022a. Disponible en: www.gub.uy/ministerio-ambiente/politicas-y-gestion/atlas-nacional-inundaciones-drenaje-pluvial-urbano-version-febrero-2022

DINAGUA. (Dirección Nacional de Aguas). **Curva de inundación del año 2016 y 2019.** [Cobertura shape]. Visualizador DINAGUA, 2022b. Disponible en: https://lastmile.presidencia.gub.uy/portal/apps/webappviewer/index.html?id=8666d11d6b664b39b58a2b7471f64333.

DINAGUA. **Atlas Nacional de Inundaciones y Drenaje Pluvial Urbano**. Montevideo: Ministerio de Ambiente, 2025. Disponible en: https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/politicas-y-gestion/atlas-nacional-inundaciones-drenaje-pluvial-urbano-version-noviembre-2025.

DINAMA (Dirección Nacional de Medio Ambiente). **Plan de Acción para la Protección de la Calidad Ambiental y la Disponibilidad de las Fuentes de Agua Potable en la Cuenca del Río Santa Lucía.** RM 229/2015. Uruguay:MVOTMA. 2013. Disponible en: https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/comunicacion/publicaciones/plan-accion-para-proteccion-del-agua-cuenca-del-santa-lucia

DINAMA. (Dirección Nacional de Medio Ambiente). **Plan de acción para la protección de la calidad ambiental de la cuenca del Río Santa Lucía**. Uruguay: MVOTMA, 2018. Disponible en: www.gub.uy/ministerio-ambiente/sites/ministerio-ambiente/files/documentos/publicaciones/PLAN_DE_ACCION_RIO_SANTA_LUCIA_-_MEDIDAS_DE_2da_GENERACION.pdf

DINAMA. **Mapa de uso/cobertura del suelo de la cuenca del río Santa Lucía**. Montevideo: MVOTMA, 2019. Disponible en: https://docplayer.es/230666922-Mapa-de-uso-cobertura-del-suelo-de-la-cuenca-del-rio-santa-lucia-division-de-informacion-ambiental-dinama-mvotma.html

DINOT (Dirección Nacional de Ordenamiento Territorial). **Atlas de Cobertura del Suelo al año 2022 en la Cuenca del Río Santa Lucía**. Montevideo: MVOTMA, 2024. Disponible en: https://sit.mvot.gub.uy/portal/apps/storymaps/stories/feec6904fb42452badda2649f833ad45.

DINOT. **Documento de Avance del Programa Nacional de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible de la Cuenca del Río Santa Lucía 2024** Uruguay: MVOT. Disponible en: https://geoportal.mvot.gub.uy/sitio/portal/inot/programas-nacionales

DOMÍNGUEZ, A. Sustentabilidad, desarrollos sustentables y territorios. En: *In:* ACHKAR, M. et al. **Ordenamiento Ambiental del Territorio**. Montevideo: CSEP-DIRAC, 2005. p 29-54.

DOMÍNGUEZ, A. La mercantilización de la naturaleza y el diseño de nuevas territorialidades: bienes comunes en tensión. En: LÉRTORA, C. (Coord.). **Territorios, Recursos Naturales y Ambiente: hacia una historia comparada. Estudio a través de Argentina, México, Costa Rica, Haití, Perú y Uruguay.** Buenos Aires: FEPAI, 2014. p. 53-72.

DOMÍNGUEZ, A. Trabajo, capital y campesinado en américa latina. En: WIZNIEWSKY, C. R. F.; MOURAD, L. A. F. A. (Orgs.). **Educação, memória e resistência popular na formação social da América Latina**. Porto Alegre: Evangraf, 2016.

DOMINGUEZ, A.; ACHKAR, M. Conferencia de cierre: tensiones entre bienes comunes y transformaciones agrarias a diversas escalas. En: DOMÍNGUEZ, A.; WIZNIEWSKY, C.; NETTO, T.; ELUÉN, L. (coord.). **1er Simposio de Geografía del Cono Sur**. Montevideo: LDSGAT-FCIEN-Udelar, 2015.

DOMÍNGUEZ, A.; ACHKAR, M. La construcción de territorialidades del agua en Uruguay. Un enfoque desde la Hidrogeografía. **Physis Terrae**, v. 1, n. 1, p. 93-106, 2019.

DOMÍNGUEZ, A., ACHKAR, M., FERNANDEZ, G. Las estrategias de la ciudadanía frente a los procesos de privatización del agua: logros y desafíos en Uruguay. **Agua y Territorio**, 2:48-55, 2013

DOMÍNGUEZ, A.; ACHKAR, M.; PESCE, F.; DÍAZ, I. Las transformaciones territoriales del espacio agrario uruguayo: nuevas regionalidades. **Geo UERJ**, n. 32, p. 1-23, 2018. Disponible en: https://doi.org/10.12957/geouerj.2018.28973.

DOTTORI, F.; SALAMON, P.; BIANCHI, A.; ALFIERI, L.; HIRPA, F. A.; FEYEN, L. Development and evaluation of a framework for global flood hazard mapping. **Advances in Water Resources**, n. 94, p. 87-102, 2016. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.advwatres.2016.05.002

DOUROJEANNI, A.; JOURAVLEV, A.; CHÁVEZ, G. **Gestión del agua a nivel de cuencas: teoría y práctica.** Serie Recursos Naturales e Infraestructura. Santiago de Chile: CEPAL, 2002.

ELLIOTT, J. **El cambio educativo desde la investigación – acción**. Madrid: Morata, 1993.

ELLIOTT, J. Conceptualizando una ciencia educativa participativa. In: **El Congreso de Cartagena – Participación y Democratización del Conocimiento**, 2017.

HERNÁNDEZ, F.; LÓPEZ DE HARO, J.; MORALES, S.; SUM, T.; VALIENTE, D.; ELUÉN, L.; SOSA, B.; ROMERO, D.; ACHKAR, M.; GUERRERO, J. **El Rincón de Santa Lucía Canelones**. Montevideo: LDSGAT-FCIEN-Udelar, 2019.

ELUÉN, L. **Educación Ambiental, una estrategia para la generación de conocimientos orientados a la gestión sustentable de los bienes comunes de la naturaleza**. 2020. 120 f. Tesis (Maestría) – Facultad de Ciencias, Udelar, Montevideo, 2020. Disponible en: https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/handle/20.500.12008/27672.

ELUÉN, L.; ACHKAR, M.; DOMÍNGUEZ, A. Trayecto formativo de Educación Ambiental para el Rincón de Santa Lucía, Canelones - Uruguay, en un contexto de gestión ambiental sustentable. **Geo UERJ**, v. 39, n. 57971, 2021. Disponible en: https://doi.org/10.12957/geouerj.2021.57971.

ELUÉN, L.; ACHKAR, M.; DOMÍNGUEZ, A. Educación ambiental en la gestión del territorio: estrategia participativa para la sustentabilidad de los sistemas ambientales. En: REYES, F.; CASTRO, E.; ARIAS, M. (Eds.). **Crítica, giros y alternativas frente a la emergencia planetaria educación ambiental para la sustentabilidad en México**. México: Universidad de Guadalajara, 2023. p. 460-468.

ELUÉN, L.; ACHKAR, M.; DOMÍNGUEZ, A. Cartografías participativas en educación ambiental y territorial: Estudio de caso en Canelones, Uruguay. **Revista Brasileira De Educação Do Campo**, v. 9, p. e18428, 2024a. Disponible em_ https://periodicos.ufnt.edu.br/index.php/campo/article/view/18428

ELUÉN, L.; ACHKAR, M.; SCHÖN, F. Inundación y cambio climático: multicausalidad en la ciudad de Santa Lucía, Uruguay entre 1990-2021. **Investigaciones Geográficas**, n. 82, p. 63–84, 2024b. Disponible en: https://doi.org/10.14198/INGEO.26770

ELUÉN, L.; DÍAZ, I.; SOSA, B.; CAVICCHIOLI, G.; HERGATACORZIAN, A.; CÉLIZ, Y.; ACHKAR, M. **Delimitación del Territorio fluvial de la Cuenca del Río Santa Lucía en el departamento de Canelones, para el tramo del río Santa Lucía entre San Ramón y Aguas Corrientes**: Informe Técnico. Montevideo: Laboratorio de Desarrollo Sustentable y Gestión Ambiental del Territorio - IECA de la Facultad de Ciencias, 2025b.

ELUÉN, L.; HERGATACORZIAN, A.; SOSA, B. Visibilização da sociedade civil organizada na gestão participativa da água. **Revista Da ANPEGE**, v. 20, n. 43, 2025a. Disponible en: https://doi.org/10.5418/ra2024.v20i43.19310

ELUÉN, L.; PESCE, F.; DOMÍNGUEZ, A. Sentidos políticos y finalidades formativas de la Geografía escolar desde el Paradigma Ambiental. *In:* EGAL ENCUENTRO DE GEÓGRAFOS DE AMÉRICA LATINA, 16., 2017, Ecuador. **Anais […].** IIGEO-UMSA. Murillo: Plural Editores. 2017. 15p. ISSN: 978-99954-1-763-5.

ELUÉN, L.; SCHÖN, F. Percepción ambiental en la gestión integral de riesgo, inundaciones en Santa Lucía, Uruguay. En: **Libro de Actas IV Congreso Internacional de Geografía Urbana**, 2023. Disponible en: https://congresogeografiau.wixsite.com/cgeourbana

ELUÉN, L; SOSA, B; HERNÁNDEZ, F; LÓPEZ DE HARO, J; MORALES, S; SUM, T; VALIENTE, D; ROMERO, D; GUERRERO, J.C. Y ACHKAR, M. «El Rincón de Santa Lucía», Canelones – Uruguay. Un lugar donde aprender y enseñar. En: CONGRESO DE LA RED LATINOAMERICANA DE CIENCIAS AMBIENTALES Interdisciplina, ambiente y gestión: hacia la construcción de nuevos paradigmas, 10.. 2020, Punta del Este **Anais […].** Punta del Este: Centro Universitario Regional del Este, 2020.

ELUÉN, L.; SOSA, B.; ROMERO, D.; ACHKAR, M.; GUERRERO, J.C. El Rincón de Santa Lucía, Canelones. Un lugar donde aprender y enseñar. En: HERNÁNDEZ, F.; et al., **El Rincón de Santa Lucía, Canelones. Un lugar donde aprender y enseñar.** Síntesis de los trabajos prácticos de los cursos de Biogeografía y Evaluación de Recursos Naturales e Impacto Ambiental de la Facultad de Ciencias, 2018, Montevideo: LDSGAT-FCIEN-Udelar. 2019. p. 5-12.

EPA (UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY). **Superfund soil screening guidance: user's guide**. Washington: EPA, 1996. Disponible en: https://semspub.epa.gov/work/HQ/175238.pdf.

ESCHENHAGEN, M. L. Los límites de la retórica verde o ¿Porqué después de más de 30 años de esfuerzos no se observan mejoras ambientales sustanciales? **Gestión y Ambiente**, v. 13, n. 1, p. 111-118, 2010.

ESCOBAR, A. Difference and Conflict in the Struggle Over Natural Resources: A political ecology framework. **Development**, v. 49, n. 3, p. 6-13, 2006.

ESPINOSA, P.; HORACIO, J.; OLLERO, A.; DE MEULDER, B.; JAQUE, E.; MUÑOZ, M. When Urban Design Meets Fluvial Geomorphology: A Case Study in Chile. In: THORNBUSH, M.; ALLEN, C. (Coords.). **Urban Geomorphology, Landforms and Processes in Cities**. Amsterdam: Elsevier, 2018. p. 149-174.

ESRI. **ArcGIS Desktop**. Versión 10.4.1. Redlands: Environmental Systems Research Institute, 2016. Disponible en: https://www.esri.com

ESTOCOLMO. **Declaración de la conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano**. Estocolmo, 1972.

EVALUACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS DEL MILENIO. **Los ecosistemas y el bienestar humano: humedales y agua**. Washington, D. C.: World Resources Institute, 2005.

EXPÓSITO, M. **Diagnóstico rural participativo: una guía práctica**. Santo Domingo: Centro Cultural Poveda, 2003.

FAIRHEAD, J.; LEACH, M.; SCOONES, I. Green Grabbing: a new appropriation of nature? **The Journal of Peasant Studies**, v. 39, n. 2, p. 237–261, 2012. Disponible en: https://doi.org/10.1080/03066150.2012.671770

FALS BORDA, O.; RAHMAN, M. A.; DE ROUX, G. I.; SALAZAR, M. C.; GIANOTTEN, V.; DE WIT, T. **Acción y conocimiento: como romper el monopolio con investigación-acción participativa**. [S.l.]: Centro de Investigacion y Educacion Popular, 1991.

FALS BORDA, O. Orígenes universales y retos actuales de la IAP. **Análisis político**, n. 38, p. 73-90, 1999.

FALS BORDA, O. La Investigación participativa y la geografía. In: HERRERA, N. A.; LÓPEZ, L. (Comps.). **Ciencia, compromiso y cambio social**. Orlando Fals Borda Antología. Montevideo: Colección Pensamiento Latinoamericano, 2014.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). **La nueva generación de programas y proyectos de gestión de cuencas hidrográficas**. Roma: FAO, 2007.

FERNANDES-MANÇANO, B. M. Sobre a tipologia de territórios. In: **Territórios e territorialidades: teorias, processos e conflitos**. São Paulo: Expressão Popular, 2009. p. 197-215.

FERNÁNDEZ, C.; SUM, T.; DÍAZ, I. Transformaciones en territorios agroexportadores y en territorios productores de alimentos en Río Negro y canelones, Uruguay. **Revista Mutirõ**, v. 3, n. 3, 2022.

FERNÁNDEZ-ORGAZ, D.; ROBLEDO-JIMÉNEZ, M. **Análisis coste-eficacia de la implantación del Territorio Fluvial en el río Odra (Burgos)**. 2014. Proyecto de Máster – Universidad de Zaragoza, Zaragoza, 2014.

FERRANDO, F. Sobre inundaciones y anegamientos. **Revista de Urbanismo**, n. 15, p. 25-42, 2006.

FERREIRA, J.; ROBAINA, L. Expansão urbana e o perigo de desastres por inundação em rio Grande/RS. **Geografia**, v. 37, n. 3, p. 445-462, 2012.

FINCHAM, B.; MCGUINESS, M.; MURRAY, L. (Eds.). **Mobile Methodologies**. London: Palgrave Macmillan, 2010.

FORKMAN, J.; JOSSE, J.; PIEPHO, H. P. Hypothesis tests for principal component analysis when variables are standardized. **Journal of Agricultural, Biological and Environmental Statistics**, n. 24, p. 289-308, 2019. Disponible en: https://doi.org/10.1007/s13253-019-00355-5

FORNET-BETANCOURT, R. Interculturalidad en procesos de subjetivización: reflexiones de Raúl Fornet-Betancourt. 1. ed. México, D. F.: CGEIB, 2009.

FORO SOCIAL GLOBAL DE PORTO ALEGRE. **Carta de Principios del Foro Social Mundial**. São Paulo, 2001.

FOUREZ, G. **La construcción del Conocimiento Científico**. [S.l.]: Segunda Ed. Narcea, 2000.

FRANÇOIS MAS, J.; DÍAZ-GALLEGOS, J. R.; PÉREZ VEGA, A. Evaluación de la confiabilidad temática de mapas o de imágenes clasificadas: una revisión. **Investigaciones Geográficas**, n. 51, p. 53-72, 2003.

FREIRE, P. **Pedagogía del oprimido**. Buenos Aires: Siglo XXI, 1973.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia:** saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREEMAN, L. A.; MCKENZIE, K. J. A review of active learning in higher education. **International Journal of Teaching and Learning in Higher Education**, [s. l.], v. 31, n. 2, p. 197-213, 2019.

FRICH, P.; ALEXANDER, L.; DELLA-MARTA, P.; GLEASON, B.; HAYLOCK, M.; TANK, A.; PETERSON, T. Observed coherent changes in climatic extremes during the second half of the twentieth century. **Climate research**, v. 19, n. 3, p. 193-212, 2002. Disponible en: https://doi.org/10.3354/cr019193

FUENTES-AGUILAR, A.; D'SILVA-SIGNE, F. Resiliencia comunitaria y gestión de riesgo de desastres en comunidades de la región del Biobío, Chile. **Revista de Estudios Latinoamericanos sobre Reducción del Riesgo de Desastres REDER**, v. 9, n. 2, p. 51-63, 2025. Disponible en: https://doi.org/10.55467/reder.v9i2.194

FUNDACIÓN BARILOCHE. **Catástrofe o Nueva Sociedad**. Modelo mundial latinoamericano. Ottawa: IDRC, 1976.

FUNTOWICZ, S.; RAVETZ, J. **Epistemología política**. Ciencia con la gente. Buenos Aires: Centro Editor de América Latina, 1993.

GALANO, C. et al. Manifiesto por la vida: por una ética para la sustentabilidad. **Ambiente & Sociedade**, v. 5, n. 10, p. 1-14, 2002.

GALIMBERTI, C. Planificar el territorio fluvial sudamericano: indagaciones sobre el paisaje deltaico del Gran Rosario. **ZARCH**, n. 15, p. 52-65, 2021. Disponible en: https://doi.org/10.26754/ojs_zarch/zarch.2020154614

GALLEGOS, A.; PERLES, M. J. Relaciones entre los cambios en los usos del suelo y el incremento de los riesgos de inundabilidad y erosión. **Bage, Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles**, n. 81, p. 1-38, 2019. Disponible en_ https://doi.org/10.21138/bage.2740

GALLINI, S.; DE LA ROSA, S.; ABELLO, R. Historia ambiental. In: UNGAR, P. (Ed.). **Hojas de ruta**. Bogotá: Instituto Alexander von Humboldt, 2015.

GALLOPÍN, G. Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity. **Global Environmental Change**, v. 16, n. 16, p. 293-303, 2006. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.02.004

GARCÍA PRÉCHAC, F.; ERNST, O.; ARBELETCHE, P.; PÉREZ BIDEGAIN, M.; PRITSCH, C.; FERENCZI, A.; RIVAS, M. **Intensificación agrícola: Oportunidades y Amenazas para un país productivo y natural**. Montevideo: Udelar-CSIC, 2010.

GARCÍA, P. E.; BADANO, N. D.; MENÉNDEZ, A.; BERT, F.; GARCÍA, G.; PODESTÁ, G.; ROVERE, S.; VERDIN, A.; RAJAGOPALAN, B.; ARORA, P. Influencia de los cambios en el uso del suelo y la precipitación sobre la dinámica hídrica de una cuenca de llanura extensa. **Revista Iberoamericana del Agua**, v. 5, n. 2, p. 92-106, 2018. Disponible en: https://doi.org/10.1080/23863781.2018.1495990

GARCÍA, R. Sistemas complejos: conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria. Barcelona: Gedisa, 2006.

GAZZANO, I.; ACHKAR, M.; DÍAZ, I. Agricultural Transformations in the Southern Cone of Latin America. **Sustainability**, v. 11, n. 24, 2019. Disponible en: https://doi.org/10.3390/su11247011

GAZZANO, I.; ACHKAR, M.; APEZTEGUÍA, E.; ARIZA, J.; GÓMEZ PERAZZOLI, A.; PIVEL, J. Ambiente y crisis en Uruguay. La agroecología como construcción contrahegemónica. **Revista de Ciencias Sociales**, v. 34, n. 48, p. 13-40, 2021. Disponible en: https://doi.org/10.26489/rvs.v34i48.1

GEILFUS, F. **80 herramientas para el desarrollo participativo**. San José: IICA, 2002.

GIANO, S. I. Fluvial Geomorphology, River Management and Restoration. **Water**, v. 16, n. 3, p. 432, 2024. Disponible en: https://doi.org/10.3390/w16030432

GIL, N. I.; GÓMEZ, J. I. La cartografía participativa como herramienta para la acción política, dos estudios de caso en espacios rurales y urbanos en Colombia. **Cardinalis**, n. 12, p. 290-316, 2019.

GÓMEZ ROJAS, A. Producción de contra-experticias en los conflictos socio-ambientales. En: **X Conferencia Latinoamericana y Caribeña de Ciencias Sociales**, 2025. Disponible en: https://conferenciaclacso.org/programa/resumen_ponencia.php. Acceso el: 8 mar. 2026.

GONZÁLEZ-GAUDIANO, E. G. Otra lectura a la historia de la educación ambiental en América Latina y el Caribe. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, n. 3, p. 144-158, 2001.

GONZÁLEZ-GAUDIANO, E. La transversalidad de la educación ambiental en el currículum de la enseñanza básica. En: **Reflexiones sobre educación ambiental II**: artículos publicados en la carpeta informativa del Ceneam 2000-2006, 2006.

GORELICK, N.; HANCHER, M.; DIXON, M.; ILYUSHCHENKO, S.; THAU, D.; MOORE, R. Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. **Remote Sensing of Environment**, n. 202, p. 18-27, 2017. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.031

GOYENOLA, G.; KRUK, C.; MAZZEO, N.; NARIO, A.; PERDOMO, C.; PICCINI, C.; MEERHOFF, M. Producción, nutrientes, eutrofización y cianobacterias en Uruguay: armando el rompecabezas. **INNOTEC**, n. 22, p. 1-33, 2021. Disponible en: https://doi.org/10.26461/22.02

GRAMSCI, A. L'Ordine Nuovo. **L'Ordine Nuovo**, v. I, n. 1, 1919.

