

ISSN 2796-8898

**ACADEMIA  
NACIONAL  
DE  
GEOGRAFÍA**

**ANALES**

**AÑO 2021**



42

---

2022

**BUENOS AIRES**

**ACADEMIA  
NACIONAL  
DE  
GEOGRAFÍA**

EDITOR

Héctor Oscar José Pena

COMPAGINACIÓN

Ángel Ricardo Cabaña Kiffel

Mariángeles Barrea

ISSN 2796-8898

(C) ACADEMIA NACIONAL DE GEOGRAFÍA – 2021

Avda. Cabildo 381, 7° piso - C1426AAD - Buenos Aires - República Argentina

Teléfono y fax: 054-011-4771 3043 - E-mail: [secretaria@an-geografia.org.ar](mailto:secretaria@an-geografia.org.ar)

Portal de la Academia: [www.an-geografia.org.ar](http://www.an-geografia.org.ar)

Las opiniones vertidas en esta publicación son de exclusiva responsabilidad de los autores.

## ACADEMIA NACIONAL DE GEOGRAFÍA

Fundada el 5 de octubre de 1956. Se incorporó al régimen de las academias nacionales por Decreto N° 8679, del 3 de octubre de 1963.

### CONSEJO DIRECTIVO

2019 - 2021

**Presidente**

Profesor Héctor Oscar José Pena



**Vicepresidente 1ª**

Profesora Doctora Natalia Marlenko



**Vicepresidenta 2ª**

Embajador Doctora Susana Myrta Ruiz Cerutti



**Secretario**

Ingeniero Geógrafo Horacio Esteban Ávila



**Prosecretario**

Doctor Ingeniero Ezequiel Pallejá



**Secretaria de Actas**

Doctora Susana Isabel Curto



**Tesorera**

Doctora Analía Silvia Conte



**Protesorera**

Profesora Doctora Blanca Argentina Fritschy



## ACADÉMICOS PRESIDENTES



- Dr. Guillermo Furlong Cardiff S. J. (1956-1964).  
Fue acreditado como presidente honorario. (1964).



- Ing. Lorenzo Dagnino Pastore (1965-1984).  
Fue acreditado como presidente honorario. (1985).



- Grl. Brig. (R.) Ing. Geógrafo Roberto José María Arredondo (1985-2002).  
Fue acreditado como presidente honorario. (2003).



- Prof. Efi Emilia Ossoinak de Sarrailh (2003-2006).



- Prof. Antonio Cornejo (2007 hasta su fallecimiento 26-I-2020).

*Desde el 4 de febrero de 2020 cumple tan importantes funciones, el Prof. Héctor Oscar José Pena.*

# MAPA BICONTINENTAL DE LA REPÚBLICA ARGENTINA



Mapa oficial de la República Argentina, establecido por Ley N° 26.651  
Es una representación bicontinental del territorio de nuestro país, con la Antártida Argentina en su verdadera posición geográfica y a igual escala que la parte continental e insular americana.

## ACADÉMICOS TITULARES

	Incorporación
Embajador Licenciado Vicente Guillermo Arnaud	11-11-1997
Ingeniero Geógrafo Horacio Esteban Ávila	28-08-1998
Magister en Meteorología Carlos Eduardo Ereño	08-09-1998
Doctor en Geografía Jorge Amancio Pickenhayn	28-04-2000
Doctor en Geografía Roberto Bustos Cara	06-06-2000
Doctora en Geografía Josefina Ostuni	22-09-2000
Doctora en Geografía Susana Isabel Curto	21-06-2002
Ingeniero Geodesta Geofísico Pedro Skvarca	08-11-2002
Profesor en Geografía Héctor Oscar José Pena	21-04-2006
Doctor Ingeniero Ezequiel Pallejá	24-06-2009
Doctor en Geología Jorge Osvaldo Codignotto	15-07-2009
Doctora en Geografía Analía Silvia Conte	18-08-2009
Profesora Doctora en Geografía Natalia Marlenko	27-04-2011
Doctor en Meteorología Mario Néstor Núñez	03-06-2011
Embajador Doctora Susana Myrta Ruiz Cerutti	25-04-2012
Profesor Doctor Pablo Gabriel Varela	30-04-2014
Profesora Doctora Blanca Argentina Fritschy	27-05-2014
Ingeniero Arístides Bryan Domínguez Dufresche	09-09-2015
Ingeniero en Hidráulica Adolfo Guitelman	07-10-2015
Doctor en Salud Publica Roberto Chuit	21-10-2015
Ingeniero Agrónomo Doctora Renée Hersilia Fortunato	11-11-2015
Ingeniero Agrónomo Doctor (HC) Roberto Raúl Casas	24-06-2016
Doctora en Ciencias Biológicas M. Beatriz Aguirre Urreta	15-05-2018
Ingeniera Electromecánica Alicia Avelina M. Sedeño	30-05-2018

## SITIALES ASIGNADOS A LOS ACADÉMICOS TITULARES

*A los miembros titulares de la Academia Nacional de Geografía se les asigna un sillón o sitial que lleva el nombre de una personalidad del pasado, vinculada con el quehacer de la Academia, en homenaje perpetuo a su memoria.*

*Se citan a continuación los sitaliales y los académicos titulares que los ocuparon sucesivamente.*

SITIALES	ACADÉMICOS
<b>1. FRANCISCO P. MORENO</b>	Martiniano Leguizamón Luís María Miró
<b>2. GUILLERMO FURLONG CARDIFF</b>	Lorenzo Dagnino Pastore Juan Alberto Roccatagliata Pablo Gabriel Varela
<b>3. FEDERICO A. DAUS</b>	Daniel Valencio Patricio Randle
<b>4. JOAQUÍN FRENGÜELLI</b>	Selva Santillán de Andrés Héctor Oscar José Pena
<b>5. FLORENTINO AMEGHINO</b>	Armando Vivante Jorge Amancio Pickenhayn
<b>6. GERMAN BURMEISTER</b>	José M. Gallardo José A. J. Hoffmann
<b>7. MARTÍN DE MOUSSY</b>	Roberto Levillier Rubén Manzi Blanca Argentina Fritschy
<b>8. MANUEL JOSÉ OLASCOAGA</b>	Manuel José Olascoaga (h.) Horacio Esteban Ávila
<b>9. ESTANISLAO S. ZEBALLOS</b>	Arístides A. Incarnato Clara Pía Movía

**SITIALES**

**ACADEMICOS**

**10. CARLOS R. DARWIN**

Benigno Martínez Soler  
Humberto J. Ricciardi  
Mario Néstor Núñez

**11. ALEJANDRO HUMBOLDT**

Julián Cáceres Freyre  
Susana Isabel Curto

**12. LUIS PIEDRABUENA**

Raúl Molina  
Laurio H. Destéfani

**13. ERNESTO REGUERA SIERRA**

Eduardo Pous Peña  
Carlos O. Scoppa

**14. HORACIO A. DIFRIERI**

Alfredo S. C. Bolsi

**15. PABLO GROEBER**

Enrique Ruiz Guiñazú  
Eliseo Popolizio  
Natalia Marlenko

**16. FRANCISCO LATZINA**

José Liebermann  
Luis Santiago Sanz  
Adolfo Guitelman

**17. CARLOS M. MOYANO**

Bernard Dawson  
Ricardo G. Capitanelli

**18. EDUARDO ACEVEDO DIAZ**

Miguel M. Muhlmann  
Roberto N. Bustos Cara

**19. ROMUALDO ARDISSONE**

Servando R. Dozo  
Mariano Zamorano

**20. FÉLIX DE AZARA**

Enrique Schumacher  
Efi E. Ossoinak de Sarrailh

**SITIALES**

**ACADÉMICOS**

**21. LUIS J. FONTANA**

Milcíades A. Vignati  
Enrique Bruniard  
Renée Hersilia Fortunato

**22. ALEJANDRO MALASPINA**

José Torre Revello  
Jorge Raúl Ottone

**23. PEDRO CASAL**

Rodolfo N. Panzarini  
Eduardo Carlos Ereño

**24. ALBERTO DE AGOSTINI**

Bruno V. Ferrari Bono  
Susana M. Ruiz Cerutti

**25. JOSÉ M. SOBRAL**

Julián Pedrero  
Jorge A. Fraga  
Alicia Avelina M. Sedeño

**26. AUGUSTO TAPIA**

Enrique J. Würschmidt  
Roberto Raúl Casas

**27. ANSELMO WINDHAUSEN**

Jorge Heinsheimer  
Horacio H. Camacho  
Maria Beatriz Aguirre Urreta

**28. ARMANDO BRAUN MENÉNDEZ**

Julio J. J. Ronchetti  
Vicente Guillermo Arnaud

**29. JUAN JOSÉ NÁJERA Y EZCURRA**

Salvador Canals Frau  
Alfredo Siragusa  
Jorge O. Codignotto

**30. FRANCISCO DE APARICIO**

Arturo Yriberry  
Elena M. Chiozza

**SITIALES**

**ACADÉMICOS**

**31. MARIO FRANCISCO GRONDONA**

Mabel G. Gallardo  
Analía Silvia Conte

**32. JOSÉ ÁLVAREZ DE CONDARCO**

Roberto José María Arredondo  
Ezequiel Pallejá

**33. ALFREDO CASTELLANOS**

Pierina A. E. Pasotti  
Enrique de Jesús Setti  
Roberto Chuit

**34. ELINA GONZÁLEZ ACHA DE CORREA MORALES**

Paulina Quarlieri  
Josefina Ostuni

**35. GUILLERMO ROHMEDE**

Félix Coluccio

**36. EDUARDO BAGLIETTO**

Eliseo Varela  
Ángel A. Cerrato  
Pedro Skvarca

**37. NICOLÁS BESIO MORENO**

Enrique de Gandía  
Aristides Bryan Domínguez Dufresche

**38. BENJAMÍN GOULD**

Guillermo Schultz  
Antonio Cornejo

**39. OTTO G. NORDENSKJÖLD**

Emiliano Mac Donagh  
Fernando Vila

**40. ANA PALESE DE TORRES**

Ramón J. Díaz  
Delia María Marinelli de Cotroneo

## ACADÉMICOS TITULARES FALLECIDOS

	Año de incorporación	Año de fallecimiento
Contralmirante Pedro Segundo Casal *	1956	1957
Doctor Salvador Canals Frau *	1956	1958
Profesor Eduardo Acevedo Díaz *	1956	1959
Doctor Bernardo H. Dawson	1959	1960
Doctor Emiliano J. Mac Donagh	1959	1961
Ingeniero Nicolás Besio Moreno *	1959	1962
Embajador Roberto Leviller *	1956	1963
Señor José Torre Revello *	1956	1964
Doctor Martiniano Legizamón Pondal *	1956	1965
Ingeniero Guillermo Schulz *	1956	1967
Señor Julián Pedrero *	1956	1968
Profesora Ana Palese de Torres	1961	1968
Señor Enrique Schumacher *	1956	1970
Doctor Jorge Heinsheimer	1959	1971
Coronel Ingeniero Eliseo Varela	1960	1971
Doctor Guillermo Furlong S. J. *	1956	1974
Doctor Raúl A. Molina *	1956	1975
Doctor Enrique Ruiz Guiñazú *	1956	1977
Señor Ernesto Reguera Sierra *	1956	1977
Doctor Milcíades A. Vigniati *	1956	1977

	Año de incorporación	Año de fallecimiento
Señor Benigno Martínez Soler *	1956	1978
Doctor José Liebermann *	1956	1980
Profesor Mario Francisco Grondona	1980	1981
Doctor Armando Braun Menéndez *	1956	1986
Ingeniero Daniel Alberto Valencio	1984	1988
Ingeniero Eduardo Pous Peña	1986	1988
Profesor Doctor (h.c.) Federico A. Daus	1985	1988
Profesor Servando Ramón Manuel Dozo	1987	1988
Profesor Rubén Manzi	1961	1991
Contralmirante Rodolfo N. Panzarini	1956	1992
Profesor Lic. Arístides A. Incarnato	1966	1992
Ingeniero Lorenzo Dagnino Pastore *	1956	1993
Grl. Ingeniero Manuel José Olascoaga *	1956	1994
Doctor José María Gallardo	1981	1994
Ingeniero Julio Juan José Ronchetti	1962	1995
Doctor Arturo J. Yriberri S. J. *	1956	1995
Doctor Miguel Marcos Muhlmann	1959	1996
Doctora Pierina A. E. Pasotti	1987	1996
Doctor Armando Vivante *	1956	1996
Doctora Paulina Quarleri	1981	1999

	Año de incorporación	Año de fallecimiento
Profesor Julián Cáceres Freyre	1956	1999
Ingeniero Ángel A. Cerrato	1990	1999
Profesor Doctor (h.c.) Ramón J. Díaz	1982	2000
Doctor Enrique de Gandía	1985	2000
Comodoro Ingeniero H. J. Ricciardi	1967	2000
Doctor José Alberto J. Hoffmann	1993	2002
Doctor Alfredo Siragusa	1993	2003
Profesor Félix Coluccio *	1956	2005
Grl. Ingeniero Roberto J.M. Arredondo *	1956	2006
Doctor Ricardo G. Capitanelli	1989	2007
Doctor Luis Santiago Sáenz	1996	2007
Profesora Mabel G. Gallardo	1982	2007
Ingeniero Dr.Eliseo Popolizio	1997	2008
Contralmirante (R.) Jorge Alberto Fraga	1990	2009
Doctor Mariano Zamorano	1985	2010
Profesora Dra. (h. c.) Elena M. Chiozza	1996	2011
Ing. Doctor (h.c.) Bruno V. Ferrari Bono	1963	2011
Profesora Delia M.Marinelli de Cotroneo	2006	2012
Dr. en Fil. y Letras Alfredo S. C. Bolsi	1985	2013
Prof. en Geog. Efi Ossoinak de Sarrailh	1962	2013

	Año de incorporación	Año de fallecimiento
Prof. en Geografía Enrique J. Würschmidt	1995	2015
Dr. en Ciencias Nat. Horacio H. Camacho	1981	2015
Arquitecto Patricio H. Randle	1985	2016
Doctor en Geografía Juan A. Roccatagliata	2000	2016
Ingeniera Agrónoma Clara Pía Movia	1997	2016
Contralmirante (R.) Lic. Laurio H. Destéfani	1983	2017
Ingeniero Agrónomo Jorge Raúl Ottone	2006	2017
Doctor en Geografía Enrique D. Bruniard	1990	2017
Ingeniero Civil Fernando Vila	1990	2018
Profesor Enrique de Jesús Setti	1998	2018
Profesor Antonio Cornejo	1982	2020
Dr. en Ciencias Nat. Carlos O. Scoppa	1996	2020
Ingeniero Geógrafo Luis María Miró	1983	2021

*\*Académicos fundadores*

## **PERSONALIDADES QUE FUERON DESIGNADAS ACADÉMICOS CORRESPONDIENTES**

ALEMANIA	Dr. Gustav Fochler-Auke Dr. Karl Heinz Meine Dr. Carl Troll
BÉLGICA	Dra. Yola Verhasselt
BRASIL	Prof. Nilo Bernardes Prof. Spiridiao Faissol Dr. Joaquín I. Silverio da Mota
COLOMBIA	Dr. Santiago Borrero Mutis
E. U. A.	Prof. Arthur P. Biggs Dr. André C. Simonpietri Dr. Mark L. DeMulder
ESPAÑA	Prof. Dra. Josefina Gómez Mendoza Ing. Vicente Puyal Gil Dr. Julio Rey Pastor Ing. Guillermo Sanz Huelín Dr. Juan M. Vilá Valentí
FINLANDIA	Dr. Tanno Honkasalo
FRANCIA	Prof. Dr. Jean Bastié Dr. André Cailleux Dr. Romain Gaignard Dr. André Guilleme
ITALIA	Dr. Ugo Bartorelli Prof. Alberto M. de Agostini Ing. Sergio Fattorelli
JAPÓN	Prof. Dr. Keiichi Takeuchi Dr. Tarao Yoshikaya
MÉXICO	Clmte. Luis R. A. Capurro Dr. Gustavo Vargas Martínez
REINO UNIDO	Dr. Kenneth Creer
SUIZA	Prof. Franz Grenacher

URUGUAY Prof. Rolando Laguarda Trias

VENEZUELA Dr. Marco-Aurelio Vila

## ORÍGENES DE LA ACADEMIA NACIONAL DE GEOGRAFÍA

En las primeras décadas del Siglo XX ya existían en la Argentina, actuando dentro del Estado o independiente de él, entidades como el Instituto Geográfico Militar, el Servicio de Hidrografía Naval, GAEA Sociedad Argentina de Estudios Geográficos, el Consejo Nacional de Geografía y establecimientos educativos, con objetivos y características propias, que aportaban al conocimiento y difusión de la Geografía.

Carecía en cambio una institución selectiva, compuesta exclusivamente por especialistas en algunas de las múltiples disciplinas que concurren al saber geográfico, al margen de ideas políticas y religiosas, orientada al cultivo intensivo de la ciencia y a la dilucidación de los problemas que pudieran presentarse. Fue así que un destacado grupo de estudiosos avanzaron hacia la fundación de la Academia Argentina de Geografía empeñando esfuerzos y recursos propios

Es posible apreciar que junto a docentes e investigadores en los que la Geografía constituía su campo de acción esencial, aparecen historiadores, geólogos, antropólogos, cartógrafos, oceanógrafos, astrónomos, biólogos y otros especialistas que se consideraban imprescindibles para cumplir con los principios que se fijaron.

El 5 de octubre de 1956 se firmó el acta constitutiva de la nueva corporación, siguiendo las pautas que impulsaron su creación y que siguen vigentes hasta nuestros días.

La reunión fundacional de la **Academia Argentina de Geografía** tuvo lugar en el estudio del Dr. Raúl Molina, en Lavalle 1226, de la ciudad de Buenos Aires, el día 5 de octubre de 1956. Las siguientes reuniones y los actos públicos fueron realizados, por generosa disposición de las autoridades del Museo Mitre, en su histórico solar de la calle San Martín 336.



*Museo Mitre*

Después de siete años de funcionamiento como sociedad privada, por Decreto N° 8679, del 3 de octubre de 1963, se incorporó al régimen de las academias nacionales, adoptando la denominación de **Academia Nacional de Geografía**.

En 1981 le fue otorgado el uso de un sector en el Palacio de las Academias, sito en la Avenida Alvear 1711, esquina Rodríguez Peña, en el barrio de la Recoleta.

Se trata de un magnífico edificio, donde actúan varias academias, pero el espacio que nos fuera asignado, conformado por dos habitaciones, limitaba ciertamente la evolución y el cumplimiento de objetivos tales como la instalación de una biblioteca especializada.



*Casa de las Academias*

Por ello, cuando lo ameritaban las necesidades o en circunstancias especiales, debieron realizarse varias actividades de carácter público en la Sociedad Científica Argentina, en la Academia Nacional de Medicina y en el Museo del Cabildo. Desde diciembre de 1987 se autorizó por decreto presidencial su funcionamiento en el 7° piso del complejo edilicio de la Avenida Cabildo 381, en el barrio de Palermo, de la ciudad de Buenos Aires.

En la Sesión Ordinaria del 4 de abril de 1991 (Acta 138) se procedió, por votación de los miembros de número titulares, a la elección de cuarenta personalidades consideradas fundamentales para la consolidación y el crecimiento de la Geografía en nuestro país, bajo cuyo patronazgo los académicos titulares desarrollarían, a partir de entonces, sus importantes funciones



*Imágenes de la sede actual de la Academia Nacional de Geografía en el tradicional solar que ocupa el Instituto Geográfico Nacional*

Como toda Academia se mantiene atenta a la evolución científica y a la problemática social.

Destacamos entre los principales temas que merecieron atención desde su creación a los propios de la Geografía Histórica, con énfasis en la Protocartografía, la permanente preocupación y ocupación por la Educación Geográfica, las cuestiones limítrofes, de soberanía y reivindicación territorial, la Geografía de la Salud, las influencias de la globalización en los modos de vida y el uso racional de los recursos naturales, incluyendo la preservación del ambiente, entre muchos otros.

En la solución a los diferendos limítrofes del Canal Beagle, la Laguna del Desierto y los Hielos Continentales, la Academia aportó importantes fundamentos y varios de sus miembros asesoraron y actuaron directamente en las tratativas bilaterales y en las tareas demarcatorias.

Ante la implementación de la Ley Federal de Educación efectuó una declaración como cuerpo, afirmando la posición de la Geografía en el espectro científico y en el ámbito educativo.

En toda su actividad se advierte el empleo riguroso de la terminología geográfica y el cuidado en la cita toponímica, considerando que se trata de uno de los recursos comunicacionales necesarios para acceder a un mejor conocimiento geográfico.

La Unesco hace muchos años consideró a la difusión del paisaje donde vive el hombre, como la base más sólida para establecer una verdadera amistad entre los pueblos.

Resultaron experiencias muy positivas las oportunidades en que la Academia pudo sesionar en distintas provincias del país. Fue enriquecedor el mutuo intercambio de conocimientos y vivencias entre los académicos y las fuerzas vivas de La Rioja, Chaco, Mendoza, Tucumán, San Juan y la Ciudad de Bahía Blanca en la provincia de Buenos Aires. Siempre está pendiente su continuación que está supeditada a la existencia de los recursos necesarios para su realización.

## MIEMBROS FUNDADORES

Eduardo Acevedo Díaz

Roberto J. M. Arredondo

Nicolás Besio Moreno

Armando Braun Menéndez

Salvador Canals Frau

Pedro Segundo Casal

Félix Coluccio

Lorenzo Dagnino Pastore

Guillermo Furlong S. J.

José Liebermann

Martiniano Legizamón Pondal

Roberto Leviller

Benigno Martínez Soler

Raúl A. Molina

Manuel José Olascoaga

Julián Pedrero

Ernesto Reguera Sierra

José Torre Revello

Enrique Ruiz Guiñazú

Guillermo Schulz

Enrique Schumacher

Milcíades A. Vignati

Armando Vivante

Arturo J. Yriberry S. J.



**Ernesto Reguera Sierra (1912-1977)**

*Propulsor de la creación de la Academia Nacional de Geografía*

# **PRINCIPIOS DE LA ACADEMIA NACIONAL DE GEOGRAFÍA**

**1°**

**La Academia Nacional de Geografía tiene por finalidad reunir a distintos tratadistas de las diversas especialidades que integran el saber geográfico.**

**2°**

**Cada miembro debe ser una autoridad en la materia que representa, lo que estará evidenciado por sus antecedentes intelectuales.**

**3°**

**La Academia es, por su naturaleza, selectiva; no tiende a la cantidad, sino a la calidad.**

**4°**

**Se dedica al cultivo intensivo de la Geografía, en todas sus manifestaciones, y es tribunal que podrá contribuir a la dilucidación de los problemas de esta ciencia.**

**5°**

**Está al margen de ideas políticas o religiosas.**



## **INSTITUTO PANAMERICANO DE GEOGRAFÍA E HISTORIA**

Organismo Especializado de la  
Organización de los Estados Americanos (OEA)

<https://www.ipgh.org/>

*“Una institución americana dispuesta,  
desde sus ciencias afines, a repensar  
América en el siglo XXI.”*

El Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH) es un organismo internacional, científico y técnico de la Organización de los Estados Americanos, dedicado a la generación y transferencia de conocimiento especializado en las áreas de cartografía, geografía, historia y geofísica; con la finalidad de mantener actualizados y en permanente comunicación a los investigadores e instituciones científicas de los Estados Miembros, todo ello en constante proceso de modernización.

Las comisiones del IPGH, son los órganos encargados de elaborar y ejecutar los programas científicos y técnicos del IPGH aprobados por la Asamblea General o el Consejo Directivo. Además, promueven y coordinan el desarrollo científico y técnico de sus respectivos campos de acción en los Países Miembros.

Existen cuatro Comisiones: Cartografía, Geografía, Historia y Geofísica. Se subdividen en Comités y Grupos de Trabajo.

En la 22 Asamblea General, celebrada virtualmente el 27 de octubre de 2021, fueron elegidas las autoridades para el periodo 2022-2025. Presidenta: Patricia Solís (EUA), vice-presidenta: Rocsanda Pahola Méndez Mata (Guatemala), secretario

General Antonio Campuzano (México), presidente de la Comisión de Cartografía (reelecto) Max Alberto Lobo Hernández (C. Rica), presidente de la Comisión de Geografía Hermann Manríquez Tirado (Chile), presidente de la Comisión de Historia Filiberto Cruz Sánchez (República Dominicana) y presidente de la Comisión de Geofísica (reelecto) Mario Calixto Ruíz Romero (Ecuador).

## **SECCIÓN NACIONAL ARGENTINA**

La Sección Nacional Argentina es un organismo dependiente del Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto a través del cual se cumplen en el país los fines del IPGH.

**Presidente de la Sección Nacional:** Agrim. Sergio Rubén Cimbaro  
Presidente del Instituto Geográfico Nacional

## **COMISIÓN NACIONAL DE GEOGRAFÍA**

La Representación Nacional ante la Comisión de Geografía del IPGH es ejercida por el Presidente (titular) y por el Vicepresidente 1° (suplente) de la Academia Nacional de Geografía.

**Representante Nacional Titular**  
Prof. Héctor O. J. Pena

**Representante Nacional Suplente**  
Prof. Dra. Natalia Marlenko

**Comité de investigación:** Dr. Roberto Bustos Cara

**Comité de educación:** Prof. Dra. Blanca A. Fritschy

**Comité de comunicación y difusión:** Prof. Raquel Barrera de Mesiano

La Misión de la Comisión de Geografía, 2018-2021 es de montar, enfocar, facilitar y promover la investigación geográfica Panamericana y colaborar educativamente con la comunidad geográfica hacia la producción del conocimiento científico y geográfico que apoya la Agenda Panamericana y los Objetivos de Sostenible Desarrollo de la Organización de Las Naciones Unidas en una coordinación interdisciplinaria junto con las otras comisiones para el objetivo de beneficiar a los ciudadanos de las Américas.

## CONMEMORACIÓN DEL 93º ANIVERSARIO DEL IPGH

El 17 de febrero de 2021, dentro del ciclo previsto para recordar una fecha tan significativa, disertó el afiliado honorario Héctor Oscar José Pena con el título: Algunas aproximaciones a la historia del IPGH.