GRAMSCI, A. **El materialismo histórico y la filosofía de Benedetto Croce**. Buenos Aires: Nueva Visión, 1971.

GRAMSCI, A. **Cadernos do cárcere**. Río de Janeiro: Civilização Brasileira, 1999.

HARDIN, G. The tragedy of the commons. **Science**, v. 162, n. 3859, p. 1243-1248, 1968.

HARLEY, J. B. Hacia una deconstrucción del mapa. En: LAXTON, P. (Comp.). **La nueva naturaleza de los mapas**. México: FCE, 2005. p. 185-207.

HARVEY, D. **El nuevo imperialismo**. [S.l.]: Ediciones Akal, 2004.

HELFRICH, S. **Genes, bytes y emisiones: bienes comunes y ciudadanía**. México: Fundación Helfrich Böll, 2008.

HERNÁNDEZ, F.; LÓPEZ DE HARO, J.; MORALES, S.; SUM, T.; VALIENTE, D.; ELUÉN, L; SOSA; B; ROMERO, D; ACHKAR, M y GUERRERO, J. **El Rincón de Santa Lucía Canelones. Un lugar donde aprender y enseñar. Síntesis de los trabajos prácticos de los cursos de Biogeografía y Evaluación de Recursos Naturales e Impacto Ambiental de la Facultad de Ciencias, 2018.** Montevideo: LDSGAT-FCIEN-Udelar, 2019. Disponible en: http://www.bib.fcien.edu.uy/files/etd/Libros/Rincon2019.pdf

HERNÁNDEZ, N. C. El río y su territorio. Espacio de libertad: un concepto de gestión. **Terra Nueva Etapa**, v. 34, n. 56, p. 127-174, 2018.

HERNÁNDEZ-SAMPIERI, R.; COLLADO, C.; LUCIO, P. **Metodología de la investigación**. 6. ed. México: McGraw Hill, 2014.

HERRERA, N. A.; GUZMÁN, L. (Comps.). **Ciencia, compromiso y cambio social**. Orlando Fals Borda Antología. Montevideo: Colección Pensamiento Latinoamericano, 2014.

HETTIARACHCHI, M.; MCALPINE, C.; MORRISON, T. H. Governing the urban wetlands: a multiple case-study of policy, institutions and reference points. **Environmental Conservation**, v. 41, n. 3, p. 276-289, 2014. Disponible en: https://doi. org/10.1017/S037689291300051982

HIRSCH, R. M.; SLACK, J. A Nonparametric Trend Test for Seasonal Data with Serial Dependence. **Water Resources Research**, v. 20, n. 6, p. 727-732, 1984. Disponible en: https://doi.org/10.1029/WR020i006p00727

HIRSCH, R. M.; WALKER, J. F.; DAY, J. C.; KALLIO, R. The influence of man on hydrologic systems. In: WOLMAN, M. G.; RIGGS, H. C. (Eds.). **Surface Water Hydrology**. [S.l.]: Geological Society of America, 1990. Disponible en: https://doi. org/10.1130/DNAG-GNA-O1.329

HUANG, S.; TANG, L.; HUPY, J. P.; WANG, Y.; SHAO, G. A commentary review on the use of normalized difference vegetation index (NDVI) in the era of popular remote sensing. **Journal of Forestry Research**, v. 32, n. 1, p. 1-6, 2021. Disponible en: https://doi.org/10.1007/s11676-020-01155-1

IDEUY (Infraestructura de Datos Espaciales del Uruguay). **Ortoimágenes del año 2018.** [Cobertura] Presidencia de la República, 2018.

IDEUY (Infraestructura de Datos Espaciales del Uruguay). **Proyecto de producción y control de Ortoimágenes, Modelos Digitales de Elevación y Cartografía**, 2022. Disponible en: https://visualizador.ide.uy/geonetwork/. Acceso el: 14 jun. 2026.

ILHARDT, B. L.; VERRY, E. S.; PALIK, B. J. Defining riparian areas. In: VERRY, E. S.; HORNBECK, J. W.; DOLLOFF, C. A. (Eds.). **Riparian management in forests of the continental eastern United States**. Boca Raton: Lewis Publishers, 2000. p. 23-42.

INE (Instituto Nacional de Estadística). **Resultados del Censo de Población 2023: población, crecimiento y estructura por sexo y edad**, 2024. Disponible en: https://www5.ine.gub.uy/documents/visualizador_censo2023.html.

IC (Intendencia de Canelones). **Manejo sustentable del predio municipal del Rincón de Santa Lucía.** [Convenio con carreros]. Canelones: Gobierno de Canelones, 2015.

IC (Intendencia de Canelones). **Parque Ecoturístico. El Rincón de Santa Lucía**. [Documento técnico] Canelones: Gobierno de Canelones, 2016.

IC (Intendencia de Canelones). **Sistema Integrado de Respuesta a Emergencias en Canelones (SIREC)** [Aplicación]. Canelones: Gobierno de Canelones, 2017. Disponible en: https://imcanelones.gub.uy/es/noticias/aplicacion-del-sirec-ya-esta-disponible-en-play-store

IC (Intendencia de Canelones). **Jornada de intercambio el Rincón de Santa Lucía, Canelones: un lugar donde aprender y enseñar**. Canelones: IC-LDSGAT-FCIEN, 2019a. [Jornada Académica con sociedad civil]. Disponible en: https://imcanelones.gub.uy/es/agenda-institucional/jornada-de-intercambio-el-rincon-de-santa-lucia-canelones-un-lugar-donde-aprender-y-ensenar.

IC (Intendencia de Canelones). **Plan de Ordenamiento Rural de Canelones** (POR): Ruralidades Canarias. Canelones: Intendencia de Canelones, 2019b.

IC (Intendencia de Canelones). **Plan de Gestión Integral de Riesgos**. Centro Coordinador de Emergencias Departamentales-Canelones - Sistema Nacional de Emergencias. Canelones: CECOED-SINAE, 2022. Disponible en: www.gub.uy/sistema-nacional-emergencias/sites/sistema-nacional-emergencias/files/documentos/publicaciones/plan_gir_digital_2.pdf.

INUMET (Instituto Uruguayo de Meteorología). **Datos diarios de precipitación entre 1990 y 2021**, [Conjunto de datos]. 2021.

INUMET. **Sequía meteorológica en Uruguay 2020-2023**. Montevideo: INUMET, 2023.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). **Climate Change 2023: Synthesis Report**. Geneva: IPCC, 2023. Disponible en https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle/

JAKUBÍNSKÝ, J.; PROKOPOVÁ, M.; RAŠKA, P.; SALVATI, L.; BEZAK, N.; CUDLÍN, O.; CUDLÍN, P.; PURKYT, J.; VEZZA, P.; CAMPOREALE, C.; DANĚK, J.; PÁSTOR, M.; LEPEŠKA, T. Managing floodplains using nature-based solutions to support multiple ecosystem functions and services. **WIREs Water**, v. 8, n. 5, p. e1545, 2021. Disponible en: https://doi.org/10.1002/wat2.1545

JENSEN, J. R. **Remote sensing of the environment: an earth resource perspective**. Harlow: Pearson Education Limited, 2007.

JOBBÁGY, E.; ACOSTA, A.; NOSETTO, M. Rendimiento hídrico en cuencas primarias bajo pastizales y plantaciones de pino de las sierras de Córdoba. **Ecología Austral**, n. 23, p. 97-96, 2013. Disponible en: https://doi. org/10.25260/EA.13.23.2.0.1164

JOSS, S. Danish Consensus Conferences as a Model of Participatory Technology Assessment. **Science and Public Policy**, v. 25, n. 1, p. 2-22, 1998. Disponible en: https://doi. org/10.1093/spp/25.1.2

JUNK, W. J.; BAYLEY, P. B.; SPARKS, R. E. The flood pulse concept in river-floodplain systems. En: **Proceedings of the International Large River Symposium (LARS)**, 1989.

KAISER, H. F. The application of electronic computers to factor analysis. **Educational and Psychological Measurement**, v. 20, n. 1, p. 141-151, 1960. Disponible en: https://doi.org/10.1177/001316446002000116

KAPLÚN, G. La integralidad como movimiento instituyente en la universidad. **InterCambios**, n. 1, 2014.

KENDALL, M. **Rank Correlation Methods**. [S.l.]: Charles Griffin, 1975.

KITZMANN, D. Convergências e percursos formativos em educação ambiental. In: **Anais do VI EDEA,** Rio Grande: FURG, 2014. p. 65-77.

KLEIN, J. **Discourses of transdisciplinarity:** Looking back to the future. Futures, [S. l.], v. 63, p. 68-74, 2014.

KRUK, C.; GASCUE, A.; BORTOLOTTO, N.; RODRÍGUEZ LEZICA, L.; DELBENE, L.; GONZÁLEZ, S.; MARTÍNEZ, G.; DE LA ROSA, A.; GIANOTTI, C. Problemáticas socioambientales en el territorio hidrosocial de la Laguna Merín. **Revista Uruguaya de Antropología y Etnografía**, v. 7, n. 2, 2022.

KUHN, T. S. **The structure of scientific revolutions**. Chicago: University of Chicago press, 1962.

LANDER, E. **Crisis civilizatória:** experiencias de los gobiernos progresistas y debates en la izquierda latinoamericana. Alemania: CALAS, 2019.

LAVE, J.; WENGER, E. **Situated learning**: legitimate peripheral participation. Cambridge: Cambridge University Press, 1991

LAYRARGUES, P. P. Educação para a gestão ambiental: a cidadania no enfrentamento político dos conflitos socioambientais. In: LOUREIRO, C.; LAYRARGUES, P. P.; CASTRO, R. (Orgs.). **Sociedade e meio ambiente**. São Paulo: Cortez, 2000. p. 87-155.

LAYRARGUES, P. P. A crise ambiental e suas implicações na educação. In: QUINTAS, J. S. (Org.). **Pensando e praticando educação ambiental na gestão do meio ambiente**. Brasília: IBAMA, 2002. p. 161-198.

LAYRARGUES, P. P. Educación ambiental crítica y formación ecopolítica. In: SALDI, L.; SALGADO, S. D. C.; COSENTINO, P.; ESCHENHAGEN, M. L. (Eds.). **Senti-pensarnos Tierra**. Buenos Aires: CLACSO, 2022. p. 65-73.

LAYRARGUES, P.; LIMA, G. As macrotendências político-pedagógicas da educação ambiental brasileira. **Ambiente & sociedades**, v. 17, n. 1, p. 23-40, 2014.

LÁZARO, M.; TRIMBLE, M.; BORTAGARAY, I. Plan Nacional de Aguas en Uruguay: desafíos de la implementación de procesos participativos. **Sociedad y Ambiente**, v. 15, n. 24, p. 1-25, 2021.

LE BILLON, P. The political ecology of war: natural resources and armed conflicts. **Political Geography**, v. 20, n. 5, p. 561-584, 2001.

LEFF, E. **Saber ambiental**: sustentabilidad, racionalidad, complejidad, poder. México: Siglo XXI, 1998.

LEFF, E. **Racionalidad Ambiental: la reapropiación social de la naturaleza**. México: Siglo XXI, 2004.

LEFF, E. **Aventuras de la epistemología ambiental:** de la articulación de las ciencias al diálogo de saberes. México: Siglo XXI, 2006.

LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. **Numerical ecology: developments in environmental modelling**. Elsevier, 1998.

LEGNANI, R. **Santa Lucía. Historias de mi ciudad. Crónicas y relatos**. San José de Mayo: Imprenta La Canasta, 2021.

LEIS, H. **La modernidad insustentable:** Las críticas del ambientalismo a la sociedad contemporánea.. Montevideo: Editorial Nordan-Comunidad, 2001.

LEWIN, K. Action research and minority problems. **Journal of social issues**, v. 2, n. 4, p. 34-46, 1946.

LIAO, K. H.; CHAN, J. K. H.; HUANG, Y. L. Environmental justice and flood prevention: the moral cost of floodwater redistribution. **Landscape and Urban Planning**, n. 189, p. 36-45, 2019. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2019.04.012

LOPES DE SOUZA, M. O que é a Geografia Ambiental? **AMBIENTES: Revista de Geografia e Ecologia Política**, v. 1, n. 1, p. 14-14, 2019.

LÓPEZ, C.; POSSE, M.; TURIELLI, A.; GUERRERO, J. C. **Relevamiento de aves en el Rincón de Santa Lucía**, 2020. Disponible en: https://www.estudiantes.csic.edu.uy/2020/02/06/.

LÓPEZ, M.; CAMARASA-BELMONTE, A.; MATEU, J. Cambios en los usos del suelo y producción de escorrentía en ramblas mediterráneas: Carraixet y Poyo (1956-1998). **Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles**, n. 44, p. 69-94, 2007. Disponible en: https://bage.age-geografia.es/ojs/index.php/bage/article/view/610.

LÓPEZ-GARCÍA, D.; POMAR-LEÓN, A.; GARCÍA-GARCÍA, V.; TENDERO ACÍN, G.; SAMPEDRO, Y.; SASTRE-MORATÓ, A. Contradicciones en los saltos de escala. **Agroecología**, v. 13, n. 1, p. 33-45, 2018.

LOUREIRO, C. F. **Trajetória e fundamentos da educação ambiental**. São Paulo: Cortez, 2004.

LOUREIRO, C. F.; CUNHA, C. Educação ambiental e gestão participativa de unidades de conservação. **Revista Prâksis**, v. 1, p. 35-42, 2008.

LOUREIRO, C. F. Contribuições teórico-metodológicas para a educação ambiental com povos tradicionais. **Ensino, Saude e Ambiente**, p. 131-144, 2020.

LOWRANCE, R.; ALTIER, L. S.; NEWBOLD, J. D.; SCHNABEL, R. R.; GROFFMAN, P. M.; DENVER, J. M.; CORREL, D. L.; GILLIAM, J. W.; ROBINSON, J. L.; BRINSFIELD, R. B.; STAVER, K. W.; LUCAS, W.; TODD, A. H. Water quality functions of riparian forest buffers in Chesapeake Bay Watersheds. **Environmental Management**, v. 21, n. 5, p. 687-712, 1997. Disponible en: https://doi.org/10.1007/s002679900060

MA (Ministerio de Ambiente). **Plan de Cuenca del Río Santa Lucía**. Montevideo: Ministerio de Ambiente, 2023. Disponible en: www.gub.uy/ministerio-ambiente/comunicacion/publicaciones/plan-cuenca-del-rio-santa-lucia

MA (Ministerio de Ambiente). **Hoja de ruta para la elaboración del Plan Nacional de Implementación de los derechos de acceso en asuntos ambientales**: Acuerdo de Escazú – Uruguay. Montevideo: Ministerio de Ambiente, 2024.

MA (Ministerio de Ambiente). **Plan de monitoreo del río Santa Lucía**: informe de actividades y presentación de resultados: año 2023. Montevideo: Ministerio de Ambiente, 2024b. Disponible en: https://www.ambiente.gub.uy/oan/documentos/DCA-Informe-Santa-Lucia-2023.pdf.

MADANI, K. **Global water bankruptcy:** Living beyond our hydrological means in the post-crisis era. Hamilton: United Nations University, 2026.

MADS (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible). **Guía técnica de criterios para el acotamiento de las rondas hídricas en Colombia**. Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018. Disponible en: https://faolex.fao.org/docs/pdf/col203518anexo.pdf

MANN, H. Nonparametric Tests Against Trend. **Econometrica**, v. 13, n. 3, p. 245-259, 1945. Disponible en: https://doi.org/10.2307/1907187

MARTÍNEZ-ALIER, J.; KALLIS, G.; VEUTHEY, S.; WALTER, M.; TEMPER, L. Social Metabolism, Ecological Distribution Conflicts, and Valuation Languages. **Ecological Economics**, v. 70, n. 2, p. 153-158, 2010.

MARTÍNEZ-ALIER, J.; KALLIS, G.; VEUTHEY, S.; WALTER, M.; TEMPER, L. Between activism and science: grassroots concepts for sustainability coined by Environmental Justice Organizations. **Journal of Political Ecology**, v. 21, p. 19–60, 2014.

MATTHEWS, G. V. T. **The Ramsar Convention on Wetlands**. Le Brassus: Ramsar Convention Bureau, 2013.

MATTIVI, P.; FRANCI, F.; LAMBERTINI, A.; BITELLI, G. TWI computation: a comparison of different open source GISs. **Open Geospatial Data, Software and Standards**, v. 4, n. 6, 2019. Disponible en: https://doi.org/10.1186/s40965-019-0066-y

MAZZEO, N.; CIGANDA, A. L.; NION, C. F.; PEÑAS, F. J.; GONZÁLEZ-FERRERAS, A. M.; CRISCI, C.; ZURBRIGGEN, C.; PÉREZ, D.; BARQUIN, J.; DÍAZ, I. Inter and transdisciplinarity strategies for evaluating and improving water quality monitoring systems. **Environmental Science & Policy**, v. 154, 2024.

MEADOWS, D. H.; MEADOWS, D. I.; RANDERS, J.; BEHRENS III, W. W. **The limits to growth**. Washington DC: Potomac Associates, 1972.

MEGAP (Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca) **Unidades de suelos Coneat.** Uruguay: MGAP, 1994).

MÉNDEZ, C. Hacia la aplicación del Acuerdo de Escazú en Uruguay. [Nota de prensa] **La Diaria**, 08 abr. 2024.

MERLINSKY, M. G. Ecología política del agua y territorialización de las luchas sociales. **Anthropologica**, v. 35, n. 38, p. 119-143, 2017.

MIKLOS, T.; ARROYO, M. **Prospectiva y escenarios para el cambio social**. [S.l.]: Convenio Andrés Bello; UNAM, 2008.

MIÑO BOTINA, A. M. **Estrategias de educación ambiental con enfoque participativo**. 2020. 134 f. Tesis (Ingeniería Ambiental) – Corporación Universitaria Autónoma del Popayán, 2020.

MISHRA, J.; SIDDIQUI, M. A.; RAY, Y.; SONI, S.; SHUKLA, U. K. Flood susceptibility modeling in a subtropical humid low-relief alluvial plain environment. **Frontiers in Earth Science**, n. 9, 2021. Disponible en: https://doi.org/10.3389/feart.2021.659296

MITECO (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico). **Estrategia Nacional de Restauración de Ríos 2022-2030**. Madrid: Gobierno de España, 2022.

MOHANAIAH, P.; SATHYANARAYANA, P.; GURUKUMAR, L. Image texture feature extraction using GLCM approach. **International Journal of Scientific and Research Publications**, v. 3, n. 5, p. 1-5, 2013.

MOLINA, M. C.; FREITAS, H. C. Avanços e desafios na construção da Educação do Campo. **Em Aberto**, v. 24, n. 85, p. 17-31, 2011.

MOLINA, M. C. A educação do campo e o enfrentamento das tendências das atuais políticas públicas. **Educação em Perspectiva**, v. 6, n. 2, p. 378-400, 2015.

MOORE, J. W. El auge de la ecologia-mundo capitalista (I). **Laberinto**, n. 28, p. 9-26, 2013.

MOREIRA, Marco Antonio. ¿Al final, qué es aprendizaje significativo? **Revista Qurriculum**, n. 25, p. 29-56, mar. 2012. ISSN: 1130-5371.

MORIN, E. **Introducción al pensamiento complejo**. Barcelona: Gedisa, 1990.

MSL (Municipio de Santa Lucía). **Plan Local de Gestión Integral de Riesgos**. Santa Lucía: Municipio de Santa Lucía; Intendencia de Canelones, 2022.

NADA, M.; SAAH, A.; ELOWITT, M.; BEENER, K. **Identifying and mapping riparian areas in South Africa with Earth observations**. California: NASA DEVELOP, 2024. Disponible en: https://ntrs.nasa.gov/api/citations/20240011086/downloads/2024Sum_JPL_SouthAfricaEco_TechPaper_FD-Final.pdf

NAIMAN, R. J.; DÉCAMPS, H. The ecology of interfaces: riparian zones. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 28, p. 621-658, 1997.

NAIMAN, R. J.; DÉCAMPS, H.; MCCLAIN, M. **Riparia Ecology, Conservation, and Management of Streamside Communities**. Elsevier Academic Press, 2005. Disponible en: https://doi.org/10.1016/B978-012663315-3/50010-1

NASA-ASTER. **Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer**. Washington: NASA, 2006.

NICOLESCU, B. **O manifesto da transdisciplinaridade**. 3. ed. São Paulo: TRIOM, 2005.

NIGHTINGALE, A.; ERIKSEN, S.; TAYLOR, M.; FORSYTH, T.; PELLING, M.; NEWSHAM, A.; BOYD, E.; BROWN, K.; HARVEY, B.; JONES, L.; BEZNER, R.; MEHTA, L.; NAESS, L.; OCKWELL, D.; SCONNES, I.; TANNER, T.; WHITFIELD, S. Beyond Technical Fixes: climate solutions and the great derangement. **Climate and Development**, p. 1-10, 2019. Disponible en: https://doi.org/10.1080/17565529.2019.1624495

NIGHTINGALE, A.; ERIKSEN, S.; TAYLOR, M.; FORSYTH, T.; PELLING, M.; NEWSHAM, A.; BOYD, E.; BROWN, K.; HARVEY, B.; JONES, L.; BEZNER, R.; MEHTA, L.; NAESS, L.; OCKWELL, D.; SCONNES, I.; TANNER, T.; WHITFIELD, S. Beyond Technical Fixes: climate solutions and the great derangement. **Climate and Development**, v. 12, n. 4, p. 343-352, 2020. Disponible en: doi:10.1080/17565529.2019.1624495

NOGUERA-ECHEVERRI, A. El reencantamiento del mundo: ideas para una ética-estética desde la dimensión ambiental. **Mimesis**, v. 23, n. 1, p. 25-43, 2002.