*“Hace tres años, cuando el IPGH cumplía noventa años de su creación presentamos en la Ciudad de México una síntesis histórica de trescientas once páginas, que fue prologada por el señor Secretario General de la Organización de los Estados Americanos.*

*La intención de la obra fue reflejar cronológicamente los hechos, las vivencias y los diferentes ritmos de realizaciones que caracterizaron a los tiempos institucionales vividos, destacando en cuadros los desempeños de los mayores cargos, los reconocimientos otorgados y las publicaciones editadas. Las normas de funcionamiento completaban lo que consideramos una necesaria fuente de consulta.*

*Siempre estuvimos convencidos de la importancia de brindar testimonio sobre el quehacer de organismos que acreditan una dilatada y calificada historia y que, como en el caso del IPGH, vienen efectuando aportes muy señalados para América y que repercuten en forma directa en la felicidad de sus habitantes.*

*Si bien es ínsito de la condición humana priorizar las experiencias propias, conocer con cierto detalle otros momentos, con distintas circunstancias o diversos enfoques, pueden resultar de utilidad para no volver a transitar caminos que resultaron insatisfactorios o, mejor aún, para motivar la elección de nuevos rumbos en busca de mejores resultados.*

*La pandemia que estamos viviendo, originada por el virus COVID 19, constituye un hecho inédito por la magnitud de contagio y su letalidad. Esa zoonosis que apareció en la mediterránea ciudad de Wuhan, de la República Popular China, se extendió por el mundo y seguramente permanecerá entre nosotros por un tiempo difícil de precisar y viene afectando no solo a la salud pública, sino a la economía, a la educación y a los comportamientos sociales, en general.*

*El IPGH no es ni será una excepción, la catástrofe a la que nos referimos seguirá influyendo sobre actitudes o comportamientos que eran tradicionales, habrá acciones que seguramente se irán diluyendo en el tiempo, otras sufrirán modificaciones o adaptaciones a las nuevas posibilidades y no pocas, donde se venían implementando cambios graduales, verán acelerada su puesta en práctica total.*

*Seguramente con protección inmunológica iremos dejando atrás los momentos de incertidumbre actuales e ingresaremos en una nueva normalidad, con otras posibilidades pero con renovadas esperanzas.*

*Tengamos en cuenta que nos estamos refiriendo nada menos que al primer organismo especializado de la OEA, cuyos objetivos específicos difieren del de otras*

*entidades que se agrupan por afinidad científica o profesional, tales como la Unión Geográfica Internacional o la Asociación Internacional de Cartografía.*

*Los miembros del IPGH son los propios Estados que lo componen, la alternancia en la conducción es una suerte de reaseguro para la continuidad a un derrotero equilibrado sin prevalencias y orientado al bien común de los países del continente. Mantiene una reducida estructura burocrática para administrar los recursos, destinados básicamente al quehacer científico-técnico.*

*La conmemoración de los 93 años de vida del IPGH y la gentileza de sus autoridades me permiten establecer este diálogo con una platea virtual de contenido panamericanista.*

*Como necesariamente tengo formación analógica quiero detenerme unos instantes en el simbolismo que representa la sede de la Secretaría General.*

*Fue donada por el Gobierno Mexicano y la casona se mantiene sólida e imponente en la ciudad capital del país hermano. En los años que llevo vinculado al IPGH tuve oportunidad de estar presente en ella en distintas ocasiones y cada vez que crucé sus altos muros pintados de magenta no dejé de emocionarme.*

*La fueron ocupando los hombres y mujeres que desarrollaron allí sus tareas y le fueron dando continuidad a la gestión del organismo. Hay cuadros, fotografías, placas y esculturas en recuerdo de personajes y momentos trascendentes. No falta un museo con celebridades de América y documentos históricos que testimonian un pasado de superación y provecho.*

*En un mundo como el que vivimos, invadido por los algoritmos, es posible percibir en su atmósfera interior que siguen flotando los sueños de muchos que apostaron por el continente y sus pobladores, otorgándole a la virtualidad una auténtica sensación de presencia.*

*Las ceremonias que se realizaban habitualmente en el Salón de Actos William Bowie para celebrar los aniversarios adquirían, seguramente por ello, un carácter singular. Era como un volver unidos a casa, donde las distintas generaciones de la gran familia del IPGH compartían con alegría las vivencias de las que fueron partícipes o testigos, se activaban los recuerdos sobre los que dejaron huellas generosas y se reforzaban los ideales del panamericanismo. Esperamos puedan reeditarse más pronto que tarde.*

*Como la mayor parte de entidades de servicio, la creación del Instituto estuvo motivada por una serie de factores concurrentes. Quizás el más importante fue la necesidad de que los países de América contaran con información accesible y confiable sobre sus realidades geográficas e históricas, sin intermediarios.*

*Coincidió con el nacimiento de muchas sociedades que cultivaban esas disciplinas y se organizaron las primeras agencias nacionales para relevar sus territorios y los recursos existentes. La fundamentación de nuevos enfoques científicos, que despertaban gran interés en los círculos intelectuales, era el tema convocante e infaltable de las conferencias americanas. La cooperación y complementación entre*

*Estados vecinos resultaban además los medios indispensables para alcanzar la importante misión asumida.*

*Más allá del tiempo y las circunstancias transcurridas sigo creyendo en la vigencia de la misión del Instituto y estoy convencido que muchos de los problemas de América pueden comenzar a superarse mediante soluciones propias de sus ciencias componentes. La complejidad de los problemas actuales influenciados por la globalización nos reafirma en la necesidad de un organismo que se desenvuelva sobre bases científicas, que sume avances disciplinarios en conjunto y se sirva de la aplicación de las modernas tecnologías, para encarar problemas regionales y continentales.*

*Las publicaciones escritas constituyen uno de los medios más trascendentes que tienen los organismos como el IPGH para difundir junto a sus realizaciones, los avances de la ciencia, los recientes desarrollos técnicos y las efemérides que corresponden a su incumbencia. Es una de las formas más auténticas y perdurables de confirmar la vigencia de sus objetivos. Son varios miles las ediciones periódicas u ocasionales que hablan de un esfuerzo permanente de participación y donde se advierte también la heterogeneidad en sus enfoques, propia de tiempos distintos, cambio de paradigmas, recursos fluctuantes y diferentes orientaciones editoriales.*

*El fondo bibliográfico del Instituto resulta un respaldo atractivo para difundir avances a los integrantes de la comunidad científica. En épocas anteriores tuvieron cierta significación los ingresos económicos obtenidos con su distribución. No faltaron tampoco los ejemplares que ocuparon espacios de almacenaje, sin demanda. Los autores actúan generalmente ad honorem, en casos responden a invitaciones y actualmente no faltan los que tienen obligaciones de publicar y deben superar a los referatos establecidos en las plataformas académicas, donde se encuentra inscripto el Instituto.*

*Considero un auténtico desafío publicar con calidad y oportunidad, en momentos que con la tecnología digital se alteraron los cánones tradicionales, aumentando exponencialmente la oferta de información, con accesos sencillos y variados, aunque el producto no resulte siempre confiable. Quizás una solución posible para la realización de obras de consulta, que incluyan temas de interés perdurable, que abarquen cuanto menos las cuestiones regionales y estén orientados a un público amplio. Para la difusión de novedades o avances científicos pienso en boletines, con salidas que no deberían superar lo trimestral.*

*Las páginas institucionales por la Internet son un recurso válido para crear imagen y brindar novedades. Para ello deben ser de fácil consulta y estar permanentemente actualizadas. Caso contrario resultan desfavorables.*

*Las secciones nacionales constituyen las estructuras básicas por las que participan los Estados Miembros y resultan fundamentales para el desarrollo del Instituto. En principio de su accionar depende el normal funcionamiento del Instituto. Tienen responsabilidad en el envío de las cuotas de adhesión, en la elaboración de los informes nacionales, en la organización local y la difusión de las actividades, en la participación de las reuniones estatutarias, promoción y encuadre de las solicitudes de apoyo a las investigaciones y otras que sería largo detallar.*

*Lo enunciado corresponde a lo que podríamos calificar como el cumplimiento de normas funcionales. Me gustaría citar algunos ejemplos de excepción y gran mérito, que significaron y en casos lo siguen siendo, manifestaciones donde con aportes específicos de Estados se llegó a modificar la estructura del Instituto, le otorgaron identidad científica o cubrieron necesidades existentes.*

*Existen otros casos dignos de mención, pero las cuatro comisiones técnicas, algunas colecciones bibliográficas, el Curso Internacional de Geografía Aplicada y otros talleres de adiestramiento y capacitación se crearon con apoyos económicos extraordinarios, con servicios profesionales específicos sin cargo, con generosas colaboraciones y siempre procurando el desarrollo científico.*

*Se cumplió una década de la implementación de la Agenda Panamericana 2010 – 2020, aprobada en la Asamblea General celebrada en Quito y complementada en el año 2017, con la incorporación de los objetivos de desarrollo sostenible previstos por la Organización de las Naciones Unidas.*

*Muchas organizaciones con representación internacional, donde la rotación del factor humano es una de sus características, se sirven de documentos similares para orientar la marcha institucional, avanzando en prioridades y evitando la duplicación en los esfuerzos y en la inversión de recursos.*

*Acorde con la dinámica de los hechos sociales y los hallazgos científicos y tecnológicos que caracterizan a nuestros días, debe ser lo suficientemente flexible para su actualización regular ajustada a los intereses del mediano plazo.*

*De mi conocimiento la Agenda fue orientando positivamente, en estos últimos años, a las investigaciones hacia enfoques regionales con proyectos decididamente continentales, destacándose en forma significativa la participación multidisciplinaria.*

*No puedo obviar en esta grata comunicación la consideración del factor humano, que es determinante en la evolución de toda entidad con principales objetivos de servicio. Adquiere perfiles particulares cuando, salvo muy contados casos, no perciben remuneración, se renuevan permanentemente y, en general, sus lapsos de actuación son breves.*

*No siempre fue así, durante las décadas iniciales era casi una habitualidad la reelección de autoridades y la designación de funcionarios que cumplieron actuaciones tan prolongadas como recordadas.*

*Las distintas fases cumplidas por la organización fueron reglamentando las funciones, los términos de desempeño y los reemplazos que llegan a nuestros días con la dinámica conocida y que posiblemente pueden acelerarse en el futuro.*

*En el libro de los noventa años, procurando la mayor objetividad, detallamos en cuadros específicos a todos aquellos que habían merecido el reconocimiento institucional, habían dejado testimonios de su labor o desempeñaron funciones principales, que se encontraban registradas. Se pueden consultar en la publicación listados de autoridades, de acreditados por 50 y/o 25 años de vinculación, de afiliados*

*honorarios, de premiados por su trayectoria o por sus realizaciones científicas e integrantes del salón de autoridades.*

*Este último agrupamiento lo propuse en mi condición de presidente honorario y fue aprobado por el Consejo Directivo. La intención fue crear un foro no vinculante que pueda aportar experiencias o ideas sin interferir en la gestión de las autoridades en ejercicio. La puerta para seguir colaborando queda abierta.*

*De la misma forma que para algunas de las personalidades más trascendentes o de los casos de realizaciones de significación fue posible, merced a intervenciones imprescindibles, incluir textos de recuerdo y homenaje en el libro de los 90 años, quedan casos que correspondería actuar del mismo modo en futuras publicaciones.*

*Me parece propicio destacar en esta oportunidad que por conocimiento propio y con la consulta a los antecedentes que pude acceder, no he podido advertir la existencia de limitaciones de género, en toda la historia del IPGH.*

*Hasta mediados del siglo pasado los actores en los campos científicos y tecnológicos eran hombres, casi sin excepción. Felizmente los avances sociales y sobre todo el acceso a la educación modificó tal situación y las mujeres comenzaron a participar en forma creciente a nivel panamericano.*

*En las últimas décadas los proyectos de investigación que se presentan al Instituto corresponden a equipos mixtos o exclusivamente de mujeres u hombres. Otro ejemplo para destacar es el desempeño femenino liderando comisiones o grupos técnicos u ocupando cargos de autoridad, con niveles de excelencia.*

*Si tuviese que volver a elegir tres temas vigentes en el IPGH insistiría en los procesos de integración entre países, en la educación permanente de nuestras ciencias fundacionales y en el conocimiento anticipado y la prevención de desastres naturales. En tiempos de globalización las integraciones regionales resultan imprescindibles, respetando términos de equidad y conservando las identidades nacionales.*

*La educación es de importancia fundamental para la formación y superación del hombre que vivirá en América durante el Siglo XXI, ya que es la única que le brindará herramientas auténticas para superar los actuales y otros nuevos problemas que afectan el desarrollo sostenible. Debería formar parte prioritaria de la política de todos los Estados.*

*Para el tema de los desastres naturales que sesga vidas, ocasiona grandes pérdidas y crea sensaciones de impotencia la ciencia nos conduce a insistir en la obtención de registros cada vez más precisos y oportunos y aplicarlos a las investigaciones existentes, para poder adoptar medidas de prevención y protección que minimicen las consecuencias. Todos los años nuestro continente es escenario de hechos devastadores que frustran esfuerzos y liman ilusiones.*

*El gran desafío es mantener la brújula en el norte soñado, adaptándose a las nuevas situaciones y aprovechando los avances de la ciencia y de la técnica. Conozco que se está trabajando en una propuesta de normas que simplifiquen algunos esquemas*

*vigentes y faciliten las participaciones, en concordancia con las posibilidades de estos días.*

*Faltan pocos años para que nuestro querido IPGH cumpla su centenario. Apareció un enemigo invisible e inesperado cuyos efectos negativos debemos superar. Seguramente con el auxilio de Dios y el esfuerzo de todos los que nos sentimos parte de un organismo concebido por habitantes de nuestro continente, seguiremos el derrotero con una América que se encamine hacia su destino de paz, libertad y justicia.”*

Luego de la conferencia propiamente dicha, a manera de amable epílogo y complementado por imágenes, el profesor Pena comentó algunas vivencias vinculadas a su participación dentro del IPGH que tituló como: Historias paralelas del IPGH.

Año 1961 – VII Asamblea General.

El general Victor Hosking, que fue presidente del IPGH, me introdujo en el mundo del panamericanismo. Era un militar severo, trabajador y cuidadoso con la administración. Trabajé junto a él en la organización de la reunión, que duró quince días y donde asistieron cerca de quinientos representantes de 22 estados. La inauguró el Presidente de la Nación. El domingo, donde promediaba el tiempo de la convocatoria se estableció un descanso y se invitó a un almuerzo típico muy bien servido y amenizado por un espectáculo folklórico. Cuando los asistentes comenzaban a retirarse satisfechos, Hosking se acercó y me dijo: Pena, nosotros seguimos. Ese día trabajé hasta las once de la noche.

Año 2007 – Congreso de Ciencias Geográficas en Santo Domingo

En la muy buena organización que encabezaba Bolívar Troncoso, estaba prevista una recepción principal en el aeropuerto. A Santiago Borrero Mutis y a mí nos consideraban conferencistas invitados y debíamos llegar juntos. Estuvimos puntualmente en Panamá, pero desacuerdos en la aerolínea que debía transportarnos, demoró el vuelo varias horas. Como compensación pusieron a nuestra disposición un cómodo salón donde pudimos dialogar y profundizar nuestras relaciones personales durante un lapso que pocas veces se dispone para ello. Finalmente llegamos muy tarde a la República Dominicana y solo Bolívar continuaba esperándonos estoicamente. Analizándola a la distancia y más allá de los inconvenientes que ocasionó el obligado atraso fue una experiencia provechosa para quienes después compartirían una gestión de cuatro años en el IPGH.

Año 2007 – 1ª Reunión Conjunta de las Comisiones

La ciudad brasileña de Itú es conocida como la ciudad de las exageraciones. Un lápiz puede medir un metro, una cabina telefónica se eleva hasta la altura de un edificio de dos plantas y los semáforos son más útiles para un planeador que para un vehículo terrestre. En ese ambiente original y estimulante, comenzó dando el IPGH el gran impulso a la participación multidisciplinaria en los proyectos, con un enfoque superador

para los problemas complejos y de mayor magnitud. La agenda contempla esa orientación.

#### Año 2009 – XIX Asamblea General

Cuando el Secretario General anunció mi nominación para la presidencia del IPGH, los asambleístas comenzaron a ponerse de pie y respondieron con aplausos. La emoción, la altura de Quito y la responsabilidad que me confiaban me bloquearon la garganta y llenaron los ojos de lágrimas. Comencé la presidencia del IPGH con una gran felicidad interior, pero balbuceando el primer mensaje.

#### Año 2009 – Cena de Gala

En medio de una recepción ofrecida por el Gobierno de Ecuador, una geógrafa chilena, en nombre de la delegación de su país, solicitó autorización para dedicar una canción al nuevo presidente. A capela interpretó “Alfonsina y el mar”, de Ariel Ramírez y Félix Luna. En un momento coincidieron en mi emoción el disfrute por la bella interpretación, la gratitud por la delicada atención chilena y el recuerdo hacia Enrique, mi maestro de sexto grado e hijo de la poetisa inspiradora.

#### Año 2009 – Recepción ofrecida por la delegación que presidía Marc DeMulder.

Atardecía en Quito cuando nos transportaron por seguridad hasta cierta distancia de la residencia de la embajadora de los EUA, enclavada en un bello bosque. Eramos un número importante de invitados que caminábamos pausadamente hacia el lugar del convite, mientras disfrutábamos del paisaje y conversábamos amablemente. Yo era uno de los últimos hasta que me advirtieron que la anfitriona recién habilitaría el acceso a la mansión, después de saludar al presidente. Primera lección protocolar para la novel autoridad.

#### Año 2010 – 42ª Reunión del Consejo Directivo

Llegué a Lima cerca de medianoche, vestido con ropa casual para viajar más cómodo y me encuentro con un importante comité de recepción, que incluía a las esposas de las autoridades peruanas. Esa y otras muchas atenciones se sumaron durante un Consejo muy bien organizado y que fue precedido por un congreso sobre desastres y desarrollo territorial. Lo más destacable, a mi entender, fue el espíritu de real fraternidad panamericana que imperó en todo momento y las expresas manifestaciones de culto hacía los héroes que lucharon por la independencia de nuestros pueblos.

#### Lo importante

Estas historias paralelas, están formadas por anécdotas casi personales y poco difundidas, pero que son propias de los objetivos de unión y armonía que caracterizan al IPGH. Muchos años vinculados a la tarea panamericana me brindaron muchas

satisfacciones y uno de los réditos principales constituyen aquellos seres que independientemente de la tarea compartida pasaron a ser compañeros de la vida. Toda enumeración trae aparejada omisiones involuntarias, pero no puedo dejar de mencionar a Santiago Borrero Mutis, a Walter Fernández Rojas, a Oscar Aguilar Bulgarelli, a Rodrigo Barriga, a Ivho Acuña, a Rubén Clemente Rodríguez, a Patricia Galeana, a María Cristina Mineiro, a mi ahijada del corazón Claudia Ulloa y a los hermanos Julieta y Norberto García Castello.

Pasaron a otra vida pero permanece vivo en mi recuerdo el ejemplo geográfico de Clarence Minkel, la bonhomía de Francisco García Mora y el entusiasmo de Bertha Balbín.

## REVISTA GEOGRÁFICA N° 162

Por vinculación temática se transcribe parcialmente el artículo que escribió el profesor Héctor O. J. Pena, por invitación del editor. Corresponde a la publicación que cubre el periodo de enero a junio, del año 2021.

### LA GEOGRAFÍA EN EL IPGH

*Cultivar la Geografía es mostrarse  
ocupado en el grande arte de vivir  
y ser completamente feliz.*  
Estrabón

#### LA NUEVA GEOGRAFÍA EN AMÉRICA

Elegí como punto de partida para difundir esta trayectoria científica institucional, a los mediados del siglo XIX, cuando Alexander von Humboldt (1769-1879) y Carl Ritter (1798-1879) llegaron a establecer las bases científicas de la geografía moderna, definiendo los principios que la vienen rigiendo desde entonces: causalidad, ocalización, correlación y comparación.

Hasta ese entonces, el desarrollo de nuestra ciencia en el ámbito americano tenía un carácter descriptivo, y su contenido se sustentaba fundamentalmente en las memorias escritas por los expedicionarios que llegaron al continente por vía marítima, los demarcadores que enviaron los países europeos para dimensionar las que eran sus posesiones, los colonizadores de los distintos credos y los exploradores pioneros, todas ellas enfocadas según sus propios intereses.

Los viajes de estudio que el mismo Humboldt se autofinanció, complementado por los relevamientos de Aimé Jacques Bonpland (1773-1858) fueron ampliando el conocimiento existente sobre el paisaje de muchos países de América, aportándole además bases científicas.

Se trataba básicamente de naturalistas que recopilaron datos climáticos, registraron información hidrográfica y orográfica, reconocieron la distribución

de la flora y fauna valorando el valor individual de las especies, pero también como integrantes de los ecosistemas.

Humboldt en particular bregó por la unidad del género humano y rechazaba todo tipo de discriminación. Anticipó la idea de un calentamiento de la temperatura basado en explotaciones agrícolas inadecuadas y las consecuencias perjudiciales de la deforestación que limitaba la acción moderadora de la cubierta vegetal natural. Su pensamiento quedó plasmado en más de 30 volúmenes.

Comenzó a tratar los vínculos que existen entre la naturaleza y el hombre, que constituyó una transformación substancial que se daba a la geografía hasta ese momento.

También tuvo gran influencia, por aquel entonces, las aportaciones realizadas por Jacques Elisée Reclus (1830-1905), quien defendió la unidad de la geografía con base en la explicación y la comparación.

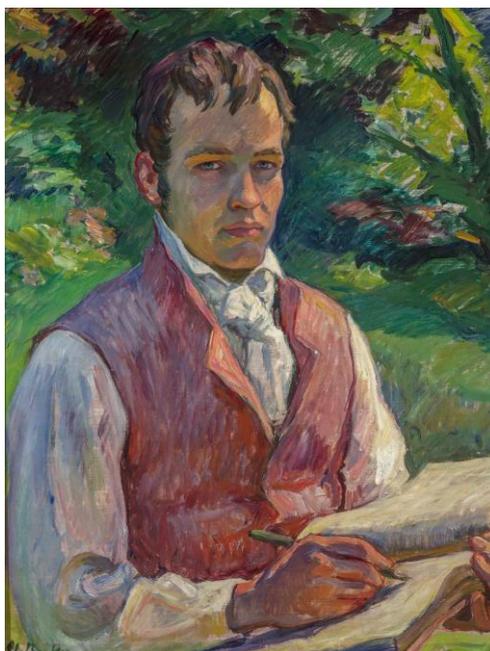


Figura 1. Alejandro von Humboldt, impulsor de la geografía en América.  
Fotografía de la “Galería de Historiadores y Geógrafos de América” del IPGH.

Otra de las compilaciones de gran magnitud, localizada esta vez en la América Meridional, fue la publicada en tres tomos por Víctor Martín de Moussy (1810-1869), con el título Descripción Geográfica y Estadística de la Confederación Argentina que sufrió sucesivas actualizaciones y fue complementada con un atlas anexo. Se constituyó en una de las excluyentes fuentes de consulta durante más de medio siglo, cuando el autor hacía mucho tiempo había fallecido.

En las últimas décadas del siglo XIX aparecieron las primeras agencias cartográficas nacionales destinadas al reconocimiento y determinación de la extensión

del territorio propio, para el establecimiento de puntos geodésicos de referencia, para los trabajos de levantamiento topográfico y el delineado de cartografía de inventario, necesarios para cubrir aspectos propios de la administración y la seguridad.

Generalmente estos trabajos estaban sujetos a comprobaciones técnicocientíficas por parte del Consejo Internacional de Investigaciones, integrado por geodestas, astrónomos y otros especialistas afines provenientes de los centros más avanzados del mundo, que tenían un costo ciertamente elevado.

Contemporáneamente comenzaron a constituirse las sociedades de Geografía que en rigor de verdad estaban conformadas por destacados cultores de distintas disciplinas que se vinculaban para el estudio de los asuntos geográficos, que iban acrecentado un interés generalizado.

En las conferencias internacionales que se venían realizando con regularidad, no obstante persistir en ellas una fuerte inclinación hacia las ciencias sistémicas, aparecían estos nuevos puntos de interés que se transformaron en una importante caja de resonancias, para las nuevas inquietudes científicas.

## LOS INICIOS DEL IPGH

La creación oficial del Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH) se produjo el 7 de febrero de 1928 por una resolución de la VI Conferencia Interamericana de Ministros de los Estados Americanos, celebradas en La Habana, Cuba.

Entre los objetivos acordados figuraban la coordinación y divulgación de los estudios geográficos, la cooperación de los institutos de América, la realización de investigaciones sobre la materia, la intervención en el estudio de las fronteras y la formación de un repositorio documental y de una biblioteca especializada.

La entrega por parte del gobierno mexicano del edificio que desde entonces se constituyó la sede distintiva del Instituto se realizó el 5 de mayo de 1930, coincidentemente con la conmemoración de la Batalla de Puebla.

La fecha elegida y la presencia del primer mandatario de México, evidencia la importancia que se brindó al acontecimiento.

La primera Asamblea General del novel organismo que se realizó en el año 1932, en Río de Janeiro, Brasil, dispuso pequeños cambios en el Estatuto Orgánico y prestó preferente atención a reglamentar los procedimientos y a la organización interna.

En la composición de la Primera Sección prevista para Geografía se incluían junto a la geomorfología a tres disciplinas que años después formarían parte de la Comisión de Cartografía, como eran la geodesia, la topografía y la misma cartografía, pero que en ese entonces se consideraban parte de ciencia de Estrabón.

Ese año fue muy crítico para el Instituto por una severa depresión económica mundial y obligó a reducciones presupuestarias. Se ratificó la incorporación como miembros de los países faltantes y asumió como presidente el doctor Wallace W.

Atwood, fundador de la Escuela de Geografía de la Universidad de Clark, en los Estados Unidos de América.

Con la evidente finalidad de difusión científica, recién en el año 1935 se publicó el primer título específico Evolución de la Geografía, cuyo autor fue el ingeniero Pedro Celestino Sánchez, poseedor de una gran cultura general y que actuaba como director del IPGH.

También por su iniciativa aparece, en enero del año 1941, el primer ejemplar de la Revista Geográfica, concebida originalmente como de salida trimestral.

Hasta ese momento no se habían registrado grandes cambios en la organización salvo aquellas decisiones encaminadas a explicitar las funciones previstas para los Estados Miembros y comenzar con los programas de cooperación.

Las reuniones convocadas despertaban gran interés en los círculos estatales y privados, donde estaban representadas universidades y sociedades científicas y se analizaban y sometían a consideración a un importante número de trabajos técnico-científicos.

En el mes de abril de 1941, durante la Tercera Asamblea General realizada en Lima, Perú, se crea la Comisión de Cartografía que marcó el comienzo de una nueva fase en la marcha del Instituto.

La nueva comisión estaba destinada a impulsar los levantamientos topográficos y cubrir las necesidades de contar con representaciones cartográficas confiables para el desarrollo de los países del hemisferio occidental e indispensable para abordar estudios geográficos posteriores, como lo pregonaba el influyente geógrafo Preston James.

Además de las causales enunciadas, resultó fundamental para la constitución de este nuevo componente orgánico la proximidad de una posible guerra, donde poseer un mapa de situación resultaba el documento imprescindible dentro de un potencial teatro de operaciones. El impulso decisivo fue el apoyo financiero brindado por Estados Unidos para solventar los gastos iniciales y los que se originaron en los primeros tiempos de su funcionamiento.

## LA CREACIÓN DE LA COMISIÓN DE GEOGRAFÍA

Durante la Cuarta Asamblea General, verificada en Caracas, Venezuela, desde el 22 de agosto hasta el 1° de septiembre de 1946 se creó la Comisión de Geografía.

Tuvo mucho que ver la propuesta y el fuerte respaldo que realizara en tal sentido el gobierno del Brasil, junto al importante ofrecimiento financiero para solventar los gastos del periodo de prueba de la nueva estructura.

El Secretario General del Consejo Nacional de Geografía del estado proponente fue ungido presidente interino, hasta que se completara la organización de la nueva comisión.

La precitada reunión de Caracas contó con la asistencia más numerosa que se hubiera registrado hasta entonces. Participaron 185 representantes de 19 estados, con la particularidad de que en su casi totalidad eran especialistas en las ciencias componentes del Instituto. Desde su creación se han sucedido 12 presidencias (Figura 2).

- Dr. Christovam Leite de Castro\* (1949-1952), Brasil
- Cnl. Edmundo Gastao de Cunha\* (1952-1955), Brasil
- Dr. Fabio Macedo Soares Guimaraes\* (1955-1965), Brasil
- Prof. Nilo Bernardes\* (1955-1973), Brasil
- Dr. Harold Wood\* (1973-1982), Canadá
- Dr. Clarence W. Minkel\* (1982-1990), Estados Unidos
- Prof. Speridão Faisol\* (1990-1997), Brasil
- Dr. Carlos Peñaherrera del Águila\* (1997-2005), Perú
- Ing. Mario A. Reyes Ibarra (2005-2009), México
- Prof. Héctor Oscar José Pena (2009-2013), Argentina
- Msc. Jean W. Parcher (2013-2017), Estados Unidos
- Dra. Patricia Solís (2017-2021), Estados Unidos

Fallecidos\*

Figura 2. Comisión de Geografía. Desde su creación la han sucedido 12 presidencias.

La Comisión de Geografía inicia su derrotero con una acentuada impronta académica y con el fuerte compromiso político y económico de Brasil que la lideró sin interrupciones, durante 27 años.

En la primera etapa de organización y estructuración científica fueron fundamentales entre otros, los lineamientos y orientaciones que establecieron el brasileño Christovam Leite de Castro, el argentino Federico Alberto Daus y el estadounidense Preston James.

En lo temático se destacó el impulso para realizar estudios sobre el material básico y la fuerza de trabajo disponible para el aumento de la producción, para mejorar la distribución de los productos agrícolas y para el establecimiento de mejores condiciones de vida.

Se estimuló la cooperación para compilar el material destinado a un atlas americano de población y colonización.

Como iniciativa práctica tuvo importancia el desarrollo de un taller de entrenamiento en las técnicas de prospección de recursos naturales.

Después de ese gran impulso inicial el desenvolvimiento de la comisión se caracterizó por el aporte mayoritario de educadores e investigadores que, salvo los subsidios para algún proyecto, no contaron con otro apoyo para sumar a su esfuerzo personal. Siempre fue una característica de la Comisión de Geografía los mínimos respaldos de entidades de gestión que son más frecuentes en otras especialidades.

## LOS ENCUENTROS ENTRE GEÓGRAFOS

Hemos generalizado bajo esta denominación a distintas convocatorias, previstas dentro del Estatuto Orgánico del IPGH, donde se eligen las autoridades para un nuevo periodo, se analizan los resultados del programa científico, se consideran los temas organizativos y de gestión y se establecen las principales directrices a cumplir en el mediano plazo.

Uno de los aspectos de mayor trascendencia es que se trata de las ocasiones donde participan la mayor cantidad de públicos vinculados al Instituto y se facilita el conocimiento personal y el intercambio de ideas con nuevos integrantes.

En la etapa, que hemos denominado de la consolidación institucional, a mediados del siglo pasado, resultaba habitual que se registraran participaciones que oscilaban en el medio millar de inscriptos, incluyendo altas autoridades gubernamentales, representantes diplomáticos de la región y de las fuerzas vivas locales.

Precisamente, con la nueva estructura en funcionamiento, se llevó a cabo una reunión de consulta geográfica en Washington, Estados Unidos, del 25 de julio al 4 de agosto de 1952, que tuvo la particularidad de sumar al interés de su propia convocatoria el de otros congresos de la especialidad de que se celebraron contemporáneamente, entre esa ciudad y la de Nueva York.

Fue una oportunidad no desperdiciada para que se reunieran geógrafos de distintas partes del mundo y tuvieran vivencias directas de los temas que ocupaban mayor atención.

Dentro del IPGH se adoptaron resoluciones para orientar el trabajo en climatología, problemas de la población, geografía urbana, canje de publicaciones y estímulo para trabajos conjuntos de especialistas.

Las dos reuniones siguientes se llevaron a cabo en México, desde el 25 de julio y el 6 de agosto de 1955 y en Quito, Ecuador, del 7 al 16 de enero de 1959.

Un dato distintivo de ambas fue la participación junto a los representantes de los Estados Miembros, de observadores de Canadá, de organismos internacionales y de otras organizaciones científicas.

Abarcaron temas como los recursos naturales, climatología, estudios geográficos de las Américas, la enseñanza y textos aplicados a ella, clasificación y uso del suelo y se verificaron avances en geografía urbana y mapas de población.

Fue muy importante la colaboración brindada para la preparación uniforme de los censos para las Américas. La misma Comisión dispuso la visita de dos geógrafos a cada país y la asistencia para la mejor preparación posible de los mapas básicos, con la determinación de los límites jurisdiccionales que debían ser cubiertos por cada uno de los enumeradores del censo.

Esta tarea fue realizada en cooperación con el Instituto Interamericano de Estadística dependiente de la OEA y la ayuda permanente del gobierno de Brasil.

El corolario de estas acciones fue la ejecución del primer censo en forma conjunta de América, con evidentes mejoras de calidad y una reducción de costos para las naciones participantes, en comparación con los anteriores inventarios.

Se aprobó una declaración de principios sobre enseñanza y textos y una recomendación sobre mínimos estadísticos censales y un estudio sobre el perfeccionamiento de los mapas de censos.

Se decidió la realización de un estudio piloto de la cuenca del Pichincha, cercana a Quito, Ecuador, que combinó a especialistas de las cuatro comisiones con vistas a mejorar su desarrollo como región. Los documentos que se originaron fueron básicos para la aplicación de mejoras en el uso del suelo, en las redes de transporte y circulación y, en general, en el desarrollo regional.

En la reunión realizada en Buenos Aires, Argentina, entre el 1º y el 15 de agosto de 1961, se aprobó el ingreso de Canadá como Estado Miembro, luego de haber actuado varios años como Observador. A partir de su incorporación se constituyó en un activo participante en los estudios e investigaciones geográficas y representantes de ese país lideraron por dos periodos la Comisión y se ocuparon de la edición de la revista propia de la Comisión.

La siguiente llevada a cabo en la Ciudad de Guatemala, desde el 25 de junio hasta el 10 de julio de 1965, tuvo un carácter básicamente organizativo adjudicándole carácter permanente a determinados componentes y acotando a los restantes al lapso de ejecución de las actividades encomendadas. El tema convocante consistió en el tratamiento de un proyecto sobre un atlas climatológico.

La VIII Reunión de Consulta sobre Geografía tuvo lugar en Washington D.C. (Estados Unidos) desde el 2 al 19 de junio de 1969 y se incorporaron tres grupos de trabajo sobre Vocabulario de Geografía Urbana, Catálogo de Símbolos Geomorfológicos y Evaluación de la Enseñanza de la Geografía en América.