NNUU (Naciones Unidas) **Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo,** Río de Janeiro: NNUU, 1992. Disponible en: https://www.un.org/es/conferences/environment/rio1992

NNUU (Naciones Unidas) **Río+20. Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible**, Río de Janeiro: NNUU, 2012. Disponible en: https://www.un.org/es/conferences/environment/rio2012

NNUU (Naciones Unidas) **Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible**. [S.l.]:NNUU, 2015.

OEA (Organización de los Estados Americanos). **Cuenca del Río de la Plata. Estudios para su planificación y desarrollo**. [S.l.]: Secretaría General OEA, 1971.

OLIVEIRA, E. M. **Cidadania e educação ambiental:** uma proposta de educação no processo de gestão ambiental. Brasília: IBAMA, 2003.

OLLERO, A.; IBISATE, A.; ELSO, J. El territorio fluvial y sus dificultades de aplicación. **Geographicalia**, n. 56, p. 37-62, 2009. Disponible en: https://doi.org/10.26754/ojs_geoph/geoph.200956804

OLLERO, A. Crecidas, inundaciones y resiliencia: restauración fluvial contra los falsos mitos. In: OLLERO, A.; GONZÁLEZ, A.; ELSO, J. (Eds.). **Riesgo de inundación en España**. Alicante: Universitat d'Alacant, 2020. p. 549-568.

OLLERO, A. Deterioro y emergencia fluvial, gestión de inundaciones y el desafío de la restauración hidromorfológica. **Geo UERJ**, n. 46, 2024. Disponible en: https://doi.org/10.12957/geouerj.2024.86314

OMM (Organización Meteorológica Mundial). **Guía de prácticas climatológicas**. Ginebra: OMM, 2018. Disponible en: https://library.wmo.int/.

ONU (Organización de las Naciones Unidas) (ONU). **Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030**. Montevideo: Presidencia de la República, SINAE, 2015. Disponible en: https://www.gub.uy/sistema-nacional-emergencias/institucional/normativa/normativa-internacional-marco-sendai-para-reduccion-del-riesgo-desastres.

ORTEGA-ESQUIVEL, A. Adolfo Sánchez Vázquez. In: **OSAL. Movimientos socioambientales en América Latina**. Buenos Aires: CLACSO, 2012. p. 245-263.

ORTIZ, M.; BORJAS, B. La Investigación Acción Participativa: aporte de Fals Borda a la educación popular. **Espacio abierto**, v. 17, n. 4, p. 615-627, 2008.

OSTROM, E. **Trabajar juntos: acción colectiva, bienes comunes y múltiples métodos en la práctica**. México: UNAM, 2012.

PANARIO, D.; GUTIÉRREZ, O.; ACHKAR, M.; BARTESAGHI, L.; CERONI, M. Mapa de Ambientes de Uruguay. In: BRAZEIRO, A. (Ed.). **Eco-regiones de Uruguay**. Montevideo: Facultad de Ciencias, 2015. p. 32-46.

PANDEY, M.; ARORA, A.; ARABAMERI, A.; COSTACHE, R.; KUMAR, N.; MISHRA, V. N.; NGUYEN, H. Flood susceptibility modeling. **Frontiers in Earth Science**, 2021.

PARRA-ROMERO, A. Producción de conocimiento en conflictos socioambientales. **Revista de Ciências Sociais: RCS**, v. 51, n. 2, p. 37-83, 2020.

PATTISON, W. D. Las cuatro tradiciones de la geografía. **Journal of Geography**, v. 89, n. 5, p. 202-206, 1990.

PAUL, M.; MEYER, J. Streams in the urban landscape. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics**, n. 32, p. 333-365, 2001. Disponible en: https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.32.081501.114040

PÉREZ BIDEGAIN, M.; GARCÍA PRÉCHAC, F.; HILL, M.; CLÉRICI, C. La erosión de suelos en sistemas agrícolas. En: GARCÍA PRÉCHAC, F.; ERNST, O.; ARBELETCHE, P.; PÉREZ BIDEGAIN, M.; PRITSCH, C.; FERENCZI, A.; RIVAS, M. (Eds.). **Intensificación Agrícola: Oportunidades y Amenazas para un país productivo y natural**. Udelar: CSIC, 2010. p. 67-88.

PEREZ, C. **Plantaciones forestales e impactos sobre el ciclo del agua**. [S.l.]: Guayubira, 2007.

PÉREZ-LLORENTE, I.; RAMÍREZ, M. I.; PANEQUE-GÁLVEZ, J. Aportes teóricos de la geografía ambiental al estudio de conflictos ambientales. In: **Geografía y ambiente desde lo local**. [S.l.]: CIGA, 2019. p. 305-324.

PERFECTO, I.; VANDERMEER, J. Separación o integración para la conservación de biodiversidad. **Revista Ecosistemas**, v. 21, n. 1-2, p. 180-191, 2012.

PESCE, F. Conocimientos y saberes en la Educación Ambiental. In: **CFE. Temas de Profesionalización Docente**. CFE, v. 1, n. 1, p. 35-45, 2018.

PEZZANI, F. et al. Reserva de biosfera bañados del este, Uruguay. **Documentos de trabajo**, v. 37, 2007.

PHC (Planetary Health Check). **Our planet's vital signs are flashing red**, 2025. Disponible en: https://www.planetaryhealthcheck.org.

PIEA (Programa Internacional de Educación Ambiental). **UNESCO/UNEP International Environmental Education Programme (IEEP)**, 1975.

PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente). **La carta de Belgrado. Un marco general para la educación ambiental**, 1975. Disponible en: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000017772_spa.

PNUMA. **Conferencia intergubernamental sobre Educación Ambiental. Tbilisi**. [S.l.]: UNESCO-PNUMA, 1978.

PRETTY, J. N. Participatory learning for sustainable agriculture. **World development**, v. 23, n. 8, p. 1247-1263, 1995.

PIMBERT, M; PRETTY, J. **Parks, people and professionals: putting "participation" into protected area management.** Geneva: UNRISD, 1995.

PRIGOGINE, I. **El fin de las certidumbres**. Santiago de Chile: Andrés Bello, 1996.

QUINTAS, J. S. Educação no processo de gestão ambiental. En: LAYRARGUES, P. P. (Coord.). **Identidades da Educação Brasileira**. Brasília: MMA, 2004. p. 113-140.

RAFFESTIN, C. **Por una geografía del poder**. Zamora de Hidalgo: El Colegio de Michoacán, 2011.

RAJIB, A.; ZHENG, Q.; LANE, C. R.; GOLDEN, H. E.; CHRISTENSEN, J. R.; ISIBOR, I. I.; JOHNSON, K. Human alterations of the global floodplains 1992-2019. **Scientific Data**, n. 10, p. 499, 2023. Disponible en: https://doi.org/10.1038/s41597-023-02382-x

RAMSAR CONVENTION SECRETARIAT. **An Introduction to the Ramsar Convention on Wetlands**. Gland: Ramsar Convention Secretariat, 2016.

RAUBER, I. Hegemonía, poder popular y sentido común. **Agora U.S.B.**, v. 16, n. 1, 2016.

REBELLATO, J. L. **La encrucijada de la ética**. Montevideo: Nordan-Comunidad, 2008.

REDES AT. Denuncian formalmente a Uruguay por violación del Acuerdo de Escazú. **Redes Amigos de la Tierra**, 20 abr. 2023.

REDES AT. ACHKAR, M.; DÍAZ, I. **Informe Superficie Prioridad Forestal**. Montevideo: REDES, 2026. Disponible en: https://www.redes.org.uy/wp-

content/uploads/2026/06/Informe-Supeficie-Prioridad-Forestal-Final-Digital.pdf. Acceso el: 14 jun. 2026.

RENEA. **Plan Nacional de Educación Ambiental para el Desarrollo Humano Sustentable (PLANEA)**. (Comp.) BARCIA, L.; ELUÉN, L. Montevideo: ReNEA-MEC, 2014.

RESTREPO GÓMEZ, B. Una variante pedagógica de la investigación-acción educativa. **Revista Iberoamericana De Educación**, v. 29, n. 1, p. 1–10, 2002. Disponible en: https://doi.org/10.35362/rie2912898

RIBEIRO, W. C.; LOBATO, W.; LIBERATO, R. D. Notas sobre fenomenologia, percepção e educación ambiental. **Revista Sinapse Ambiental**, p. 42-65, 2009.

ROBLEDO, F. et al. Co-design and implementation of community-based flood early warning systems in eastern Argentina. **Environmental Research: Climate**, [s. l.], v. 5, p. 035041, 2026. Disponible en: https://iopscience.iop.org/article/10.1088/2752-5295/ae7fac/pdf.

ROCA-SERVAT, D. La investigación-acción-participativa y las (in)justicias hídricas. In: GUZMÁN LEÓN, A. (Comp.). **Justicia Hídrica**. Cusco: Centro Bartolomé de las Casas, 2021. p. 211 – 239.

ROCKSTRÖM, J.; STEFFEN, W.; NOONE, K.; PERSSON, A.; CHAPIN III, F. S.; LAMBIN, E. Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity. **Ecology and Society**, v. 14, n. 2, p. 32, 2009.

ROCKSTRÖM, J.; STEFFEN, W.; RICHARDSON, K.; CORNELL, S. E.; FETZER, I.; BENNETT, E. M. Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. **Science**, v. 347, n. 6223, 2015.

RODRÍGUEZ, G. **Yo participo, tu participas, otros deciden: La participación ambiental en Colombia**. Bogotá: Fondo Nacional Ambiental, 2021. Disponible en: https://foronacionalambiental

RODRIGUEZ PARDO, J. **Vienen por el oro, viene por todo**. Buenos Aires: Ed. Ciccus, 2009.

ROJAS, J.; PARRA, O. (coord.). **Conceptos básicos sobre medio ambiente y desarrollo sustentable**. Buenos Aires: INET; GTZ, 2003.

ROLLÁN, A.; BACHMEIER, O. Compactación y retención hídrica en Haplustoles de la provincia de Córdoba. **Agriscientia**, v. 31, n. 1, p. 1-10, 2014. Disponible en: https://doi.org/10.31047/1668.298x.v31.n1.9835

ROMERO, P. Cambio ambiental global: ¿nuevos desafíos a viejos problemas? **Globalización Revista web de Economía, Sociedad y Cultura**, 2006. Disponible en: http://rcci.net/globalizacion/2006/fg644.htm

RUIZ RIVERA, N.; GALICIA, L. La escala geográfica como concepto integrador en la comprensión de problemas socio-ambientales. **Investigaciones geográficas**, n. 89, p. 137-153, 2016.

SÁNCHEZ-VÁZQUEZ, A. **Estética y marxismo**. México: Nueva Era, 1970.

SÁNCHEZ-VÁZQUEZ, A. **Filosofía de la praxis, 1967**. Barcelona: Editorial Crítica, 1980

SÁNCHEZ-VÁZQUEZ, A. La filosofía de la praxis. En: **OSAL. Movimientos socioambientales en América Latina**. Buenos Aires: CLACSO, 2012. p. 263-281.

SANDOVAL-CASILIMAS, C. A. **Investigación cualitativa**. Bogotá: Icfes, 1996.

SANTELICES, A.; ROJAS, J. Climate Change in Latin America: Inequality, Conflict, and Social Movements of Adaptation. **Latin American Perspectives**, v. 43, n. 4, p. 4-11, 2016. Disponible en: https://doi.org/10.1177/0094582X166449168 3.

SANTIAGO-COLLAZO, F.; BILSKIE, M.; HAGEN, S. A comprehensive review of compound inundation models in low-gradient coastal watersheds. **Environmental Modelling & Software**, n. 119, p. 166-181, 2019. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2019.06.002

SANTOS, C.; PROL, L.; BERGÓS, L. Co-producción de conocimientos e injusticias socio-ambientales. **Fronteras**, n. 12, p. 115-128, 2019.

SANTOS, C.; GONZÁLEZ, M.; RODRÍGUEZ, M.; BERGÓS, L.; LIGRONE, A. 30 años no es nada: una aproximación a las políticas ambientales en Uruguay. **Cuadernos del CLAEH**, v. 41, n. 116, p. 127-145, 2022.

SARANDON, S. Potencialidades, desafíos y limitaciones de la investigación agroecológica. **Rev. Fac. Cienc. Agrar., Univ. Nac. Cuyo**, v. 51, n. 1, p. 383-394, 2019. Disponible en <http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1853-86652019000100027&lng=es&nrm=iso>.

SAUVÉ, L. La educación ambiental entre la modernidad y la posmodernidad. **Tópicos**, v. 1, n. 2, p. 7-27, 1999.

SAUVÉ, L. Uma cartografia das corrientes em educação ambiental. In: SATO, M.; CARVALHO, I. (Dirs.). **Educação ambiental - Pesquisa e desafios**. Porto Alegre: Artmed, 2005. p. 17-46.

SCHIEL, D. et al. **O Estudo de Bacias Hidrográficas: uma estratégia para educação ambiental**. Universidade de São Paulo, 2002. Disponible en: https://doi.org/10.11606/858655233X

SCHÖN, F. **Humedales e inundaciones de espacios urbanos en Uruguay**. 2021. Tesis (Doctorado) – Universidade Federal de Santa María, Brasil, 2021. Disponible en: https://repositorio.ufsm.br/handle/1/23350.

SCHÖN, F.; DOMÍNGUEZ, A.; ACHKAR, M. Urban wetlands, their dynamics and management strategies from the perspective of Environmental Geography. **The Geographical Journal**, p. 1-14, 2022. Disponible en: https://doi.org/10.1111/geoj.12445

SECRETARÍA DE LA CONVENCIÓN DE RAMSAR. **Manual 18 Manejo de humedales**. Gland: Ramsar, 2010.

SEMPERE, J. **Sobre la revolución Rusa y el comunismo del siglo XX**, 2015. Disponible en: <https://centenarirevoluciorussa.wordpress.com/2015/05/01/31/>.

SEÑARIS, M. **La inclusión de la dimensión ambiental en la formación de los profesores de Biología**. 2020. Tesis (Maestría) – Facultad de Ciencias-UDELAR, Uruguay, 2020.

SEOANE, J. Entre el negacionismo y la mercantilización del clima. **Revista Estudos do Sul Global**, v. 3, n. 2, 2025.

SEPÚLVEDA PIZARRO, J. Sustentabilidad e interculturalidad. In: LOYOLA, M.; SAMANIEGO, M. (Eds.). **Estudios Interculturales desde el Sur**. Santiago: Ariadna Ediciones, 2021. Disponible en: https://books.openedition.org/ariadnaediciones/10987

SEVILLA-GUZMÁN, E. La participación en la construcción histórica latinoamericana de la Agroecología y sus niveles de territorialidad. **Política y sociedad**, v. 52, n. 2, p. 351-371, 2015.

SHELESTOV, A.; LAVRENIUK, M.; KUSSUL, N.; NOVIKOV, A.; SKAKUN, S. Exploring Google Earth Engine Platform for Big Data Processing. **Frontiers in Earth Science**, n. 5, 2017. Diposnible en: https://doi.org/10.3389/feart.2017.00017

SHENG, P.; PARAMYGIN, V.; RIVERA-NIEVES, A.; ZOU, R.; FERNALD, S.; HALL, T.; JACOB, K. Costal marshes provide valuable protection for coastal communities from storm-induced wave, flood, and structural loss. **Scientific Reports**, n. 12, p. 3051, 2022. Disponible en: https://doi.org/10.1038/s41598-022-06850-z

SIECK, K.; NAM, C.; BOUWER, L.; RECHID, D.; JACOB, D. Weather extremes over Europe under 1.5 and 2.0 C global warming. **Earth System Dynamics**, v. 12, n. 2, p. 457-468, 2021. Disponible em: https://doi.org/10.5194/esd-12-457-2021

SILVEIRA, D.; LORENZETTI, L. Estado da arte sobre a educação ambiental crítica no Encontro Pesquisa em Educación Ambiental. **Praxis & Saber**, v. 12, n. 28, p. 88-102, 2021. Disponible en: https://doi.org/10.19053/22160159.v12.n28.2021.11609.

SILVEIRA, L.; GAMAZO, P.; ALONSO, J.; MARTÍNEZ, L. Effects of afforestation on groundwater recharge and water budgets in the western region of Uruguay. **Hydrological Processes**, n. 30, p. 3596-3608, 2016.

SIMAS (Sistema Integrado de Monitoreo de Aguas y Playas de Canelones). **Datos diarios de altura del nivel del cauce - Sonda Río Santa Lucía (toma antigua OSE)**, 2024. Disponible en: https://simasboyas.imcanelones.gub.uy/ICanelones/

SIMMEL, G. **El conflicto: Sociología del antagonismo**. Madrid: Editorial Sequitur, 2010.

SINAE (Sistema Nacional de Emergencias). **Eventos de inundación registrados entre 1990 y 2017**. [Conjunto de datos]. Uruguay: SINAE, 2017.

SINAE. **Monitor Integral de Riesgos y Afectaciones. Visualizador histórico de eventos**, 2022. Disponible en: https://www.gub.uy/sistema-nacional-emergencias/.

SINAE **Evento de inundación registrados entre 2005 y 2021**: Monitor Integral de Riesgos y Afectaciones. Montevideo: SINAE, 2022. 1 mapa interactivo. Visualizador histórico de eventos. [Cobertura shape]. Disponible en: www.gub.uy.

SLETTO, B. I.; BRYAN, J.; TORRADO, M.; HALE, C.; BARRY, D. Territorialidad, mapeo participativo y política sobre los recursos naturales: la experiencia de América Latina. **Cuadernos de Geografía**, v. 22, n. 2, p. 193-310, 2013.

SMYTH, J. C. Environment and Education: A view of changing scene. In: SATO, M. **Educação Ambiental**. São Carlos: Rima, 2004.

SNAP. **Proyecto de Selección y Delimitación del Área «Humedales del Santa Lucía»**, 2008.

SNRCC (Sistema Nacional de Respuesta al Cambio Climático). **Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 1990-2019 a la Conferencia de las Partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático**. Montevideo: Ministerio de Ambiente, 2021.

SOSA, B.; DÍAZ, I.; CANABAL, C.; ACHKAR, M. **Inventario Nacional de Humedales**. Montevideo: Universidad de la República; CSIC, 2022.

STEFFEN, W.; SANDERSON, A.; TYSON, P.; JÄGER, J.; MATSON, P. A.; MOORE, B.; OLDFIELD, F.; RICHARDSON, K.; SCHELLNHUBER, H. J.; TURNER, B. L.; WASSON, R. J. **Global Change and the Earth System**. [S.l.]: International Geosphere-Biosphere Program Global Changes, 2004. Disponible en: https://doi.org/10.1007/ b137870

STEFFEN, W.; RICHARDSON, K.; ROCKSTRÖM, J.; CORNELL, S. E.; FETZER, I.; BENNETT, E. M. Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. **Science**, v. 347, n. 6223, 2015.

SVAMPA, M. **Cambio de época:** Movimientos sociales y poder político. Buenos Aires: Siglo Veintiuno Editores, 2008.

SVAMPA, M. Consenso de los commodities, giro ecoterritorial y pensamiento crítico en América Latina. In: **OSAL. Movimientos socioambientales en América Latina**. Buenos Aires: CLACSO, 2012. p. 15-38.

SVAMPA, M. «Consenso de los Commodities» y lenguaje de valoración en América Latina. **Revista Nueva Sociedad**, n. 244, p. 30-46, 2013.

SVAMPA, M. **Las fronteras del neoextractivismo en América Latina**: conflictos socioambientales, giro ecoterritorial y nuevas dependencias. Guadalajara: CALAS, 2019. Disponible en: https://doi.org/10.14361/9783839445266

TADDEI, E. El fracaso del capitalismo verde y los desafíos frente a la crisis socioambiental del neoliberalismo. **Allá Ité**, v. 1, n. 1, 2026.

TALAPATRA, A.; RANA, N. K. Recent advances in flood monitoring & prediction methods. **Environmental Science and Pollution Research**, n. 33, p. 325–343, 2026. Disponible en: https://doi.org/10.1007/s11356-025-37366-4

TARABINI, S. et al. Co-producción de conocimiento y redes en un conflicto socio-ambiental. **Revista de Paz y conflictos**, v. 12, n. 2, p. 177-197, 2019.

TOLEDO, V. M. El metabolismo social: una nueva teoría socioecológica. **Relaciones. Estudios de historia y sociedad**, v. 34, n. 136, p. 41-71, 2013.

TUAN, Y. F. **Topophilia: a study of environmental perception, attitudes, and values**. Nueva York: Columbia University Press, 1990.

UDELAR. **Para la renovación de la enseñanza y la curricularización de la extensión y las actividades en el medio**. Montevideo: Resolución n.º 5, 2009.

UMPIERREZ, M. **«Desde el río… El arte participativo y colaborativo en la acción colectiva por el agua en la cuenca del Santa Lucía»**. 2024. Tesis (Maestría) – Udelar, Montevideo, 2024. Disponible en: https://hdl.handle.net/20.500.12008/44776.

UNDP (United Nations Development Programme). **Human Development Report 2025**. New York: UNDP, 2025.

UNEP (United Nations Environment Programme). **Progress on Water-related Ecosystems**. Nairobi: UNEP, 2024.

UNESCO. **Geoparque Manantiales Serranos**, 2026.

URUGUAY. Ley N° 12.549. **Ley Orgánica de la Universidad de la República**, 1958.

URUGUAY. **Constitución de la República**. 1967. Disponible en: https://www.impo.com.uy/bases/constitucion/1967-1967/47.

URUGUAY. Ley N° 14.053. **Creación de Instituto Nacional para la Preservación del Medio Ambiente (INPMA)**, 1971.

URUGUAY. Ley N° 16.112. **Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA)**, 1990.

URUGUAY. Ley N° 17.283. **Ley General de Protección del Medio Ambiente**, 2000a.

URUGUAY. Ley N° 17.234. **Ley del Sistema Nacional de Áreas Protegidas**, 2000b.

URUGUAY. Ley N° 18.437. **Ley General de Educación**, 2008a.

URUGUAY. Ley N° 18.308. **Ley de Ordenamiento Territorial**, 2008b.

URUGUAY. Ley N° 18.610. **Ley de Política Nacional de Aguas. Principios Rectores**, 2009.

URUGUAY. Ley N° 18.621. **Creación del Sistema Nacional de Emergencias público y permanente**, 2009b.

URUGUAY. Decreto N.º 264/011. **Reglamentación de la ley de Política Nacional de Aguas**. Montevideo: Diario Oficial, 2011.

URUGUAY. Decreto 106/013. **Creación de la Comisión de la Cuenca del Río Santa Lucía**, 2013.

URUGUAY. Ley N° 19.272. **Ley de Descentralización y participación ciudadana**, 2014.

URUGUAY. Decreto N° 55/015. **Aprobación de la selección del área natural protegida denominada «Humedales de Santa Lucia»**, 2015.

URUGUAY. Decreto PE 205/017. **Plan Nacional de Aguas**. Montevideo: MVOTMA, 2017.

URUGUAY. Ley N° 19.773. **Aprobación del acuerdo regional sobre el acceso a la información, la participación pública y el acceso a la justicia en asuntos ambientales en América Latina y El Caribe**, 2019.

URUGUAY. Ley N° 19.889. **Crea el Ministerio de Ambiente**, 2020.

URUGUAY. Decreto N° 177/023. **Declárase la emergencia hídrica en la zona metropolitana del país**, 2023b.

URUGUAY. Decreto N° 253/023. **Dejase sin efecto el decreto 177/023 por el que se declaró la emergencia hídrica en la zona metropolitana del país**, 2023c.

URUGUAY. Decreto N° 306/024. **Aprobación de la selección y delimitación del área natural protegida "Arequita"**, 2024.

URUGUAY. RM 11221/2025. **Determinación de franja de amortiguación en la cuenca del Río Santa Lucía y en la cuenca de la Laguna del Sauce**, 2025.

VAN VLIET, M. T. H.; THORSLUND, J.; STROKAL, M.; HOFSTRA, N.; FLÖRKE, M.; EHALT MACEDO, H.; NKWASA, A.; TANG, T.; KAUSHAL, S. S.; KUMAR, R.; VAN GRIENSVEN, A.; BOUWMAN, L.; MOSLEY, L. M. Global river water quality under climate change and hydroclimatic extremes. **Nature Reviews Earth & Environment**, n. 4, p. 687-702, 2023. Disponible en: https://doi.org/10.1038/s43017-023-00472-3

VARUOLO-CLARKE, A.; SMERDON, J.; PARK WILLIAMS, A.; SEAGER, R. Gross Discrepancies between Observed and Simulated Twentieth-to-Twenty-First-Century Precipitation Trends in Southeastern South America. **Journal of Climate**, n. 34, p. 6441-6457, 2021. Disponible en: https://doi.org/10.1175/JCLI-D-20-0746.1

WARD, P.; JONGMAN, B.; SALAMON, P.; SIMPSON, A.; BATES, P.; DE GROEVE, T.; MUIS, S.; DE PEREZ, E. C.; RUDARI, R.; TRIGG, M. A.; WINSEMIUS, H. Usefulness and limitations of global flood risk models. **Nat. Clim. Change**, v. 5, p. 712–715, 2015. Disponible en: https://doi.org/10.1038/nclimate2742.

WALSH, C. (Org.). **Pedagogías decoloniales**: prácticas insurgentes de resistir, (re)existir y (re)vivir. Quito: Abya-Yala, 2013.

WASSERMANN, S. **El estudio de casos como método de enseñanza**. Buenos Aires: Amorrortu editores, 1999.

WCD (World Commission on Dams). **Dams and Development: A New Framework for Decision-making**. Londres: Earthscan Publications, 2000.

WEBER, J. F.; MENAJOVSKY, S.; FAILACHE, N.; ZAMANILLO, E.; IRIGOYEN, M. Crecidas: un modelo estocástico de operación óptima de presas. In: **XXV Congreso Nacional de Agua (Conagua)**, 2015.

WENGER, E. **Communities of Practice:** Learning, Meaning, and Identity. Cambridge: Cambridge University Press, 1998.

XIAO, Y.; YI, S.; TANG, Y. GIS-based multi-criteria analysis method for flood risk assessment under urbanization. In: **Geoinformatics, 24th International Conference**, 2016.

YAN, J.; LI, F. Effects of sediment dredging on freshwater system: a comprehensive review. **Environ Sci Pollut Res**, n. 30, p. 119612–119626, 2023. Disponible en: https://doi.org/10.1007/s11356-023-30851-8

ZABALETA, B.; AUBRIOT, L.; ACHKAR, M. Evaluación de una floración algal masiva en el río de la Plata (Uruguay). In: **Teledetección: hacia una visión global del cambio climático**. Valladolid: EdUVa, 2019. p. 505-508.

ZAPATA, F.; RONDÁN, V. **La Investigación Acción Participativa: Guía conceptual y metodológica del Instituto de Montaña**. Lima: Instituto de Montaña, 2016.

ZSCHEISCHLER, J.; WESTRA, S.; VAN DEN HURK, B.; SENEVIRATE, S.; WARD, P.; PITMAN, A.; AGHAKOUCHAK; BRESCH, D.; LEONARD, M.; WAHL, T.; ZHANG, X. Future climate risk. **Investigaciones Geográficas**, n. 82, p. 63-84, 2018.

ZSCHEISCHLER, J.; MARTIUS, O.; WESTRA, S.; BEVACQUA, E.; RAYMOND, C.; HORTON, R.; VIGNOTTO, E. A typology of compound weather and climate events. **Nature Reviews Earth & Environment**, n. 1, p. 333-347, 2020.

ZUSMAN, P. La tradición del trabajo de campo en Geografía. **Geograficando**, v. 7, n. 7, p. 15-32, 2011.

APÉNDICE A- DETECCIÓN DE METALES PESADOS EN SUELOS SUPERFICIALES DE UN PREDIO CON USO PASADO DE FÁBRICA DE FUNDICIÓN EN LA CIUDAD DE SANTA LUCÍA, CANELONES, URUGUAY.

Informe realizado por Msc. Lucía Eluén*

*LDSGAT-IECA-FCIEN, Udelar. leluen@fcien.edu.uy

28 de abril de 2023

Situación ambiental

El Municipio de Santa Lucía ha identificado una situación ambiental vinculada a un predio que se localiza en el entramado urbano y del que existe el interés de detectar la presencia de metales pesados en suelo, específicamente plomo, cobre y cromo.

Antecedentes

Usos pasados de los suelos en la Antigua fundición

En el predio en estudio aproximadamente entre 1896-1985 operó la Antigua fundición. Durante ese período funcionó una fundición y producción de piezas de hierro gris y en menor medida de bronce y de aluminio. El emprendimiento también alojaba una caballeriza y talleres mecánicos para el mantenimiento de vehículos y del funcionamiento de la maquinaria y herramientas de la fábrica. Además, en el predio hay una calera donde se extraía cal.

Según un propietario, en las décadas de 1970 y 1980 se fundía 45000 kg de hierro gris por semana. Para eso se usaban dos hornos de cubilote que se prendían tres veces por semana y que demandaba tres turnos laborales, llegando a emplear 100 personas.

Los materiales de fundición empleados para la fundición y realización de piezas de hierro gris, provenían principalmente de chatarra de máquinas de coser, cuerpos de motor de gran porte como barcos, piezas de las máquinas de OSE cuando se desarmó la maquinaria de Aguas Corrientes, entre otros. También se importó lingotes de hierro gris proveniente de Rusia. A partir de estos materiales se producían piezas, principalmente caños de red hídrica, y también ollas, sartenes y otras piezas. La fábrica abasteció, entre otros, a la construcción de la represa de Salto Grande y al crecimiento urbano de Punta del Este, principalmente generando los caños para el agua de OSE durante el bum inmobiliario.

También se fundió bronce y aluminio, para la producción de piezas específicas. En este caso se usaba otro horno a fueloil el cual se prendía una vez al mes, operado por 1 funcionario. Ejemplos de piezas producidas con estos metales fueron principalmente piezas agrícolas, también esculturas de bronce para una escuela y Seccional policial.

El proceso de producción implicaba, por lo general, el recibimiento de la materia prima en una zona donde se reducía mecánicamente de tamaño, en esta zona también se soldaban piezas provenientes del control de calidad. Los materiales de fundición eran trasladados y fundidos en dos hornos de cubilote. La colada de metales se realizaba en una zona descampada con rieles, donde se colaba los metales desde los hornos a los modelos, algunos de los cuales tenían moldes internos de noyería de tierra cocida, y moldes de aluminio que también se fabricaban y almacenaban en el predio. Luego, las piezas se trasladaban a una zona de devastado de rebarba y control de calidad con presa hidráulica; posteriormente se llevaba a

una pileta donde se sumergían las piezas para pintar con alquitrán. Una vez acabada la pieza se trasladaba a un galpón donde se almacenaba hasta su salida al mercado.

Uso actual del predio

El predio se encuentra abandonado desde 1985. En la década del 2000 pasa a quedar de libre acceso tras derrumbarse parte de los muros del predio. Actualmente se utiliza para deposito informal de residuos sólidos, clasificación informal de materiales y por personas en situación de calle. En la actualidad la limpieza del predio la realiza periódicamente el Municipio de Santa Lucía.

Objetivo

Detectar la presencia de metales pesados plomo, cromo y cobre en suelos superficiales de la Antigua Fundición que afecta a los padrones urbanos 1071, 1073, 1074 y 1075, mediante análisis de Fluorescencia de Rayos X.

Estrategia metodológica

Área de estudio

El área de estudio, Antigua Fundición (Figura 1.), tiene una extensión aproximada de 0.52 ha, ocupa en parte una manzana de la ciudad de Santa Lucía, Canelones entre las calles Brasil, Luis Alberto de Herrera y Colombes, a dos cuadras de la plaza principal de la ciudad. El predio afecta a los padrones urbanos 1071, 1073, 1074 y 1075 (DNC).

Figura 1.

Mapa de localización de la Antigua Fundición de Santa Lucía, Canelones, Uruguay.



A. A escala de la ciudad de Santa Lucía. **B.** A escala del predio, identificación de los padrones afectados 1071,1073,1074 y 1075. Fuente: Dirección Nacional de Catastro. Ortoimagen IDE 2018 K27A6_RGBI_16_Remesa_01 y K27A5_RGBI_16_Remesa_01. Elaboración propia.

Plan de muestreo y análisis para suelos superficiales

Para analizar la presencia de metales pesados en suelos superficiales, se realizó un diseño de muestreo basado en la técnica de la Guía de screening de suelos (EPA, 1996) para muestras compuestas de suelos superficiales bajo el supuesto de uso residencial del suelo.

Se seleccionaron 8 áreas de exposición (AE) según la localización de las diferentes etapas del proceso de producción (Figura 2, Tabla 1); identificadas a partir de la historia de uso del suelo obtenida en entrevista a referente de la Antigua Fundición, fotointerpretación de Ortoimagen IDE 2018 y supervisión en campo.

En cada AE se tomó una muestra compuesta, cada muestra compuesta está formada por 6 muestras individuales. Se recogieron las muestras individuales aleatoriamente a lo largo de cada AE de los primeros 5 cm del horizonte superficial del suelo. Además de las AE muestreadas se tomó una muestra control, en un padrón con uso residencial próximo al área de estudio, como referencia de la composición de los suelos de la zona. Se realizó análisis de las muestras compuestas de suelos por AE para determinar los contaminantes presentes y sus concentraciones, que se analizaron mediante el método de screening de Fluorescencia de Rayos X, realizado por el Sector Suelos de la Intendencia Municipal de Montevideo (IMM). Los metales pesados evaluados fueron plomo, cobre y cromo.

Se realizó 5 determinaciones para cada muestra compuesta de suelo y el promedio se comparó con los valores de referencia empleados para suelos de uso residencial y / o recreativo según la EPA (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos).

Figura 2.

Plan de relevamiento del área de estudio Antigua Fundición.



Polígonos fucsia áreas de exposición. Puntos rojos: puntos de relevamiento. Fuente de información: Ortofotografía cobertura urbana K27A6O1 Remesa_04_SLA - Formato Geotiff 16 BITS RGBI [K27A6O1_RGBI_16_Remesa_04_SLA.tif]. Elaboración propia.

Resultados

El informe realizado por la Sección Suelos del Servicio de Evaluación de la Calidad y Control Ambiental (ECCA) de la IMM (Anexo 1) indica que en 4 de las 8 muestras compuestas analizadas (Tabla 1) se detectó presencia de plomo o cobre con valores promedio por encima de los valores máximos de referencia empleados para suelos de uso residencial y/o recreativo según establece la EPA.

Tabla 1.

Parcelado del predio en áreas de exposición según etapas/zonas de producción.

Id	Nombre	Descripción	Plomo (ppm)	Cobre (ppm)
Control	Control	Padrón urbano con uso residencial próximo al área de estudio, como referencia de la composición de los suelos de la zona.	61	40
1	Galpones de depósito de piezas y caballerizas	Galpones que actualmente conservan sus paredes, pisos y casi todo el techo.	620	253
2	Pileta de pintura de alquitrán	Actualmente se conserva las paredes de la pileta.	1242	1284
3	Zona de molienda de materia prima y de soldadura.	Actualmente solo se conserva una viga de hierro.	2060	1160
4	Galpones de control de calidad de piezas, limpieza/devastado y prueba de presión.	Actualmente se conserva algunas de las paredes y parte del techo. El suelo es principalmente de cemento.	109	188
5	Oficina	Actualmente se conservan algunas de las paredes, y el piso. Está muy alterada principalmente por depósito de residuos.	260	143
6	Rieles de sitio de colada	Descampado	36	37
7	Estufa de noyería, hornos de cubilote para fundición de hierro gris y horno a fueloil para fundición de bronce y aluminio	Estufa de noyería: Actualmente quedan las paredes, techos y piso, pero está alterada debido a la acumulación de residuos. Horno de cubilote para fundición de hierro gris: Actualmente queda la estructura de cemento y ladrillo. Horno a fueloil para fundición de bronce y aluminio: Actualmente queda unas piezas donde estaban los hornos.	273	1430
8	Taller mecánico y Almacenes de modelos	La zona del taller mecánico presenta gran superficie de cemento y una fosa para la reparación de vehículos. La zona de almacenamiento de modelos y moldes actualmente está sin techo y solo conserva tres paredes de ladrillo.	373	251

Id, identificador de la muestra relevada. Nombre y descripción del área de exposición. Resultados de muestras de suelos analizadas por Fluorescencia de Rayos X (FRX) *in-situ*, concentración promedio de plomo y cobre proporcionados por la Intendencia Municipal de Montevideo. ppm: Partes por millón, equivalente a miligramos por kilogramo (mg/kg). Se consideran valores máximos de referencia empleados para suelos de uso residencial y/o recreativo (EE.UU EPA) de plomo: 400 (mg/Kg) y de cobre: 310 (mg/Kg) (ver Anexo 1).

Recomendaciones

Ante las evidencias de presencia de plomo y cobre en los suelos del predio analizado, es necesario profundizar los análisis con técnicas de mayor precisión como los análisis de absorción atómica.

Se recomienda:

1) No usar el predio para fines residenciales, habitacionales o recreativos.
2) Realizar estudios en profundidad sobre los contenidos de metales pesados y su distribución en los suelos.
3) A partir de los resultados de estos nuevos estudios surgirán los elementos necesarios para seleccionar e implementar técnicas de remediación de suelos contaminados que permiten el tratamiento del padrón para minimizar las concentraciones de metales pesados en los padrones urbanos 1071, 1073, 1074 y 1075.

Intendencia Montevideo

DEPARTAMENTO DE
DESARROLLO AMBIENTAL
GERENCIA DE GESTIÓN
AMBIENTAL
SERVICIO EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y
CONTROL AMBIENTAL UNIDAD RESIDUOS
SÓLIDOS INDUSTRIALES Y SUELO

ANEXO 1. Resultados análisis de suelos

Muestreo padrones 1071, 1073, 1074 y 1075, Santa Lucía, Canelones

Tabla 1: Resultados muestras de suelo analizadas por Fluorescencia de Rayos X (FRX) *in-situ*.

Fecha de análisis	Número de muestra	Plomo (ppm)	Cromo (ppm)	Cobre (ppm)	Observaciones
30/03/23	Control	61	<60	40	Los valores informados corresponden al promedio de 5 determinaciones
	1	620	<60	253	
	2	1242	<60	1284	
	3	2060	<60	1160	
31/03/23	4	109	<60	188	
	5	260	<60	143	
	6	36	<60	37	
	7	273	<60	1430	
	8	373	<60	251	

ppm: Partes por millón, equivalente a miligramos por kilogramo (mg/kg).
<: menor que

Límite de cuantificación calculado para Plomo por FRX Thermo Scientific, modelo Niton XL3t Goldd+: **16 ppm**

Límite de cuantificación calculado para Cromo por FRX Thermo Scientific, modelo Niton XL3t Goldd+: **60 ppm**

Muestreo realizado por el solicitante: Lucía Eluén Laboratorio de Desarrollo Sustentable y Gestión Ambiental del Territorio – LDSGAT Instituto de Ecología y Ciencias Ambientales – IECA Facultad de Ciencias - UdelaR

Tabla 2: Valores máximos de referencia empleados para suelos de uso residencial y/o recreativo (EE.UU EPA)

Parámetro	Normativa	Concentración (mg/Kg)
Plomo	Regional Screening Level (RSL) Summary Table (TR=1E-6, THQ=0.1) Mayo 2021.	400
Cobre		310
Cromo	*Soil Screening Guidance* de 1996, actualizado al 2001.	230

Cabe aclarar que la normativa de la EPA actualizada a mayo de 2021 no establece un valor de referencia de Cromo total, sino que especifica valores para las especies Cr(III) y Cr(VI). Dado que la metodología empleada no permite la diferenciación entre las especies de cromo mencionadas, se toma el valor de referencia en base a la normativa de 2001.

Informe elaborado por: Bach. Quim.
Montserrat Diáz Quim. Farm. Lorena Acosta
26/04/23

APÉNDICE B-TENDENCIA DE EVENTOS DE INUNDACIÓN:

Comportamiento del nivel del río y de las precipitaciones

Apéndice B1-Tendencia global de los eventos de inundación

Regla	Cantidad de eventos de crecida	Duración de los eventos de crecida
Santa Lucia	Decreciente p: 0,0077622; Z: -2,6622	Decreciente p: 0,034289; Z: -2,1167

Tendencia global (acumulado mensual) del área de estudio para el período 1990-2021 según el análisis de Mann-Kendall, expresado en valores de significancia (p) y magnitud (Z). La información presentada corresponde a los casos estadísticamente significativos ($p<0,05$) texto en negro y casos parcialmente significativos ($0,05 \geq p \leq 0,1$) texto en rojo. Fuente DINAGUA, 2021. Elaboración propia

Apéndice B2-Tendencia estacional de la cantidad de eventos de inundación

Regla	VERANO	OTOÑO	INVIERNO	PRIMAVERA
Santa Lucia	Crecidas parcialmente decreciente p: 0,060116; Z: -1,8799	Disminución de crecidas p: 0,013495; Z: -2,4704		Disminución de crecidas p: 0,084661; Z: -1,7243
Florida		Disminución de crecidas p: 0,033116; Z: -2,1307	Incremento de alertas p: 0,039011; Z: 2,0641	

Tendencia estacional de la cantidad de los eventos de inundación (crecida y alerta) del área de estudio para el período 1990-2021 según el análisis de Mann-Kendall, expresado en valores de significancia (p) y magnitud (Z). La información presentada corresponde a los casos estadísticamente significativos ($p<0,05$) texto en negro y casos parcialmente significativos ($0,05 \geq p \leq 0,1$) texto en rojo.Fuente DINAGUA, 2021. Elaboración propia

Apéndice B3-Tendencia estacional de la duración de eventos de inundación

Regla	OTOÑO	INVIERNO	PRIMAVERA
Santa Lucia	Disminución de duración de las crecidas p: 0,048776; Z: -1,9705	Incremento de la duración de las alertas p: 0,029325; Z: 2,1791	
Florida		Incremento de la duración de las crecidas. p: 0,030237; Z: 2,167 Incremento de duración de las alertas. p: 0,019381; Z :2,3381	
Paso Roldán			Duración de las crecidas parcialmente creciente. p: 0,061801; Z: 1,8677

Tendencia estacional de la duración de los eventos de inundación (crecida y alerta) del área de estudio para el período 1990-2021 según el análisis de Mann-Kendall, expresado en valores de significancia (p) y magnitud (Z). La información presentada corresponde a los casos estadísticamente significativos ($p<0,05$) texto en negro y casos parcialmente significativos ($0,05 \geq p \leq 0,1$) texto en rojo.