Se impulsó el desarrollo de centros u organizaciones geográficas y el desarrollo de estudios superiores de la ciencia, en América Latina, siguiendo modelos ya existentes.

En la IX Reunión Panamericana de Consulta sobre Geografía, llevada a cabo en la Ciudad de Panamá del 22 de abril al 9 de mayo de 1973, se adoptaron decisiones trascendentes.

La estructura de la Comisión de Geografía fue objeto de una profunda transformación para distinguir a los programas de coordinación, promoción y difusión de aquellos otros destinados a la ejecución de proyectos específicos, a cumplir en un lapso determinado.

Quedó constituida por los Comité de Geografía Urbana y Rural; sobre Problemas del Medio Ambiente; de Geomorfología; de Enseñanza y Textos y de Términos Geográficos.

Para cumplir con las tareas a término se crearon los grupos de trabajo sobre el Uso del agua en tierras áridas y semiáridas; Áreas pioneras; Efectos regionales de inversiones públicas; Interrelaciones ciudad-campo; Difusión de innovaciones; Elaboración de un texto básico sobre Metodología de investigaciones urbanas y regionales; Enseñanza de la Geografía en Centroamérica y países del Caribe; Enseñanza de la Geografía de los países andinos; Asistencia técnica sobre investigaciones geográficas y de Asesoramiento educativo.

En el año 1973, en la Asamblea de Panamá, previa propuesta de la delegación ecuatoriana, se acordó la creación oficial del Centro Panamericano de Estudios e Investigaciones Geográficas (CEPEIGE), incluyendo un aporte anual a su presupuesto y ofreciendo además el asesoramiento académico, como una de las medidas que permitiese garantizar su normal funcionamiento.

Por primera vez, en su existencia la Comisión de Geografía cambió su sede y un representante de Brasil dejó de liderarla. Durante ese periodo Angel Zarur, Nilo y Lysia Bernárdes fueron figuras destacadas.

La X Reunión se verificó en Quito, Ecuador, del 15 al 20 de agosto de 1977 y se adoptó la política científica para los próximos años. Consistió en cuatro líneas de acción, a saber: La evaluación de los recursos naturales; el estudio del problema de equilibrio entre el hombre y el medio físico; la definición de los problemas de la organización del espacio, tanto en escalas interurbanas como regionales y la contribución al mejoramiento de la enseñanza de la geografía en todos los niveles desde el primario al superior, incluyendo la capacitación profesional del geógrafo.

La estructura quedó reducida a los comités de Enseñanza de la Geografía; Uso del suelo y de Geografía física y al Grupo de trabajo de asistencia técnica.

El doctor Clarence W. Minkel (Estados Unidos) fue elegido presidente de la comisión en la reunión realizada en Chile en el año 1982 y reelegido por otros cuatro años en la 12a. reunión realizada en Río de Janeiro, Brasil, en 1986.

A inicios de su segundo periodo, se publicó de manera impresa el *Manual de Materiales Didácticos para la Enseñanza de la Geografía a Nivel Primario*, cuya autoría corresponde a las geógrafas panameñas Nidia Cardoze y Consuelo Tempone.

En la 13a. reunión realizada en Costa Rica, en el año 1990 asumió la presidencia el profesor Speridão Faisol (Brasil) y cuatro años después, por igual periodo, fue reelegido en Buenos Aires (República de Argentina) en el encuentro celebrado en 1993.

Se promovió la iniciativa privada en cuestiones ambientales y se analizó el impacto y desarrollo turístico. Merecieron especial consideración los espacios naturales como recursos en zonas deprimidas.

En el año 1997, en la reunión celebrada en Santiago de Chile, se encomendó la titularidad de la comisión al doctor Carlos Peñaherrera del Águila (Perú) que, posteriormente, fue reelegido por otro periodo en la 16a. reunión realizada en Santa Fe de Bogotá (Colombia), del 2001.

Se aprobó una recomendación muy importante sobre la epistemología de la Geografía y su enseñanza en América.

Otro tema de gran significación constituyó el aporte del Instituto, a través del señor John Gates, para mejor interpretar ciertos detalles de la frontera correspondiente al Tratado de Paz, celebrado entre las repúblicas de El Salvador y Honduras.

En la reunión llevada a cabo en Caracas (Venezuela) entre el 20 y el 23 de noviembre del 2005 fue electo presidente de la Comisión el ingeniero Mario Alberto Reyes Ibarra (México).

Durante el periodo se editaron con regularidad y dentro de los plazos establecidos ocho números de la *Revista Geográfica*.

En el año 2009, ante la renuncia del presidente y vicepresidente electos en la 17a. Reunión de Consulta, debió hacerse cargo, sin perjuicio de sus funciones, el entonces presidente del IPGH, profesor Héctor Oscar José Pena.

Fue preocupación principal recuperar el contenido epistemológico y metodológico de la ciencia. Merece destacarse el entusiasmo ante la orientación dada y el ofrecimiento de colaboración desinteresada por parte de la recordada Msc. Berta Balbín Ordaya.

Un punto de partida necesario para el direccionamiento previsto fue conocer las características y distribución de las sociedades y centros de formación geográficos existentes en América, con la participación de todos los integrantes de la Comisión.

En el primer año de aplicación de la Agenda Panamericana 2010-2020 se orientó decididamente hacia la realización de proyectos multidisciplinarios de incumbencia regional.

Se realizó en Santo Domingo (República Dominicana), previo a la Reunión del Consejo Directivo, un simposio sobre uso racional del agua, que concluyó con importantes recomendaciones para el empleo del vital elemento.

En el mes de noviembre del 2013, en la Asamblea realizada en la ciudad de Montevideo, República Oriental del Uruguay, asumió la presidencia de la Comisión la Msc. Jean Parcher, acompañada en la vicepresidencia por la doctora Patricia Solís. En la

ciudad de Panamá, en 2017, una nueva asamblea vuelve a elegir al binomio por un nuevo periodo de cuatro años, pero intercambiando roles.

Se advierte en todo momento una conducción participativa, donde se suman capacidades y que busca ampliar el sector académico sin descuidar la aplicación a proyectos interdisciplinarios de interés regional. Tal es el caso del Mapa Panamericano Integrado, para contribuir al desarrollo sostenible, a la prevención y a la mejor gestión integral.

En lo temático se priorizaron las investigaciones sobre cambio climático, riesgos naturales y antrópicos, urbanismo, análisis espacial y en lo referente a la educación geográfica, se renovó a través de una recomendación muy fundada continuar con los esfuerzos para mejorarla en todos los niveles.

Gracias a la gestión de fondos, se dictaron talleres de capacitación y se alentó la cooperación con organismos afines.

Una iniciativa de gran interés, acorde con los actuales desarrollos tecnológicos, consistió en la investigación sobre la utilización de los datos espaciales voluntarios.

## DISTINCIONES Y RECONOCIMIENTOS

El Estatuto Orgánico vigente tiene previsto destacar institucionalmente aquellos desempeños sobresalientes. Acorde con el enfoque de este artículo, en la Figura 3 y Figura 4, se incluyen a los científicos que se desarrollaron fundamentalmente en la Geografía.

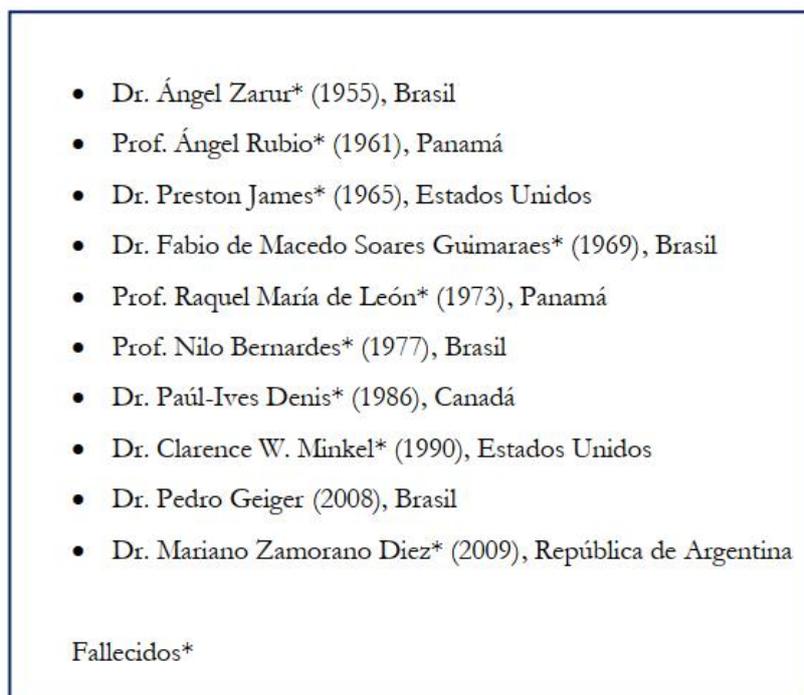
- 
- Dr. Ángel Zarur\* (1955), Brasil
  - Prof. Ángel Rubio\* (1961), Panamá
  - Dr. Preston James\* (1965), Estados Unidos
  - Dr. Fabio de Macedo Soares Guimaraes\* (1969), Brasil
  - Prof. Raquel María de León\* (1973), Panamá
  - Prof. Nilo Bernardes\* (1977), Brasil
  - Dr. Paúl-Ives Denis\* (1986), Canadá
  - Dr. Clarence W. Minkel\* (1990), Estados Unidos
  - Dr. Pedro Geiger (2008), Brasil
  - Dr. Mariano Zamorano Diez\* (2009), República de Argentina
- Fallecidos\*

Figura 3. Acreedores a la Medalla Panamericana del IPGH por su trayectoria.

- Prof. Nilo Bernardes\* (1986), Brasil
- Prof. Lysia Bernardes\* (1988), Brasil
- Dr. Héctor F. Rucinke (1993), Colombia
- Prof. Adolfo Reinaldo Börgel Olivares (1998), Chile
- Dr. Milton Santos\* (2000), Brasil
- Dr. Roberto N. Thomas (2004), Estados Unidos
- Dr. Pedro Cunill Grau (2004), Venezuela
- Dra. Edelmira González (2008), Chile
- Dr. Hugo Bodini Cruz-Carrera (2011), Chile
- Dr. Noé Pineda Portillo (2013), Honduras
- Prof. Héctor Oscar José Pena (2016), Argentina

Fallecidos\*

Figura 4.  
Geógrafos que fueron distinguidos como Afiliados Honorarios.

## ACTIVIDADES DE APLICACIÓN, EXTENSIÓN Y COMPLEMENTACIÓN

- Centro Panamericano de Entrenamiento para la Evaluación de los Recursos Naturales (CEPERN)

Entre los años 1954 y 1961 el Centro Panamericano de Entrenamiento para la Evaluación de Recursos Naturales realizó ocho cursos que incluían el aprendizaje de procedimientos tales como la fotogeología, el reconocimiento fotográfico de suelos y forestación aprovechable, la aeromagnetografía y la Iscintilometría. Estaban orientados al aprovechamiento de las potencialidades existentes en los países de América. Asistieron durante el periodo mencionado más de cuatrocientos científicos y técnicos de los 21 Estados Miembros del IPGH.

- Curso internacional de Geografía Aplicada. CEPEIGE)

El Centro Panamericano de Estudios e Investigaciones Geográficas es una institución académica ecuatoriana con autonomía propia y que desde sus orígenes estuvo vinculada al Instituto.

El 3 de octubre de 1973 se suscribió un convenio de complementación entre los organismos, que dio origen al Curso Internacional de Geografía Aplicada, del que se llevan dictados 46 ediciones, ya sea presenciales o virtuales.

El primer curso se realizó bajo el título de “Nuevos Métodos para la Enseñanza e Investigación en la Geografía Moderna”. Además de otros apoyos, los doctores C. Minkel (Universidad Estatal de Michigan), T. Martinson (Universidad Ball State) y R. Thomas (Universidad Estatal de Michigan) actuaron sin remuneración. Contó con 33 participantes que representaron a 17 naciones integrantes del IPGH.

Por diversas causas no fue posible mantener las expectativas originales y debió optarse por un acuerdo sustitutivo suscrito el 11 de diciembre del 2007.

Acorde con los apoyos existentes en la actualidad y atendiendo a los avances en materia de comunicaciones, en el año 2014 se implementó un curso de educación en línea del que se llevan efectuadas cinco convocatorias.

Los cursos estuvieron a cargo de profesionales de gran prestigio y se abordaron temáticas diversas. En los últimos años se dio preferencia a los temas ambientales.

- Reunión Geográfica Internacional para Educadores de Enseñanza Primaria y Media

Entre el 6 y el 12 de febrero de 1977, se llevó a cabo en la ciudad de Panamá esta reunión que convocó a importante cantidad de docentes de todos los niveles.

- Curso Internacional de Geografía Aplicada a Estudios Ambientales Se cumplió en la Universidad de Santiago de Chile, entre el 8 y el 31 de agosto de 1983.

El IPGH tuvo oportunidad de becar a varios cursantes.

- Curso Geográfico Internacional de Análisis y Planificación Regional Se realizó en San Pedro de Macoris, República Dominicana, del 7 de enero al 3 de febrero de 1985, con la participación de cursantes becados de varios países.

- Seminario Taller sobre Métodos Geográficos para el Análisis Urbano.

Tuvo lugar desde el 1 al 6 de febrero de 1988, en Santiago de los Caballeros, República Dominicana. Resultó una avanzada metodológica sobre un tema de creciente interés, al que asistieron más de 70 cursantes.

- Primer Seminario Internacional sobre Geografía Regional

Se llevó a cabo en Universidad Federal de Ubertlandia, en el Estado de Mina Gerais, República Federativa de Brasil, del 1 al 16 de septiembre de 1988.

- Cursillo de Nombres Geográficos

Impulsado por la Sección Nacional de los Estados Unidos se fueron dictando regularmente, desde el año 1995, en la gran mayoría de los Estados Miembros del IPGH, con la finalidad de normalizar la obtención, clasificación y archivo de topónimos.

Seguramente uno de sus méritos y razones de su permanencia fue la adaptación de su didáctica y contenidos curriculares a las exigencias de las nuevas tecnologías y empleo de los datos.

Otra virtud fue el de constituirse en el componente de capacitación por América del Grupo de Nombres Geográficos, que posee la Organización de las Naciones Unidas.

La versión a distancia del cursillo se mantiene actualizada para contribuir a completar eventuales necesidades de datos específicos y estandarizados que aparezcan en las capas de información de las infraestructuras geográficas.

- Congreso Internacional sobre Desastres y Ordenamiento Territorial en las Américas

Organizado por la Sección Nacional del Perú, se llevó a cabo en la Ciudad de Lima a partir del 8 de noviembre de 2010.

Participaron más de un centenar de estudiosos de la Geografía que deliberaron sobre algunos de los temas prioritarios para nuestra ciencia, alcanzando en las deliberaciones conclusiones de importancia.

- Taller de educación a distancia “Enseñar y aprender Geografía utilizando nuevas tecnologías de la comunicación y de la información”

Por iniciativa de la Sección Nacional de la República Argentina, se dictó desde la Ciudad de Buenos Aires entre el 3 de junio hasta el 29 de setiembre de 2013. Dirigió las actividades la profesora y licenciada Graciela Cacace.

Previsto para realizarlo en 16 encuentros de no más de cuarenta educandos, recibió más de 700 solicitudes de habitantes de América.

Fue una excelente experiencia, con la posibilidad de replicarse a través de los cursantes y un buen antecedente para estimular la realización de cursos a distancia en el IPGH.

- 1er. Conversatorio del IPGH “Afrontando la pandemia con una mirada geoespacial”

Llevado a cabo en el mes de septiembre de 2020 con una serie de ponencias encabezada por varios especialistas en la ciencias afines de esta institución, abordaron temas enfocados a la situación del mundo en relación a la pandemia COVID-19, utilizando una plataforma de comunicación a distancia.

## LA AGENDA PANAMERICANA 2010- 2020

En su etapa de consolidación científica, la Agenda Panamericana 2010-2020 resultó para el IPGH la lógica consecuencia para direccionar su quehacer en el mediano plazo, evitando posibles alternativas dilatorias y aprovechando racionalmente los recursos.

Sus contenidos responden a los aportes de los integrantes del IPGH que fueron sistematizados e integrados de acuerdo a parámetros científicos por el comité pro tempore elegido al efecto, con la coordinación del entonces Secretario General.

Los preceptos básicos perseguidos que se vienen observando consisten básicamente en propiciar el trabajo a escala continental, tender hacia temáticas de interés y promover equipos multidisciplinarios, con la participación de la mayor cantidad de nacionales de los estados miembros.

## LA DIFUSIÓN

La difusión de sus actividades, dar a conocer los avances que se van produciendo en sus ciencias específicas y el tratamiento que se brinda a los temas de interés mayoritario es fundamental para entidades como el IPGH.

En este caso los tres canales que se utilizan habitualmente son las publicaciones periódicas, las publicaciones ocasionales y las coediciones.

La tecnología digital ha permitido sumar un medio de comunicación virtual de fácil acceso, pero que a mi juicio no reemplaza a los anteriores.

## PUBLICACIONES PERIÓDICAS

La *Revista Geográfica* lleva publicados desde su creación en el año 1941, 161 números. Es una de las más consultadas dentro de las series del Instituto. Si bien originalmente se previó como de salida trimestral, predominó durante un tiempo prolongado la frecuencia semestral. Desde el año 2014 su edición es anual (Figura 5).

Durante sus casi 80 años de existencia se sucedieron distintas formas y criterios editoriales. Sus contenidos responden en general a proyectos de investigación que apoya el Instituto, recordatorios a figuras trascendentes de la geografía y en aportes voluntarios de integrantes del mundo universitario o de centros de investigación científica.

La Revista al igual que sus similares de las otras disciplinas para ser editada debe cumplir con exigencias de formato y calidad, cuenta con referato y está inscrita en directorios de publicaciones científicas.

La impresión y distribución de los ejemplares en soporte papel resulta cada vez más onerosa y afecta fundamentalmente el intercambio de publicaciones similares de América y el mundo. Ciertamente el intercambio virtual es una alternativa válida por el momento (<https://revistasipgh.org/>).

No debemos olvidar que existió un *Boletín Aéreo*, de salida bimestral, que debió discontinuarse con cuestiones financieras. Era un medio de lectura fácil que permitía estar actualizado en avance de proyectos, nuevas ediciones, cambios, etc. Parte de esa información puede consultarse en la página virtual institucional.



## PUBLICACIONES OCASIONALES Y COEDICIONES

Desde los inicios del Instituto, durante décadas y fundamentalmente hasta la creación de las comisiones, las publicaciones ocasionales constituyeron prácticamente el único medio utilizado para difundir las actividades del Instituto y el estado de sus ciencias constitutivas.

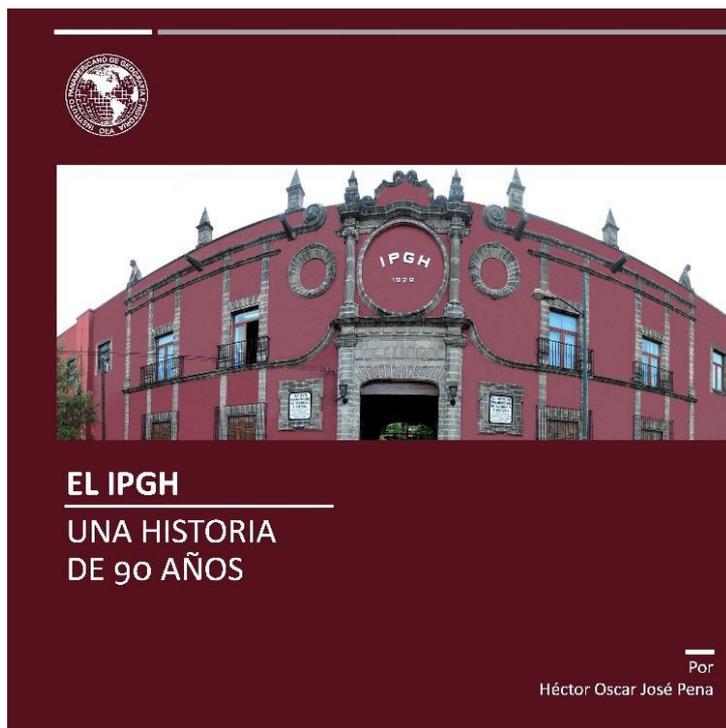
La línea editorial, el ritmo de edición, los autores y los distintos enfoques corresponden a los cambios que se fueron registrando en las distintas épocas. Dentro de los más de 550 títulos editados, alrededor del 25% corresponden a temas propios o muy afines con la geografía, cursos de enseñanza, bosquejos de los países, recursos naturales mundiales, mapas físico-políticos, diccionarios, etc. (Figura 6).

Nos pareció de utilidad destacar algunas colecciones especializadas de Historia que guardan especial interés como referencias necesarias. Tal es el caso una serie de valiosas compilaciones que lideró el doctor Leopoldo Zea y están relacionadas con la actividad desarrollada por Humboldt, en territorio americano.

También son aplicables a los estudios geográficos algunos desarrollos cartográficos con contenido temático y donde se aplica simbología y toponimia específica.

Para los estudiosos de la geografía en particular creemos que merecen ser destacados algunos grupos de publicaciones que responden a proyectos con participación del IPGH:

- Ocho volúmenes del Programa de Cooperación Técnica de la OEA, realizado en los años de 1950, donde fue posible completar un importante estudio sobre los recursos naturales de las Américas. La colección conserva vigencia como fuente de consulta básica.
- Los manuales de geografía de varios de los Estados Miembros, junto con informes sobre la enseñanza de la ciencia y los materiales didácticos aplicados a ella.
- Las guías para investigadores de la geografía de numerosos países de América. Se trata de una serie de volúmenes que contienen referencias precisas sobre documentos cartográficos y bibliografía geográfica que pueden considerarse prioritarias para iniciar estudios o investigaciones sobre la ciencia.
- Los tres tomos de Geonaturalia-Geografía e Historia Natural: hacia una historia comparada. Estudio a través de Argentina, México, Costa Rica y Paraguay, permiten alcanzar una interesante visión multinacional y multidisciplinaria de cuatro países de América.



**Figura 6.** Testimonio de una fructífera trayectoria panamericana.

## REPOSITORIOS BIBLIOGRÁFICOS Y CARTOGRÁFICOS

- Fondo Bibliográfico José Toribio Medina

Mediante un convenio con el Instituto Nacional de Antropología e Historia de México, se brindó respaldo legal al fondo bibliográfico del título que se encuentra físicamente ubicado en la Biblioteca “Guillermo Bonfil Batalla de la Escuela Nacional de Antropología e Historia, que se encarga de su resguardo y gestión.

Los ejemplares a disposición del público oscilan en los 250 000. La gran mayoría proviene de donaciones y del intercambio con diferente instituciones, dentro y fuera del continente.

Existe un fondo reservado que incluye cerca de 400 obras, algunas únicas y en su gran mayoría originales de los siglos XVII, XVIII, XIX, XX y XXI.

La digitalización de una parte de las obras permite la consulta a distancia de este importante archivo de la cultura americana

(<https://mediateca.inah.gob.mx/repositorio/islandora/>)

- Mapoteca Manuel Orozco y Berra.

Está instalada en un sector del gran edificio histórico donde funciona la Secretaría General del IPGH.

Cuenta con más de 150 000 documentos cartográficos que fueron impresos desde el año 1620 hasta la actualidad.

El archivo propio del Instituto, ocupa un área que incluye más de 50 000 piezas correspondientes a los siglos que van del XVIII al XXI.

Gran parte de los mapas se encuentran digitalizados para minimizar el deterioro de documentos de gran valor científico, por la lógica manipulación a través del tiempo (<https://mopoteca.siap.gob.mx>).

## ALGUNAS CONCLUSIONES

Faltan pocos años para que el IPGH alcance el primer siglo de su existencia, al Oservicio de los pueblos de América, buscando a través del progreso científico un mejor entendimiento, y una buena convivencia, dentro de un espíritu de cooperación mutua. Durante ese prolongado lapso, no frecuente en asociaciones de su tipo, se han registrado cambios significativos en su evolución institucional, en la forma de participación y hasta en los enfoques científicos.

Esas modificaciones estuvieron motivadas en transformaciones de la sociedad, en un mayor acceso a la educación en general, en adelantos científico-tecnológicos y también en las alteraciones presupuestarias para su funcionamiento.

La ocurrencia de desastres naturales o provocados casi habituales en algunos países de América, en particular el sismo que el 12 de enero de 2010 destruyó Puerto Príncipe y asoló Haití, nos reafirmó por boca de los propios afectados que la mayor ayuda que deseaban recibir del IPGH estaba en la educación, para prevenir y mitigar los daños que producían.

Nos detendremos particularmente en lo concerniente a la Geografía:

- La enseñanza de la Geografía fue y sigue siendo una de las preocupaciones prioritarias del Instituto. La misma Unión Geográfica Internacional, en una declaración difundida en el año 1992, destacó a nuestra ciencia como un poderoso instrumento educativo, tanto como un eficaz contribuyente a la educación internacional, ambiental y orientada al desarrollo. En América se registran en general avances en los enfoques, los métodos y en el empleo de modernas tecnologías, que se aplican en los diferentes niveles educativos. En casos se alcanzaron consideraciones de autonomía científica y excelencia académica, pero en otros prevalecen paradigmas con fuerte carga ideológica que afectan su desarrollo; aún existen currículos donde se la integra con otras disciplinas y se registran carencias de escuelas de formación, sobre todo en el nivel superior. El ejercicio profesional del geógrafo debe aumentar y su integración en equipos interdisciplinarios resulta cada vez más necesario.

- El factor humano es un componente determinante en instituciones científico-técnicas, con permanente rotación de integrantes y con principales objetivos de servicio. No son pocos los casos de desempeños de excelencia por parte de estudiosos y diletantes de la Geografía, que nos dejaron testimonios de su labor y que fueron reconocidos por el Instituto.

Si bien por conocimiento propio y por los antecedentes existentes del lapso analizado, no se advierte la existencia de limitaciones de género, merece destacarse la creciente y destacada participación de las geógrafas a nivel panamericano, que se viene manifestando en las últimas décadas.

Bastaría considerar como ejemplo que desde el año 2013 lideran, con general aceptación, la Comisión de Geografía del IPGH.

- El cumplimiento de la Agenda Panamericana del IPGH 2010-2020, actualizada con los objetivos de desarrollo sostenible declarados por la organización de las Naciones Unidas (ONU), junto con la participación en proyectos e investigaciones de orden regional y mundial, consolida la posición del IPGH como organismo especializado de la OEA y mantiene la vigencia de sus objetivos. Tengamos presente como un ejemplo propio de la Geografía que la Organización de las Naciones Unidas para La Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) viene proponiendo desde hace años la inclusión en sus programas de enseñanza el concepto de paisaje, ínsito de nuestra ciencia, como una de las bases más sólidas para establecer una verdadera amistad entre los pueblos.
- Pensamos que el ideal de los países americanos para el siglo XXI pasa por una visión geopolítica que nace en enfoques globalizados manteniendo las identidades propias, que se acelera con los constantes desarrollos tecnológicos y se adapta a los nuevos paradigmas sociales. El IPGH pudo intervenir técnicamente en la solución pacífica de cuestiones de fronteras, que lo vincula con sus orígenes. Queda mucho por avanzar en la lucha contra el hambre y en el cuidado de la salud. Siempre resulta impostergable ocuparse seriamente del mantenimiento de la morada del hombre, donde cada día se ratifica la importancia humana y económica del conocimiento.

## BIBLIOGRAFÍA

- Barriga Vargas, Rodrigo (2017). *Memoria de la Secretaría General 2014-2017*, publicación ocasional 553, Instituto Panamericano de Geografía e Historia, México, 97 pp.
- Borrero Mutis, Santiago, (2013). *Retos y logros de una década. Memoria de una gestión panamericana*, publicación ocasional 548, Instituto Panamericano de Geografía e Historia, México, 75 pp.
- CEPEIGE (2008). Centro Panamericano de Estudios e Investigaciones Geográficas. *Revista Geográfica*, (142), 164-170, IPGH, México.
- Curto, Susana I., Fritschy, Blanca A. y Pena, Héctor O. J. (2017). La Geografía en la sociedad de la información. *Las academias se asoman al futuro* (pp. 85-112), Buenos Aires, 296 pp.
- El Instituto Panamericano de Geografía e Historia. Organismo Especializado de la OEA – 1928-1978*, publ. especial, México, 1978, 132 pp.
- Gerlach, Arch C. (1970). Instituto Panamericano de Geografía e Historia –IPGH, publicación ocasional 314, México, 73 pp.
- Pena, Héctor Óscar José (2010). El Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH). Creación, desarrollo y estrategias actuales. *Boletín de GAEA Sociedad Argentina de Estudios Geográficos* (pp. 77-87), Buenos Aires.
- (2013). *El Instituto Panamericano de Geografía e Historia. Cuatro años participando de su historia*. Buenos Aires, 158 pp.
- (2017). En camino. Hacia los noventa años del IPGH. *Anales de la Academia Nacional de Geografía*, núm. 37, 33-38, Buenos Aires.
- (2018). *El IPGH. Una historia de 90 años*. Instituto Panamericano de Geografía e Historia, publicación ocasional 552, México, 311 pp

Durante este año de 2021 la Academia Nacional de Geografía conmemoró el 65° aniversario de su creación. Un año donde el Poder Ejecutivo Nacional estableció dedicarlo a homenajear al doctor César Milstein (Decreto N° 18/2021), uno de los argentinos comprometidos con el desarrollo de la ciencia para servir a una sociedad, sin exclusiones. Se trata de un merecido reconocimiento al químico que, por sus aportes a la salud mundial, obtuvo el Premio Nobel de Medicina en 1984.

Los efectos de la pandemia y las medidas de protección sanitaria adoptadas, continuaron afectando el desenvolvimiento tradicional. Lo presencial dejó paso a lo virtual, impidiendo entre otras cosas que no pudiéramos acompañar y despedir con la calidez que merecían, a destacados miembros de la corporación fallecidos.

Como una circunstancia muy significativa para destacar, en momentos que podemos calificar sin duda como difíciles, se encuentra la acción mancomunada de todas las academias nacionales para procurar reconocimientos y recursos imprescindibles para una labor trascendente; el permanente intercambio colaborativo entre sus integrantes y el desarrollo del X° Encuentro Interacadémico, un ejemplo de continuidad, cuyo colofón es una publicación que incluye diferentes ópticas científicas sobre la inteligencia artificial.

En la reunión ordinaria celebrada el 15 de diciembre se renovó la integración del Consejo Directivo que tendrá la responsabilidad de dirigir los destinos de la Academia durante el próximo bienio 1922/23 y se aprobó la incorporación de nuevos miembros titulares y correspondientes, que se sumarán al cumplimiento de los objetivos institucionales.

Con renovadas esperanzas esperamos a un nuevo año con realizaciones positivas.

*Héctor Oscar José Pena*

**ACADÉMICO INGENIERO GEÓGRAFO  
DON LUIS MARIA MIRÓ  
1925-2021**

*Académico Héctor Oscar José Pena (\*)*



Nació el 28 de enero de 1925 en la Ciudad de Buenos Aires, en un hogar con valores morales y religiosos muy señalados. Fue bautizado como Luis María Julio del Corazón de Jesús Miró, aunque desde muy chico en el ámbito familiar y amistoso se lo conocía por Yuyi.

Sus padres provenientes de San Nicolás de los Arroyos se radicaron en la Ciudad de Buenos Aires, más precisamente en el barrio de Núñez, donde vivieron muchos años y los componentes de la familia fueron adquiriendo identidades locales y sumando amistades perdurables. La vieja casona de Juana Azurduy y Vidal, que fue demolida para dejar paso a la modernidad, era el lugar preferido de reunión con sus jóvenes amigos para ejercitarse físicamente, para dilucidar juegos de ingenio o para partir juntos hacia el viejo estadio de Platense, ubicado en Manuela Pedraza y Crámer.

---

(\*) Presidente de la Academia Nacional de Geografía

Durante su vida cambió varias veces de domicilio, dentro del país y en el exterior, de niño siguiendo los destinos militares de su padre y después por las exigencias propias de su vida familiar y profesional. No tengo dudas que el solar de Núñez vinculado a los afectos perdurables fue el que caló más hondamente en su vida.

La educación en el nivel primario y secundario, hasta ingresar al Colegio Militar, la realizó en la escuela pública y con los hermanos maristas. Fue una preocupación especial de sus padres ocuparse de su desarrollo psicofísico, de la solidez de conocimientos en lengua y matemáticas y del aprendizaje de otros idiomas.

A pesar de los muchos años de relación con Luis María Miró, algunos con contactos diarios, cuando fue mi jefe directo; otros más espaciados, mientras se iba consolidando una sincera amistad, siempre fue muy reservado respecto a su intimidad familiar. Lo conocí ya casado con María Antonia Ruda, cuando sus hijas María del Rosario y Ana Lía comenzaban su adolescencia.

Egresó del Colegio Militar como subteniente de artillería. Cumplió con los cursos de capacitación y especialización inherentes a la carrera de las armas y obtuvo en la Escuela Superior Técnica del Ejército “Gral. Manuel Nicolás Savio” el título de grado de Ingeniero militar en la especialidad geográfica, durante el año lectivo de 1954.

En la Universidad de California (Los Ángeles)-EUA, completó su formación profesional con una Maestría en Ciencias en el año 1958.

Si bien me ocuparé especialmente de reseñar su actividad vinculada directamente con la Geografía, no puedo menos que expresarme aunque más no sea sintéticamente sobre su también destacada trayectoria como militar y en la enseñanza universitaria.

En el Ejército Argentino donde alcanzó el grado de general de división, que supone acceder a la cúspide de la pirámide castrense, cumplió sus últimas funciones en el año 1977, como agregado militar en los Estados Unidos de América y presidente de la delegación militar argentina ante la Junta Interamericana de Defensa.

El protagonista de esta biografía que tiene intenciones de homenaje, tuvo en su familia un ejemplo real sobre que conocemos como educación permanente. Su padre Ricardo, redactaba regularmente mensajes para sus hijos aconsejándolos sobre la compostura con que debían actuar ante distintas vicisitudes de la vida, incluyendo la prestación profesional. Por su parte Ana, la madre luego de ocuparse de la educación de sus tres hijos alcanzó a alfabetizar a todos sus nietos. Luis María, un lector apasionado sobre múltiples temáticas y poseedor de una retentiva privilegiada, cuando había cumplido largamente los noventa, continuaba ayudando a resolver problemas matemáticos a sus nietos y bisnietos.

Con una excelente formación profesional y durante quince años, tuvo a su cargo el dictado de Mecánica de Fluidos y de Análisis Matemático en la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires.

En la Escuela Superior Técnica del Ejército, donde había cursado ingeniería, se desempeñó como Jefe de Estudios y tuvo a su cargo la especialidad del Servicio Geográfico.

En el Instituto Geográfico Militar (hoy nacional) ocupó distintas responsabilidades de conducción técnica, fue designado subdirector y culminó su gestión en el organismo ejerciendo la dirección durante más de cuatro años, hasta el 23 de noviembre de 1974.

En los dos años siguientes estuvo al frente de la Dirección de Geodesia de la Provincia de Buenos Aires, organismo creado el 26 de junio de 1826, por Bernardino Rivadavia y al que se considera como el decano de la especialidad. En su homenaje se estableció a esa fecha como el “Día de la Cartografía”.

Durante una veintena de años, presidió la Comisión Nacional de Límites y se desempeñó como delegado argentino demarcador limítrofe ante todos nuestros vecinos fronterizos.

Su reconocida experticia llevó a que la Organización de Estados Americanos lo convocara para actuar como mediador en la solución de un conflicto fronterizo entre las repúblicas de El Salvador y Honduras.

Se incorporó a la Academia Nacional de Geografía, como miembro de número titular, el 19 de mayo de 1983, atendiendo a sus importantes antecedentes en la educación y en la actuación de organismos de matriz geográfica. Pareció una predestinación que pasara a ocupar el sitial asignado al patrocinio de Francisco Pascasio Moreno, el mayor ejemplo de desempeño en las fronteras de la patria.

El académico Miró se destacó en todo momento, por sus calidades personales y profesionales y asumió con eficiencia y dedicación las responsabilidades inherentes a los distintos cargos del Consejo Directivo que le fueron asignados. Al momento de su deceso era el decano de los miembros de número titulares.

Una dilatada trayectoria, considerada honorable y destacada, le permitió recibir distintos reconocimientos. Entre ellos merecen citarse los correspondientes a la Cancillería Argentina, al Ejército Argentino, al Presidente de los Estados Unidos de América, al Instituto del Servicio Exterior de la Nación y a la Comisión del Servicio de Justicia Militar.

En lo personal le agradezco sus enseñanzas y la alegría con que recibía mis progresos. El Penita que había adoptado como trato desde hace años expresaba un afecto y una consideración, que me llenaba de orgullo. El fallecimiento de su esposa fue un duro trance que le dejó huellas anímicas insalvables. Al cumplir los noventa y cinco años lo saludé telefónicamente y lo encontré deprimido y disperso. No dudé entonces en escribir una carta destinada a don Luis María Miró, para trasmitirle en vida el testimonio de una deuda de gratitud y recordar gratos momentos compartidos.

Falleció el 10 de enero de 2021 en la misma ciudad donde había nacido. Las medidas de control sanitario que se adoptaron por la pandemia originada por el virus Covid 19 no permitieron a sus familiares, amigos, camaradas, colegas y a todos los que disfrutaron de su trato, brindar a este gran hombre la despedida que seguramente merecía.

Su recuerdo nos sigue acompañando.

## DÍA DE LA ANTÁRTIDA ARGENTINA



Por modificación de la Ley Nacional N° 20827/74 se instituyó al 22 de febrero como el Día de la Antártida Argentina, en conmemoración, de igual fecha del año 1904, en que se enarboló, por primera vez, el pabellón patrio en la Isla Laurie, del archipiélago de las Islas Orcadas del Sur.

Desde entonces, hace 127 años, la República Argentina permanece ininterrumpidamente en el Continente Blanco atendiendo la Base Científica instalada en el lugar.

Las reclamaciones de soberanía territorial, congeladas al igual que otras por el Tratado firmado el 1° de diciembre de 1959, que entró en vigor el 23 de junio de 1961, corresponden al sector comprendido entre los meridianos de 25° W y 74° W y el paralelo de 60° S. Los valores están expresados en el sistema geodésico mundial, versión WGS 84.

Por Ley N° 23 775, se incorporó dentro de la división política nacional, formando parte de la provincia de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur.

Varios integrantes de esta Academia Nacional de Geografía participaron en campañas de reconocimiento, levantamientos topográficos, observaciones astronómicas e investigaciones glaciológicas.

Las expediciones y estudios antárticos constituyen un tema de permanente interés en la agenda de la Corporación y se han otorgado distinciones por hazañas de argentinos realizadas en el Continente Antártico.

## DÍA DE LA TIERRA



Desde hace medio siglo, los días 22 de abril constituyen jornadas de reflexión sobre los diversos factores que deterioran al planeta y a la vez tienen la intención de generar una conciencia mundial sobre el cuidado del medio.

Estos objetivos de conocimiento y aplicación son propios de la Geografía que, junto con otras disciplinas afines, contribuyen al establecimiento de criterios de desarrollo sustentable.

El Papa Francisco señaló una dirección conveniente y posible “Que bueno dejar al mundo mejor que como lo encontramos”.

Como reflejo de la importancia de esta conmemoración, se organizó para el año de 2021 un encuentro virtual abierto bajo la denominación de “Foro mundial de Geodesia. El poder del donde: el valor de la Geodesia para la sociedad” que se centró en la importancia de esa disciplina para el bienestar y el mejoramiento de la sociedad, el medio ambiente y la economía.

El académico Ezequiel Pallejá, un reconocido geodesta, fue invitado a expresar algunos conceptos ampliatorios sobre el tema para mejor difundir los fines de la reunión, que se resumen así:

La Geografía se nutre, entre otras fuentes, de las Ciencias de la Tierra para desarrollarse y cumplir sus objetivos. Dentro de esas ciencias se destaca nítidamente la Geodesia, ciencia que mide el tamaño, la forma y la orientación de nuestro planeta y es la base de las políticas, las decisiones y la ejecución de programas basados en pruebas.

En la página <https://ggos.org/news/the-power-where/del> Global Geodetic Observing System de la Asociación Internacional de Geodesia se abunda sobre este tema. Se indica que “todos los días, la humanidad se beneficia de la Geodesia”.

La Geodesia se utiliza cotidianamente en los campos de la ingeniería civil, la automatización industrial, la agricultura, la construcción, la minería, las transacciones financieras, los sistemas de transporte inteligente, la respuesta a desastres y la gestión de emergencias, los estudios ambientales y la investigación científica.

La Geodesia permite además la recopilación, gestión y alineación precisa de la información geoespacial integrada a nivel nacional, un requisito clave para su aplicación a diversas actividades.

En el foro se presentaron ejemplos actuales que fundamentan lo expresado como el impacto que provocaría la interrupción del servicio GPS o el de GNSS con consecuencias de pérdidas billonarias. Por el contrario las inversiones en Geodesia producirían beneficios que alcanzarían cifras del mismo orden.

El Secretario General de la Organización de las Naciones Unidas cerró el foro con una encendida convocatoria a seguir el “camino geoespacial” para contribuir a un mundo mejor.

## **UNA NUEVA PROVINCIA ARGENTINA**



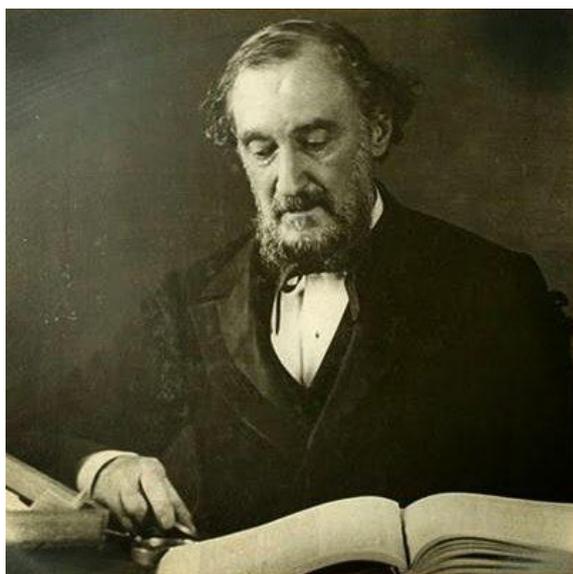
El 26 de abril del año 1990, por Ley N° 23775, nació la más austral de nuestras provincias con el nombre de Provincia de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur.

Los diecinueve convencionales constituyentes elegidos concluyeron con la redacción del texto el 17 de mayo de 1991, sancionando y promulgando la Constitución Provincial, con los límites territoriales y los espacios marítimos y aéreos que por

derecho le corresponden, de conformidad con los límites internacionales de la República Argentina. Pocos días después, el sábado 1° de junio, en el Centro Deportivo de Ushuaia le prestaron solemne juramento que fue acompañado por los asistentes a esa nutrida asamblea.

Concordante con los hechos descriptos la primera de las disposiciones transitorias de la Constitución de la Nación Argentina, modificada en el año 1994 (Ley 24430) dice: La Nación Argentina ratifica su legítima e imprescriptible soberanía sobre las islas Malvinas, Georgias del Sur y Sandwich del Sur y los espacios marítimos e insulares correspondientes, por ser parte integrante del territorio nacional. La recuperación de dichos territorios y el ejercicio pleno de la soberanía, respetando el modo de vida de sus habitantes, y conforme a los principios del Derecho Internacional, constituyen un objetivo permanente e irrenunciable del pueblo.

## **200 AÑOS DEL NATALICIO DE BARTOLOMÉ MITRE**



Nació el 26 de junio de 1821 y falleció el 19 de enero de 1906, en la Ciudad de Buenos Aires.

Se destacó como político, militar, historiador, escritor, periodista y estadista. Fue dos veces presidente de la República Argentina, entre el 12 de octubre de 1862 y el 12 de octubre de 1868. Anteriormente se desempeñó como gobernador de la Provincia de Buenos Aires (1860-1862)

Por generosa disposición de las instituciones que creara o que llevan el nombre del prócer las sesiones de esta Academia tuvieron durante un cuarto de siglo el ámbito adecuado para su realización, además de recibir apoyos para su labor editorial.

## **DÍA DE LA INDEPENDENCIA NACIONAL 9 DE JULIO DE 1816**



Homenaje a los congresales que aquel día, en San Miguel de Tucumán, proclamaron nuestra independencia.

## **BICENTENARIO DE LA UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES**



Creada el 12 de agosto de 1821 cuenta con un reconocido prestigio internacional y constituye un auténtico orgullo para los argentinos.

La Academia Nacional de Geografía, a través de toda su historia, viene recibiendo el aporte de prestigiosos egresados de esa casa de altos estudios que, sumados a la labor académica, se han destacado por los conocimientos brindados a la sociedad, con auténtica generosidad y vocación de servicio.

## 65° ANIVERSARIO DE LA ACADEMIA NACIONAL DE GEOGRAFÍA



A continuación se transcribe el texto que forma parte integrante de la esquila conmemorativa (imagen ut-supra) que se ha difundido entre los miembros de la corporación y todas aquellas personalidades afines a la misma:

*“Cada 5 de octubre recordamos con la gratitud a la que son acreedores aquellos esclarecidos que en el año 1956, hicieron realidad la creación de una academia que se dedicara al cultivo intensivo de la Geografía, en todas sus manifestaciones.*

*Desde entonces su trayectoria institucional viene acompañando con realizaciones positivas la evolución de nuestra ciencia, propendiendo con su integración dentro del campo del conocimiento a brindar un mejor servicio a la sociedad.*

*Como herederos de un importante patrimonio cultural siempre actualizado, asumimos con orgullo y responsabilidad la continuidad del camino trazado, comprometiéndonos a trabajar éticamente y con total libertad en la superación de nuevos retos, ante circunstancias que se suceden y cambian permanentemente.*

*En esta fecha de conmemoración, hago llegar mis especiales deseos de felicidad a los integrantes de esta corporación y a todos aquellos que nos acompañan y estimulan en nuestro quehacer. Buenos Aires, 5 de octubre de 2021”*

Héctor Oscar José Pena  
Académico Presidente

## **BASES Y CONSIDERACIONES PARA UNA EDUCACIÓN GEOGRÁFICA EN LOS TIEMPOS ACTUALES DE COMPLEJIDAD, INCERTIDUMBRE Y PLANETA EN CRISIS**

*Académico Pablo Gabriel Varela*

### **Resumen.**

Ante la pandemia que está azotando toda la superficie terrestre y que agrava los problemas existentes a nivel planetario tales como: el cambio climático; la contaminación en todas sus facetas; el empobrecimiento mundial; el hambre; las crisis políticas y sociales; las migraciones por diferentes cuestiones; los efectos nocivos de la tecnología; y el agotamiento y exterminio de la naturaleza; es preciso replantear el saber geográfico, en su trama compleja, y - como consecuencia inobjetable -, la forma de educación que implica. La educación geográfica deberá mirar hacia el futuro sobre la base de tres principios de fundamento: **la paz** (entre las personas y entre las personas y el ambiente); **la solidaridad** (como herramienta para la paz y el equilibrio de las interrelaciones personales y naturales); y la **ciencia**, al servicio de la plenificación de la persona humana y del ambiente.

### **Abstract.**

In the face of the pandemic that is hitting the entire earth's surface and that aggravates the existing problems at the planetary level such as: climate change; pollution in all its facets; global impoverishment; hunger; political and social crises; migration for different reasons; the harmful effects of technology; and the exhaustion and extermination of nature; it is necessary to rethink geographical knowledge, in its complex web, and - as an unobjectionable consequence - the form of education that it implies. Geographical education should look to the future on the basis of three fundamental principles: peace (between people and between people and the environment); solidarity (as a tool for peace and the balance of personal and natural interrelationships); and science, at the service of the plenification of the human person and the environment.

**Palabras clave:** pandemia, complejidad, situación social, educación geográfica.

**Keywords:** pandemic, complexity, social situation, geographical education.

## **INTRODUCCIÓN**

Los diferentes estados de situación que se plantean a lo largo y a lo ancho del planeta, por diferentes causas y las consecuencias que producen, nos obligan a pensar las distintas acciones humanas – individuales y colectivas – con criterios que no pueden

– ni deben – ajustarse a estructuras o esquemas que han caducado por defecto o por atender parcialidades que, aunque se sumen, no se aproximan al todo.

La irrupción de una pandemia<sup>1</sup> en el ya entramado inextricable de nuestro hábitat terrestre termina por completar - y hacer más visible -, el marcado desequilibrio del sistema mundial y pone en crisis *per se* los ecosistemas locales y regionales.

El agravamiento de los fenómenos naturales, de sus ciclos y características, adicionado al panorama real de las asimetrías sociales manifestadas en calidad de vida y desarrollo humano, lleva a los científicos y profesionales de las áreas disciplinarias e interdisciplinarias a manejarse con paradigmas que superen los existentes y permitan arribar a soluciones que den respuesta a los complejos problemas que se identifican en la actualidad.

La pandemia, el cambio climático y sus derivaciones; el hambre<sup>2</sup>; las migraciones – por causas económicas, políticas y bélicas, entre otras -; el empobrecimiento creciente de la población mundial y el conjunto de problemáticas generadas por la discriminación, la persecución, la violencia y la segregación, entre otras, que afectan a grupos de personas en todos los territorios de la Tierra, impulsan cambios en los campos diversos de la ciencia y la tecnología, tanto en sus ejes disciplinarios como inter y transdisciplinarios.

En un primer avance de síntesis, es dable afirmar:

- Cambios y reformulaciones *ad intra* de la disciplina.
- Cambios y reformulaciones *ad extra* de la disciplina.

Y, a su vez, dos premisas más:

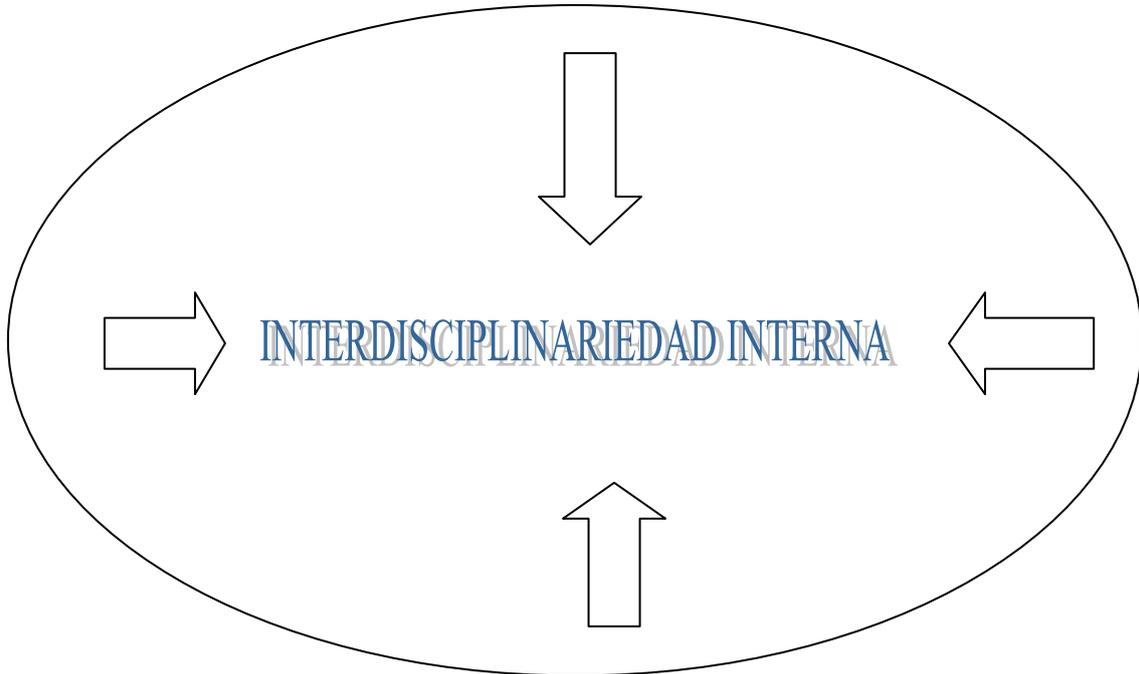
- Examinar la función interdisciplinaria *ad intra* de la disciplina. (En el gráfico 1 que figura a continuación, las flechas representan las sistemáticas que con sus aportes integran el saber geográfico. La actualización de cada una suscita lo propio en la Geografía y constituye, de esta manera, un proceso dinámico de retroalimentación). Gráfico 1.

---

<sup>1</sup> La COVID 19 es la enfermedad causada por el nuevo coronavirus conocido como SARS-CoV-2. Cabe destacar que la Organización Mundial de la Salud – OMS, o WHO, por su sigla en inglés - se anuncia de su existencia por primera vez el 31 de diciembre de 2019, al informarse un conjunto de casos de “neumonía vírica”, declarado en Wuhan, República Popular China.

<sup>2</sup> Cfr. Informe de las Naciones Unidas: El año de la pandemia, dominado por un repunte del hambre mundial. 12 de julio de 2021/Comunicado de prensa conjunto/Roma. *El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo* es la primera evaluación mundial en su género realizada en tiempos de pandemia. La publicación del informe es obra conjunta de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), el Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA), la Organización Mundial de la Salud (OMS), el Programa Mundial de Alimentos (PMA) y el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF).

**Gráfico 1.**



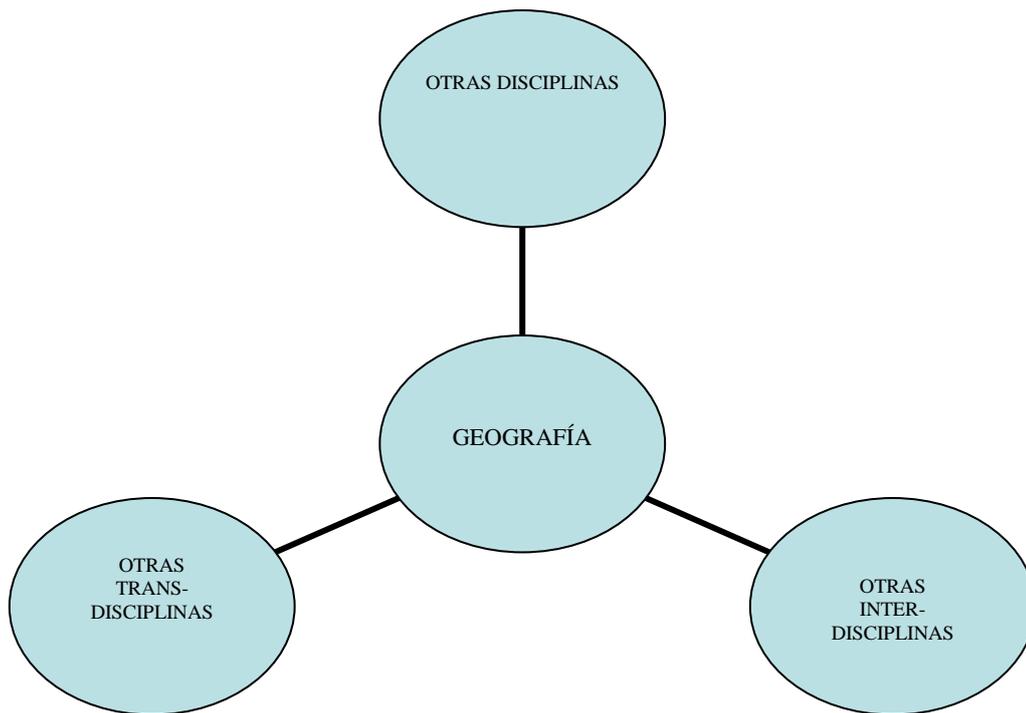
**Fuente: elaboración propia.**

La interdisciplinariedad interna es un flujo constante que se da en la ciencia y que la lleva a proponerse estudios sobre cuestiones que se vinculan con los escenarios que se van configurando en los espacios geográficos y que demandan respuestas tanto para el corto, como para el mediano y largo plazos.

Las “pandemias” de la COVID 19 y del cambio climático – que más que climático es un cambio planetario – han dado lugar, por lo menos, a dos fenómenos acuciantes que, si bien ya existían, se agravaron: la incertidumbre y la crisis. Ambas caracterizaciones estarán presentes a lo largo de este trabajo y dejarán su impronta en el signo de las medidas a adoptar en un tema muy específico como lo es la educación geográfica.

- Examinar la función interdisciplinaria *ad extra* de la disciplina (lo cual supone la relación con otras disciplinas; con nuevas interdisciplinas – surgidas por asociación disciplinarias –; y con nuevas transdisciplinas, originadas por la aparición de campos de estudios diferentes o problemáticas emergentes de los planos locales, regionales y planetarios). Gráfico 2.

**Gráfico 2.**



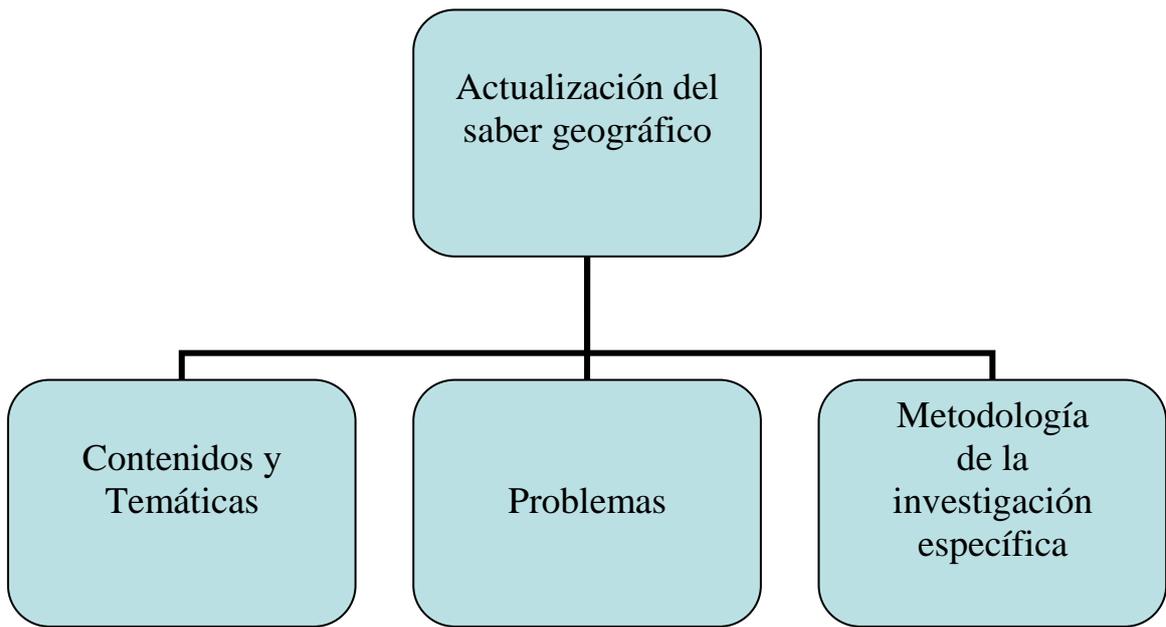
**Fuente: elaboración propia.**

Desde esta perspectiva, avanzaremos en definiciones y especificidades en el campo de la Geografía y de su enseñanza, con un espíritu superador de las actuales prácticas de la educación geográfica.

En rigor, nuestro planteo puede resumirse en dos premisas:

- Actualización del saber geográfico. (El cuadro sintetiza los aspectos centrales que hacen a la actualización: los contenidos y temáticas; los problemas que se generan en forma permanente; y la metodología de la investigación específica). Gráfico 3.

**Gráfico 3.**

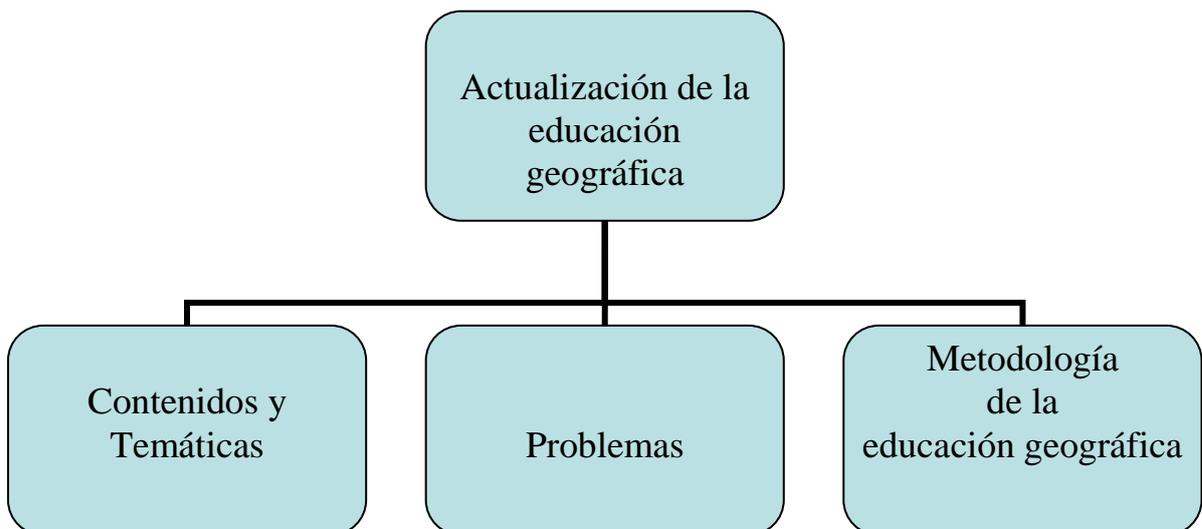


**Fuente: elaboración propia**

Y, como consecuencia:

- Actualización de lo que constituye la educación geográfica. Gráfico4.