Fuente DINAGUA, 2021. Elaboración propia

Apéndice B4-Relación global de la cantidad de eventos de inundación

CRECIDAS	**Florida**	**Santa Lucía**	**Paso Roldán**	**Paso de los Troncos**
Florida		4,48E-41	5,10E-37	7,78E-52
Santa Lucía	0,615		1,30E-45	9,37E-36
Paso Roldán	0,589	0,641		2,38E-40
Paso de los Troncos	0,674	0,580	0,6103	
ALERTAS	**Florida**	**Santa Lucía**	**Paso Roldán**	**Paso de los Troncos**
Florida		1,03E-42	N/A	1,33E-33
Santa Lucía	0,625		N/A	7,74E-31
Paso de los Troncos	0,565	0,544	N/A	

Variación espacial del acumulado mensual de los eventos de crecida y alerta (Anexo 4) entre las reglas del área de estudio, para el período 1990-2021 y según el test de correlación Spearman´s rs. El cuadrante diagonal superior expresa el valor de p, significancia, $p < 0,05$ significativo. El cuadrante diagonal inferior expresa el valor de correlación, $0 >$ coeficiente de correlación ≤ 1 existe asociación positiva entre variables. Texto en rojo son los casos en que las correlaciones arrojaron valores no significativos. N/A: No aplica. Fuente DINAGUA, 2021. Elaboración propia

Apéndice B5-Relación estacional de la cantidad de los eventos de inundación

CRECIDAS					**ALERTAS**			
VERANO	Florida	Santa Lucía	Paso Roldán	P. de los Troncos	VERANO	Florida	Santa Lucía	P. de los Troncos
Florida		0,021652	0,00011689	0,00032261	Florida		0,0032118	0,0061872
Santa Lucía	0,411		0,00029768	0,00020876	Santa Lucía	0,512		0,0044004
Paso Roldán	0,637	0,607		9,71E-12	P. de los Troncos	0,481	0,498	
Paso de los Troncos	0,604	0,618	0,896					
OTOÑO	Florida	Santa Lucía	Paso Roldán	P. de los Troncos	**OTOÑO**	Florida	Santa Lucía	P. de los Troncos
Florida		4,61E-08	0,00015762	0,0001921	Florida		4,50E-07	0,00015199
Santa Lucía	0,798		0,00027106	0,0015004	Santa Lucía	0,760		7,09E-06
Paso Roldán	0,619	0,602		3,79E-06				
Paso de los Troncos	0,613	0,538	0,718		P. de los Troncos	0,620	0,703	
INVIERNO	Florida	Santa Lucía	Paso Roldán	P. de los Troncos	**INVIERNO**	Florida	Santa Lucía	P. de los Troncos
Florida		0,00087485	0,09992	0,014896	Florida		0,00020741	0,41175
Santa Lucía	0,559		0,0040947	0,0080037	Santa Lucía	0,610		0,026232
Paso Roldán	0,296	0,494		0,0026431				

Apéndice B5-Relación estacional de la cantidad de los eventos de inundación

Paso de los Troncos	0,427	0,460	0,514		P. de los Troncos	0,150	0,393	
PRIMAVERA	Florida	Santa Lucía	Paso Roldán	P. de los Troncos	**PRIMAVERA**	Florida	Santa Lucía	P. de los Troncos
Florida		7,04E-05	0,00022002	0,00025546	Florida		0,0043718	3,55E-05
Santa Lucía	0,652		0,00031022	3,22E-05	Santa Lucía	0,498		0,0039694
Paso Roldán	0,618	0,605		0,00021151				
P. de los Troncos	0,612	0,674	0,618		P. de los Troncos	0,671	0,502	

Variación espacial a nivel estacional de los eventos de crecida y alerta entre las reglas del área de estudio, para el período 1990-2021 y según el test de correlación Spearman´s rs. El cuadrante diagonal superior expresa el valor de p, significancia, p < 0,05 significativo. El cuadrante diagonal inferior expresa el valor de correlación, 0 > coeficiente de correlación ≤ 1 existe asociación positiva entre variables. Texto en rojo son los casos en que las correlaciones arrojaron valores no significativos. N/A: No aplica. Fuente DINAGUA, 2021. Elaboración propia

Apéndice B6-Relación de la duración de los eventos de inundación

CRECIDAS					**ALERTAS**			
VERANO	Santa Lucía	Florida	P. de los Troncos	Paso Roldán	**VERANO**	Santa Lucía	Florida	P. de los Troncos
Santa Lucía		0,016536	0,00019661	0,0039328	Santa Lucía		0,0031714	0,0058467
Florida	0,427		0,00014051	9,19E-05	Florida	0,51293		0,0042917
P. de los Troncos	0,620	0,631		1,30E-08	P. de los Troncos	0,48361	0,49875	
Paso Roldán	0,503	0,644	0,823					
OTOÑO	Santa Lucía	Florida	P. de los Troncos	Paso Roldán	**OTOÑO**	Santa Lucía	Florida	P. de los Troncos
Santa Lucía		1,30E-05	2,00E-06	6,10E-05	Santa Lucía		2,30E-06	1,38E-06
Florida	0,689		1,41E-03	0,00091504	Florida	0,728		4,21E-05
P. de los Troncos	0,731	0,540		0,00033006	P. de los Troncos	0,739	0,658	
Paso Roldán	0,648	0,558	0,595					
INVIERNO	Santa Lucía	Florida	P. de los Troncos	Paso Roldán	**INVIERNO**	Santa Lucía	Florida	P. de los Troncos
Santa Lucía		2,14E-01	0,12295	0,00086482	Santa Lucía		1,47E-04	0,00014847
Florida	0,226		0,7613	0,036212	Florida	0,621		0,051849

Apéndice B6-Relación de la duración de los eventos de inundación

Paso de los Troncos	0,278	0,056		0,27319	P. de los Troncos	0,621	0,347	
Paso Roldán	0,560	0,372	0,200					
PRIMAVERA	Santa Lucía	Florida	P. de los Troncos	Paso Roldán	**PRIMAVERA**	Santa Lucía	Florida	P. de los Troncos
Santa Lucía		0,00011877	7,34E-03	0,006392	Santa Lucía		0,00015005	1,26E-04
Florida	0,636		6,92E-02	0,0060483	Florida	0,629		4,42E-05
Paso de los Troncos	0,472	0,331		0,057534	P. de los Troncos	0,636	0,665	
Paso Roldán	0,479	0,482	0,345					

Variación espacial a nivel estacional de la duración de la crecida y alerta entre las reglas del área de estudio, para el período 1990-2021 y según el test de correlación Spearman´s rs. El cuadrante diagonal superior expresa el valor de p, significancia, $p < 0,05$ significativo. El cuadrante diagonal inferior expresa el valor de correlación, $0 >$ coeficiente de correlación ≤ 1 existe asociación positiva entre variables. Texto en rojo son los casos en que las correlaciones arrojaron valores no significativos. N/A: No aplica. Fuente DINAGUA, 2021. Elaboración propia

Apéndice B7-Relación de las precipitaciones con la cantidad y duración de los eventos de inundación en Santa Lucía.													
	CRECIDAS				**ALERTAS**				**DURACIÓN ALERTA**				
ESTACIÓNES	**Verano**	**Otoño**	**Invierno**	**Primavera**	**Verano**	**Otoño**	**Invierno**	**Primavera**	**Verano**	**Otoño**	**Invierno**	**Primavera**	**ESTACIONES**
La Cruz	0,600	0,779	0,410	0,591	0,532	0,692	0,609	0,486	0,541	0,686	0,597	0,456	La Cruz
Florida	0,676	0,681	0,404	0,600	0,488	0,632	0,602	0,448	0,489	0,634	0,574	0,444	Florida
Villa 25 Mayo	0,605	0,646	0,494	0,523	0,481	0,501	0,569	0,405	0,485	0,501	0,491	0,392	Villa 25 Mayo
Villa Cardal	0,548	0,731	0,461	0,443	0,396	0,684	0,576	0,390	0,408	0,686	0,583	0,403	Villa Cardal
25 de Agosto	0,425	0,776	0,519	0,501	0,404	0,633	0,584	0,367	0,417	0,629	0,550	0,329	25 de Agosto
Mendoza	0,614	0,745	0,498	0,622	0,464	0,656	0,636	0,398	0,473	0,654	0,559	0,364	Mendoza
San Antonio	0,573	0,655	0,347	0,600	0,459	0,691	0,505	0,449	0,459	0,675	0,477	0,406	San Antonio
Chamizo	0,666	0,614	0,442	0,543	0,459	0,698	0,654	0,387	0,457	0,699	0,604	0,359	Chamizo
Tala	0,495	0,729	0,442	0,603	0,374	0,663	0,621	0,443	0,381	0,648	0,551	0,445	Tala
San Gabriel	0,481	0,451	0,465	0,634	0,305	0,501	0,482	0,524	0,329	0,534	0,488	0,491	San Gabriel
Casupá	0,613	0,621	0,534	0,629	0,428	0,659	0,577	0,506	0,439	0,660	0,586	0,463	Casupá
Cerro Colorado	0,597	0,587	0,421	0,639	0,461	0,705	0,546	0,489	0,469	0,707	0,581	0,424	Cerro Colorado
Santa Lucía Calera	0,621	0,530	0,428	0,499	0,349	0,689	0,173	0,352	0,356	0,686	0,226	0,338	Santa Lucía Calera
Promedio	0,578	0,657	0,451	0,571	0,431	0,647	0,549	0,434	0,439	0,646	0,528	0,409	Promedio

Relación espacial de la estacionalidad de las precipitaciones del área de estudio con la cantidad y duración de los eventos de crecida o alerta de la regla de Santa Lucía, para el período 1990-2021 y según el test de correlación Spearman´s rs. Se presenta una síntesis del valor de correlación, $0 >$ coeficiente de correlación ≤ 1 existe asociación positiva entre variables.

Fuente DINAGUA, 2021: INUMET, 2021. Elaboración propia.

APÉNDICE C-APORTES AL DIÁLOGO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE SOLUCIONES A LAS INUNDACIONES EN SANTA LUCÍA

6/4/2024

Msc. Lucía Eluén; Dra. Beatríz Sosa; Dra. Feline Schön; Dr. Marcel Achkar
LDSGAT-IECA, FCIEN, Udelar

La inundación acontecida en marzo de 2024, retoma el debate histórico para la búsqueda de soluciones a las inundaciones que acontecen en Santa Lucía. El siguiente punteo, lista una serie de consideraciones ambientales sobre la problemática de las inundaciones.

Por un lado, existe un componente histórico de ordenamiento territorial vinculado a la ciudad. Santa Lucía, presenta el 65% de su urbanización en área de humedal (Schön, 2021). Además, es la primera ciudad del departamento y séptima a nivel nacional, con mayor riesgo de inundación (Dirección Nacional de Aguas, 2022a). El entramado urbano al extenderse sobre la planicie de inundación del río Santa Lucía, es afectado de forma recurrente por las crecidas del río (DINAGUA, 2022b; SINAE, 2017; SINAE, 2022). Esto ocurre cuando el nivel del río alcanza los 8m que afecta a la caminería y a partir de los 9,2m que comienza a afectar viviendas (DINAGUA, 2021), como el barrio el Caimán (para el cual se proyecta un realojo) y la zona histórica. Situación que puede agravarse en el actual contexto de cambio climático, ya que cada vez se observan más fenómenos meteorológicos extremos (IPCC, 2021).

Por otro lado, existe un componente más reciente que requiere comprender por qué se inundan zonas que anteriormente no eran alcanzadas por las crecidas como fue la inundación del año 2019 y la reciente inundación en 2024.

En los últimos 10 años podemos destacar eventos severos, en que se da una alternancia de inundación, sequía, inundación. La magnitud de la crecida del río Santa Lucía en junio de 2019, en que el nivel del río alcanzó 11,48m (DINAGUA, 2021) afectó a zonas de la ciudad que no suelen inundarse. Seguidamente y en contraposición, el efecto climático de La Niña y la sequía histórica que aconteció en todo el territorio uruguayo (Instituto Uruguayo de Meteorología, 2023), que afectó en 2023 la disponibilidad de agua en la cuenca, y la reserva de agua dulce de Paso Severino alcanzó mínimos históricos, lo que determinó el desabastecimiento de agua potable en Montevideo y zona metropolitana. En alternancia, la reciente inundación de marzo 2024 que alcanzó el nivel máximo de crecida del río con 12,52m (HydroVu https://www.hydrovu.com/), lo que implicó una magnitud récord de inundación y de afectados.

Las inundaciones son originadas principalmente por precipitaciones intensas, por ejemplo, en Florida, cuenca alta de un afluente importante del río Santa Lucía, el acumulado mensual de precipitaciones de marzo 2024 fue de 530mm, lo que afectó también la situación de Santa Lucia. Sin embargo, el aumento del nivel del río no se explica solo por el efecto de

las precipitaciones. Por ejemplo, en marzo de 2002 la estación pluviométrica de 25 de Agosto registró un acumulado mensual de 500mm, y si bien en Santa Lucía la altura del río alcanzó los 10,25m, fue menor a la inundación extraordinaria de junio de 2019 cuando el río llegó a 11,48m, presentando un acumulado mensual de precipitación de 170mm en 25 de Agosto (DINAGUA, 2021; INUMET, 2021). Lo que sugiere que otros factores están implicados en el comportamiento del nivel del río.

Las precipitaciones intensas suelen ser acompañadas de otros eventos climáticos como por ejemplo vientos fuertes, lo que puede alterar la velocidad del flujo de agua. Sin embargo, la consideración de varios factores que conducen a una inundación todavía no se tiene en cuenta cuando se utilizan los métodos clásicos de análisis de inundaciones (Ward et al., 2015).

También el efecto del desarrollo de infraestructuras sobre el curso fluvial debe ser analizado. Por ejemplo, se hace necesario evaluar el efecto del puente nuevo sobre ruta 11, inaugurado en 2014, el cual podría estar alterando (o no) la dinámica fluvial de forma diferencial tanto aguas arriba como aguas abajo del puente. Otras infraestructuras que deberían incluirse al análisis es el efecto de la represa de Paso Severino y el manejo de los caudales de agua asociado a su funcionamiento. A lo que se suma el efecto acumulado de otras obras sobre el curso fluvial, como puede ser la modernización de la vía férrea y del ensanchamiento de la ruta nacional que actualmente se están desarrollando.

En la reciente crecida de marzo 2024 llama la atención el comportamiento del nivel del río por el aumento abrupto en pocos días, y la caída del nivel del río también abrupta tras el evento de inundación. Este comportamiento debe estar relacionado con la respuesta del suelo a las grandes precipitaciones. En relación a esto un factor de gran relevancia, y que implica un abordaje a escala más amplia, es el cambio de uso y cobertura de suelo (CUCS). Un estudio incipiente ha evaluado una parte de la Cuenca del Río Santa Lucía, y muestra que entre 1990 y 2019 hay un proceso de intensificación agraria disminuyendo la superficie de campo natural y aumento de la superficie cultivada (Eluén et al., S/Fa).

El CUCS se relaciona directamente con la reducción de la capacidad de infiltración del suelo, la impermeabilización y/o la saturación de la napa freática. Los cultivos asociados a sistemas intensivos de siembra directa, principalmente cuando no mantienen la cubierta del suelo o no se devuelve suficiente biomasa al sistema, promueven la degradación de los horizontes superficiales del suelo, la pérdida de estructura y compactación del suelo y aumento de escorrentía. Estos CUCS impactan también en el régimen hidrológico, modificando el ciclo hidrológico, y se vincula de forma directa con impactos negativos en la capacidad de regulación del suelo (Benavides et al., 2018; Rollán & Bachmeier, 2014) y, por lo tanto, en la capacidad de respuesta del sistema ante posibles eventos de inundación. La variabilidad climática y los CUCS son dos impulsores críticos de la alteración hidrológica de las cuencas hidrográficas (Delgado et al., 2020). A esta realidad se suma en Santa Lucía la situación, de tiempo prologado de suelos con déficit hídrico que puede alterar la capacidad de regulación de los suelos y generar riesgos tanto para las poblaciones local, como a la dinámica hidrogeomorfológica y ecológica de los ríos.

Para el evento de inundación reciente, se plantea la Hipótesis de que la condición de los suelos de la cuenca con déficit hídrico, disminuye la velocidad de humectación del suelo y, por lo tanto, aumenta la escorrentía. Esta hipótesis, podría explicar también la magnitud de

la crecida y el cambio abrupto en el comportamiento de la crecida de la reciente inundación en Santa Lucía. Ya que el deterioro de los suelos sometidos a sequías intensas produce que, a pesar de las intensas precipitaciones, la velocidad de humectación se enlentezca por la compactación, falta de aeración y contenido de agua en suelo, tornando más impermeables los suelos, disminuyendo su capacidad para infiltrar agua en el perfil del suelo, y por lo tanto aumentando la escorrentía superficial.

En la construcción de soluciones a la problemática que nos ocupa, la técnica del dragado es una de las más tradicionales y comunes para la mitigación de inundaciones (Liao, Chan, & Huang, 2019). Si bien el dragado, es una técnica factible de implementar para el "acondicionamiento/limpieza" del río, y puede contribuir al control de pequeñas crecidas; éste no evita los eventos de inundación de gran magnitud. Además, un dragado sin los estudios adecuados de las dinámicas de sedimentos, puede conducir a alterar la dinámica fluvial e incrementar el riesgo para la población en momentos de crecidas (Paul & Meyer, 2001). En el caso de Santa Lucía, seguramente se requiere la acción de dragado permanente, que asegure el retiro de un volumen de arena adecuado, para mantener el cauce dentro de su nivel de crecida normal. Pero el volumen de arena capaz de extraer mediante dragado, es insignificante frente al volumen de agua que se genera en una crecida extrema. Para el caso de la reciente inundación, la sección transversal del río que ocupó la crecida fue de al menos 17 veces mayor a la sección que ocupa el cauce del río.

Cabe señalar además los potenciales efectos del dragado sobre las condiciones biofísicas y bióticas del agua. En una revisión reciente sobre este tema Yan & Lee (2023) advierten sobre posibles efectos del dragado en los valores de PH, oxígeno disuelto, potencial redox, transparencia y temperatura con sus concomitantes efectos sobre las comunidades bióticas. Considerando la importancia de este curso en la provisión de agua potable estos potenciales efectos debieran ser analizados en profundidad.

La dinámica de sedimentación, erosión y transporte de sedimentos es diferencial en cada tramo del río, por lo que se requiere un estudio específico teniendo en cuenta distintas escalas de análisis para actuar adecuadamente.

En relación a las precipitaciones, esto plantea dos escenarios. Ante eventos de lluvias intensas excepcionales, se hace necesaria la gestión de los otros factores reguladores de las inundaciones que, si bien no resuelve la inundación, seguramente tienda a minimizarla. Ante lluvias intensas frecuentes, las inundaciones se potencian por factores de mal manejo del suelo.

El actual contexto de cambio climático, eventos extremos y CUCS conduce a una peor amortiguación de la cuenca lo que amenaza la capacidad de recuperación de Santa Lucía. Es fundamente cambiar el modelo de gestión actual de los ríos para pasar a comprender el río en clave de procesos y por lo tanto considerar los diversos factores que actúan de modo concomitante en la cuenca, condicionando la dinámica de crecidas e inundaciones en Santa Lucía.

Los diversos factores y procesos mencionados, evidencia que se hace necesario contar con evaluaciones globales, multidisciplinares, y multiactorales que amplíen la escala espacial y consideren la evolución temporal de los diversos factores que condicionan (positiva

o negativamente) la dinámica del río, promoviendo para ello el análisis desde el enfoque de cuencas.

La necesidad de una mirada holística a nivel cuenca se hace evidente en el momento de entender los eventos extremos del nivel del río (crecidas y bajantes) como multicausales, donde se interrelacionan varios factores que trascienden los límites de la ciudad afectada. Un enfoque multiescalar permite identificar presiones sobre el río que se dan en otras zonas de la cuenca pero que afecta el comportamiento del río Santa Lucía a la altura de la ciudad (Eluén et al., S/Fb). Además, se hace necesario considerar en los sistemas de alerta temprana indicadores que permitan evaluar la situación de la cuenca a través del tiempo y orientadas a tomar decisiones que favorezcan la postergación del impacto acumulativo de crecidas sobre Santa Lucía. Para ello es necesario el fortalecimiento de los Sistemas de Alerta Temprana en el marco de SINAE, CECOED departamental y Comité de Emergencia Municipal. La descentralización de los planes de Gestión Integral del Riesgo que permita adecuar los planes a escala local se identifica como alternativa promisoria. Para lo cual es necesario avanzar en la generación de conocimiento basadas en el diálogo de saberes para identificar y comprender los diversos factores que condicionan la dinámica de crecidas e inundaciones. Como señala Schön (2021) es necesario repensar el uso de áreas inundables de las localidades, proyectando un desarrollo urbano sustentable, un primer paso sería evitar el uso habitacional de las planicies de inundación, como se está proyectando en el barrio más impactado por los eventos de inundación de la ciudad de Santa Lucía.

APÉNDICE D-PROPUESTA DE LOCALIZACIÓN DE REGLAS PARA LA CIUDAD DE SANTA LUCÍA

Informe realizado por Msc. Lucía Eluén*; Dr. Marcel Achkar y Dra. Feline Schön.

*Geografía-IECA,FCIEN, Udelar. leluen@fcien.edu.uy

26 de diciembre de 2024

La presente propuesta es generada por el grupo de Geografía del Instituto de Ecología y Ciencias Ambientales de la Facultad de Ciencias, Udelar, en el marco de la reunión sobre "Sistema de Altera Temprana" convocada por Centro Coordinador de Emergencia de Canelones y Comité Municipal de Santa Lucía, en Santa Lucía el 10 de diciembre del 2024.

Con el cometido de contribuir al fortalecimiento del Sistema de Altera Temprana que permita anticipar la inundación, y estar preparados ante momentos de emergencia. Se espera contribuir al sistema de monitoreo del nivel del río (reglas) para la ciudad de Santa Lucía. Este trabajo propone identificar zonas propicias para la ubicación de reglas en las zonas más afectadas por las inundaciones en la ciudad de Santa Lucía. Para ello nos preguntamos ¿Cómo se comporta la inundación en Santa Lucía? ¿Cuáles son las zonas por dónde ingresa el agua a la ciudad?

Se generó un sistema de información geográfica (SIG) con la localización y distribución del sistema de red de monitoreo visual del nivel del río (reglas). Para la construcción el SIG se tomó en cuenta las curvas de nivel obtenidos a partir del modelo digital de terreno (Hoja K27A6 y K27A5) proporcionado por Ide.uy. Se establecieron curvas de nivel cada 10 y 50 cm. También se consideró la cota máxima de inundación alcanzada en la ciudad en marzo de 2024 proporcionada por CECOED, Canelones. A partir de esta información se realizó fotointerpreración sobre la ortoimagen ide.uy del año 2017/18, con resolución espacial de 10 y 32 cm y se identificó aquellas zonas que sean más propicias para el ingreso del agua a la ciudad. La propuesta preliminar fue supervisada en campo contando con el asesoramiento de vecinos que residen en la ciudad desde hace más de 20 años, son afectados por las inundaciones y también integran colectivos sociales activos en la gestión de las inundaciones. Además, se consideraron las reglas existentes en la ciudad, a modo de que las nuevas reglas a proponer sean complementarias en su distribución con respecto a las reglas ya existentes.

Resultados

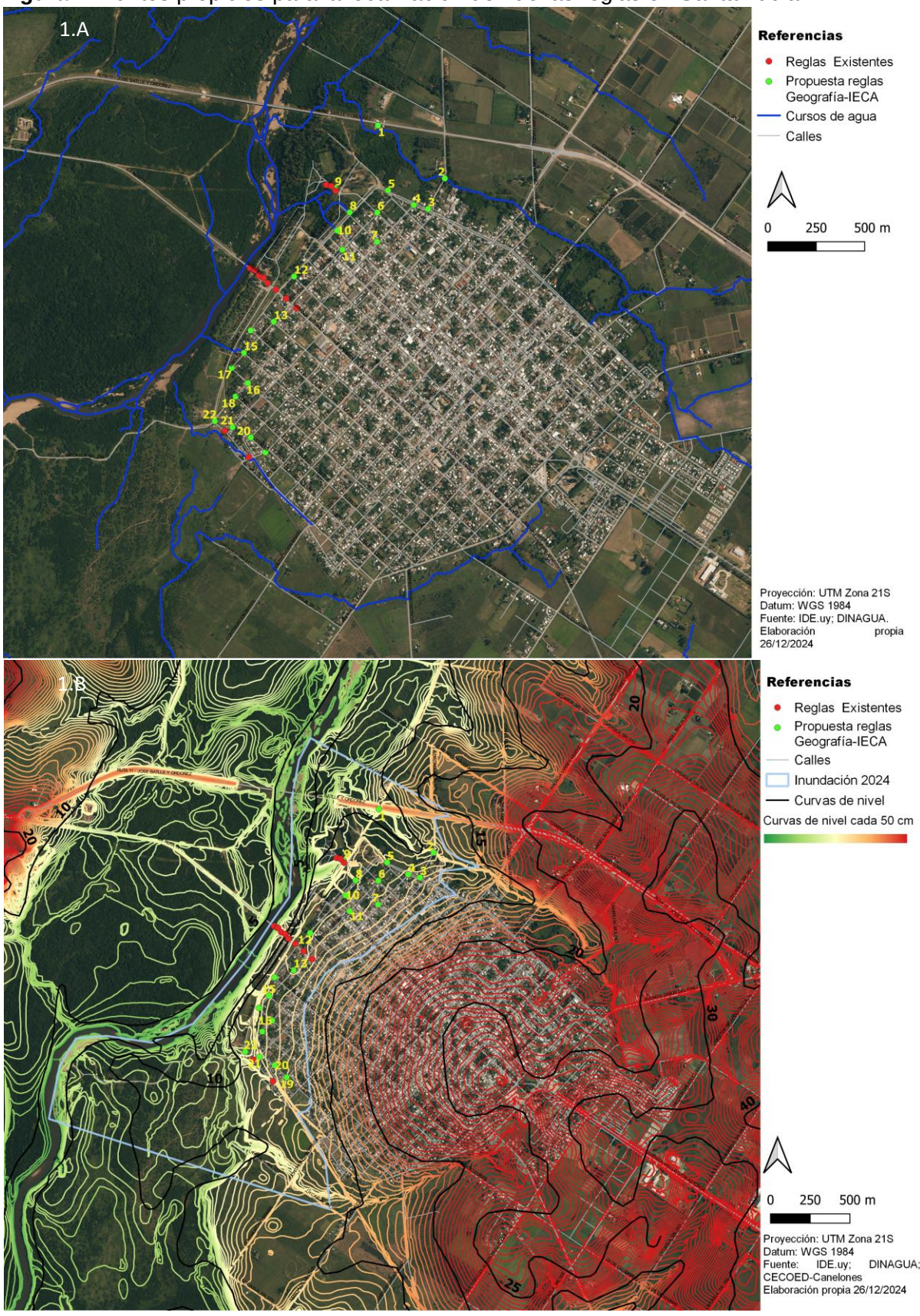
Se identificaron 22 puntos propicios para la localización de nuevas reglas (Figura 1, Tabla 1).

La ciudad de Santa Lucía se localiza sobre la planicie de inundación del río Santa Lucía que es el límite oeste de la ciudad, además, presenta dos tributarios que rodean la ciudad al Norte la Cañada de los Negros y al Sur otra cañada de atraviesa el barrio El Caimán de este a oeste, lo que lo convierte en un barrio muy vulnerable a las inundaciones. En ese sentido, se parte del supuesto de cuando las crecidas son intensas se invierte el flujo del agua, y el río pasa a aportar agua a las tierras altas desde su costa, pero también a través de los tributarios que lo alimentan, como arroyos, cañadas, canales, alcantarillas y cualquier vía natural o antrópica que por ser una zona deprimida permite la entrada de agua hacia tierras altas, en este caso, la planta urbana (Anexo 1). Cabe señalar que al norte de la ciudad hay un puente ("nuevo", construido en el año 2014) sobre ruta 11, que presenta unos extensos diques, que ante grandes inundaciones podría estar actuando de barrera al flujo de agua del río Santa Lucía.

Por un lado, sobre la costa del departamento San José, la planicie se hace más extensa, pero esta zona presenta un dique que se extiende durante más de un km, y que solo cuenta con tres aliviaderos de no más de 14m. Por lo que el agua que no alcanza a pasar por los aliviaderos, o el propio cauce del río a la altura del puente, es redireccionada hacia el margen del departamento de Canelones. Por otro lado, sobre la costa del departamento de Canelones, en esta zona el dique del puente se extiende por unos 600m aproximadamente teniendo un aliviadero a la altura de la vía del tren y un caño de desagüe. El aliviadero de la vía del tren podría estar alimentando la cañada de los Negros (en momentos de crecidas), lo que sugiere la hipótesis de que, la construcción del puente nuevo podría estar cambiando la extensión de la inundación al norte de la ciudad.

Además, en la planicie de inundación que comprende la costa de la ciudad se extiende un parque con vegetación herbácea y arbórea, pero que también cuenta con algunas infraestructuras que podrían estar condicionando la entrada del agua a la ciudad cuando las inundaciones son de gran magnitud, como son el muro del parque, la vía del tren, el puente viejo, las alcantarillas de la ciudad y pequeños cursos de agua tributarios del río Santa Lucía. Por un lado, la costa del río a la altura de la ciudad presenta un parque con un muro, que hace de barrera a las crecidas hasta esa altura (sobre los 4 y 5 metros aproximadamente). Este muro que cuentas con escaleras que también actúan como vía de desborde del río, se localiza entre las calles Rivera y Constitución. Siguiendo hacia tierras altas dentro del parque de Santa Lucía, la ciudad es atravesada de norte a sur por una antigua vía del tren que también actúa de barrera para la contención de las inundaciones (en torno a los 9 y 10m) de la primera franja de manzanas de la planta urbana. A excepción del barrio El Caimán que se localiza por debajo de la vía del tren. Continuando hacia tierras altas, y entrando en la planta urbana, la rambla de la ciudad cuenta con entradas puntuales de agua que también redireccionan el flujo hacia la ciudad, al norte son dos alcantarillados y un canal y al sur son dos alcantarillas/canales. Además, la primera franja de manzanas de la planta urbana se localiza sobre una extensa planicie, lo que implica que cuando el agua llega a esta altura, la inundación ocurre de modo repentino ya que esta zona se encuentra prácticamente a una misma cota de nivel.

Figura 1. Puntos propicios para la localización de nuevas reglas en Santa Lucía



1.A. Ubicación de reglas nuevas a colocar (puntos verdes) y reglas existentes (puntos rojos).
1.B. Cotas de nivel de la ciudad de Santa Lucía (rango de variación, en verde las cotas más

bajas y en rojo las cotas más altas); cota máxima de inundación para marzo de 2024 (línea celeste).

Se presenta el listado de la propuesta de reglas a colocar de modo secuencial (Tabla 1). Se recomienda que el orden de preferencia y orientación precisa de colocación seriada sea acordado en el marco del Comité de Emergencia Local del Municipio de Santa Lucía, en acuerdo con los vecinos afectados por las inundaciones.

Tabla 1. Propuesta de localización de 22 reglas para la ciudad de Santa Lucía. La numeración de las reglas responde a un orden de norte a sur, la numeración no indica el orden de preferencia. Los valores de nivel del río son aproximados en base a las reglas existentes. (Ver referencias y fotos en Anexo 1).

Id. Regla	Localización	Observaciones
1	Puente río Santa Lucía en R11, Aliviadero vía del tren.	Regla ubicada en el cruce de la vía del tren bajo la ruta 11 en el terraplén de acceso al puente. Se ubica aproximadamente entre 10 y 11 metros. En este punto cuando se saturan los aliviaderos del terraplén (en San José) y el cauce del río comienza a operar como aliviadero se da el ingreso de agua hacia la zona norte de la ciudad. Por lo que esta regla monitorea el crecimiento del río hacia cañada De los Negros.
2	Puente cañada De los Negros sobre calle Profesora Nilda Irazoqui.	Regla ubicada en el borde sur de la cañada sobre el camino (aproximadamente 11 metros). Indica el desborde al arroyo y el comienzo de la inundación en toda esta zona. Ubicar en las inmediaciones del puente mirando hacia calle Br. F. Capurro.
3	Bulevar Federico Capurro y Profesora Nilda Irazoqui.	Regla sobre la avenida en una zona cercana al límite de la cota de llegada de la última inundación. Ubicar en vereda norte, mirando hacia el este de la ciudad.
4	Bulevar Federico Capurro y Florencio Sánchez.	Regla sobre la avenida, de fácil acceso y que permite evaluar el comportamiento del agua cuando ingresa desde un cañadón de la cañada norte. Ubicar en verada sur, mirando hacia el este de la ciudad.
5	Bulevar Federico Capurro casi Paysandú.	Regla sobre la avenida, de fácil acceso y permite ver el avance del agua cuando el río Santa Lucía crece y desborda por la vía del tren y hacia la cañada de los Negros. Ubicar en verada norte, mirando al sur.
6	Paysandú y General Mitre.	Regla en la zona norte de la ciudad, para monitorear cuando el agua impide llegar a las reglas 5, 8 y 9.

Id. Regla	Localización	Observaciones
7	18 de Julio y Florencio Sánchez.	Regla en la zona norte de la ciudad, para monitorear cuando el agua impide llegar a las reglas 8, 10 y 11.
8	Bulevar José Batlle y Ordoñez y 18 de Julio.	Regla sobre la costanera, cuando el agua desborda desde el río y comienza a ingresar por una depresión en el terreno que parece acumular agua proveniente de un cauce o canal (simil alcantarilla)
9	Agustín Caputti y Paso del Soldado (Camino a la cancha de futbol de Wanderes).	Regla ubicada en el medio entre dos reglas existentes (que están cerca entre sí) pero no son operativas en eventos de crecida por la diferencia de altura. En este cruce se da el aporte desde un canal o cauce hacia la cuidad. Por lo tanto, hay que ubicar la regla hacia el este de la vía (en la zona baja) pero cerca de la vía para poder verla desde la vía (aproximadamente a 9 metros), ya que, entre los 9 y 10m es cuando la inundación comienza a ser crítica.
10	Alberto Perdomo Gamarra y Dr. Antonio Legnani.	Regla sobre la costanera, cuando el agua desborda desde el río y comienza a ingresar por la primera alcantarilla (desde el noreste). Sobre este cruce se encuentra una de las dos alcantarillas localizadas al norte de la ciudad, además que recibe aportes de curso o canal.
11	Paysandú y José Gervasio Artigas.	Regla que cumple la misma función que la regla 6 (con muy poca diferencia de altura) pero que permite un nuevo acceso a observar la altura del agua.
12	Bulevar José Batlle y Ordoñez y Máximo Tajes.	Regla sobre la costanera, cuando el agua desborda desde el río y comienza a ingresar por la segunda alcantarilla. Sobre este cruce se encuentra una de las dos alcantarillas localizadas al norte de la ciudad.
13	Ituzaingó y España.	Regla en la zona de la ciudad al sur de la ruta 11 (vieja), para monitorear cuando el agua impide llegar a las reglas del puente y comienza a entrar a la ciudad. Esta regla indica el frente de crecida del río, proveniente de la zona del puente viejo sobre Sarandí (ruta 11 vieja), hacia el sur de la ciudad.
14	Rubén Soca y Rocha.	Regla sobre la continuación de la costanera, cuando el agua desborda desde el río y comienza a ingresar por la primera alcantarilla al sur de la ruta 11 (vieja). Ubicar en vereda norte.
15	España y 29 de diciembre.	Regla sobre la continuación de la costanera, cuando el agua desborda desde el río y

Id. Regla	Localización	Observaciones
		comienza a ingresar por la primera alcantarilla al sur de la ruta 11 (vieja). Este cruce informa sobre la crecida de la cañada que pasa cerca de la cancha de futbol de Santa Lucía.
16	Constitución y Dr. Mateo Legnani.	Regla en la zona sur de la ciudad, cuando el agua desborda desde el río, para monitorear cuando el agua impide llegar a las reglas 15, 17 y 18.
17	Constitución y España.	Regla en la zona sur de la ciudad, cuando el agua desborda desde el río y luego desborda hacia el sur y también llega desde el sur.
18	Florida y Dr. Mateo Legnani	Regla en la zona sur de la ciudad. Para monitorear el avance de crecida, luego de que el agua alcanza la vía del tren.
19	Cerrito y José Enrique Rodó	Regla en la zona sur de la ciudad, cuando el agua está próxima a la cota máxima de inundación y no se puede acceder a la regla 20. Próximo al frente de avance de cañada.
20	Cerrito y Dr. Carlos Paganini	Regla en la zona sur de la ciudad, cuando el agua ya ingreso a la ciudad y no se puede acceder a las reglas 18, 21 y 22. Informa del avance de crecida de la cañada sur de la ciudad.
21	Investigadora Doctora Artemia Fuentes y la vía	Regla ubicada en la parte baja, al sur de la vía en el cruce con la cañada, de tal forma que se pueda observar desde la vía (que está más alta). Canal próximo a cañada sur de la ciudad.
22	Dr. Mateo Legnani y calle sin nombre (continuación Baltasar Brum)	Regla que se debe reponer ya que se había instalado y ahora falta, es importante es uno de los principales puntos de ingreso del agua desde el río en la zona sur, ingresa por la cañada del sur de la ciudad. Indica el frente de avance de la cañada del sur hacia el norte

Apéndice B-Anexo 1.

Detalle de la propuesta para la localización de reglas en las zonas más afectadas por las inundaciones en la ciudad de Santa Lucía.






ALBO J. PRIGUE
AGUSTIN CAPUTTI
PASO DEL SOLDADO
ALBERTO PERDOMO GAMARRA
BULEVAR FEDERICO CAPURRO
JUAN PEDOCHE
GENERAL MITRE
PAYSANDU
1 DE JULIO
FLORENCIO SANCHEZ
RIVERA
RAMON TRIGOYEN


AGUSTIN CAPUTTI
RIVERA
PAYSANDU
1 DE JULIO
ESPAÑA
SARANDI
ROBEN SOCA
UYCASA SN 102
ROCHA
TTE ZANGO
CHILE


17
16
18
22
21
20
19
CONSTITUCION
29 DE DICIEMBRE
FLORIDA
CERRITO
CHILE
ROCHA
ALBO J. PRIGUE
DOCTOR MATEO VIDAL
MYCASUAL SNL DIA
EVOLUCION SNL DIA

Aliviadero del puente (nuevo) en ruta 11, en el dique del departamento de San José



Aliviadero del puente (nuevo) en ruta 11, en el dique del departamento de San José



Aliviadero del puente (nuevo) en ruta 11, en el dique del departamento de Canelones ubicada en el cruce de la vía del tren bajo la ruta 11.



Cañada de los Negros al norte de la ciudad. Desembocadura sobre el río Santa Lucía



Cañada de los Negros al norte de la ciudad. Puente sobre calle Profesora Nilda Irazoqui.



Cañada de los Negros al norte de la ciudad. Puente sobre calle Profesora Nilda Irazoqui.







Reglas actuales al norte de la ciudad que necesitan una regla para mejorar su visualización desde la vía del tren.





Infraestructura en costa del río Santa Lucía, muro y escalitas que recorren la costa entre las calles Rivera y Constitución.





Regla a recolocar en zona sur de la ciudad sobre columna al este (en la izquierda de la imagen) y vista al oeste hacia el río Santa Lucía





APÉNDICE E- PROTOCOLO PARA LA LECTURA DE REGLAS DURANTE EVENTOS DE INUNDACIÓN EN SANTA LUCÍA

Febrero 2025

Informe realizado por Msc. Lucía Eluén*

*LDSGAT-IECA,FCIEN, Udelar. leluen@fcien.edu.uy

Este protocolo es una propuesta que, de acuerdo a la altura/elevación del terreno se presume el comportamiento del ingreso de agua a la ciudad. Sin embargo, cada inundación puede presentar variaciones.

El protocolo está diseñado para realizar un seguimiento ordenado del evento de inundación por un grupo de personas referentes, con una planilla base para registrar información sobre la crecida a intervalos de tiempos regulares.

Cada referente tiene a cargo un set de reglas para monitorear, en un orden preestablecido y en una zona específica.

La distribución de los referentes permite monitorear el comportamiento del evento de inundación en las principales vías de acceso de agua a la ciudad, mediante el seguimiento de 40 reglas distribuidas en zonas inundables de Santa Lucía (Figura 1). Cada una de estas zonas tiene su propia dinámica, que en conjunto cubren el evento de inundación en la planta urbana.

Para monitorear el comportamiento de la entrada de agua a la ciudad, hace falta 7 personas referentes, de modo de cubrir la extensión del evento de inundación. Se recomienda que cada referente sea asistido por una persona más, siendo necesario en total de 14 personas.

Cuando el río comienza a desbordar el cauce, de modo secuencial cada referente de zona comienza a observar la regla más cercana al curso de agua y completa la información solicitada en la planilla.

Se toma registro de la regla hasta que la crecida impide su visualización o el agua alcanza la regla siguiente o se presentan limitaciones para el acceso seguro. A partir de este momento, se pasa a observar y registrar la regla siguiente localizada en una zona más alta y en el orden establecido en el protocolo.