**Gráfico 4.**



**Fuente: elaboración propia.**

Como ya lo hemos expresado en nuestro trabajo sobre el valor de la Geografía en la educación nacional “*hoy no es posible concebir las disciplinas disociadas y cada una en un estado de soledad respecto de las otras. Las ciencias, a pesar de sus diferencias, tienen todos principios y elementos en común y es la realidad la que, de alguna forma, impulsa la necesidad de su intervinculación y su articulación*”<sup>1</sup>.

Para el abordaje de una metodología de la enseñanza de la Geografía, en su amplia comprensión de “educación geográfica”, tomamos algunos documentos como puntos de partida y marco teórico, con un enfoque holístico y prospectivo, a saber:

- la encíclica *Laudato, si'* de S.S. el Papa Francisco;
- el Informe sobre Desarrollo Humano 2020, del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD);
- la Ley 26206, de Educación Nacional (R.A.)
- y nuestros trabajos sobre el concepto de transdisciplinariedad de la Geografía y, en consecuencia, de su enseñanza.

## LA CARTA ENCÍCLICA LAUDATO SI'

Es la segunda del pontificado del papa Francisco, firmada el 24 de mayo de 2015, que en su traducción significa *Alabado, seas (mi Señor)*, y que está dedicada al cuidado de la casa común, en una directa referencia al cántico de san Francisco de Asís en el que invocaba a la madre tierra como hermana con la cual comparte su existencia<sup>2</sup>.

Si bien esta encíclica se dedica *in extenso* al tema de la ecología y, particularmente, a la crisis que atraviesa el planeta desde todas sus aristas – y no exclusivamente biológicas –, el mismo documento reseña, en su comienzo, intervenciones papales en la temática con aportaciones que, en su momento histórico, acercaron a la idea y advirtieron respecto del maltrato que se estaba dando a la morada humana. Pueden destacarse:

- *Pacem in terris* (1963), en la que el Santo Papa Juan XXIII formulaba una propuesta de paz para esos tiempos.
- En 1971, el beato Papa Pablo VI se refirió a la problemática ecológica y la definió como una crisis, que es «una consecuencia dramática» de la actividad descontrolada del ser humano: «Debido a una explotación inconsiderada de la naturaleza, [el ser humano] corre el riesgo de destruirla y de ser a su vez víctima de esta degradación». <sup>3</sup> Asimismo, en su discurso en la FAO, habló sobre la posibilidad de una «catástrofe ecológica bajo el efecto de la explosión de la civilización industrial», subrayando la «urgencia

---

<sup>1</sup> Cfr. Academia Nacional de Geografía. Anales Año 2014. N° 35. Buenos Aires, 2015. Págs. 83 a 101.

<sup>2</sup> En el punto 1 de la encíclica, se hace referencia a este concepto de San Francisco, expresado en el Cántico de las criaturas: Fonti Franciscane (FF) 263. Y en el punto 2 de aquella, continúa con la mención y expresa *que esta hermana clama por el daño que le causamos debido al “uso irresponsable y al abuso de los bienes que Dios ha puesto en ella.”*

<sup>3</sup> Cfr. Carta ap. Octogesima adveniens (14 de mayo de 1971), 21: AAS 63 (1971), 416-417; en Carta encíclica *Laudato Si'*, punto 4, pág. 4.

y la necesidad de un cambio radical en el comportamiento de la humanidad»<sup>1</sup>.

- Por su parte, San Juan Pablo II puso mayor énfasis en este tema y ya en su primera encíclica, advirtió que el ser humano parece «no percibir otros significados de su ambiente natural, sino solamente aquellos que sirven a los fines de un uso inmediato y consumo».<sup>2</sup> En su continuidad de pensamiento respecto de la cuestión, llamó a una “conversión ecológica global”<sup>3</sup> y luego habló de una “ecología humana”<sup>4</sup>, término ya utilizado en el campo de la Geografía con anterioridad.<sup>5</sup>
- Benedicto XVI instó a “eliminar las causas estructurales de las disfunciones de la economía mundial y corregir los modelos de crecimiento que parecen incapaces de garantizar el respeto del medio ambiente.”<sup>6</sup> Asimismo, señala como contribución que “la degradación de la naturaleza está estrechamente unida a la cultura que modela la convivencia humana”.<sup>7</sup>

Ya adentrándonos en *Laudato Si'* señalamos que la carta encíclica releva un sinnúmero de temas relativos al ambiente, al saber geográfico, entre los cuales podemos listar los siguientes:

- La contaminación por los residuos.
- La cultura del descarte (tanto humano como natural), muy desarrollado por S.S. el Papa Francisco en diversos documentos y en sus intervenciones y alocuciones.
- El clima como bien común: calentamiento global; concentración de gases que producen efecto invernadero.
- La deforestación, la tala indiscriminada y sus consecuencias.
- Las migraciones y la huida de la degradación ambiental.

---

<sup>1</sup> Cfr. Discurso a la FAO en su 25 aniversario (16 de noviembre de 1970): AAS 62 (1970), 833; en Carta encíclica *Laudato Si'*, punto 4, págs. 4-5.

<sup>2</sup> Cfr. Carta enc. *Redemptor hominis* (4 marzo 1979), 15: AAS 71 (1979), 287; en Carta encíclica *Laudato Si'*, punto 5, pág. 5.

<sup>3</sup> Cf. Catequesis (17 enero 2001), 4: *L'Osservatore Romano*, ed. semanal en lengua española (19 enero 2001), p. 12; en Carta encíclica *Laudato Si'*, punto 5, pág. 5.

<sup>4</sup> Carta enc. *Centesimus annus* (1 mayo 1991), 38: AAS 83 (1991), 841; en Carta encíclica *Laudato Si'*, punto 5, pág. 5.

<sup>5</sup> Carta encíclica *Laudato Si'*, punto 5, pág. 5. En 1933, el geógrafo Barrows utilizó el término *ecología humana* ante la Asociación Americana de geógrafos.

<sup>6</sup> Discurso al Cuerpo diplomático acreditado ante la Santa Sede (8 enero 2007): AAS 99 (2007), 73. en Carta encíclica *Laudato Si'*, punto 6, pág. 6.

<sup>7</sup> Carta enc. *Caritas in veritate* (29 junio 2009), 51: AAS 101 (2009), 687 en Carta encíclica *Laudato Si'*, punto 6, pág. 6.

- El agua: el acceso a la misma; su calidad y la relación con las enfermedades.
- El crecimiento desmedido de las ciudades.( A ello, asociamos el hacinamiento que produce; la falta de vivienda o las condiciones infrahumanas en que ésta puede darse; la carencia de higiene y las enfermedades derivadas; los problemas de alimentación y de trabajo).



Atenas de noche. Foto del autor .PGV.<sup>1</sup>

- La pérdida de la biodiversidad.
- Los estudios sobre el impacto ambiental.
- La contaminación mental.

---

<sup>1</sup> En la imagen de la capital de Grecia pueden confrontarse los monumentos históricos de fondo y la modernidad en su parte inferior, en el marco de un país que atraviesa una difícil crisis económica.

- La degradación natural y la afectación de los sectores sociales.
- Las cumbres mundiales sobre medioambiente y sus escasos – o nulos – resultados.
- El consumo y su relación con la ecología y el cuidado de la naturaleza.
- Los efectos de la globalización.
- La ciencia y la tecnología y sus aplicaciones.
- Ética y valores en la relación humana con la naturaleza.
- La economía, la política y el ambiente.

Como podemos observar, todas las temáticas precedentemente expuestas son motivo de estudio e investigación del quehacer geográfico específico y de su incorporación en los diferentes contenidos educativos. Es más, su asimilación a los asuntos propios de la enseñanza de la Geografía, constituye un compromiso profundo y sensible que tiene que ver con su “ser en sí”<sup>1</sup> como disciplina científica en la actualidad.

## **EL INFORME SOBRE DESARROLLO HUMANO DEL PROGRAMA DE NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO (PNUD)**

Hemos tomado como documento liminar este informe porque - más allá de lo que significa como inventario y descriptor calificado de la situación mundial; y núcleo de consideraciones y, en algunos casos, propuestas -, ha incorporado como nuevo indicador de desarrollo *el impacto medioambiental en un planeta que se encuentra al límite*.<sup>2</sup>

Quizá llame la atención que, por primera vez, se haya incluido el mencionado indicador y se pusiera de resalto, en un informe anual que su publicación ya cumplió 30 años.<sup>3</sup> Esta aseveración no quita lo auspicioso del hecho pero, a la vez, nos lleva a recapacitar en cuanto a lo que significa el ambiente y su estado actual y la tendencia manifiesta a procrastinar decisiones y acciones en este campo específico.

Como bien se expresa en la encíclica supramencionada, *el auténtico desarrollo humano posee un carácter moral y supone el pleno respeto a la persona humana, pero también debe prestar atención al mundo natural y “tener en cuenta la naturaleza de cada ser y su mutua conexión en un sistema ordenado”*.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Expresión quilesiana referido a la persona humana, aplicada, en este caso a la esencia del saber geográfico.

<sup>2</sup> Noticias ONU. Naciones Unidas. 15/12/2020. [news.un.org/es/store/2020/12/1485612](https://news.un.org/es/store/2020/12/1485612).

<sup>3</sup> El primer informe se produjo en 1990.

<sup>4</sup> Cfr. Carta encíclica Laudato Si’, punto 7.

Desde otra perspectiva, el Informe introduce el término Antropoceno y lo define como una nueva era geológica catalogada así por algunos grupos de científicos e investigadores, que se inicia hacia mediados del siglo XX y que se caracteriza, fundamentalmente, porque es una etapa en la cual es mayor la acción humana sobre la naturaleza que el determinismo de ésta sobre aquélla. No es un tema menor esta concepción que daría fin al Holoceno<sup>1</sup>, en la Era Cenozoica. Como hemos dicho, esta nueva era debe ser sometida, aún, a sucesivas evaluaciones, investigaciones y estudios científicos, aunque no deja de ser una tendencia, que se concatena con los avances producidos en la Biología, la Antropología y la Geología, entre otras disciplinas. A continuación, presentamos la esquematización de este concepto planteada en el Informe sobre Desarrollo Humano 2020, bajo el título *¿Cómo encajaría el Antropoceno en la escala del tiempo geológico correspondiente al período cuaternario?*



Fuente: Malhi (2017). En Informe sobre Desarrollo Humano 2020, p. 71.

Asimismo, en este trabajo de categoría mundial, se plantean cuestiones que se constituyen en objeto de estudio geográfico. Estas son:

- La aparición de nuevos patógenos producidos por las interacciones, hasta ahora poco difundidas, entre los seres humanos, el ganado, la flora y la fauna silvestres.<sup>2</sup>
- La severidad – en cantidad y en calidad – de la temporada de huracanes durante 2020 en el océano Atlántico.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> El cual duró, aproximadamente, unos 12000 años.

<sup>2</sup> Cfr. Informe sobre Desarrollo Humano 2020, p. 20

<sup>3</sup> *Ibidem*.

- Los incendios de magnitud registrados en Australia, Brasil, Federación Rusa y los Estados Unidos de Norteamérica, como principales países afectados.<sup>1</sup>
- La extinción de especies y la pérdida de biodiversidad.<sup>2</sup> Este fenómeno se ha visto acelerado en la última década de manera alarmante.
- La fragmentación social como obstáculo serio para producir acciones colectivas que coadyuven para enfrentar tanto la pandemia de la COVID 19 como el cambio climático, también considerado como tal, habida cuenta su afectación a escala planetaria.<sup>3</sup>
- Los países con mayor vulnerabilidad social y su dificultad evidente para afrontar las amenazas ecológicas. A diario podemos corroborar esta afirmación que deja como saldo la pérdida de cuantiosas vidas humanas.
- La mayor presión - y a escala superior – que ejercen sobre el planeta los países que poseen más alto índice de desarrollo humano. Uso exagerado de fertilizantes sintéticos y combustibles fósiles, provocando la mayor perturbación del ciclo biogeoquímico del nitrógeno desde su aparición hace 2500 años.<sup>4</sup>
- La acumulación de dióxido de carbono en la atmósfera y de plástico en los océanos.<sup>5</sup>

---

<sup>1</sup> *Ibíd.*

<sup>2</sup> *Ibíd.*

<sup>3</sup> *Ídem* p. 21.

<sup>4</sup> *Ídem*, p.42.

<sup>5</sup> *Ídem*, p. 26. La acumulación de plásticos ha generado islas enormes en los océanos, las cuales acrecen permanentemente.



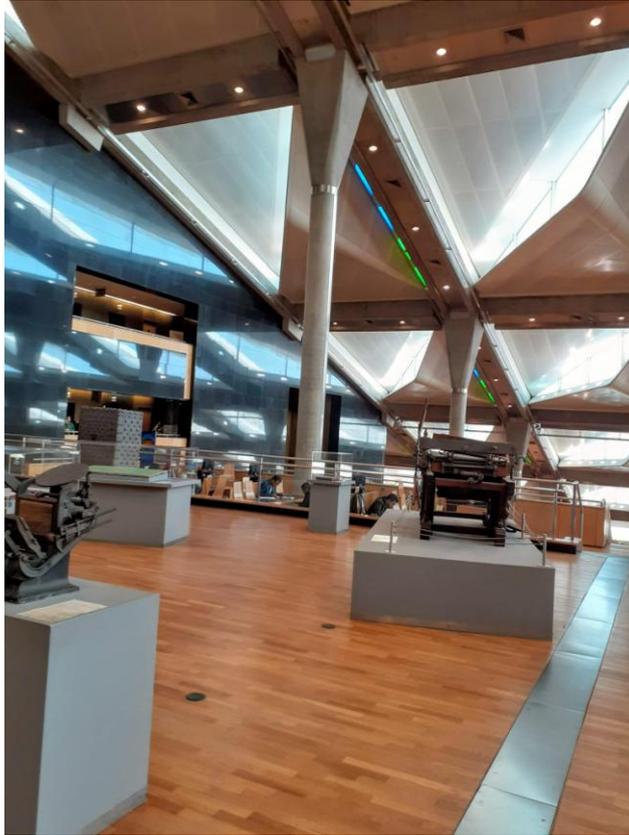
**Costa uruguaya. Foto del autor. PGV.<sup>1</sup>**

- Pérdida de la biodiversidad asociada a la diversidad cultural y a la diversidad lingüística.<sup>2</sup> La foto que agregamos de la nueva biblioteca de Alejandría, pone de relieve cómo el factor intercultural debe sostenerse en el tiempo por su significación.

---

<sup>1</sup> La foto incorporada simboliza todo lo contrario a la polución y contaminación observadas en otras costas del mundo.

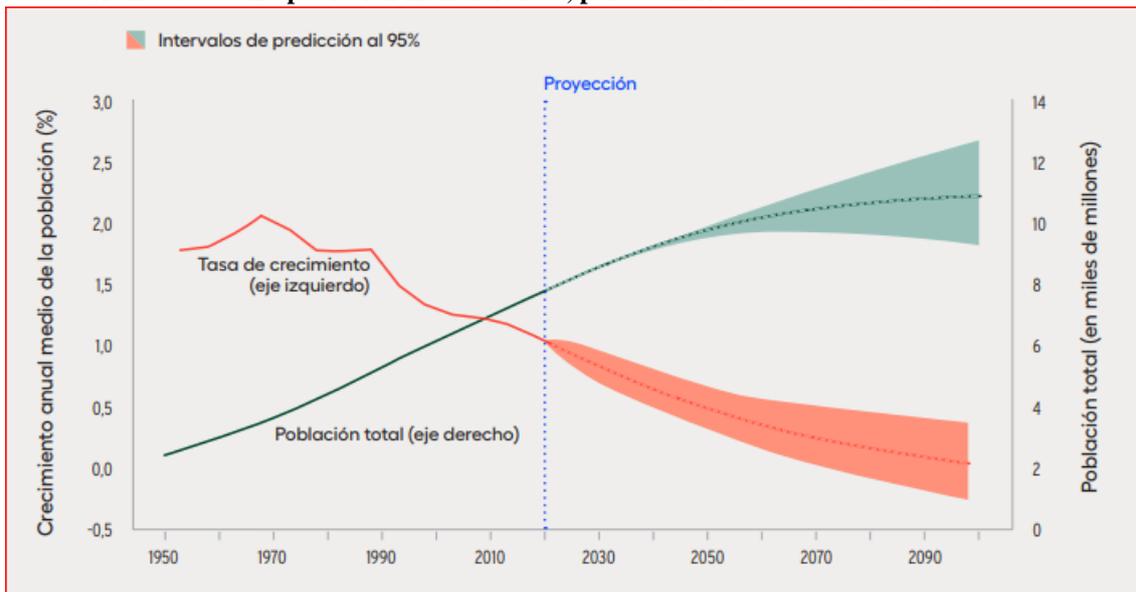
<sup>2</sup> Cfr. Informe sobre Desarrollo Humano 2020, p.20.



Interior de la nueva biblioteca de Alejandría. Foto del autor. PGV.

- La desaceleración del crecimiento de la población mundial. A continuación, reproducimos el cuadro que pone de manifiesto dicha aseveración. Gráfico 5.

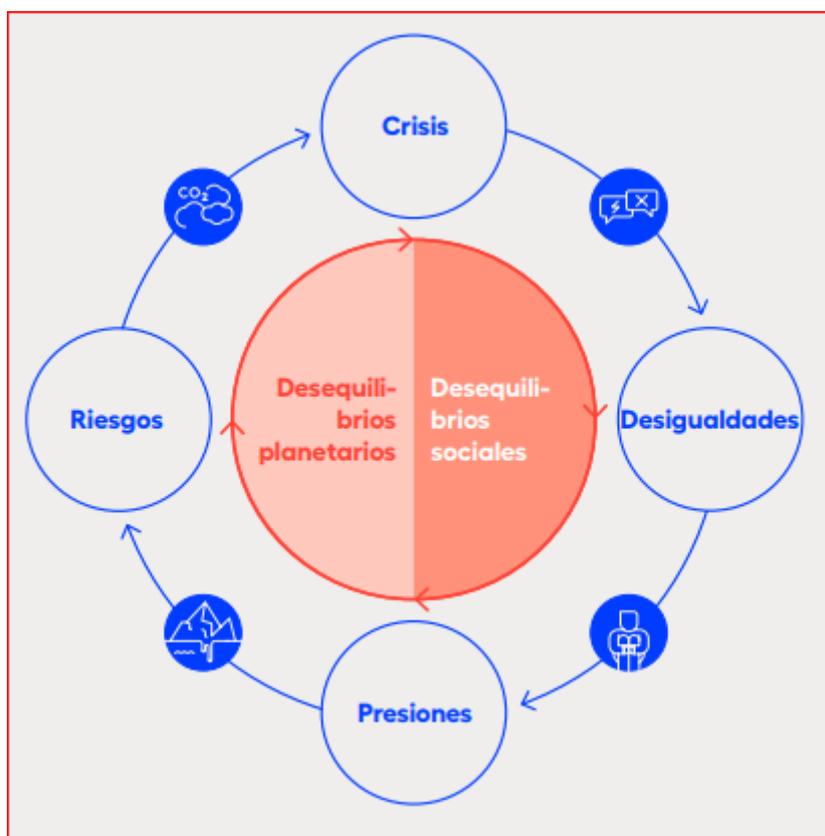
Gráfico 5. La población mundial crece, pero a un ritmo cada vez menor.



Fuente: ONU-DAES (2019b), en Informe sobre Desarrollo Humano 2020, pág. 59.

- Los desequilibrios locales que existen a nivel social, también se plantean en el marco planetario y se refuerzan mutuamente. Estas diferencias que pueden ser muy pronunciadas en algunos casos, han quedado expuestas a la luz ante la crisis sanitaria generada por la pandemia del coronavirus. La sucesión de crisis que dan lugar a desigualdades y que generan presiones que originan nuevos – o mayores – riesgos que se traducen en más agudas crisis, exhiben hoy un verdadero círculo vicioso. A más desequilibrios planetarios más desequilibrios sociales y viceversa. Seguidamente, agregamos un esquema del informe que lo representa y sintetiza. Gráfico 6.

Gráfico 6.



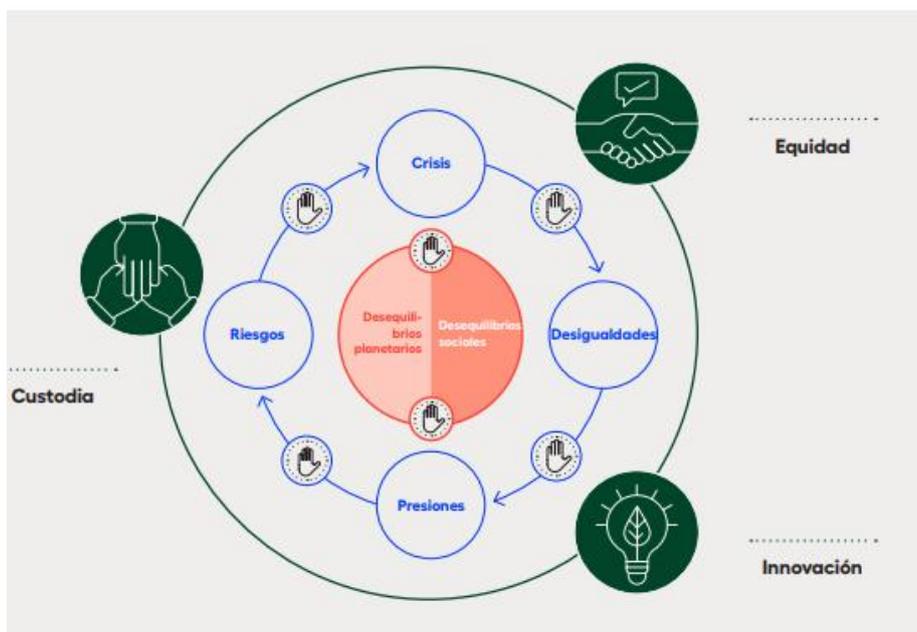
Fuente: Oficina del Informe sobre Desarrollo Humano.  
En el Informe H.D. 2020, p. 43.

- Problemas multidimensionales, interconectados y universales demandan al progreso la adopción de aprendizajes prácticos y adaptativos, como así también el impulso de la innovación, en todas sus manifestaciones.<sup>1</sup>
- El planteo de tres desafíos que tendrá que asumir lo que se ha dado en llamar Antropoceno: mitigar del cambio climático y adaptación al mismo; proteger de la biodiversidad; garantizar el bienestar humano para todos.

<sup>1</sup> Ídem p. 22.

- De acuerdo con lo mencionado más arriba, el informe plantea que a través de la equidad, la innovación y el cuidado de la naturaleza puede terminarse con los desequilibrios tanto planetarios como sociales. El Gráfico 7, que añadimos a continuación, lo esquematiza.

**Gráfico 7.**



**Fuente: Informe de Desarrollo Humano 2020, p.98.**

## **LA LEY 26206 DE EDUCACIÓN NACIONAL (REPÚBLICA ARGENTINA)**

Precisamente, en 2021 esta ley cumple quince años desde su sanción en octubre del 2006. Como norma tiene características diferenciadas de la anterior – Ley 24195, Federal de Educación - y de la cual podemos destacar, en principio, el rasgo de la obligatoriedad, que la lleva a trece años: el último de la educación inicial, la primaria y secundaria completas.

Como hemos analizado oportunamente, esta regulación contiene aspectos fundamentales ligados, de manera directa, a la Geografía y a su enseñanza. Hagamos un repaso de los mismos:

- Considera a la educación como política de Estado – y, en consecuencia, a la educación geográfica -, se hace una reafirmación de los conceptos de *soberanía* y de *identidad nacional*, que habilitan, de manera indiscutible, los saberes que le son propios a nuestra disciplina y que inculcan

principios tan centrales de la ciudadanía y que hacen al sentimiento y razón de Patria.<sup>1</sup>



**Cementerio de Darwin. Islas Malvinas. Foto del autor. PGV.**

- Refiere a la *formación integral de la persona a lo largo de la vida*, por lo cual se aborda un aspecto en el que nuestra ciencia adquiere una magnitud de proporciones desde los primeros años del niño y, por su amplitud temática y sus principios, puede estar presente en todo el proceso evolutivo.<sup>2</sup>
- Plantea *garantizar una formación ciudadana comprometida con los valores éticos y democráticos*. El papel de la Geografía en este sentido tiene un lugar preponderante porque propicia estos valores y les provee contenidos, hábitos y habilidades imprescindibles para suscitar conductas apropiadas.<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup> Cfr. Ley 26206, de Educación Nacional, artículo 3ero.

<sup>2</sup> Id. Artículo 8avo.

<sup>3</sup> Id. Art. 11, inciso c).



**Glaciar Perito Moreno. Foto adaptada. PGV.**

- En el artículo 89, orientado a la educación ambiental<sup>1</sup>, la materia es específica de la Geografía en su carácter de ciencia de interrelación (hombre-medio) y de síntesis (correlación). En este punto es de suma importancia subrayar el concepto de **conciencia ambiental** como materia para trabajar desde el núcleo familiar y el nivel inicial de la enseñanza.

Asimismo, la Ley 26206 agrega componentes interesantes a desarrollar, especialmente para la disciplina, que son los relativos a los espacios extracurriculares que se comportan como ámbitos de aprendizaje de significación, más allá del plano estrictamente escolarizado.

---

<sup>1</sup> Alude a los artículos 14 y 15 de la Ley 25675, que al referirse a la educación ambiental la define como un instrumento básico en cuanto a despertar en las personas valores, comportamientos y actitudes acordes con un ambiente en equilibrio, la preservación de los recursos naturales y su uso sostenible y la mejora en la calidad de vida. Asimismo, se constituirá como un proceso continuo y permanente, sometido a constante actualización que, como resultado de la orientación y articulación de las diversas disciplinas y experiencias educativas, deberá facilitar la percepción integral del ambiente y el desarrollo de una conciencia ambiental.

## LA GEOGRAFÍA, TRANSDISCIPLINA CIENTÍFICA

Desde su esencia transdisciplinaria, la Geografía siempre ha sido una ciencia de interrelación y de abordaje de los diferentes problemas con la complejidad propia de cada uno de ellos.

Como disciplina de síntesis, si bien su análisis es exhaustivo en lo que hace a sus componentes sistemáticos, estudia la totalidad de las variables que conforman el hecho o fenómeno objeto y profundiza en sus relaciones endógenas y exógenas. Es así como problemáticas como el hambre<sup>1</sup>, el crecimiento demográfico y la contaminación entre otros – y solo para dar algunos ejemplos –, son asumidos bajo una mirada omnicompresiva de la totalidad de sus causas, consecuencias, conexiones y derivaciones múltiples. Esta modalidad de encarar un asunto determinado no es más ni menos que la metodología que le es propia a la investigación geográfica. Por imperio de su esencia y del tratamiento que le ha dado el conjunto de geógrafos a través de los últimos tiempos, ha resistido la implosión que ha ocurrido en la mayoría de las ciencias y que, en general, ha dado lugar a nuevas disciplinas.

Desde hace años hemos venido trabajando un concepto de saber geográfico que asume tanto los avances de la ciencia y la tecnología como los atinentes a los medios de información y de comunicación.

Dentro del paradigma de la complejidad, en el que se inscribe nuestra disciplina, su trama interna de interrelaciones sumada a los procesos calificados de observación y comparación la posiciona como ciencia especialmente solvente para hacer frente a los problemas actuales a nivel planetario, regional y local.

Hoy no es posible concebir las disciplinas disociadas y cada una en un estado de soledad respecto de las otras. Las ciencias, a pesar de sus diferencias, tienen todas principios y elementos en común y es la realidad la que, de alguna forma, impulsa la necesidad de su intervencionalidad y su articulación<sup>2</sup>.

No obstante lo descrito, todavía hay resistencias muy fuertes en el trabajo conjunto interdisciplinario, con una marcada insistencia en mantener los campos y metodologías específicas de cada ciencia. La demanda pertinaz de soluciones concretas a los problemas complejos que aquejan al planeta y a la humanidad en su conjunto, están señalando que es imprescindible el trabajo asociativo y la concurrencia de los diferentes saberes en esfuerzos comunes.

En ese sentido, la Geografía desde sus inicios como ciencia se ha caracterizado, como transdisciplina<sup>3</sup>, en cohesionar los conocimientos y métodos de sus disciplinas

---

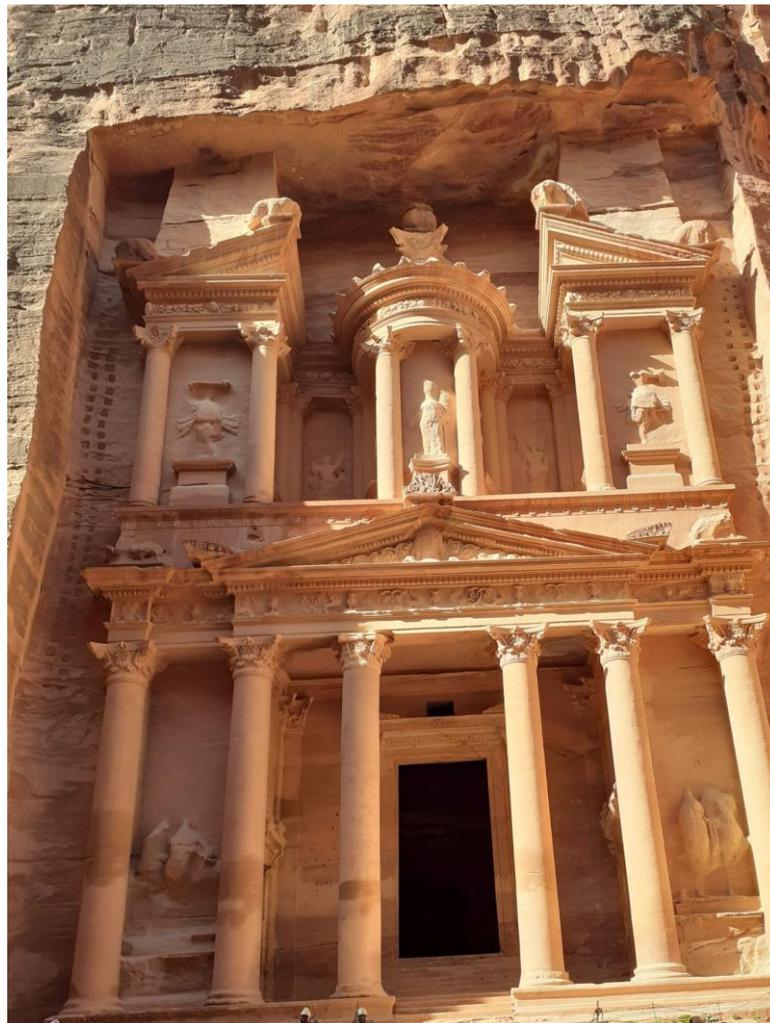
<sup>1</sup> Sobre este verdadero flagelo para la humanidad, es menester destacar los trabajos desarrollados por Josué de Castro desde mediados del siglo XX, con su afamada obra Geopolítica del hambre. Ensayo sobre los problemas de la alimentación y la población del mundo, que mixtura componentes de geografía médica, de geografía política y de geopolítica mundial. Afortunadamente, en 2019, la editorial EDUNLA de la Universidad Nacional de Lanús ha lanzado este título como libro digital (PDF). (Cuadernos del ISCo16)

<sup>2</sup> Cfr. D'Hainaut, L. La interdisciplinariedad en la enseñanza general. UNESCO. París, 1986.

<sup>3</sup> También denominada interdisciplina diagonal.

sistemáticas – como la Geología, la Geomorfología, la Hidrología, la Climatología, la Meteorología, la Botánica, la Zoología, la Edafología, la Historia, la Antropología, la Sociología, la Demografía, la Economía, la Ciencia Política, el Urbanismo, la Estadística y la Tecnología, entre otras – a las “que atraviesa diagonalmente”, para producir, a través de su método científico, sus propios conocimientos.

El concepto de transdisciplinariedad en nuestro saber permite un análisis profundo de diferentes variables que conforman el objeto de estudio. A continuación, la imagen de la ciudad arqueológica de Petra, nos representa un hecho histórico: su fundación, en el año 300 a.C. por los nabateos como capital de su reino; su localización: en el sudoeste de Jordania; su ámbito geográfico: el desierto jordano; sus aristas arquitectónicas: la arenisca rosa de sus edificaciones – el templo, las tumbas - , los acueductos para el aprovechamiento máximo de las escasas precipitaciones; su valor arqueológico, dado que se siguen realizando investigaciones, exploraciones y descubrimientos; su apreciación cultural, por todo lo que significa para las nuevas generaciones; y su calificación turística, como apertura a todas las nacionalidades de Oriente y Occidente. En la foto se nos presenta la fachada del templo de la “Ciudad rosa”.



**Petra. Jordania. Foto del autor. PGV.**

En la actualidad, más que nunca, el saber geográfico puede – y debe - enfrentar el reto de la complejidad, en esta época de mundialización que Morin llama “de escala planetaria”.<sup>1</sup>

Los problemas mundiales afectan los procesos locales y, entre unos y otros, se genera un estado de tensión. Por ello, las soluciones a los problemas de hoy son de una conformación compleja y en donde la capacidad de modificarse – en términos de tiempo -, es un rasgo saliente y decisivo para el momento que vivimos.

El plexo de cuestiones que han sido mencionadas precedentemente y que afectan la vinculación entre nuestra morada – la Tierra – y los grupos humanos, ya no pueden encararse de manera independiente o en paralelo: los seres humanos y su ambiente son un núcleo inseparable en el cual cualquier modificación en una de sus partes produce consecuencias en las otras. Podemos afirmar con certeza – tal vez una de las muy pocas – que el menor rasgo de degradación en uno – ya sea social o ambiental - impacta directamente en el otro, con consecuencias, en muchos casos, inesperadas.

Esta circunstancia conlleva una necesaria actualización de cómo evolucionan los fenómenos – sociales o ambientales -, dado que las transformaciones que se operan con el transcurrir del tiempo son cada vez más veloces y adquieren magnitudes y alcances diferentes a los históricamente conocidos.

Es en este punto donde los grupos humanos actuales, en sus rangos respectivos, tienen la posibilidad de llevar adelante procesos de resiliencia o de adaptación sobre la base de las aportaciones que realizan los trabajos e investigaciones que producen los científicos y los tecnólogos de los distintos países. Esta capacidad con la que se cuenta da lugar a tomar decisiones más acertadas y adecuadas a las dificultades o inconvenientes que se presentan.

Con el desenvolvimiento del tiempo, las relaciones entre la sociedad y el ambiente se han vuelto más complejas y, en consecuencia, los problemas que aquejan han acrecido en su volumen y han sido más severos en sus manifestaciones. Esta premisa impone – categóricamente - acciones concretas que deben ser ejecutadas de manera inexorable. Para ello, están las organizaciones internacionales y los gobiernos de los países que deben adoptar medidas que propendan al cuidado del ambiente y velar por su estricto cumplimiento.

Lamentablemente, es dable observar que los resultados de los acuerdos y de los objetivos determinados no satisfacen las expectativas y los postulados establecidos inicialmente. Un ejemplo de ello es que, debido al efecto invernadero, el nivel medio del mar sigue aumentando: de 11 a 16 cm. en el siglo XX, se calcula de 50 a 100 cm. en el siglo XXI. En escenarios extremos se estima en 2 metros la inestabilidad de la capa de hielo de la Antártida. Pensemos que más de 1000 millones de personas viven en zonas costeras bajas, las cuales quedarían bajo las aguas.<sup>2</sup> Los mayores desplazamientos

---

<sup>1</sup> Cfr. Morin, Edgar. Articular los saberes. “¿Qué saberes enseñar en las escuelas?”. EUS Ediciones Universidad del Salvador. Buenos Aires, 1998.

<sup>2</sup> Cfr. Informe sobre Desarrollo Humano 2020, p. 83.

de personas en el último año se han debido a las inundaciones (más que los terremotos, huracanes y otros desastres naturales).<sup>1</sup>

La pandemia de COVID19 ha golpeado fuertemente distintos aspectos de la vida humana como el empleo; la inserción de la mujer en el mundo laboral; el crecimiento de la pobreza; el aumento de la mortalidad infantil – en particular en zonas agrícolas desfavorecidas y áreas inundables - y el deterioro de los ya precarios sistemas sanitarios de los países más carecientes de la superficie terrestre.<sup>2</sup>

Paralelamente, se ha producido una marcada ampliación de las desigualdades tanto horizontales como intergeneracionales, generalmente asociadas al poder.<sup>3</sup> En este orden de cosas, el debate no acaba con las asimetrías que se observan entre los distintos países o, dentro de ellos, entre las regiones o subunidades territoriales, sino que afecta también el legado que se traslada hacia las nuevas generaciones: con sus privaciones, limitaciones y condiciones de vida cercenadas.

La falsa dicotomía entre sociedad humana y ambiente; entre desigualdades sociales y ambientales<sup>4</sup>, hoy constituye un escollo para enfrentar los problemas muy severos que se detectan y avanzar hacia respuestas o soluciones que los acoten o los puedan resolver. Esa relación seres humanos – ambiente es un núcleo indisoluble que adquiere identidad propia y, en definitiva, es el punto de partida para cualquier proyecto de mejora en la calidad de vida.

Uno de los temas de investigación en el mundo y en nuestro país ha sido, desde hace décadas, el de la producción de energía y, en particular, su relación con los espacios geográficos y con la ciencia y la tecnología aplicada a sus formas de generación. La suplantación del uso de combustibles fósiles por formas limpias de energía, como la eléctrica, es un imperativo prioritario.

---

<sup>1</sup> Ídem p. 85.

<sup>2</sup> Ídem p. 88.

<sup>3</sup> Ídem p. 103.

<sup>4</sup> Como en algún momento histórico lo fue entre geografía física y geografía humana, hecho que conspiró contra la unicidad del saber geográfico y puso en situación crítica a la ciencia geográfica.



**Niza. Foto del autor. PGV.**

La requisitoria de nuestra época no apunta exclusivamente a sus marcos regulatorios y su ecuación económica, sino que radica en su impacto ambiental, su sustentabilidad y su vinculación con el consumo. Este es otro de los grandes temas que deben resolverse y que ponen en una situación extrema a las sociedades y al planeta. No puede existir un consumo ilimitado – y por cierto desigual desde tiempos inveterados – en un mundo donde todo es finito: desde la vida humana hasta la vida de los demás seres vivos y de los recursos naturales. Y como todo hábito – en este caso el de consumo – debe ser corregido pero desde una concepción nueva y sobre la base de las necesidades básicas, la equidad y la solidaridad.

En virtud de lo expuesto, adherimos a los puntos que a continuación se detallan - emanados del IDH 2020<sup>1</sup> -, que parten de una puesta al día del concepto de desarrollo y que bien pueden integrar una agenda para la educación geográfica:

- Fortalecimiento de las instituciones y rendición de cuentas (transparencia y evaluación de resultados de la gestión)<sup>2</sup>
- Cohesión social y reducción – o eliminación – de las desigualdades.<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup> Informe de Desarrollo Humano 2020.

<sup>2</sup> Ídem p.147.

<sup>3</sup> Ibídem.

- Desarrollo humano dentro de los límites planetarios ( sin las presiones que actualmente ejerce)<sup>1</sup>
- Creación de sistemas socioecológicos resilientes (para hacer frente a las dificultades)<sup>2</sup>
- Instrumentación de lo digital al servicio del desarrollo humano.<sup>3</sup>
- Nuevo rol de la ciencia (en función de un nuevo concepto de desarrollo y de relación sociedad-ambiente).<sup>4</sup>
- Enfoques transdisciplinarios<sup>5</sup>, en la comprensión de que cada problema o asunto a analizar es abordado por un conjunto de ciencias que colaboran - desde sus campos particulares - a construir nuevos conocimientos que, integrados, originen una respuesta – o solución – a la medida de sus demandas.

Sobre la base de los elementos que en las páginas precedentes hemos introducido, como así también los aportes que hemos extractado de los documentos de referencia, avanzaremos en el próximo acápite sobre el entendimiento de la educación geográfica en la realidad actual y sobre los pilares sobre los cuales basarse.

## **LA EDUCACIÓN GEOGRÁFICA PARA NUESTRO TIEMPO Y EL FUTURO**

Si bien el actual tiempo de pandemia es particularmente crítico, el anterior a dicho evento también lo era en todo lo referente al estado general del planeta y a la totalidad de quienes lo habitamos. El grado severo en el que se encuentra el sistema mundo nos debe llevar a examinar “in totum” las acciones tanto humanas como naturales que ocurren.

Desde esta perspectiva, el rol de la educación es esencial porque es indispensable modificar la concepción de la relación entre la sociedad y el ambiente desde la formación de las nuevas generaciones. Pensar en soluciones puntuales a los complejíssimos problemas que estamos padeciendo es condenar al futuro al fracaso. Como así también creer que un grupo humano - un país o un organismo internacional - puede enfrentar la crisis planetaria, es cometer un error de diagnóstico y comprensión incorregibles.

---

<sup>1</sup> Ibídem

<sup>2</sup> Ibídem.

<sup>3</sup> Ídem p. 148

<sup>4</sup> Ibídem.

<sup>5</sup> Ibídem.

Debemos partir de una filosofía de la educación que le dé sustento a la acción de educar. En ese sentido, sumamos unos conceptos que I. Quiles nos sugiere sobre el cosmos. Expresa:

*“Reiteramos que en esta “conciencia cósmica”, propia de la personalización, se incluyen dos aspectos o vertientes de la realidad:*

- a) Primero, del saber, es decir, el conocimiento de la naturaleza en el cual convergen todas las ciencias sobre la materia y sobre la vida; el educando debe caer en la cuenta de que cada una de las ciencias naturales constituyen un aspecto del conocimiento de esa realidad cósmica, que nos envuelve y de la cual formamos parte.*
- b) Segundo, del deber; esa realidad de la naturaleza no es nuestra, no podemos usarla y manejarla a nuestro arbitrio, sino que sentimos el deber de utilizarla tanto cuanto sea conveniente para nuestro desarrollo personal, integral, manejando cada cosa según su manera de ser, respetando la naturaleza, su equilibrio, su ambiente. Como antes hemos dicho, se trata de un deber, no solo como condición de autodesarrollo, sino porque no somos creadores ni dueños arbitrarios de ese orden del mundo que encontramos ya hecho y que Dios nos ha encomendado.”<sup>1</sup>*

La filosofía, entonces, como basamento, puede impulsar transformaciones afirmada sobre dos binomios concluyentes:

- Escala planetaria.....Escala local
- Desarrollo humano.....Naturaleza

Desde la perspectiva de la educación geográfica y sobre la base de los dos binomios – no antinómicos – mencionados nos es factible establecer algunos conceptos básicos:

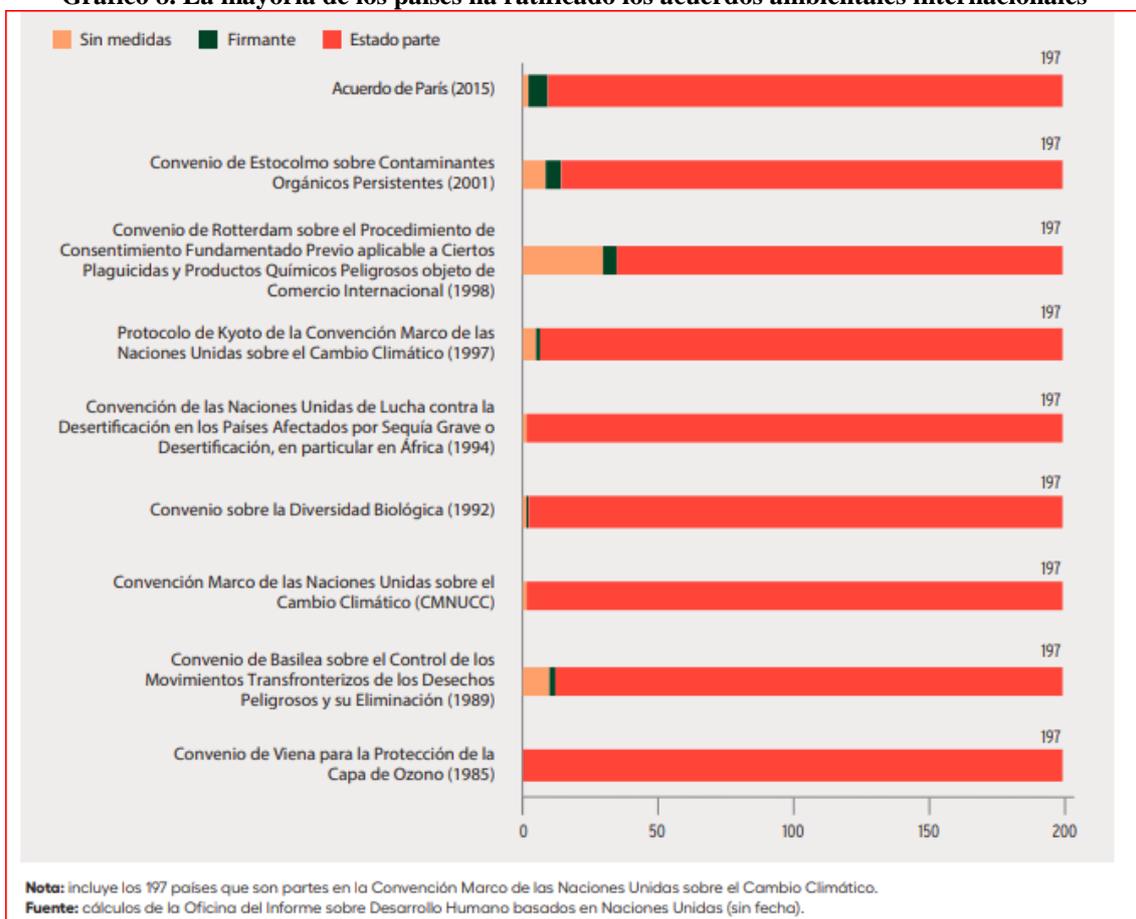
- Debe darse como un **proceso permanente** a través de toda la vida humana; y **continuo**, es decir con una secuencia de aprendizajes concatenados y significativos para cada momento etario.
- La **toma de conciencia** generalizada de la situación crítica que están atravesando la humanidad y el planeta, la cual es insoslayable e inocultable.
- Tiene que fundarse – como todo proceso educativo en general – en **una filosofía** que le otorgue fundamento y consistencia y, a la vez, sentido, razón de ser.

---

<sup>1</sup> Quiles, Ismael. Filosofía de la Educación Personalista.1991. Ediciones Depalma. Buenos Aires. Pp. 152 y 153.

- La decisión de **los países y de los gobiernos locales** en desarrollar **políticas públicas** que otorguen un poder auténtico a las personas – gestado desde la niñez y afianzado por padres y escuelas – para operar transformaciones y que las mismas se conviertan en normas sociales que sean asumidas y cumplidas por todos. En el cuadro que se acompaña bajo el título *La mayoría de los países ha ratificado los acuerdos ambientales internacionales* podemos observar los distintos documentos existentes y las adhesiones sobre la base de los 197 estados que son parte en la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático.(Gráfico 8)

**Gráfico 8. La mayoría de los países ha ratificado los acuerdos ambientales internacionales**



**En Informe de Desarrollo Humano 2020.**

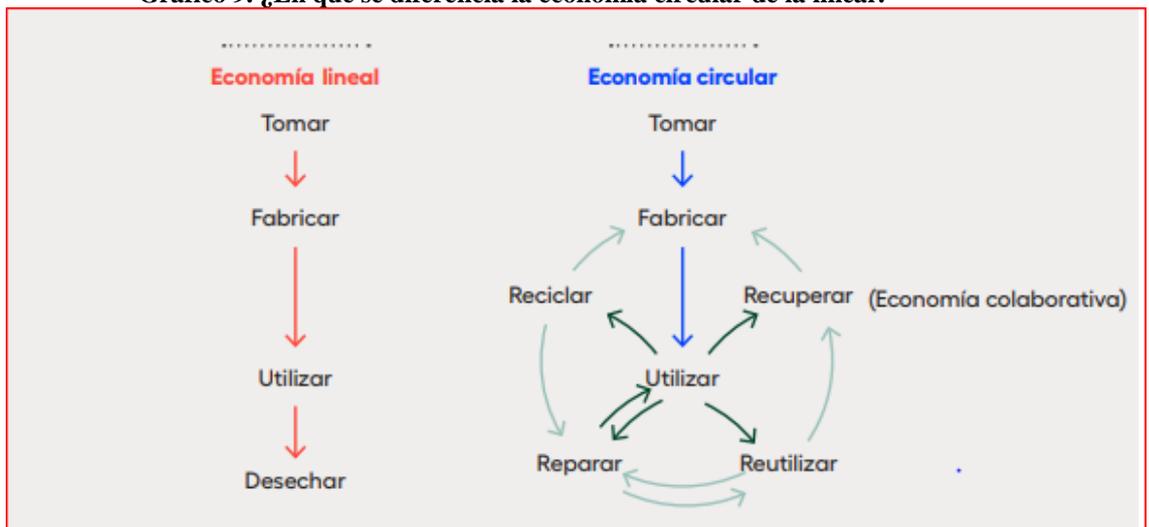
- La **formación de valores - y de una ética<sup>1</sup>** - como un precepto sustantivo presente en todas las acciones educativas endo y

<sup>1</sup> Esencialmente articuladora del respeto entre lo social y lo planetario.

extrafamiliares.<sup>1</sup> La relación intergeneracional<sup>2</sup> - más allá de los esfuerzos que, a veces, realizan ciertos círculos sociales y algunas orientaciones de la tecnología -, constituye un canal privilegiado para el intercambio de conocimientos y experiencias que luego pueden plasmarse en un cambio de hábitos o adquisición de nuevos que reconstituyan los sistemas vinculantes.

- Los **medios de información y de comunicación social** que, debido a su muy acentuado desarrollo tecnológico y profesional de la última década, cumplen una función destacada en materia de divulgación científica y, en concomitancia, tienen un rol sumamente enriquecedor en los procesos de educación en los diferentes niveles de enseñanza.
- La difusión de la **economía circular** - contrapuesta a la economía lineal -, poniendo de relieve tareas de recuperación, reutilización reparación y reciclado asociadas con las de fabricación y utilización. (Ver cuadro integrador a continuación). Gráfico 9.

Gráfico 9. ¿En qué se diferencia la economía circular de la lineal?



Fuente: Oficina del Informe sobre Desarrollo Humano, en Informe sobre D.H.2020.

- Los **centros de investigación y desarrollo tecnológico**, como aportantes continuos de conocimientos, planes, proyectos y de innovación frente a los problemas locales y planetarios.

<sup>1</sup> Es frecuente observar cómo, en la actualidad, los mismos niños y adolescentes son quienes introducen conocimientos y conductas en el ámbito familiar respecto de la buena relación entre los seres humanos y el entorno natural.

<sup>2</sup> Cfr. Informe sobre Desarrollo Humano 2020, p. 175.

- Los **ámbitos educativos**, correspondientes a los grupos escolarizados, superiores y universitarios, y de enseñanza no formal.
- Los **organismos internacionales**, que si bien han realizado esfuerzos dirigidos al perfeccionamiento y mejoramiento de las actividades humanas, no siempre han satisfecho las expectativas de la población.<sup>1</sup>
- El aporte de las **comunidades aborígenes**, tanto por sus prácticas como por su modo de vida con relación a su ambiente.
- La **igualdad de género**.
- La **lucha contra todo tipo de discriminación, apartamiento, segregación y persecución**, tanto individual como grupal.
- Las **organizaciones no gubernamentales**<sup>2</sup>, con sus emprendimientos individuales y en conjunto con otros organismos privados y estatales.
- **El desempleo** y la subocupación, como temas a resolver con una perspectiva de futuro que tenga en cuenta las nuevas formas de trabajo y el rol de las políticas públicas.
- La **integración de todos los saberes** científicos, tecnológicos, culturales y artísticos<sup>3</sup> como alternativas válidas para crear nuevas instancias de respeto en el desarrollo de la vida humana y planetaria.
- La aceptación de un **nuevo concepto de desarrollo humano** que introduce como indicador **la presión planetaria**.<sup>4</sup>

## LA EDUCACIÓN GEOGRÁFICA: ¿HACIA DÓNDE AVANZAR Y CÓMO?

Sin lugar a dudas la pregunta es de altísima complejidad, por lo tanto, la respuesta, o intento de formularla, debe ser de ese mismo nivel.

---

<sup>1</sup> Al respecto, cabe mencionar que Naciones Unidas, en su 75° aniversario, realizó – entre enero y agosto de 2020- una encuesta a la que respondió cerca de un millón de personas de más de 82 Estados Miembros. Entre las diez principales conclusiones que se obtuvieron, una subraya que más de la mitad de los entrevistados estima que la Organización está muy alejada de sus vidas y que no conoce mucho acerca de ella.

<sup>2</sup> Uno de los movimientos ambientalistas destacados en los últimos dos años es **Viernes por el futuro**, que ha impulsado la protesta de gran cantidad de jóvenes por las calles de distintas ciudades del mundo.

<sup>3</sup> Es muy interesante, por mencionar un ejemplo, el trabajo que en materia de Geografía y Literatura desarrolla la Université Laval (Québec, Canadá).

<sup>4</sup> Especialmente por lo que significa la consideración del ambiente como un elemento decisivo para el bienestar humano y para mejorar el trato que recibe la naturaleza por parte de las sociedades. La República Argentina ocupa el lugar 46 en el universo de los 197 países del Convenio Marco de la ONU.

Quienes tuvimos el privilegio de asistir en la universidad a clases de profesores que nos marcaron por su saber y por su compromiso con lo que enseñaban, no podemos dejar de mencionarlos en algún momento de nuestras vidas y apelar al recuerdo de sus dichos y de sus acciones. Tal es el caso de nuestro titular de la cátedra de Climatología y Meteorología, en el segundo año de nuestra carrera de Geografía – el profesor K. Wölcken – quien nos habló, a comienzo de los años '70, de lo que era la polución ambiental y cómo, al ascender más allá de la biósfera, se transformaba en contaminación global. En ese momento nos acercó una publicación del Servicio Meteorológico Nacional – en el cual trabajaba a cargo del departamento de Geofísica – y nos explicó que ya había evidencias de la contaminación en la Antártida y la incidencia del dióxido de carbono en la ozonósfera. Su reflexión fue muy clara: “hay que evitar la emisión de gases urgentemente o se perderá, cada vez más, la protección que tiene la superficie terrestre de los rayos ultravioletas”. Desde esa *cuasi sentencia* ya ha pasado medio siglo.

En línea con lo narrado, subrayamos que el componente formativo de la educación geográfica es de carácter principalísimo dado que el cambio de conductas, de hábitos y de proceder respectivo del ambiente debe asentarse sobre valores esenciales, los cuales son *conditio sine qua non* para que ello ocurra.

**El reconocimiento y la estimación del espacio** en el que se mora suponen iniciar tareas desde los primeros años de vida, especialmente dirigidas a ponderar su existencia y a descubrir cuánto lo afectan las conductas personales y colectivas en el desenvolvimiento cotidiano.

La **posición ética ante el hábitat** trae aparejado que desde la educación familiar - y la inicial – existan propuestas positivas acerca de:

- Formas de consumo acordes con las necesidades básicas – uso racional del agua y hábitos de alimentación e higiene - y, en particular, saludables (salud humana) y sustentables (salud planetaria).
- La relación con los demás seres vivos – flora y fauna -, especialmente caracterizadas por el respeto y el cuidado.
- El tratamiento adecuado de los residuos y desechos producidos en el hogar, apelando a la utilización máxima y reciclado, como así también separación y clasificación para su posterior colocación en los recipientes públicos dispuestos para su depósito.
- Juegos y actividades que refuercen actitudes y acciones a favor de la conservación, protección y desarrollo de la naturaleza que, además, promuevan una concepción amplia de la belleza que también asimile las manifestaciones culturales.

- La utilización de los medios de comunicación e información<sup>1</sup> para introducirse en otras culturas, aprender de sus expresiones y consustanciarse con su identidad a fin de afianzar el necesario respeto que merecen. El conocimiento de ciertas prácticas agrícolas de los pueblos aborígenes - para dar un ejemplo -, pueden ayudar a ampliar la visualización de una forma de interrelacionar el medio, con la sociedad y una actividad productiva, sin que exista afectación o perjuicio sobre alguno de los involucrados.<sup>2</sup>
- El conocimiento y la identificación de otros espacios naturales, otras sociedades y otros problemas que aquejan, como instrumentos **para la paz y la convivencia: para reconocerlos; para sentirlos cercanos a nosotros; para compartirlos; para confraternizar.**<sup>3</sup>
- El desarrollo de la **solidaridad** adquiere otro sentido desde la actual situación de crisis. Que el niño – y luego los jóvenes y adultos- comprenda que sus conductas y acciones no solo repercuten en su ámbito local – familiar o escolar – y sobre sí, sino que impactan sobre otros lugares y el planeta; y sobre otras personas, niños y de otras edades; es la diferencia sustantiva. Es marcar, sin lugar a dudas, un antes y un después: la solidaridad se redimensiona y conlleva implícito un compromiso insoslayable.
- El saber geográfico también se nutre de **la tecnología**. Y es así como la geolocalización (principio de localización + tecnología); la teledetección (adquisición de información + sensores remotos); y los sistemas de información geográficos (información geográfica + tecnología) suman las ventajas que proporcionan las computadoras y sus sistemas al trabajo disciplinario. El uso de estos recursos, dadas las características de las nuevas generaciones – cibergeneraciones – puede hacerse desde la más temprana edad y siempre bajo la tutela familiar y de los educadores, dentro y fuera del sistema escolarizado.
- La **ciencia**, más que nunca en su historia, contribuye con el desarrollo de nuevos conocimientos en los diferentes campos disciplinarios – la salud

---

<sup>1</sup> Hacia fines de los años '70 y principios de los '80 trabajamos en la producción de guías didácticas para los cursos de educación media, que aprovechaban la información periodística para la realización de trabajos específicos de geografía, utilizando sus principios y método. Hoy todo aquello se resignifica - con las nuevas tecnologías de la información y la comunicación - y nos brinda aún mayores posibilidades didácticas para la enseñanza.

<sup>2</sup> Esto ayuda a conservar y justipreciar la diversidad cultural y lingüística, también en crisis.

<sup>3</sup> Esta consigna también puede leerse como *el aprender a vivir juntos* planteado en el reconocido informe Delors de 1995 como uno de los pilares para la educación del siglo que transcurrimos. Cfr. Delors, Jacques et al. *La educación encierra un tesoro*. Informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la educación para el siglo XXI. Santillana Ediciones UNESCO. Madrid, 1996.

física y mental; la alimentación; la biología; la naturaleza; la economía; las relaciones sociales; las normativas y las legislaciones; entre otros – pero como nunca en otros tiempos requiere de sólidas bases filosóficas y éticas para que sirvan al planeta y a las personas humanas que lo habitamos. Es menester que la orientación de la ciencia en su conjunto – y su aplicación – no sufran desviaciones o digresiones que desvirtúen su sentido más profundo y plenificador. En un sentido estricto es ese **aprender a ser** aún vigente formulado en la década de 1970, con un agregado: *aprender a ser junto con nuestro ambiente*.<sup>1</sup>

## CONSIDERACIONES FINALES

1.- La ciencia geográfica más que en cualquier tiempo pasado sigue siendo un saber fundamental para la persona humana y su relación con el medio, llevándola a una confraternidad auténtica.

2.- Las situaciones descritas en el desarrollo del trabajo, sobre la base de documentos liminares, nos indican que el camino a recorrer en la enseñanza de la disciplina tiene mucho más que ver con lo atinente a su “ser en sí” – esencia -, a su fundamento filosófico y epistemológico y al contexto planetario y local – nuestro país, nuestra ciudad, nuestro pueblo – que con el uso de determinados recursos didácticos para su aprendizaje. Hoy debemos llevar a cabo procesos de enseñanza y aprendizaje no solo para las nuevas generaciones sino, también, para las actuales. Educar geográficamente en esta trama intergeneracional es un desafío de gran magnitud. Porque supone una nueva mirada desde la cual, el conocimiento debe generar mayor conciencia y compromiso. Como todo proceso educativo, su evolución es gradual en cuanto a la asimilación de contenidos, de hábitos y de conductas que se caractericen por el respeto a la dignidad de las personas y de sus ambientes respectivos.