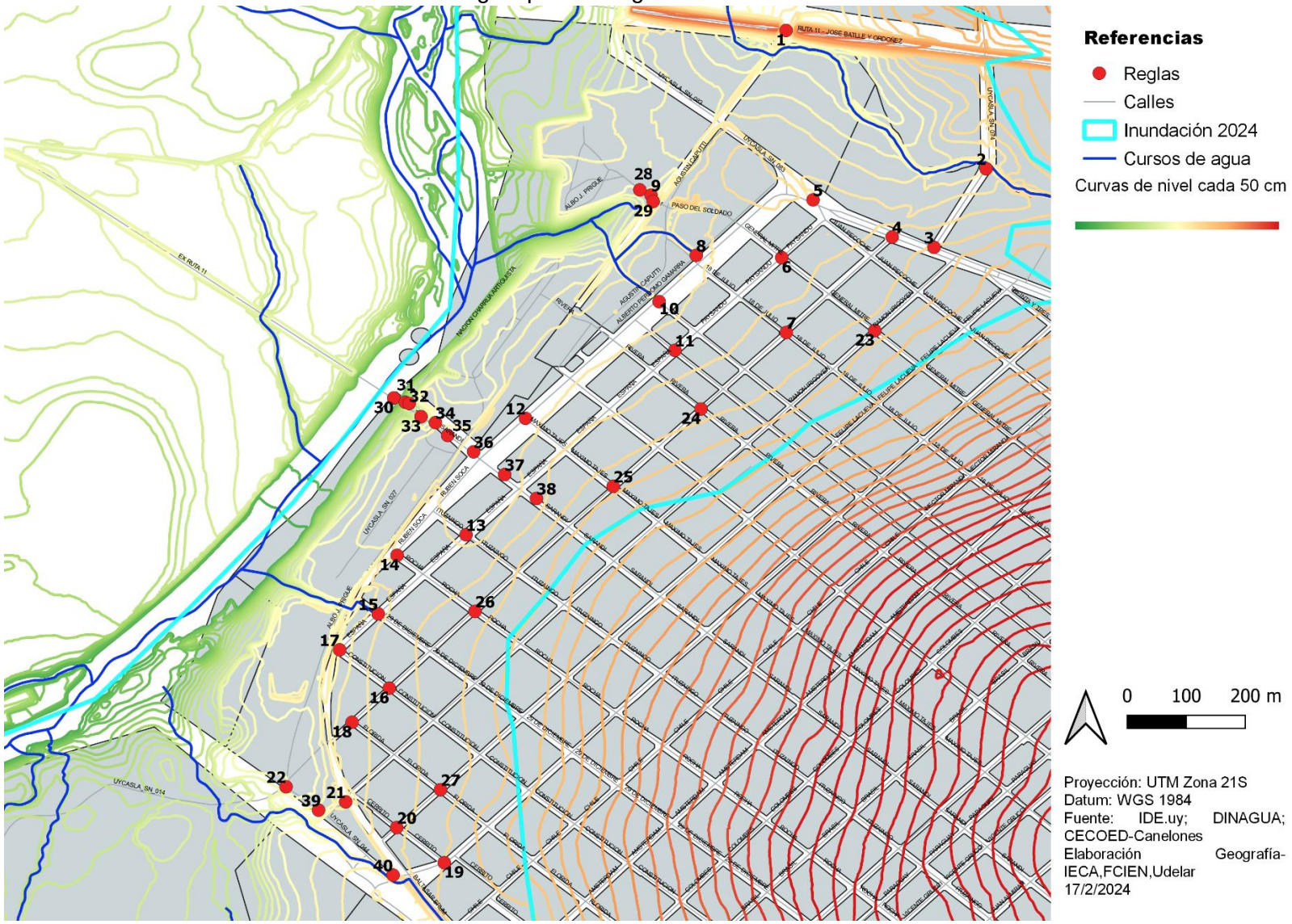
En la planilla, se registra cada 1 hora, la información solicitada (Tabla 1) sobre el evento de inundación.

Tabla 1. Modelo de planilla base para el relevamiento del comportamiento de las reglas

Número de regla	Fecha	Hora	Altura (m)

Se recomienda generar un sistema digital para el relevamiento y publicación de la información de las planillas que asegure el almacenamiento, difusión y accesibilidad de la información.

Figura 1. Distribución del sistema de red de 40 reglas para el seguimiento visual ordenado del evento de inundación en Santa Lucía



Distribución de los referentes y ordenación secuencial para la lectura de las reglas

Referente regla 30, puente viejo (ex ruta 11)

- Al comienzo del evento de inundación una persona monitorea la regla 30 localizada en el puente viejo (Calle Sarandí, ex ruta 11), y es quien da aviso a los demás referentes que deben ir a monitorear las reglas asignadas.
- Monitorea las reglas en el siguiente orden: 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36 37, 38.
- Cuando la regla 34 es alcanzada por el agua, activa el monitoreo al sur de la ciudad desde la regla 22, 17, 14 y en la regla 9 localizada al norte de la ciudad, dando aviso a los referentes de esas zonas.
- Cuando la regla 35 es alcanzada por el agua, activa el monitoreo del resto de la zona norte de la ciudad, dando aviso a los referentes de las reglas 1 y 2.

Referentes de la zona sur de la ciudad

Referente regla 22

- El monitoreo de la zona sur, comienza con una persona en la regla 22.
- Monitorea las reglas en el siguiente orden: 22, 39, 21,40, 20, 27 o 19.
- Cuando la regla 39 es alcanzada por el agua, avisa a otro referente que se dirija a la regla 17.

Referente regla 17

- Monitorea las reglas en el siguiente orden: 17, 15 o 18, 16.
- Cuando la regla 15 es alcanzada por el agua, avisa a otro referente que se dirija a la regla 14.

Referente regla 14

- Monitorea las reglas en el orden siguiente: 14 o 13, 26.

Referentes de la zona norte de la ciudad

Referente regla 9

- Monitorea las reglas en el siguiente orden: 9, 29, 8, 10, 11, 7, 24, 25.

Referente regla 1

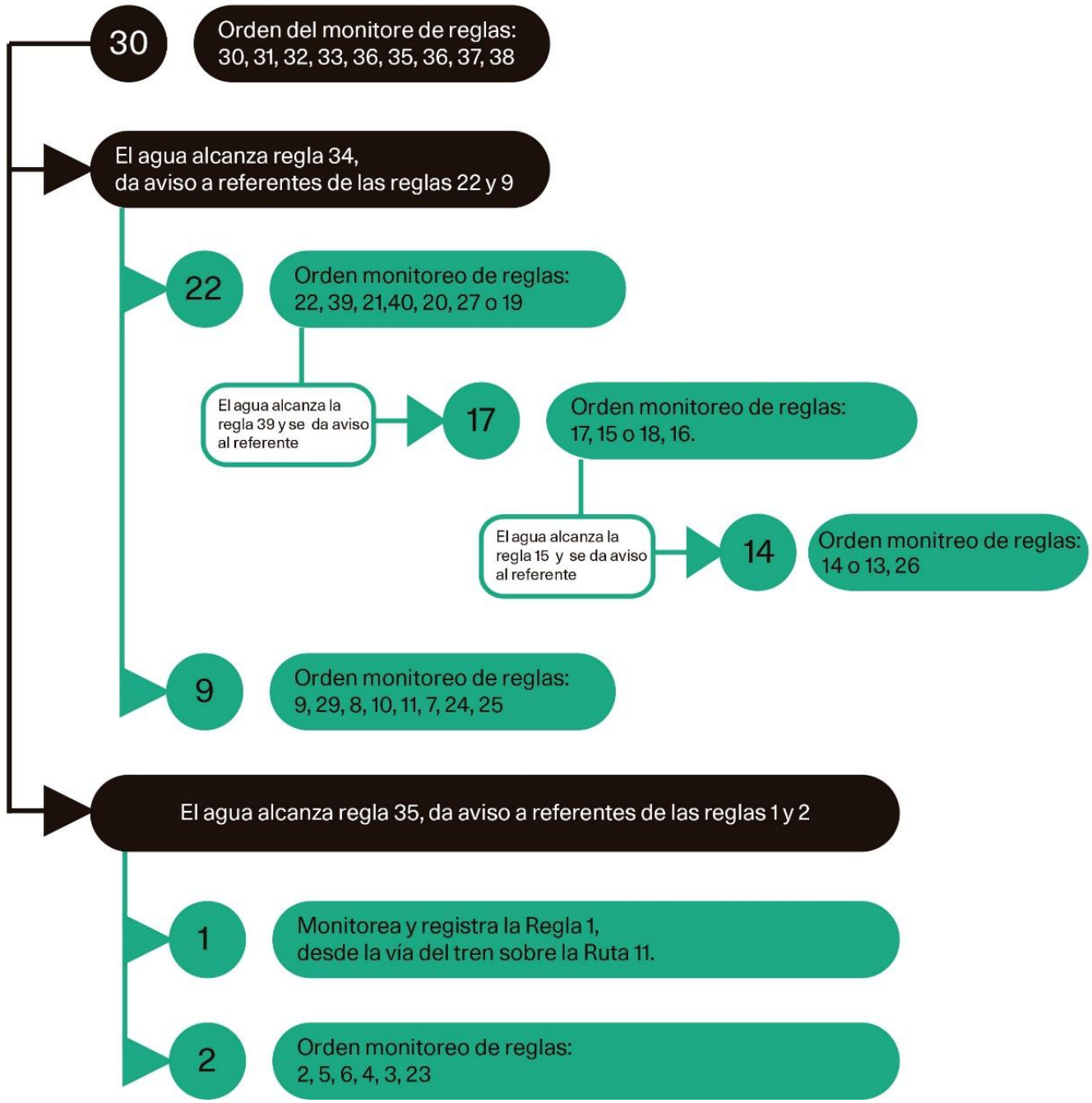
- Monitorea y registra la Regla 1, desde la vía del tren sobre la Ruta 11.

Referente regla 2.

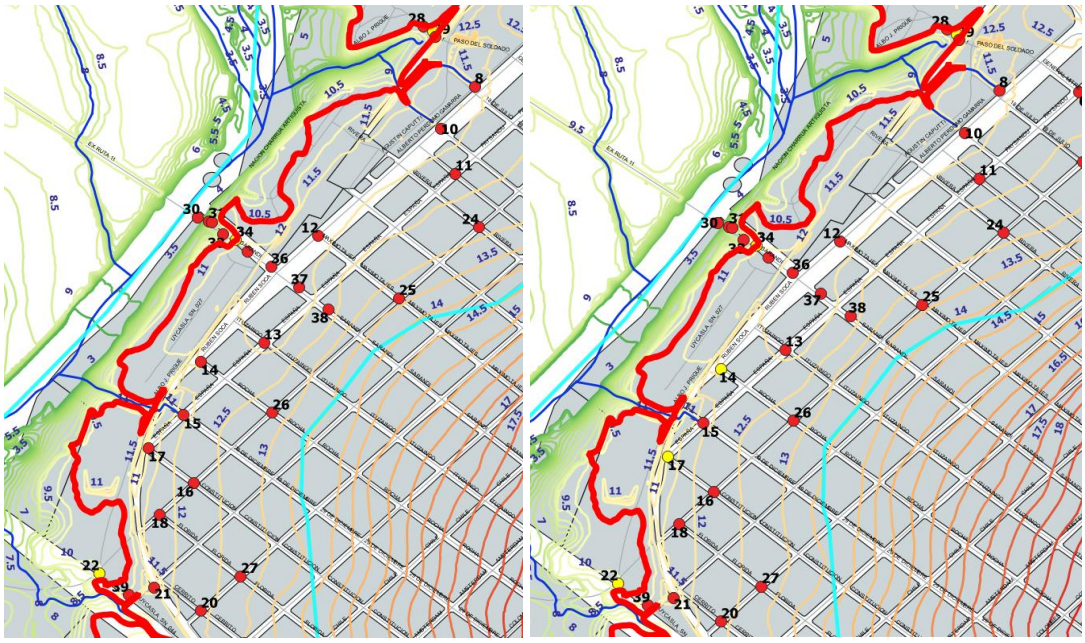
- Monitorea las reglas en el siguiente orden: 2, 5, 6, 4, 3, 23.

APÉNDICE E-ANEXO 1

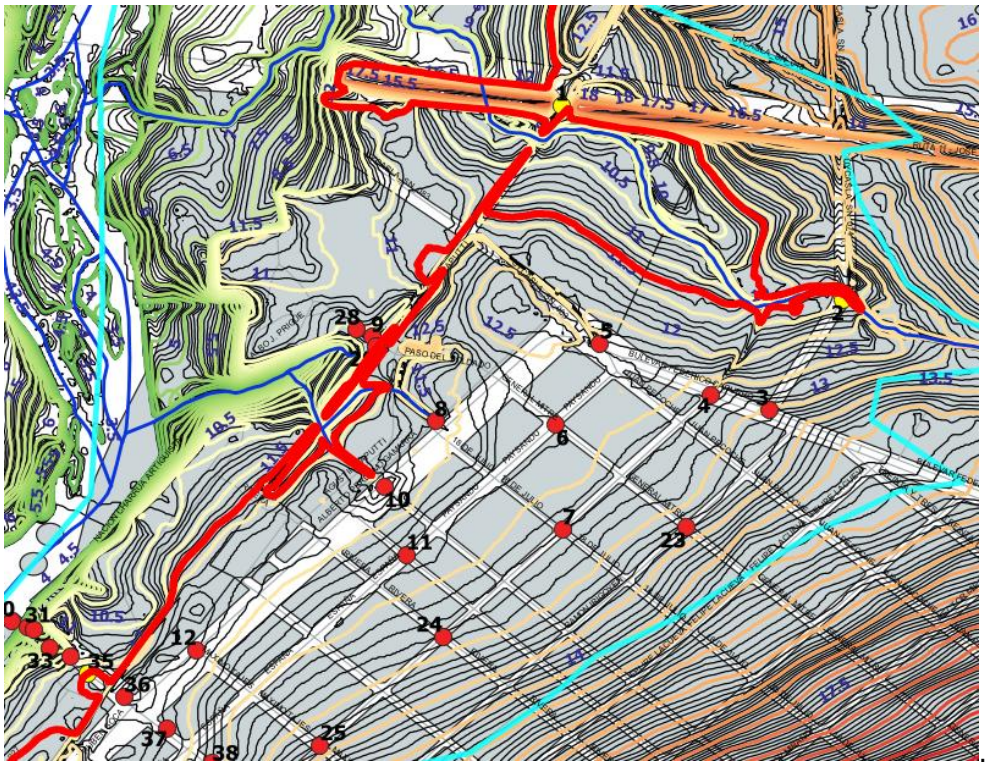
Esquema: Distribución de los referentes y ordenación secuencial para la lectura de las reglas



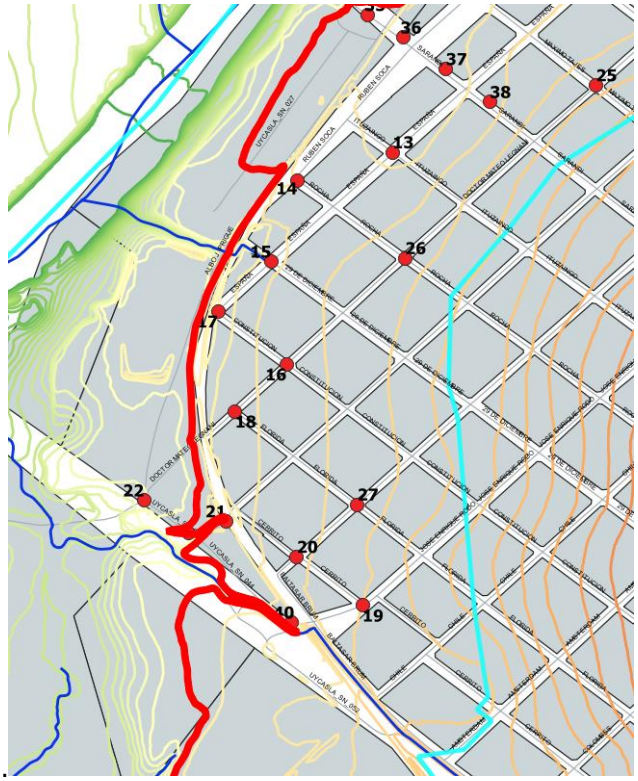
Visualización de la cota de inundación cuando el agua alcanza la regla 34 (linea roja). Se da aviso a los referentes de la regla 22 y 9 para que comiencen el monitoreo secuencial.



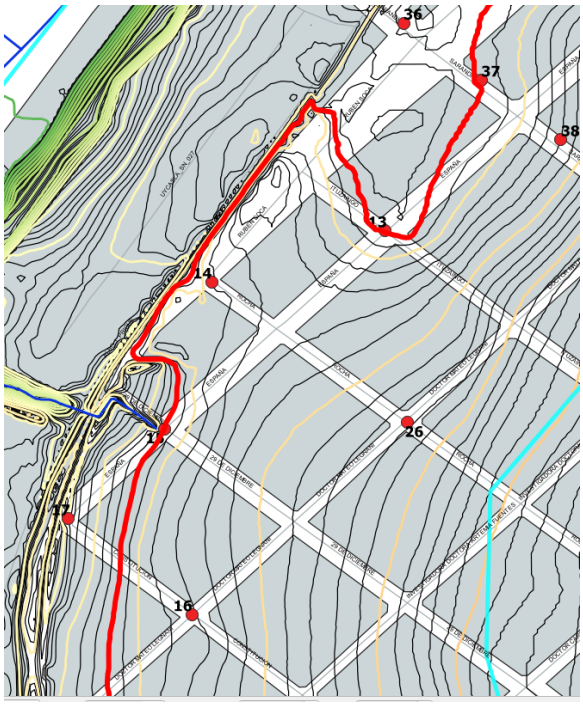
Visualización de la cota de inundación cuando el agua alcanza la regla 35 (línea roja) y se da aviso a los referentes de la regla 1 y 2. para que comiencen el monitoreo secuencial.



Visualización de la cota de inundación al sur de la ciudad cuando el agua alcanza la regla 39 (línea roja) y se da aviso a los referentes de la regla 17.



Visualización de la cota de inundación al sur de la ciudad cuando el agua alcanza la regla 15 (línea roja) y se da aviso a los referentes de la regla 14.



Visualización de la cota de inundación al norte de la ciudad cuando el agua alcanza la regla 35 (línea roja). Se da aviso a los referentes de la regla 1 y2.


RUTA 11 - JOSE BATLLE Y ORDOÑEZ
RUTA 8 KM 369
PASO DEL SOLDADO
ALBO Y PRIGUE
RUBEN ROCA
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
23
24
25
28
31
32
34
35
36
37
38

APÉNDICE F-ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN, ENSEÑANZA Y EXTENSIÓN DESARROLLADAS EN LOS ESTUDIOS DE CASO EN EL MARCO DE LA TESIS 2022-2026

INVESTIGACIÓN

Publicación de trabajos en Revistas

ELUÉN, L.; ACHKAR, M.; DOMÍNGUEZ, A. Cartografías participativas en educación ambiental y territorial: Estudio de caso en Canelones, Uruguay. **Revista Brasileira De Educação Do Campo**, v. 9, p. e18428, 2024. Disponible em_ https://periodicos.ufnt.edu.br/index.php/campo/article/view/18428

ELUÉN, L.; ACHKAR, M.; SCHÖN, F. Inundación y cambio climático: multicausalidad en la ciudad de Santa Lucía, Uruguay entre 1990-2021. **Investigaciones Geográficas,** n. 82, p. 63–84, 2024. Disponible en: https://doi.org/10.14198/INGEO.26770

ELUÉN, L.; HERGATACORZIAN, A.; SOSA, B. Visibilização da sociedade civil organizada na gestão participativa da água. **Revista Da ANPEGE**, v. 20, n. 43, 2025. Disponible en: https://doi.org/10.5418/ra2024.v20i43.19310.

Trabajos elaborados en proceso de evaluación

ELUÉN, L.; GOUDSCHAA, L.; ACHKAR, M y SCHÖN, F. (S/F) Percepción ambiental sobre las inundaciones como herramienta para la gestión territorial, Santa Lucía, Uruguay. En evaluación.

ELUÉN, L.; DÍAZ, I.; SOSA, B.; CAVICCHIOLI, G.; HERGATACORZIAN, A.; CÉLIZ, Y.; ACHKAR, M. Territorio fluvial: criterios conceptuales y operativos para la zonificación y gestión ambiental de la cuenca del Río Santa Lucía, Uruguay. En sumisión.

Publicación de trabajo completo en Anales de Congresos

ELUÉN, L.; SCHÖN, F. Percepción ambiental en la gestión integral de riesgo, inundaciones en Santa Lucía, Uruguay. En: **Libro de Actas IV Congreso Internacional de Geografía Urbana**, 2023. Disponible en: https://congresogeografiau.wixsite.com/cgeourbana

ELUÉN, L.; ACHKAR, M.; DOMÍNGUEZ, A. Educación ambiental en la gestión del territorio: estrategia participativa para la sustentabilidad de los sistemas ambientales. En: REYES, F.; CASTRO, E.; ARIAS, M. (Eds.). **Crítica, giros y alternativas frente a la emergencia planetaria educación ambiental para la sustentabilidad** en México. México: Universidad de Guadalajara, 2023. p. 460-468.

Informes técnicos

ELUÉN, L. **Detección de metales pesados en suelos superficiales de un predio con uso pasado de fábrica de fundición en la ciudad de Santa Lucía, Canelones, Uruguay**. [Informe técnico]. Santa Lucía: Municipio de Santa Lucía. 2023.