3.- La Argentina cuenta tanto con los marcos normativos – que incluyen los aspectos presupuestarios -, como los profesionales geógrafos y educadores suficientes para encarar enseñanzas y aprendizajes que permitan producir cambios medulares en el cuidado, preservación, sustentabilidad y mejoramiento de los diferentes espacios geográficos.

4.- La concientización – como resultado de la internalización - respecto de la situación crítica planetaria y local es meta a alcanzar en el corto plazo, sin dilaciones; y la adopción de medidas que se inicien en lo particular pero que se extiendan a lo general, es prioritaria. La educación geográfica debe trabajar intensamente en ambos sentidos. La acción derivada del asumir la realidad es un objetivo que no debe perderse de vista.

---

<sup>1</sup> Coordinado por Edgar Faure, por ello también conocido como el informe Faure. Este aprender a ser se esgrimía frente a un miedo a la deshumanización por el desarrollo de la tecnología, a su vez favorecido por el significativo avance de los medios de la información y de la comunicación social.

5.- El acercamiento o aproximación de los saberes a la vida diaria es un trabajo intelectual impostergable que tenemos que cumplir los profesores y docentes en general. La investigación geográfica debe continuar profundizando temáticas compatibles con las demandas de la sociedad y sus resultados tienen que traducirse en contenidos educativos. Ya en el campo específico de la educación geográfica vindicamos como técnica la investigación-acción educativa y su aplicación como parte de la didáctica y la metodología específicas.

6.- La educación geográfica hará suyos todos los recursos tecnológicos existentes – tanto de uso personal como colectivo, según lo hemos expresado en acápites anteriores – y su aplicación se ajustará a los niveles de enseñanza.

7.- Si bien la Ecología ha llevado a cabo grandes avances disciplinarios, el saber geográfico por su carácter transdisciplinario, por su trayectoria, objeto y método investigativo suma una visión particular de la situación planetaria y humana actuales que no debe quedar reducida al sistema educativo formal sino abrirse a otros ámbitos con la cooperación de entidades gubernamentales y no gubernamentales que permitan al resto de la sociedad formarse con conocimientos y nuevos hábitos en pro de una mayor igualdad tanto social como ambiental y de una vida más beneficiosa para todos.

8.- Las instituciones de educación superior, especialmente las universidades, tienen una responsabilidad significativa por cuanto desde sus funciones prístinas – la educación, la investigación y los servicios – asumen un papel primordial en la formación de profesionales – en este caso de geógrafos y educadores específicos -; en la generación y difusión de conocimientos; y en las tareas de extensión a la comunidad mediante programas y actividades de difusión y capacitación debidamente organizadas para todas las personas, sin distingo alguno.

9.- La educación geográfica debe apelar, entre otros recursos, a la virtualidad y a los medios de comunicación masivos para extender los conocimientos y las buenas prácticas a todos los sectores sociales. Como se ha hecho – y se sigue haciendo - con las recomendaciones para vivir en tiempos de la pandemia del coronavirus, también debe realizarse con todas las acciones positivas que permitan el acercamiento del saber a la mayor cantidad de personas. La investigación aplicada es otro nutriente enjundioso del ideario que iremos construyendo para modificar las relaciones entre los seres humanos y sus ambientes. Esta construcción supone abandonar ciertas conductas y hábitos para sustituirlas por aquellos que detengan, en principio, procesos destructivos; y promuevan el advenimiento de propiciatorios del desarrollo en plenitud de la humanidad y de la Tierra, nuestra morada.

10.- Los procesos de urbanización han alejado, marcadamente, a las personas de la naturaleza y este fenómeno comprobado ha dado resultados muy negativos en cuanto al hacinamiento; a la producción y manejo de residuos; y a las enfermedades generadas por la polución que causan las mismas ciudades. La educación geográfica en este caso tendrá como objetivo restablecer el vínculo menoscabado y deberá recurrir a los medios audiovisuales y a las salidas educativas para recuperarlo. Asimismo, como política pública, es menester avanzar en fuertes medidas que garanticen la salud individual y colectiva, más allá de las pautas educativas que instrumenten.

11.- La Geografía, reiteramos, como **ciencia de síntesis**, permite dar marco a lo **intergeneracional** – dimensión temporal, histórica –, a lo **intercultural** - culturas originarias y actuales - y al **territorio** – con todas las características propias del ambiente natural y de las sociedades que lo habitan –; y crea un espacio para un encuentro beneficioso del conjunto y el aprendizaje. La foto del Pucará de Tilcara, en la provincia de Jujuy de nuestro país, sintetiza, de alguna manera, lo mencionado.



**Pucará de Tilcara, quebrada de Humahuaca, provincia de Jujuy. República Argentina.  
Foto del autor. PGV.**

12.- La educación geográfica, fundada en una filosofía que la inspira y en una ética basada en el respeto por la vida, es el ámbito idóneo para privilegiar las relaciones entre las personas, entre ellas y el planeta y el desarrollo de la conciencia y responsabilidad personal y social. Como lugar de vínculo propicia la paz, la necesaria solidaridad – como resultado de la *con-vivencia* - y orienta el conocimiento científico y tecnológico hacia el desarrollo humano y planetario.

## BIBLIOGRAFÍA

- Academia Nacional de Geografía. Anales Año 2014. N° 35. Buenos Aires, 2015.
- Carta Encíclica Laudato Si' del Santo Padre Francisco sobre el cuidado de la casa común. Dada en Ciudad del Vaticano el 24 de mayo de 2015.
- de Castro, Josué. Geopolítica del hambre. Ensayo sobre los problemas de la alimentación y la población del mundo. EDUNLa. Universidad Nacional de Lanús. Libro digital, PDF. 2019.
- Delors, Jacques et al. La educación encierra un tesoro. Informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la educación para el siglo XXI. Santillana Ediciones UNESCO. Madrid, 1996.
- D'Hainaut, L. La interdisciplinariedad en la enseñanza general. UNESCO. París, 1986.
- Morin, Edgar. Articular los saberes. ¿Qué saberes enseñar en las escuelas? EUS. Buenos Aires, 1998.
- Naciones Unidas. -Informe sobre Desarrollo Humano 2020. Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo.
  - Informe de las Naciones Unidas: El año de la pandemia, dominado por un repunte del hambre mundial. 12 de julio de 2021/Comunicado de prensa conjunto/Roma.
  - Noticias ONU. 15/12/2020.  
*news.un.org/es/store/2020/12/1485612.*
- Quiles, Ismael. Filosofía de la Educación Personalista. Ediciones Depalma. Buenos Aires, 1991.
- República Argentina. Ley 26206, de Educación Nacional. 2006.

# **INTENSIFICACIÓN AGROPECUARIA SUSTENTABLE COMO BASE PARA LA CONSERVACIÓN DE LOS SUELOS DE LA ARGENTINA**

*Académico Roberto Raúl Casas*

Los cambios en el estado de los suelos según la FAO se ven impulsados principalmente por el crecimiento demográfico y por el crecimiento económico. La población mundial actual, supera ligeramente los 7 mil millones de habitantes esperándose para el año 2100, una población cercana a los 11 mil millones. Al analizar estas cifras es inevitable considerar la producción mundial de alimentos y las posibilidades ciertas de alimentar satisfactoriamente a dicha población. En lo que va del siglo actual, la producción de cereales siempre estuvo por encima del consumo, lo cual determinó que las existencias fueran en aumento. A partir del 2018 el consumo de cereales viene superando a la producción, por lo cual las existencias comenzaron a disminuir. Según proyecciones de la FAO para el año 2050, la población mundial será de unos 9600 millones de habitantes, lo cual exigirá un incremento en la producción de alimentos de un 40 a un 70 por ciento (FAO, 2011). La situación planteada tropieza con un inconveniente serio a escala mundial: la erosión y degradación de los suelos productivos. Se estima que la erosión produce una pérdida anual del 0,3% de rendimiento de los cultivos, lo cual significa que al año 2050 se tendrá una pérdida de rendimiento cercana a un 10 por ciento. Esta pérdida, considerando los rendimientos actuales de los cultivos, equivale a la eliminación de 150 millones de hectáreas de producción al 2050 (unas 4,5 millones de hectáreas por año).

El contexto internacional constituye una excelente oportunidad para la Argentina en la medida que adoptemos sistemas de producción sustentables que mantengan o mejoren la calidad ambiental. En los últimos 50 años la producción agrícola nacional ha tenido un crecimiento extraordinario pasando de producir 20 millones de toneladas en 1970 a producir 140 millones en el 2020. Mientras que la producción tuvo en dicho período un crecimiento del 700%, la superficie cultivada paso de 20 millones de hectáreas a 35 millones en el mismo período, lo cual representa un crecimiento del 75 por ciento. La situación descrita, de gran importancia para la economía del país, género una presión sobre los suelos y demás recursos naturales dejando una impronta negativa en términos generales.

El incremento de la erosión registrado en las últimas tres décadas tal vez sea uno de los indicadores más preocupantes, pasando de una superficie afectada de 60 millones de hectáreas en 1990, a unos 100 millones de hectáreas según nuevas estimaciones realizadas en el 2015 (Casas, 2015). Dado que los datos con que se efectuó la estimación de 1990 tenían antigüedad variable, en términos generales se considera que la erosión se incrementó en las últimas décadas a razón de un millón de hectáreas por

año. Esta situación debe llamarnos a la reflexión, ya que los suelos constituyen el soporte de nuestra economía sobre el cual se cimienta el crecimiento y desarrollo del país. Es por esta razón que la ciudadanía debe tomar conciencia sobre este verdadero flagelo que disminuye la productividad del suelo, pudiendo incluso llegar a inutilizarlo en aquellos casos de extrema gravedad.

## **PRINCIPALES PROCESOS DE DEGRADACIÓN QUE AFECTAN A LOS SUELOS**

A continuación se efectúa una síntesis de los principales procesos de degradación que afectan a los suelos de las distintas regiones del país.

### **REGIÓN NOA**

En la Provincia de Salta, los cambios en el uso del suelo, han comprometido la sustentabilidad, por la intensa agriculturización que ha aumentado el escurrimiento superficial del agua de lluvia. El avance de la frontera agropecuaria, acelerado en los últimos años por el cultivo de soja, con poca rotación con maíz o sorgo, ha incrementado los problemas de degradación, debido a la incorporación de nuevas tierras ecológicamente frágiles (Osinaga et al., 2015).

La alta cuenca del río Bermejo produce unos 82.000.000 Mg de sedimentos/año, que llegan hasta los puertos de los ríos Paraná y Río de la Plata, con los problemas que ocasionan, obligando al dragado. Proviene principalmente de la Puna y región Altoandina y en particular de la cuenca del río Iruya, con una pérdida de suelo de 10.730 Mg/km<sup>2</sup>/año. Salta es la tercera provincia con superficie bajo riego del país, superando las 200.000 has, ubicadas en áreas áridas, semiáridas, templadas y subhúmedas. Existe un importante proceso de salinización de suelos por ascenso de la capa freática.

En la Provincia de Jujuy, las regiones Puna y Quebrada son las únicas donde existen manifestaciones de erosión hídrica y eólica en diferentes grados de afectación, mientras que en las regiones de Valles Templados y Ramal, se hace relevante la erosión hídrica (Torres et al., 2015). El sobrepastoreo del Pastizal de Altura, la sobreexplotación de especies forestales de valor económico, asociados a la erosión hídrica grave, se localiza en las cuencas superiores de los ríos Negro, Ledesma, San Lorenzo, de los Berros, Zora y de Las Piedras. Las principales acciones antrópicas que aceleran los procesos erosivos, son el mal manejo de la cubierta vegetal sea ésta por sobreexplotación o sobrepastoreo en suelos con pastura natural, y las labranzas inadecuadas en áreas destinadas a la producción agrícola

En la Provincia de Catamarca, las regiones más afectadas por la erosión hídrica son las del este (chaco semiárido y yungas), centro (chaco árido y al chaco serrano) y el oeste provincial (región del monte y prepuna). En las regiones de la puna y altoandina la erosión hídrica es un proceso acotado y de naturaleza geológica (Guichón et al., 2015). En lo que respecta a la erosión eólica, en su mayor parte se trata de una erosión natural causada por el clima dominante árido y ventoso. La erosión eólica se manifiesta como médanos vivos y sin cobertura vegetal alguna, que se forman por acción del viento y cubren grandes áreas, incluyendo áreas de cultivo, ganaderas y de poblaciones, causando muchas veces severos daños. Las regiones más afectadas por la erosión eólica son aquellas donde predomina la aridez, como las regiones del Monte, Prepuna, y Puna (región Oeste y Puna).

En la Provincia de Santiago del Estero, se han registrado procesos intensos de desmonte con eliminación del bosque xerófilo semiárido estépico y crecimiento desmesurado de la actividad agrícola durante el período 1971-2001, período más lluvioso del siglo pasado (Acuña et.al, 2004). El proyecto regional ProSusNOA del INTA (2001) publicó una estimación de superficie desmontada de aproximadamente 1.000.000 de hectáreas para el período 1984-2000 destacando dos áreas importantes: la zona de producción bajo condiciones de secano (noreste y noroeste) y el área de riego del Río Dulce. Se produjo un avance de la agricultura sobre suelos desmontados y ganaderos-mixtos (Angueira *et.al.*, 2007; Volante *et.al.* 2012) y en algunos casos, el cambio en el uso de la tierra, favoreció el desarrollo de procesos de erosión hídrica y eólica. Este cambio se reflejó principalmente en el crecimiento del área cultivada donde prevalecieron cultivos como soja, maíz, algodón y trigo.

En la Provincia de Tucumán, en la llanura Chacopampeana hay aproximadamente 250.000 hectáreas dedicadas a la agricultura de granos, un 80 % de las cuales se ubica en áreas subhúmedas secas y semiáridas. La fuerte expansión de la frontera agrícola se basó fundamentalmente en el monocultivo de la soja y del poroto, y aceleró los procesos de degradación física, química y biológica de los suelos de la región (Zuccardi et al., 1988. Dantur et al. 1989 y García et al. 1993). En esta región de clima seco, subhúmedo cálido a semiárido cálido, con un 80 % de las precipitaciones concentradas entre octubre y abril, y con eventos pluviales de alta intensidad, el proceso de erosión hídrica es importante no sólo por la pérdida del recurso suelo, sino también por la disminución de la captación de agua ocasionada por la menor infiltración (Sanzano, 2001).

La región del pedemonte tucumano se extiende en una faja más o menos estrecha a lo largo de las sierras de San Javier y del Aconquija al oeste de la provincia y de las sierras de La Ramada-Medina y del Campo al noreste, con pendientes que varían entre el 1 y 5% (Zuccardi y Fadda, 1985). El riesgo principal es la pérdida del suelo por erosión hídrica, especialmente si se tiene en cuenta que el régimen monzónico de

lluvias, provoca eventos de alta intensidad concentrados en unos pocos meses de verano.

## **REGIÓN NEA**

En la Provincia de Misiones, en bosques de ambientes cálidos y húmedos, como consecuencia del desmonte y el cambio de uso del suelo, disminuyen drásticamente los aportes de materia orgánica, a la vez que se incrementa la tasa de mineralización, factores concurrentes que inducen a una disminución de su contenido. Si además se tiene en cuenta que una superficie significativa ha sido habilitada utilizando el arrastre con topadoras para formar “cordones” a efectos de facilitar la quema de residuos, es evidente que los suelos de la provincia fueron afectados negativamente en cuanto a remoción superficial y a mermas en el contenido de materia orgánica, nutrientes, velocidad de infiltración y porosidad. Con estos procesos como predisponentes, y frente a condiciones de lluvias intensas y relieves con pendientes acentuadas, la erosión hídrica es una consecuencia inevitable. De esta manera, los efectos de la erosión pueden observarse en toda el área bajo cultivo, tanto de especies anuales como perennes. El diseño de los caminos poco adecuado al relieve, contribuye de manera significativa en el incremento de los procesos de erosión hídrica (Fernandez et al., 2015).

En la Provincia de Corrientes coexisten la erosión hídrica y la eólica. A pesar que Corrientes se define como una llanura bajo clima predominante subtropical húmedo, existen ambientes que contienen suelos susceptibles a la erosión hídrica principalmente y eólica en menor medida. Si bien solo el 6,5% de la superficie provincial se encuentra bajo erosión actual de diferente tipo y magnitud, contemplando un probable escenario de expansión agrícola, este valor puede alcanzar el 15% de la superficie provincial (suelos con riesgos moderados a altos), si no se prevén prácticas sustentables de manejo de suelos (Ligier et al., 2015). Los Grandes Paisajes más comprometidos a futuro, corresponden al Lomerío del NE con suelos rojos profundos, hoy bajo uso forestal predominante y la Altillanura fluvio-erosional, bajo uso ganadero y agrícola (predominio de arroz), con suelos que presentan rasgos vérticos y en donde es probable un escenario de expansión agrícola con cultivos y pasturas (Departamentos de Mercedes, Curuzú Cuatiá, Sauce y oeste de Monte Caseros).

Los procesos erosivos en la provincia de Formosa tienen su origen más importante en la explotación forestal, el desmonte y el sobrepastoreo. Apenas cinco años después del desmonte, los procesos erosivos comienzan a hacerse notorios. Se evidencia la disminución de la materia orgánica, en especial las fracciones más livianas del carbono orgánico, y la disminución de la estabilidad de los agregados del horizonte superficial (Baridon, 2015). Para comprender por qué se aceleran estos procesos, debe considerarse que los suelos que se encontraban bajo la protección del monte, a los cuales Casas y

Puentes (2009) llaman “suelos de sombra”, son convertidos por el hombre en “suelos de sol” con escasa y a veces nula protección de la cobertura vegetal. Las zonas con distintos grados de erosión eólica, ubicadas principalmente en el oeste provincial, constituyen un área con alto riesgo de desertificación. En suelos arcillosos los procesos más relevantes corresponden a salinización y sodificación.

En la Provincia del Chaco, la erosión hídrica afecta la mayor superficie de la provincia teniendo causas de origen natural y/o antrópico. En el sector sur y este, el uso ganadero de las tierras condicionó un paisaje pastoril degradado, que favoreció la aparición de surcos de erosión y la pérdida del horizonte superficial en donde arraigaban las gramíneas nativas. La expansión de la agricultura hacia el chaco semiárido, provocó un cambio en la cobertura del suelo con eliminación de masas boscosas que atenuaban el efecto de las precipitaciones sobre suelos muy vulnerables, de baja estabilidad estructural, texturas limosas a franco arenosas, y moderado contenido de materia orgánica. Se observan procesos de pérdida de suelos laminar y en surcos, y hacia el oeste, en el límite con Santiago del Estero, la aparición de cárcavas que cortan el paisaje y destruyen caminos (Zurita, 2015). La erosión eólica, que afecta una menor superficie, se encuentra en una etapa de fuerte desarrollo sobre todo en el Chaco Semiárido y en el Chaco Subhúmedo. En estas áreas, es donde se ha producido la mayor expansión de la agricultura a expensas de la desaparición paulatina del bosque chaqueño.

## **REGIÓN PAMPEANA**

En la Provincia de Buenos Aires, en las tres últimas décadas, se ha registrado una mayor intensidad de uso agrícola del suelo, y mayor concentración ganadera. La falta de rotaciones, la tercerización del uso del suelo y la desmedida demanda de rastrojos por parte de la ganadería concentrada, contribuyen a la presencia de un nuevo escenario en donde los procesos de degradación del suelo van evidenciando una dinámica diferente. Se están desarrollando en general, procesos de compactación y desestructuración que contribuyen a disminuir la infiltración, percolación y retención de agua en el suelo. Consecuentemente, en áreas planas, el encharcamiento superficial tiende a aumentar, y en áreas onduladas o inclinadas se incrementa el escurrimiento superficial y la erosión hídrica. En áreas del oeste y sudoeste, en donde la ocurrencia de períodos con déficits hídricos es probable y frecuente, se incrementa la susceptibilidad a la erosión eólica. También bajo clima húmedo, la acidificación progresiva de las tierras agrícolas podría estar ocurriendo y solo se la mide en forma puntual (Sfeir, 2015).

Hay dos regiones en la provincia donde el proceso de erosión hídrica es relevante con distinto grado de ocurrencia: la Pampa Ondulada y la Pampa Serrana e Interserrana (Puentes y Casas, 2009). En particular, la Provincia de Buenos Aires posee el 33% de sus tierras afectadas por erosión hídrica. Dentro de la primera región mencionada, se

cita el caso de las cuencas de los ríos Arrecifes, Ramallo y del arroyo del Medio. En cuanto a los procesos de anegamiento, salinidad y alcalinidad, existen sectores importantes en donde existe una gran superficie con estas limitaciones naturales, que pueden incrementarse por un manejo inadecuado del suelo. En Buenos Aires corresponden a la Pampa Deprimida y al Noroeste de la provincia.

En Córdoba, el proceso de erosión eólica es típico del oeste y sudoeste de la provincia. El fenómeno de la migración de la producción de maní hacia los Departamentos Río Cuarto, Juárez Célman y General Roca (en este último Departamento según datos del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación pasó de 3.500 ha sembradas en 1998 a 116.000 ha en 2012) incrementó la susceptibilidad de los suelos y la frecuencia de ocurrencia del fenómeno de “voladuras”, en especial en la etapa invernal luego del arrancado y particularmente en años secos. Los principales Departamentos afectados por erosión hídrica son Tercero Arriba, Río Cuarto, Calamuchita y Marcos Juárez. El cambio e intensificación del uso del suelo en ambientes frágiles, y la simplificación de las rotaciones y monocultivo de soja contribuyeron a incrementar el proceso erosivo. Las cárcavas representan una de las formas más severas de erosión por su impacto en el deterioro de la infraestructura vial y por su alta producción de sedimentos (Cisneros et al., 2015). En cuanto al anegamiento por elevación de napas, la superficie total afectada en la provincia alcanza 1,7 M de ha, de las cuales 880.000 ha corresponden a tierras de aptitud agrícola, y el resto a zonas de bajos naturales con aptitud de uso ganadero o humedales para conservación de la biodiversidad y control de inundaciones.

En la Provincia de Santa Fe, las cuencas hidrográficas con mayores signos de erosión hídrica son las del río Carcarañá, arroyos San Lorenzo, Ludueña, Frías, Seco, Pavón y del Medio, y las cañadas de Gómez, del Chupino y de los Leones, todas ubicadas en la Pampa Ondulada, al sur de la provincia. Más allá de éstas cuencas, donde el problema de la erosión hídrica es generalizado, deben destacarse sitios de la provincia donde el proceso ocurre en sectores menores en cuanto a la superficie, pero con una intensidad (tasa de pérdida de suelos) importante. Este es el caso de algunas cuencas de segundo y tercer orden de la cuenca media y baja del río Salado (Bonel et al., 2015).

Principalmente, los daños por inundaciones en el sector agropecuario comenzaron a manifestarse a partir de octubre de 2002 y abril de 2003 como resultado de una combinación de factores. Entre ellos, merecen mencionarse la incidencia de lluvias extremadamente altas, y una escorrentía superficial en el área norte de la provincia, que comenzó a generar daños por inundaciones y/o por afloramiento de la capa freática en una gran cantidad de distritos. En años posteriores se extendieron al centro y sur de la provincia, llegando a afectar en el año 2009 una superficie de 4.960.000 has, correspondiendo a un 37,3% de la superficie total del territorio provincial. La salinización, asociada a la presencia de napas elevadas, está presente en amplias

regiones del norte y del centro de la provincia, pero también aparece como limitante menos extendida en el sur de Santa Fe.

En la Provincia de Entre Ríos los procesos de erosión hídrica se manifiestan con mayor intensidad en la mitad occidental, en el extremo SO de la provincia y en parte del sector SE (Figura 1). Los Departamentos afectados con mayor grado son Diamante, Paraná, Nogoyá, Victoria y Uruguay. El 57% de la provincia es susceptible a la erosión en algún grado: esto significa que alrededor de cuatro millones y medio de hectáreas pueden erosionarse y por lo tanto deben ser manejadas teniendo en cuenta esa limitante. Para atenuar la degradación de suelos por erosión hídrica, se desarrollaron y adoptaron sistemas de labranza conservacionistas como la reducción de laboreos, la utilización de labranza vertical y más recientemente, la siembra directa. Sin embargo, en algunas regiones, dependiendo del tipo de suelo, pendiente e intensidad de las precipitaciones, la utilización de estos sistemas resulta insuficiente para controlar sus efectos, debiéndose implementar tecnologías como la sistematización de tierras y la construcción de terrazas para el control de la erosión hídrica (Sasal et al., 2015).



**Figura 1 : Erosión hídrica grave con formación de surcos y cárcavas**

En la Provincia de La Pampa, actualmente la erosión hídrica posee mayor magnitud en la zona central, ocupada por el ecosistema natural del Caldenal que posee una relativa alta cobertura con especies arbóreas, arbustivas y herbáceas y que se destina a la ganadería extensiva. Es aquí donde existe más presión de la agricultura para forzar desmontes y transformar sistemas silvopastoriles extensivos en agrícolas para cultivos de cosecha. Las zonas más afectadas por la erosión hídrica son los departamentos de Toay, en el centro de la Provincia, y Caleu Caleu, en el SE (Buschiazzo et al., 2015). Las áreas altamente susceptibles a erosión eólica están ubicadas al Este de la provincia, comprendiendo principalmente los departamentos de Chapaleufú, Maracó, Quemú

Quemú y Realicó, donde la superficie ocupada por suelos altamente susceptibles supera el 50%, llegando a más del 90 % (Figura 2). Justamente ésta es la región mejor dotada para la producción de cultivos de cosecha desde el punto de vista climático, pero existe un período crítico para la ocurrencia de erosión entre los meses de agosto y octubre.



**Figura 2 : El sobrepastoreo activa el proceso de erosión eólica con formación de médanos activos**

Aproximadamente un 10% de la superficie de la Provincia está ocupada por suelos halomórficos, ubicados en zonas deprimidas del relieve, donde existe una capa freática cercana a la superficie. En estos sitios son comunes los anegamientos del suelo durante períodos lluviosos

## **REGIÓN CUYO**

En la Provincia de La Rioja, todo el territorio presenta una gran fragilidad ambiental. Las regiones montañosas y serranas debido a las características del relieve, están expuestas a la acción de procesos gravitatorios que con el complemento de la acción de los escurrimientos y torrentes, terminan desencadenando procesos erosivos naturales, que son a su vez, sinergizados por la acción directa o indirecta del hombre. Las regiones sedimentarias, con menor pendiente, reciben los aportes de agua de zonas más altas, en forma estacional, y muchas veces torrencial, con un efecto más o menos generalizado en amplias zonas definiendo pérdidas por erosión que en general, se expresan en grado moderado a ligero. En los valles, las áreas con cultivos intensivos bajo riego, muestran efecto de procesos erosivos localizados, compactación y ascenso freático con salinización / alcalinización de los suelos. Estos problemas se pueden agravar, pero cuentan con la tecnología disponible como para controlarlos efectivamente. Las regiones plano – cóncavas están expuestas a evaporación y

concentración de sales en superficie, cuando la freática está cerca de la superficie y la pérdida de cobertura genera ascenso capilar y salinización superficial (Sfeir y Canelo, 2015).

En la Provincia de Mendoza uno de los factores principales que incide en los procesos de degradación es la competencia por el uso del suelo en los oasis, debido al avance urbano sobre áreas de alto potencial agrícola, sobre todo vitivinícola. Las modalidades de la expansión urbana tienen marcados efectos en la maximización de los riesgos aluvionales y de desertificación. En estos sistemas, el fenómeno preponderante es la degradación de los suelos por la presencia de una capa freática elevada que ocasiona su salinización.

La actividad ganadera constituye un factor importante de presión sobre las áreas no irrigadas, generando sobrepastoreo en la mayoría de los casos, dado que se supera la capacidad de carga de los campos. El ganado mayor se concentra en las llanuras del centro-este y sur y en algunos valles cordilleranos privilegiados. En el resto del territorio no irrigado se desarrolla sólo ganadería extensiva de caprinos. En la montaña, la destrucción de vegas y mallines por sobrepastoreo, asentamientos humanos y la realización de acciones vinculadas a la actividad petrolera, constituye una importante pérdida de recursos de suelo y agua. Estas vegas y mallines cumplen una función fundamental en el abastecimiento y regulación de los recursos hídricos. Otro factor que afecta a los ecosistemas de montaña, piedemontes y llanuras, son los incendios, los cuales dejan grandes superficies de suelo desnudo, con largos períodos de recuperación de su biodiversidad (Abraham et al., 2015).

La erosión hídrica presenta sus mayores expresiones en las unidades ambientales de montaña alta y valles intermontanos, seguida por Payunia y piedemontes con un grado alto, montañas medias y bajas con grado medio, oasis con bajo y llanuras no irrigadas con muy bajo grado de erosión hídrica. Por su parte, la erosión eólica se evidencia fuertemente en las llanuras no irrigadas, seguidas por alta montaña, valles intermontanos y Payunia con un alto grado de erosión; luego con un grado medio se destacan las montañas medias y bajas, los piedemontes con un grado bajo, y por último, los oasis con un grado muy bajo de erosión hídrica.

En la Provincia de San Juan, en los oasis principales, las actividades son agrícolas, ganaderas, industriales cementeras y caleras. Actualmente el suelo agrario está explotado por grandes empresas. Éstas se dedican principalmente a la producción de variedades de vides para vinos finos de exportación y uvas de mesa. Asimismo, las superficies cultivadas con olivos para aceites y aceitunas de exportación han aumentado. En algunos valles como el Gran Bajo Oriental, al este de las sierras de Valle Fértil-La Huerta, los suelos sufren deterioros por el pisoteo de los animales y su alimentación exclusiva de pastos, acentuando la erosión de suelos.

La erosión hídrica severa predomina a lo largo de los cauces de los arroyos que drenan las distintas depresiones intermontanas. Las observaciones de campo efectuadas demuestran que la erosión hídrica fue precedida por la erosión eólica, proceso que se acentúa con un inadecuado uso agrícola-ganadero de la tierra. La superficie de erosión hídrica es significativamente menor a la eólica, no obstante la intensidad de la primera es severa a grave. La erosión eólica predomina en el tercio este del territorio provincial, particularmente en la llanura de los ríos Zanjón-Bermejo-Desaguadero, regiones intermontanas hiper-áridas (Suvires, 2015). En los oasis de Tulum, Jáchal y Zonda, la causa principal de degradación de tierras sigue siendo la salinidad y la sodicidad, seguido por las actividades antrópicas no controladas.