ELUÉN, L.; SCHÖN, F.; SOSA, B.; ACHKAR, M. **Aportes al diálogo para la construcción de soluciones a las inundaciones en Santa Lucía**. [Informe técnico]. Montevideo: LDSGTA-IECA, FCIEN, Udelar, 2024.

ELUÉN, L.; ACHKAR, M.; SCHÖN, F. **Propuesta de localización de reglas para la ciudad de Santa Lucía**. [Informe técnico]. Montevideo: LDSGTA-IECA, FCIEN, Udelar, 2024.

ELUÉN, L.; ACHKAR, M. **Protocolo para la lectura de reglas durante eventos de inundación en Santa Lucía**. [Informe técnico]. Montevideo: LDSGTA-IECA, FCIEN, Udelar, 2025.

ELUÉN, L.; DÍAZ, I.; SOSA, B.; CAVICCHIOLI, G.; HERGATACORZIAN, A.; CÉLIZ, Y.; ACHKAR, M. **Delimitación del Territorio fluvial de la Cuenca del Río Santa Lucía en el departamento de Canelones, para el tramo del río Santa Lucía entre San Ramón y Aguas Corrientes** [Informe técnico]. Montevideo: Laboratorio de Desarrollo Sustentable y Gestión Ambiental del Territorio - IECA de la Facultad de Ciencias, 2025.

Proyecto financiado por Comisión Sectorial de Investigación Científica (CSIC)

ELUÉN, L.; ACHKAR, M, (Coord.) Territorio fluvial, pautas para un plan de acción de la Cuenca del río Santa Lucía en el departamento de Canelones. CSIC: Programa de Investigación e Innovación para la Inclusión Social, 2025 (2026-2029)

Presentaciones de trabajos en congresos académicos y divulgación

ELUÉN, L.; ACHKAR, M.; DOMÍNGUEZ, A. Educación ambiental en la gestión del territorio: estrategia participativa para la sustentabilidad de los sistemas ambientales. In: **CONGRESO NACIONAL DE EDUCACIÓN AMBIENTAL PARA LA SUSTENTABILIDAD**, 3., 2022, Guadalajara. Anais... Guadalajara: Academia Nacional de Educación Ambiental; Universidad de Guadalajara, 2022.

SCHÖN, F.; **ELUÉN, L.**; Percepción ambiental en la Gestión Integral de Riesgo, inundaciones en Santa Lucía, Uruguay. In: **JORNADAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LUJÁN,** 2023, Luján. Anais... Luján: Universidad Nacional de Luján, 2023. Mesa Temática: Nº 7 Gestión de riesgos e impactos ambientales.

ELUÉN, L. Multiescalaridad y participación en sistemas ambientales. In: **CONGRESO IBEROAMERICANO DE EDUCACIÓN AMBIENTAL**, 8., 2024, Cali. Anais... Cali: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2024. Eje: 3-Sustentabilidad; Tema 2. La EA y sus aportes a la Justicia Ambiental, Literal g, La EA y la Gobernanza Ambiental.

HERGATACORZIAN, A.; **ELUÉN, L**. Mapeo participativo y construcción colectiva de conocimiento para la gestión del Territorio Fluvial. In: **JORNADAS DE JÓVENES INVESTIGADORES**, 2025, Tucumán. Anais... Tucumán: AUGM, 2025.

HERGATACORZIAN, A.; **ELUÉN, L.;** SOSA, B. Generación de espacios de diálogo para promover la participación en la gestión ambiental del agua. In: **ENCUENTRO LATINOAMERICANO TERRITORIOS COMO DIÁLOGOS DE SABERES**, 2024, Maldonado. Anais... Maldonado: CLACSO; CURE, 2024. Eje temático: Participación popular, comunitaria y ciudadana.

ELUÉN, L. Multiescalaridad y participación en sistemas ambientales: estudio de caso en educación ambiental. In: **JORNADAS ACADÉMICAS DE GEOGRAFÍA, 4.,** 2025, Salto. Anais... Salto: Departamentos de Geografía CFE-ANEP, 2025. Tema: Reconfigurar saberes geográficos en el mundo contemporáneo, perspectivas ambientales y didácticas.

ELUÉN, L.; SCHÖN, F. Eventos extremos y Gestión Integral del Riesgo en Santa Lucía, Uruguay. In: E**NCUENTRO DE GEOGRAFÍAS DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE,** 20., 2025, Ciudad de México. Anais... Ciudad de México: Universidad Autónoma de México-UNAM; EGALC, 2025. Sesión 69: Riesgos socioambientales, agua y gobernanza territorial.

ELUÉN, L.; CAVICCHIOLI, G.; SOSA, B. Uso de recursos digitales desde el pensamiento ambiental: sequía, gestión y falta de acceso al agua potable. In: **ENCUENTRO DE GEOGRAFÍAS DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE**, 20., 2025, Ciudad de México. Anais... Ciudad de México: Universidad Autónoma de México-UNAM; EGALC, 2025. Sesión 42: Divulgación y difusión de la ciencia geográfica.

ENSEÑANZA

Dictado de cursos, talleres

ELUÉN, L.; CAVICCHIOLI, G.; SOSA, B. **Análisis territorial de la crisis hídrica mediante tecnologías de la información geográfica**. Montevideo: **Plan Ceibal**, Escuela de Verano Ceibal, fev. 2024. Taller.

ELUÉN, L.; SOSA, B.; CAVICCHIOLI, G. **Explorando la cuenca hidrográfica en el aula: uso de recursos digitales desde el pensamiento ambiental**. Mercedes: **Taller Feria STEAM: Plan Ceibal,** out. 2024..

ELUÉN, L.; DA FONSECA, A.; HERGATACORZIAN, A.; PLAT, F.; CAVICCHIOLI, G. **Herramientas para el mapeo de cuencas hidrográficas**. Montevideo: **Plan Ceibal,** Campus del Sur, fev. 2026. Taller.

ACHKAR, M.; SOSA, B.; **ELUÉN, L.** (resp.); HERGATACORZIAN, A.; CAVICCHIOLI, G.; PESCE, F.; DÍAZ, I.; FERNÁNDEZ, G.; ZABALETA, B.; FERNÁNDEZ, C.; SUM, T. **El río no es solo el agua: cuenca y gestión en el contexto del cambio global**. Santa Lucía: **Educación Permanente.** Grupo académico Geografía-IECA, FCien, Udelar; Colectivo Asamblea por el Agua del Río Santa Lucía, 2024.

DOMÍNGUEZ, A.; **ELUÉN, L.** (resp.); ACHKAR, M.; PESCE, F.; VARELA, G.; BRUSCHI, R.; CUTINELLA, C.; SUM, T. **Educación ambiental e investigación científica,**

un binomio para las ciencias ambientales. Montevideo: **Educación Permanente**, FCIEN, Udelar, 2024. Curso de Educación Permanente, 4 créditos. Docente invitada: Msc. Vannesa Oliveira (UFSM-Brasil).

EXTENSIÓN

Actividades de divulgación: Presentaciones orales

ELUÉN, L.; SOSA, B. **Contribuciones a la calidad ambiental de Santa Lucía: construyendo estrategias de Educación Ambiental desde la Facultad de Ciencias**. Santa Lucía: Centro Cultural Enrique Rodó, 10 dez. 2022. Charla presentada en el Aniversario de la Ciudad de Santa Lucía, organizada por el Municipio de Santa Lucía y Geografía-IECA.

ELUÉN, L.; SOSA, B. **Contribuciones a la calidad ambiental de Santa Lucía: construyendo estrategias de Educación Ambiental desde la Facultad de Ciencias**. Santa Lucía: Centro Cultural Enrique Rodó, 10 dez. 2022. Charla presentada en el Aniversario de la Ciudad de Santa Lucía, organizada por el Municipio de Santa Lucía y el LDSGAT.

MESA DE DIÁLOGO: A 10 años de la Comisión de Cuenca del río Santa Lucía: análisis sobre su funcionamiento y perspectivas a futuro. **Mesa de diálogo con miembros de la CCRSL**. Santa Lucía: LDSGAT; Asamblea por el Agua; Curso de Educación Permanente, FCIEN, Udelar, 2024.

PLAT, F.; DA FONSECA, A.; **ELUÉN, L. Ciencias Ambientales en la formación de las Licenciaturas en Geografía y Recursos Naturales de la FCien, Udelar**. Santa Lucía: Liceo N° 1 Santa Lucía, 24 out. 2024. Charla presentada en el Taller de orientación vocacional del área de ciencias ambientales.

ELUÉN, L. La gestión del agua en Uruguay: conferencia: la gestión de la cuenca del Río Santa Lucía. Montevideo: Cursos de Verano: Ciencias Geográficas IPA 2025, fev. 2025. Conferencia.

ELUÉN, L. **Aportes de la geografía para el conocimiento del territorio**. Canelones: Liceo 1 Tomás Berreta, maio 2025. Charla de divulgación científica y orientación vocacional.

ELUÉN, L. Contaminación de suelos en predio de Santa Lucía. Entrevistador: Cris Richieri. Santa Lucía: Radio Ideal 90.1 FM, 18 dez. 2025. Entrevista radial.

ELUÉN, L. **Debate especial enfocado en el proyecto de la Represa de Casupá y la situación ambiental de la Cuenca del Río Santa Lucía**. Entrevistador: Leonardo Mollo. Santa Lucía: Radio Ideal 90.1 FM, Programa "Sin Filtros", 28 out. 2025. Entrevista radial.

ELUÉN, L. **En defensa del agua y la vida, una lucha entre todos: perspectiva de la cuenca del río Santa Lucía y proyecciones de cara a futuros déficit hídrico**. Montevideo: Columna Cerro Teja-1º de Mayo; Colectivos sociales: La Cumparsita y El Ateneo, abr. 2026. Charla.

ELUÉN, L. La gestión del agua en Uruguay: conferencia: gestión ambiental de la cuenca del Río Santa Lucía. Montevideo: Cursos de Verano: Ciencias Geográficas IPA 2025, fev. 2026. Conferencia.

Actividades de divulgación: Generación de recursos didácticos, Gestión Ambiental de Cuencas Hidrográficas

CAVICCHIOLI, G.; ELUÉN, L. **Evolución temporal del espejo de agua de la reserva de Paso Severino (2022-2023): aplicación interactiva en Google Earth Engine sobre la crisis y emergencia hídrica**. Montevideo: Facultad de Ciencias, Udelar, 2023. Aplicación interactiva. Disponible en: **https://cartografiacavicchioli.users.earthengine.app/view/situacin-en-la-represa-de-paso-severino**

LDSGAT. **Intervención mapeo participativo: El río no es solo el agua**. In: FESTIVAL FIESTA ESPIKA, 19., nov. 2022, Santa Lucía. Organizado por la Asamblea por el Agua del Río Santa Lucía, Colectivo Espika de Santa Lucía y Geografía-IECA, FCien, Udelar.

LDSGAT. **Intervención participativa "El río no es solo el agua"**. In: MARCHA POR EL DÍA DEL AMBIENTE, 5 jun. 2023, Santa Lucía. Actividad en articulación con servicios de la Facultad de Ciencias, Proyectos EFIs y la OSC Asamblea por el Agua.

LDSGAT. **Visualizador interactivo del Territorio Fluvial: mapa interactivo en Google MyMaps**. Montevideo: LDSGAT, FCien, Udelar, 2025. Disponible en: https://www.google.com/maps/d/u/0/edit?mid=1dbhlW7CwNgXsc02jNKfXWyM3018ucOM&hl=es&ll=-34.31587672577396%2C-56.274583471079566&z=11

LDSGAT. **Maqueta de la Cuenca del Río Santa Lucía. Impresión 3D**Montevideo: LDSGAT, FCien, Udelar, 2024.

LDSGAT. Recursos gráficos visuales, **trípticos sobre cuencas hidrográficas**. LDSGAT, FCien, Udelar, 2022-2026.

Actividades de divulgación: Stand Gestión Ambiental de Cuencas Hidrográficas

LDSGAT. **Arte, ritual y comunidad**. In: FIESTA ESPIKA, 19., 11 nov. 2022, Santa Lucía. Participación y registro sonoro.

LDSGAT. **20 años de encuentros y escuchas en el territorio**. In: FIESTA ESPIKA, 20., 12 nov. 2023, Santa Lucía. Participación y registro sonoro.

LDSGAT. **Latitud Ciencias 2023 y 2025**. Montevideo: Intendencia de Montevideo; Facultad de Ciencias, Udelar, set. 2023; 2025. Exposición y divulgación científica.

LDSGAT. **Expo Prado 2023**. Montevideo: Rural del Prado; Facultad de Ciencias, Udelar, set. 2023. Stand de divulgación académica.

LDSGAT. **¿Cómo habitamos los territorios?** In: FIESTA ESPIKA, 21., 9-11 nov. 2024, Santa Lucía. Participación en conjunto con la Asamblea por el Agua del Río Santa Lucía.

LDSGAT. **Feria Ciencias con Idea**. Montevideo: Ecoparque Idea Vilariño; Unidad de Extensión, Facultad de Ciencias, Udelar, 29 nov. 2024.

LDSGAT. **Jornadas de Puertas Abiertas (JPA) 2024**. Montevideo: Facultad de Ciencias, Udelar, 4-5 set. 2024. Exposición y divulgación académica.

LDSGAT. **Feria de ciencias en el Centro Cultural Oeste**. Montevideo: Facultad de Ciencias, Udelar, 28 maio 2025. Participación como expositora.

LDSGAT. **Sentido comunitario: gestión de cuencas hidrográficas**. In: FIESTA ESPIKA, 22., nov. 2025, Santa Lucía. Stand del Laboratorio de Desarrollo Sustentable y Gestión Ambiental del Territorio (LDSGAT), FCien, Udelar.

LDSGAT. **Tocó Venir 2025 y 2026**. Montevideo: Universidad de la República (Udelar), 2025-2026. Actividad de bienvenida y orientación para nuevos estudiantes.

GESTIÓN ACADÉMICA

ANEP-UDELAR. **Comité Académico de Maestría y Especialización en Educación Ambiental**: delegada suplente por FCIEN. Montevideo, mar. 2026-actualidad.

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA. Facultad de Ciencias. **Comisión de Cuenca del Río Santa Lucía**: delegada suplente. Montevideo, 2025-actualidad.

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA. Facultad de Ciencias. **Comisión Asesora Específica (CAE) SNAP del Área Natural Protegida "Humedales de Santa Lucía"**: delegada suplente. Montevideo, 2024-actualidad.

ANEXO 1-COMPROMISO CON EL AGUA. INTENDENCIA DE CANELONES

Gobierno de Canelones

COMPROMISO CON EL AGUA

Canelones reafirma un camino de trabajo en conjunto con la academia

LAS CRISIS DEL FUTURO LAS PREVENIMOS HOY

EL AGUA FOMENTA LA PROSPERIDAD, AL SATISFACER LAS NECESIDADES HUMANAS

BÁSICAS, PROMOVER LA SALUD, LOS MEDIOS DE VIDA Y EL DESARROLLO ECONÓMICO,

GARANTIZANDO, ADEMÁS, LA SEGURIDAD

ALIMENTARIA Y ENERGÉTICA Y PROTEGIENDO LA INTEGRIDAD DEL MEDIO AMBIENTE.

INFORME DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL DESARROLLO DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN EL MUNDO 2024

En un contexto de Crisis Global caracterizada por problemas climáticos, de pérdida de biodiversidad y de problemas de contaminación que afectan notoriamente la naturaleza, el Informe de Naciones Unidas, publicado a comienzos de este año, marca con claridad la importancia de que a nivel global, regional y local pongamos el agua en el centro de nuestras definiciones.

Canelones ante los desafíos globales

Hasta el 2008, la carencia de conocimiento sobre la calidad de agua en vastos sectores de Canelones hacía imposible realizar diagnósticos mínimos, evaluar riesgos ambientales prever el surgimiento de nuevas problemáticas o confrontar alternativas de ordenamiento territorial sobre la luz de las implicancias sociales y ecosistémicas a corto, mediano y largo plazo.

Dado que en el marco de las competencias definidas por Ley Orgánica Municipal son competencias municipales "la vigilancia y demás medidas necesarias para evitar la contaminación de las aguas" (Art. 35, Ley nº 9.515 del 28/10/1935), se delineó el Plan Estratégico Departamental de Calidad de Agua (PEDCA) en el que se definieron cuatro ejes que permitieron mejorar y actualizar periódicamente el conocimiento como base fundamental para la toma de decisiones.

Ya en el año 2023, en plena crisis hídrica, el Intendente de Canelones convoca el Gabinete por el Agua, con el objetivo de aportar a la construcción de estrategias escalables que permitan atender la emergencia hídrica y al mismo tiempo abordar los desafíos a mediano y largo plazo en el departamento. Contó con la participación de técnicos provenientes de variadas esferas como la Facultad de Ciencias y el Centro Universitario Regional Este (CURE) de la Universidad de la República, la Organización de las Naciones Unidas, la Organización Panamericana de la Salud y el Banco Mundial.

De esa actividad surgieron los siguientes 5 ejes de trabajo acompañados de un total de 12 acciones o medidas:

- Transformar la Crisis en oportunidades, planificar para el futuro
- Asegurar la toma de decisiones basada en evidencias
- Impulsar la mayor articulación interinstitucional y programas de control
- Involucrar a la ciudadanía en nuevos paradigmas de consumo sustentable del agua.
- Dimensionar el desafío de la gestión del agua no solamente en clave técnico científico sino también y fundamentalmente social y por tanto político.

En este marco de trabajo, el próximo miércoles 13 de noviembre, a partir de las 11hs, en la sala Beto Satragni del Teatro Politeama de Canelones, el Gobierno Departamental presenta acuerdos de trabajo fundamentales con cuatro equipos de la Universidad de la República y del Instituto Pasteur, con énfasis en Aguas Subterráneas, Cuencas de Laguna del Cisne y del Río Santa Lucía.

III. Acciones para el ordenamiento ambiental del territorio de la cuenca del Río Santa Lucía

Marcel Achkar, Lucia Eluen, Beatriz Sosa. Instituto de Ecología y Ciencias Ambientales, Facultad de Ciencias - Udelar

El acuerdo de trabajo busca contribuir a mejorar:

1. **El estado de los suelos** es un factor principal en la infiltración de agua de precipitaciones, por lo tanto, se trabajará en la elaboración de una carta del estado actual de los suelos, a nivel de detalle 1:20.000, del departamento de Canelones en el tramo que comprende a la Cuenca del río Santa Lucía.
Para ello se recurrirá a análisis de teledetección, propiedades físico-químicas del suelo y supervisión en campo.
2. **Extracción de Arena**, con la finalidad de identificar zonas relevantes para la extracción de arena y que tiendan a minimizar los impactos ambientales negativos sobre la ribera del río Santa Lucía, se trabajará en la evaluación de la dinámica de deposición de áridos para el río Santa Lucía, en el tramo que comprende el departamento de Canelones. Se establecerán criterios para determinar zonas prioritarias de extracción, a partir de teledetección, relevamiento en campo y en base a variables que describan:
3. **Áreas prioritarias para la infiltración**, Áreas de retención, los espacios verdes y zonas de humedales cumplen funciones hidrológicas que permiten reducir las inundaciones, por lo que son clave en la dinámica del desarrollo territorial, tendiente a la integración de la naturaleza en las plantas urbanas
y usos sustentables en el espacio rural. Se propone: Elaboración de una carta de áreas prioritarias para la infiltración, a nivel de detalle 1:20.000, del departamento de Canelones en el tramo que comprende la Cuenca del río Santa Lucía.
4. **Sistema de Alerta Temprana de las inundaciones**, la Gestión Integral del Riesgo requiere de un Sistema de Altera Temprana que permita anticipar la inundación. Contar con registros adecuados y completos del comportamiento del nivel del río y las precipitaciones son requisitos imprescindibles para comprender el comportamiento de las crecidas; y la base para poder establecer relaciones otros factores concomitantes que inciden en las inundaciones. Se propone: Contribuir con el proceso de fortalecimiento de la red de monitoreo del nivel del río y precipitaciones en tiempo real, para la Gestión Integral del Riesgo de inundaciones del departamento de Canelones en el tramo que comprende la Cuenca del río
Santa Lucía.
5. **Plan de de manejo El Rincón de Santa Lucía,** establecer con la sociedad civil organizada (colectivos y usuarios de los bienes de la naturaleza) zonas de gestión y líneas de acción prioritarias, a partir de la zonificación de vulnerabilidad ambiental existente para el área. Identificación de necesidad y mecanismos de incentivos para las líneas de acción jerarquizadas. Generación del plan de manejo participativo (usuarios, Organización de la Sociedad Civil, Intendencia de Canelones, Municipio de Santa Lucía y academia).
6. **Zona buffer de ancho variable,** las zonas buffer refieren a una delimitación concreta de las zonas riparias definidas con el objetivo de limitar los efectos negativos de las actividades antrópicas sobre los ecosistemas acuáticos, de restaurar sus funciones ecológicas o ambos. Sin embargo, en términos metodológicos, la delimitación de

zonas buffer con enfoques integrales son todavía incipientes. Se propone la delimitación de Zonas Buffer de Ancho Variable (ZBAV) en los sistemas ribereños del tramo medio del río Santa Lucía, que abarca aproximadamente 82 kilómetros desde San Ramón hasta Aguas Corrientes, como plan piloto que contribuya a la gestión de la Medida 8 establecida para la cuenca del río Santa Lucía.