En la Provincia de San Luis, entre las principales causas de la degradación y erosión del suelo se pueden mencionar: el cambio en el uso de la tierra, el manejo inadecuado del suelo y una escasa adaptación de los sistemas productivos a la alta variabilidad ambiental (Figura 3). El reemplazo de sistemas ganaderos por sistemas agrícola – mixtos ha aumentado el porcentaje de suelo desnudo, incrementando los riesgos de erosión eólica (Demaria y Aguado Suárez, 2013). Este riesgo estaría explicado por mayores períodos de tiempo con bajos niveles de cobertura, especialmente cuando la presencia de soja en la secuencia de cultivo es alta, los rendimientos de los cultivos disminuyen y se utilizan los residuos para la alimentación animal. También existe un desplazamiento y concentración de la ganadería en zonas más marginales, en general hacia el oeste de la provincia, que produce incrementos en los niveles de suelo desnudo debido al sobrepastoreo de los pastizales naturales. Recientemente, y previo a la reglamentación de su cultivo, fuertes eventos de erosión eólica fueron producidos por la introducción del maní en la provincia (Colazo et al., 2015).



**Figura 3: Suelo arenoso desmontado con procesos de erosión eólica**

Estos mismos factores pero en suelos con pendiente y lluvias acentuadas son los que desencadenaron procesos de erosión hídrica. A esto se le suma la adopción de la siembra directa con cultivos que dejan escasa cobertura, suelos con pendiente y/o estructura degradada y la baja adopción de sistemas conservacionistas. Es escaso el nivel de manejo integrado de cuenca que se realiza en la provincia.

El mayor riesgo de erosión eólica corresponde a los suelos de la planicie arenosa del S de la provincia. En relación a la erosión hídrica, el mayor riesgo está en la región NE de la provincia. El área más afectada contiene aquellas cuencas ubicadas en las sierras de San Luis y el cerro El Morro. También aquellos sectores interserranos, con pendientes menos pronunciadas pero más extensas, así como suelos más limosos con menores valores de permeabilidad presentan un riesgo moderado – severo a la erosión hídrica (Barbosa *et al.*, 2013).

## **REGIÓN PATAGÓNICA**

Las formas más notables de manifestación de los procesos de erosión eólica en Patagonia han sido las lenguas de erosión, que se extienden en el sentido de los vientos dominantes visibles en imágenes satelitales de mediana resolución (ej. Landsat). Si bien en la Provincia de Río Negro estas manifestaciones presentan un desarrollo menor, se destacan las lenguas en formas de barrido que nacen en las escarpas de erosión en el sector norte de la Meseta de Somuncurá y los campos de médanos originados en la costa norte del golfo San Matías (Rostagno *et al.*, 2004).

En la Provincia de Río Negro los procesos de erosión eólica se ven favorecidos por los vientos intensos que son una característica distintiva del clima patagónico. La erosión hídrica se ha considerado de menor importancia que la eólica, posiblemente debido a que en Río Negro parecerían estar parcialmente desacopladas la presencia de pendientes fuertes y lluvias torrenciales. Sin embargo en los últimos años se han incrementado las tormentas de fin de verano-otoño, originando importantes flujos erosivos (Becker *et al.*, 2012). Las dos formas de erosión (eólica e hídrica) se superponen dando origen a procesos erosivos combinados, que son los que dominan.

Los procesos erosivos se amplifican por efecto del sobrepastoreo. La sobreutilización de los pastizales puede verse como un disturbio difuso y generalizado que ha llevado, entre otras consecuencias, a la reducción de la cobertura vegetal y por lo tanto a una mayor exposición del suelo a los agentes climáticos. Otros disturbios de origen antrópico (asociados en parte a la actividad ganadera), han contribuido también a la pérdida de cobertura vegetal, principalmente la extracción de leña y la quema de campos. El impacto de la actividad petrolera es de tipo localizada pero de características severas, ya que implica la remoción total de la vegetación e

incluso del suelo en las áreas de pozos, picadas de prospección y en la red de caminos y ductos (Bran et al., 2015).

La región andina, por sus características de relieve montañoso, presenta un alto riesgo de erosión hídrica, que está parcialmente contenida por la vegetación boscosa. Sin embargo la remoción de la cobertura vegetal, principalmente por incendios forestales activa rápidamente notables procesos erosivos, manifestados por cárcavas y remociones en masa. La Región Extra Andina de río Negro (exceptuando también los grandes valles), al igual que el resto de la Patagonia, está sometida a un proceso crónico de desertificación (Ayesa et al., 1995; del Valle et al., 1998).

En la Provincia de Chubut, la desertificación es causada por el sobrepastoreo y la sequía, siendo las principales causas de degradación. Sin embargo hay otras actividades humanas que producen degradación de los suelos: incendios, desmonte de arbustos para leña, actividades petroleras y viales. En los valles bajo riego, el ineficiente uso del agua genera problemas de salinización. En la zona cordillerana se observan como causales de la degradación, los incendios forestales y la falta de compatibilización en los distintos usos de la tierra (Salomone et al., 2015).

Los procesos de degradación de la tierra tienen distinta ubicación dentro de la geografía provincial. Los incendios se concentran en el noreste de la Provincia, localizados en los Departamentos Biedma y Rawson, donde se concentra gran parte de la población y se desarrollan actividades turísticas, ganaderas y pesqueras. La erosión hídrica y salinización se concentra en las zonas más áridas, en la zona central provincial. La erosión eólica se ubica mayoritariamente en el sudoeste provincial, en los Departamentos Río Senguer y Sarmiento. También se aprecian formaciones de dunas en la Península Valdés en el departamento Biedma. La actividad petrolera se concentra en el sudeste de la provincia, en los departamentos Escalante y Sarmiento.

En la Provincia de Neuquén, el Departamento Minas ubicado al noroeste, muestra la mayor superficie afectada por erosión hídrica. Las causas se atribuyen al relieve más abrupto de esta región, las obras viales y el posible impacto del uso de la tierra para el pastoreo trashumante. El riesgo de erosión hídrica potencial no es homogéneo. El departamento Minas tiene un tercio de su superficie afectada con riesgo alto y muy alto, mientras que el departamento Chos Malal solo un sexto de su superficie. Los sectores montañosos con fuertes pendientes poseen afectados un cuarto de la superficie. Los resultados muestran un incremento de las áreas erosionadas, en particular de las clases severa y muy severa (Irisarri y Dufilho, 2015). Respecto a la actividad petrolera, las nuevas tecnologías de exploración no muestran un agravamiento de la situación existente, aunque la intensificación de la actividad con los nuevos métodos extractivos merecen una evaluación más detallada.

En la Provincia de Santa Cruz, los intensos vientos son un factor de degradación muy importante especialmente en suelos de textura gruesa, ya que las arenas y los limos son fácilmente transportables. La cobertura vegetal y la estructura de la vegetación son determinantes ya que arbustos y pastos altos forman barreras que frenan el viento y generan un sistema de parches de acumulación. Los suelos de Santa Cruz tienen poca protección contra los efectos del arrastre eólico ya que la cobertura vegetal es apenas superior al 40% en las regiones de la Meseta Central, el Golfo San Jorge y Sierras y Mesetas Occidentales, que ocupan cerca de la mitad de la superficie. En las mesetas y terrazas de escasa pendiente y de drenaje poco desarrollado, que acumulan agua en lagunas temporarias, se forman cubetas de deflación. Al secarse éstas durante el verano los sedimentos se movilizan por erosión, acumulándose en lenguas de diverso tamaño.

Alrededor de un 24% de la superficie provincial se encuentra sujeta a algún grado considerable de erosión, y las áreas ecológicas difieren marcadamente, con un máximo en la Meseta Central, que tiene un tercio de su superficie total erosionada, y un mínimo en la Estepa Magallánica Húmeda, con apenas un 0,5% de la superficie afectada. Las regiones difieren también en la severidad de las manifestaciones erosivas, con un máximo de manifestaciones graves y muy graves en la Meseta Central y el Pastizal Subandino (Oliva et al., 2015). La dominancia de los tipos de erosión hídrica y eólica varía, pero en todos los casos las manifestaciones erosivas fueron combinadas. La erosión hídrica es predominante en la zona N y especialmente en la Meseta Central, mientras que la erosión eólica predomina en las cabeceras de los grandes lagos, en la Estepas Magallánicas hacia el sur de la región, y en el extremo NO en la zona de Sierras y Mesetas Occidentales.

En la Provincia de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur, en la estepa magallánica de la Isla Grande, el efecto del pastoreo sobre los suelos y la vegetación resulta evidente luego de más de un siglo de uso. La producción ganadera ha generado cambios en la vegetación, descritos como “enmalezamiento”, acompañados de distintos tipos y grados de erosión del suelo, caracterizando la fisionomía de la región. También se observa el desmoronamiento de faldeos con fuerte pendiente, principalmente orientados hacia el norte, con los mismos agentes intervinientes, aunque en inverso grado de predominio, al menos durante los años más húmedos. Se presentan cárcavas en algunos valles, en general de mediana magnitud, motivadas por una mayor escorrentía, que reconoce tres causas principales: la compactación del suelo por pisoteo, una menor cobertura vegetal del sistema y la mayor frecuencia de lluvias de carácter torrencial (Bianciotto et al., 2015). En el Parque Fueguino se observan los mismos efectos que en la anterior. Existen áreas de bosque intervenido por anillado o “capado”, que datan de principios del siglo pasado, principalmente ubicadas al SE de la región, donde los efectos erosivos del agua se tornan más evidentes y generalizados. En la zona de Cordillera, el relieve pronunciado y una mayor precipitación propician el predominio de la erosión hídrica, principalmente asociada a áreas que han sufrido

deforestación por diferentes causas, ya sea un mal manejo del recurso forestal, su reemplazo por pasturas o incendios, los que se han multiplicado durante los últimos años.

En cuanto a la actividad hidrocarburífera, se observan focos erosivos y sitios fuertemente compactados, generados a partir de distintos tipos de intervenciones sobre el terreno, principalmente antiguas líneas sismográficas, caminos, canteras, tendidos de gasoductos/oleoductos y locaciones.

En Islas Malvinas, la erosión y degradación de los suelos es amplia y activa, pero desigual en su distribución especialmente en aquellos desarrollados sobre materiales arenosos. Parte de la erosión del suelo es natural, mientras que otra se debe a las prácticas de manejo para la producción ganadera. Los procesos degradatorios de las tierras se producen mayormente debido al aumento creciente de la carga ganadera (Godagnone y de la Fuente, 2015).

## **HACIA LA IMPLEMENTACIÓN DE MODELOS DE INTENSIFICACIÓN AGROPECUARIA SUSTENTABLE**

Los modelos de intensificación agropecuaria sustentable consisten en realizar un uso más completo y eficiente de los recursos naturales, produciendo mayor cantidad de biomasa por unidad de superficie, minimizando el impacto sobre el ambiente. Se focalizan en el aumento de la productividad mediante la aplicación de tecnología, más que en la habilitación de nuevas tierras. Para la implementación de estos modelos se consideran los siguientes aspectos: i) aplicación de buenas prácticas de manejo del suelo y del agua (focalizando el control de la erosión y el incremento del carbono orgánico del suelo) ii), evitar conversiones inadecuadas del uso del suelo.

## **APLICACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS AGROPECUARIAS**

A los efectos de su análisis y en función de su distribución en el territorio y/o importancia estratégica, las prácticas se las reúne en ocho grupos : i) Control de erosión, ii) Siembra directa, iii) Fertilización, iv) Gestión de pastizales, v) Sistemas silvopastoriles, vi) Manejo de áreas deprimidas y mallines, vii) Control de salinidad y sodicidad y viii) Cosecha de agua y recarga de acuíferos. En la tabla 1 se observa la superficie protegida por las diferentes prácticas (Casas y Damiano, 2019).

<b>Práctica</b>	<b>Superficie (has)</b>
<b>Control de Erosión Hídrica</b> (terrazas, cultivo en contorno, control de cárcavas, canales de guarda, canales de desagüe)	2.500.000
<b>Control de Erosión Eólica</b> (revegetación de áreas degradadas, cultivo en franjas, control y estabilización de médanos y dunas)	300.000
<b>Siembra Directa</b>	26.000.000
<b>Gestión del Pastizal Natural</b> (evaluación forrajera y ajuste de carga, pastoreo rotativo, fuego y rolado, potreros de reserva, clausuras)	19.100.000
<b>Sistemas Silvopastoriles</b> (siembra de megatérmicas, rolado selectivo de baja intensidad, enriquecimiento del bosque nativo)	7.200.000
<b>Manejo de Áreas Anegadizas y Mallines</b> (sistematización superficial, biodrenaje forestal, drenes topo, canales abiertos)	1.000.000
<b>Control de Salinidad</b> (forrajeras tolerantes, manejo adecuado del pastoreo)	300.000
<b>Cosecha de Agua y recarga de acuíferos</b>	1.000.000

**Tabla 1: Superficie protegida con buenas prácticas de conservación del suelo y del agua a nivel nacional (Casas y Damiano, 2019; Manual de Buenas Prácticas de Conservación del Suelo y del Agua en Áreas de Secano. Ed. FECIC)**

## **CONTROL DE EROSIÓN HÍDRICA**

A nivel nacional se registra una superficie estimada de 2,5 millones de hectáreas protegidas por algún tipo de práctica para su control (Casas y Damiano, 2019), representando cerca del 3 % sobre un total de 72.000.000 has con tasas de erosión hídrica que superan los valores tolerables (Gaitán et al., 2017). La sistematización de tierras (Figura 4) cubre una superficie total de 1.407.000 has (Tabla 2), de las cuales un 72% están protegidas por sistemas de terrazas de base ancha y un 28% por terrazas de base angosta (Casas, 2021).



**Figura 4: El cultivo siguiendo las curvas de nivel contribuye al control de la erosión hídrica.**

También es relevante la superficie protegida por canales (desagüe, guardia y colectores) que en conjunto cubren unas 730.000 has.

Provincia	Sup. Total Terrazas (ha)	Sup. Terrazas Base ancha (ha)	Sup. Terrazas base angosta (ha)	Terrazas Base ancha (%)	Terrazas Base angosta (%)	Tipo Terraza predominante
Buenos Aires	100.000	70.000	30.000	70	30	Desagüe
Catamarca	2.000	2.000	-	100	-	Absorción
Córdoba	200.000	190.000	10.000	95	5	Desagüe
Corrientes	3.000	2.000	1.000	67	33	Absorción
Entre Ríos	620.000	310.000	310.000	50	50	Desagüe
Jujuy	2.000	1.000	1.000	50	50	Desagüe
La Pampa	10.000	10.000	-	100	-	Abs./ Des.
Misiones	15.000	-	15.000	-	100	Desagüe
Salta	300.000	250.000	50.000	83	17	Desagüe
San Luis	3.000	3.000	-	100		Desagüe
Santa Fe	2.000	1.500	500	75	25	Desagüe
Tucumán	150.000	110.000	40.000	73	27	Desagüe
<b>Total</b>	<b>1.407.000</b>	<b>949.500</b>	<b>457.500</b>	<b>72</b>	<b>28</b>	<b>-</b>

Tabla 2: Superficie provincial protegida con terrazas de base ancha y base angosta (Casas, 2021)

Resulta destacable y muy promisorio, la práctica de represas amortiguadoras para control de los escurrimientos, que está difundiendo exitosamente en las Provincias de Salta y Córdoba, con un total de 350 obras construidas actualmente. Estas obras son muy eficaces para el control de los caudales pico de escurrimiento, reduciendo la erosión en los cauces y permitiendo la captura de sedimentos. Según Osinaga *et al.* (2015), la complementación de las represas con otras buenas prácticas culturales y vegetativas con enfoque de unidad de cuenca hidrológica, permitirá obtener beneficios internos a nivel predial y beneficios externos relacionados con la conservación de la infraestructura pública e inundaciones, disminuyendo los costos de mantenimiento o reparación de daños.

## CONTROL DE EROSIÓN EÓLICA

Se estima que actualmente las prácticas se aplican sobre unas 300.000 has, representado menos del 1 % de los 37 millones de hectáreas afectadas (Casas y

Damiano, 2019). Es posible que esta superficie pueda ser algo mayor dado que algunas provincias no disponen de información sobre la superficie de aplicación.

Una práctica que viene desarrollándose especialmente en suelos de texturas gruesas (franco limosos a arenosos francos) de la región semiárida pampeana, con alta susceptibilidad a la erosión eólica, es la utilización de franjas de terreno cultivadas en forma alternada con especies anuales y perennes o con cultivos anuales de distinto ciclo o porte, establecidos perpendicularmente a la dirección de los vientos predominantes. En la provincia de La Pampa existen actualmente unas 20.000 has de cultivos en franjas ya que por reglamentación del gobierno provincial, el cultivo de maní se debe realizar en franjas alternadas con maíz o sorgo como cultivos protectores para reducir las pérdidas de suelo por erosión eólica.

En la Provincia de Córdoba, el fenómeno de la migración de la producción de maní hacia los Departamentos Río Cuarto, Juárez Célman y General Roca incrementó la susceptibilidad de los suelos y la frecuencia de ocurrencia del fenómeno de “voladuras”, en especial en la etapa invernal luego del arrancado y particularmente en años secos. Los episodios son cada vez más intensos y frecuentes, aun en lotes con soja y maíz bajo siembra directa, donde se observa una pérdida considerable de la cobertura de rastrojos debido al viento (Cisneros et al., 2015).

Resulta relevante el trabajo de revegetación de áreas degradadas realizado en Patagonia, que alcanza unas 70.000 has en las Provincias de Río Negro y Santa Cruz. Esta restauración de ambientes degradados por el sobrepastoreo, la extracción de leña y la explotación petrolera, se realiza mediante la implantación de especies arbustivas en áreas de secano. Se obtuvieron buenos resultados en Río Negro con *Atriplex lampa*, usando material recolectado en la región. Las especies seleccionadas para la aplicación de la práctica en las estepas arbustivas y gramíneas de Santa Cruz, son gramíneas del género *Thinopyrum*, tales como: agropiro alargado (*T. ponticum*), agropiro crestado (*T. cristatum*), agropiro intermedio (*T. intermedium*) y agropiro pubescente (*T. trichophorum*). En las estepas gramíneas con lluvias entre 250-300 mm se puede sembrar pasto ovillo (*Dactylis glomerata*) puro o en mezcla con alguno de los agopiros descriptos.

Merece destacarse también la tarea para el control de médanos con especies fijadoras emprendida principalmente por las Provincias de Chubut y Santa Cruz, sobre un total de 12.230 has. Los médanos constituyen un problema muy serio ya que la arena avanza y destruye a su paso la infraestructura productiva y los pastizales naturales, además de causar efectos negativos en la salud humana y animal por acción de partículas finas en suspensión. Las especies más utilizadas para la fijación son *Elymus racemosus* o *Elymus arenarius*.

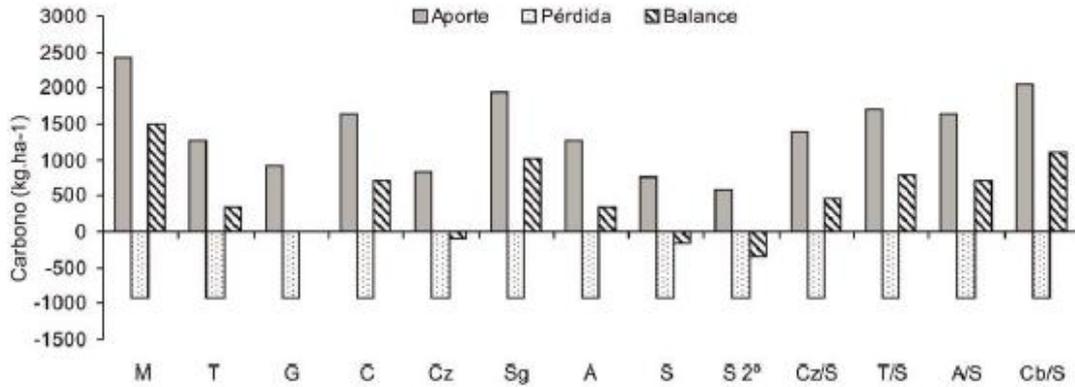
## ROTACIÓN DE CULTIVOS E INCREMENTO DEL CONTENIDO DE CARBONO DEL SUELO

Resulta de fundamental importancia, implementar rotaciones de cultivos de mayor intensidad, que mantengan cubierto el suelo la mayor parte posible del año. Las plantas fotosintetizando en forma continua, generan biomasa aérea y subterránea que protege al suelo e incorpora carbono orgánico. Las raíces aportan también deposiciones de gran importancia para la formación de materia orgánica estable asociada a los minerales del suelo (Figura 5). En la agricultura tradicional se producen “baches” en los que el suelo queda sin cultivos razón por la cual la actividad biológica se desarrolla en forma restringida. En estos períodos no hay raíces explorando el suelo y aportando carbono.



**Figura 5 : Las gramíneas como el maíz poseen raíces que estructuran al suelo. El rastrojo protege al suelo de la erosión**

Un aspecto de importancia creciente, es la necesidad de incrementar el almacenamiento de carbono orgánico del suelo mediante rotaciones que mantengan un balance positivo. Ello se logra mediante la inclusión de gramíneas tales como el maíz, sorgo o cereales de invierno que incorporan carbono al suelo (Figura 6), en contraposición al cultivo de soja que genera un balance deficitario, especialmente en segunda fecha de siembra (Forjan y Manso, 2016).



**Figura 6:** Aporte de carbono a través de los residuos de cultivos empleados en las rotaciones, pérdida anual de carbono y Balance (M=maíz; T=trigo; G=girasol; Cb=cebada; Cz=colza; Sg=sorgo; A= avena grano; S=soja; S2º=soja de segunda. /S= doble cultivo soja 2º). Fuente: Ensayos de rotaciones en SD CEI Barrow (Forjan H. y L. Manso, 2016).

Para cubrir estos períodos se puede recurrir a cultivos de cobertura o de servicios tales como centeno, avena, cebada, triticale, vicia y tréboles de olor, puros o consociados (Figura 7). Éstos, constituyen una herramienta muy efectiva para incluir en rotaciones poco diversificadas a los efectos de incorporar carbono, controlar malezas, favorecer la actividad biológica y controlar la erosión del suelo (Galantini y Saa Pereira, 2018), (Tabla 3).



**Figura 7:** Los cultivos de cobertura constituyen una herramienta muy efectiva para incluir en rotaciones poco diversificadas a los efectos de incorporar carbono, controlar malezas, favorecer la actividad biológica y controlar la erosión del suelo

	Cantidad de casos	Producción de biomasa	Aporte de Carbono
Avena Vicia	27	5675	2437
Gramíneas invierno	80	5635	2431
Vicia	44	4165	1781

**Tabla 3 . Cantidad de casos, producción de biomasa en materia seca y aporte de carbono en kg ha-1 por distintos cultivos de cobertura (Galantini y Sa Pereira, 2018)**

La inclusión de pasturas en la rotación es determinante para aumentar el contenido de materia orgánica total y mejorar la estabilidad de los agregados del suelo (Figura 8)



**Figura 8 : Las pasturas aportan materia orgánica al suelo, mejoran su estructura y lo protegen de la erosión**

Un análisis especial merece el sistema de siembra directa en función de la difusión que ha tenido en la agricultura de la Argentina. Desde principios de la década del 90 se registró un avance sostenido de la producción agrícola nacional, con un crecimiento extraordinario de la superficie destinada al cultivo de soja en la región pampeana y extrapampeana. Esta situación se potenció con la rápida incorporación de la soja transgénica RR asociada al sistema de siembra directa (SSD), que permitió su cultivo

en áreas marginales y en suelos con limitaciones para la agricultura convencional e infestados con sorgo de Alepo (*Sorghum halepense*). A comienzos del período mencionado, el SSD se basaba en la rotación de cultivos de soja, trigo y maíz, lo que aseguraba un buen funcionamiento del mismo. Durante esta etapa que abarcó casi una década (hasta finales de los 90), se produjo un paulatino mejoramiento de la calidad y salud de los suelos pampeanos que producían bajo este esquema u otro similar. La mejora se debió principalmente a la drástica disminución de la tasa de erosión de los suelos, pero también al incremento de los niveles de materia orgánica y fertilidad, asociados al mayor nivel tecnológico empleado. Posteriormente a la etapa mencionada y al amparo de los buenos precios y ventajas operativas se difundió el monocultivo de soja que impactó negativamente sobre la calidad de los suelos y la sustentabilidad del sistema (Casas, 2018).

El sistema de siembra directa tiende a generar una estructura de tipo laminar o estratiforme debido a la falta de remoción del suelo, dependiendo su mayor o menor desarrollo, de la composición granulométrica del suelo. Aquellos suelos con altos contenidos de limo y arenas finas son estructuralmente más inestables y propensos a estratificarse y compactarse. La rotación de cultivos con inclusión de gramíneas, genera en algunos años un balance positivo del carbono del suelo que se traduce en un incremento de la materia orgánica y mejora de la condición estructural del suelo.

De acuerdo a diferentes fuentes consultadas, la superficie cultivada actualmente bajo esta modalidad asciende a 26 millones de hectáreas. Si bien esta cifra es menor que la mencionada en los últimos años, deben tenerse en cuenta las labranzas ocasionales efectuadas en los lotes debido al efecto de malezas resistentes, especialmente rama negra (*Coniza bonaerensis*) y yuyo colorado (*Amaranthus quitensis*) y por las compactaciones que se producen, especialmente en los suelos con elevados contenidos de limo y arena.

## **FERTILIZACIÓN MINERAL Y ORGÁNICA**

En las tierras destinadas actualmente a la agricultura, se impone cerrar las brechas productivas mejorando el manejo general de los suelos y la reposición de nutrientes, que actualmente alcanza solamente un 38 por ciento (Casas y Cruzate, 2021). En la Tabla 4 se muestran las cantidades de los principales nutrientes aportados mediante aplicación de fertilizantes y las cantidades extraídas por los cultivos de soja, trigo, maíz, girasol, sorgo y arroz. . La pérdida de fertilidad de los suelos se ha acelerado en los últimos años debido a que continúa prevaleciendo la extracción de nutrientes minerales sobre la reposición, en lo que constituye una auténtica minería de suelos que sin duda, constituirá un límite para alcanzar las metas productivas nacionales (figuras 9 y 10).

	N (t)	P (t)	K (t)	Ca (t)	S (t)	Total (t)
Fertilizante	1.166.461,2	312.325,7	43.289,1	94.729,9	99.755,5	1.716.561,3
Extraído	2.246.633,9	534.928,3	1.208.416,9	233.194,1	263.692,5	4.486.865,7
Balance	-1.080.172,8	-222.602,6	-1.165.127,9	-138.464,2	-163.937,0	-2.770.304,4
% aportado	51,9	58,4	3,6	40,6	37,8	38,3

Tabla 4. Balance de nutrientes: extracción por cultivos vs. reposición por fertilización; campaña 2018/19 (Casas y Cruzate, 2021).

En las últimas tres décadas, el consumo de fertilizantes se incrementó de manera significativa, pasando de 300 mil toneladas en el año 1990 a 4,3 millones de toneladas en el año 2018 (De Bernardi *et al*, 2020). De acuerdo con información proveniente de la Cámara de la Industria Argentina de Fertilizantes y Agroquímicos en la campaña 2010/11 (CIAFA, 2020), el consumo de fertilizantes fue de 3,37 millones de toneladas (Mt); en 2011/12 se registró un record de 3,72 Mt de consumo de fertilizantes en función de la buena relación existente entre el precio de los granos y el de los fertilizantes. En las campañas de 2012/13 a 2014/15 se observa una leve disminución ya que se aplicaron entre 3.12 y 3.20 Mt de fertilizantes, respectivamente. En la campaña 2015/16 se produjo una marcada disminución en el uso de fertilizantes ya que se aplicaron sólo 2.44 Mt (Cruzate y Casas, 2017).

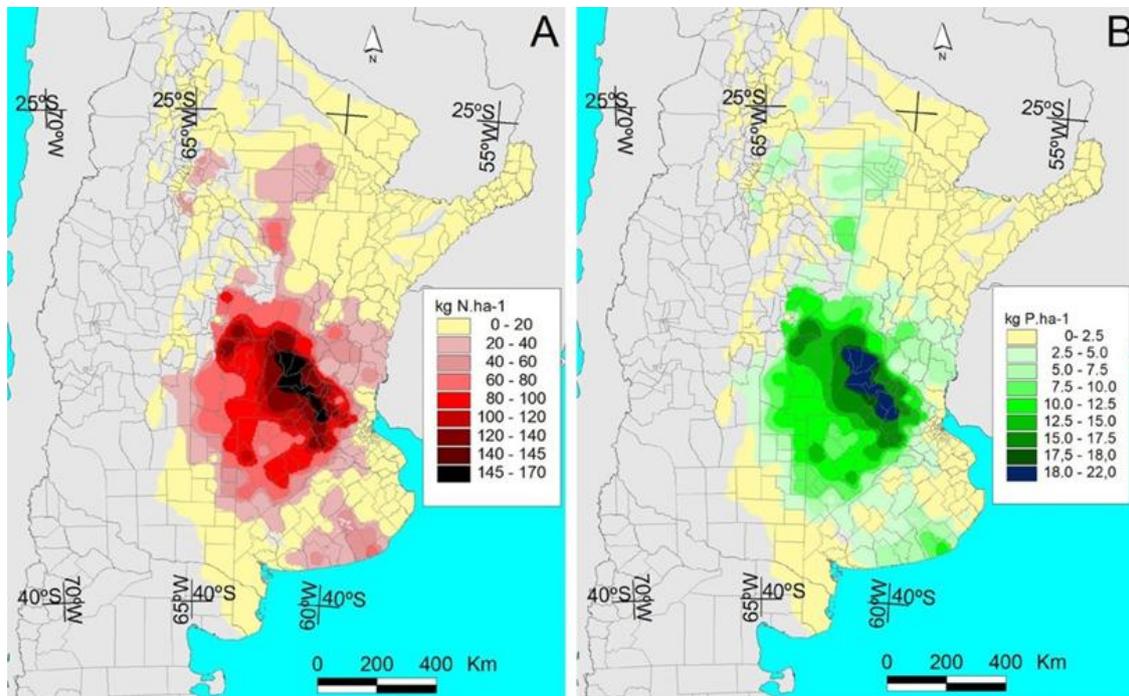
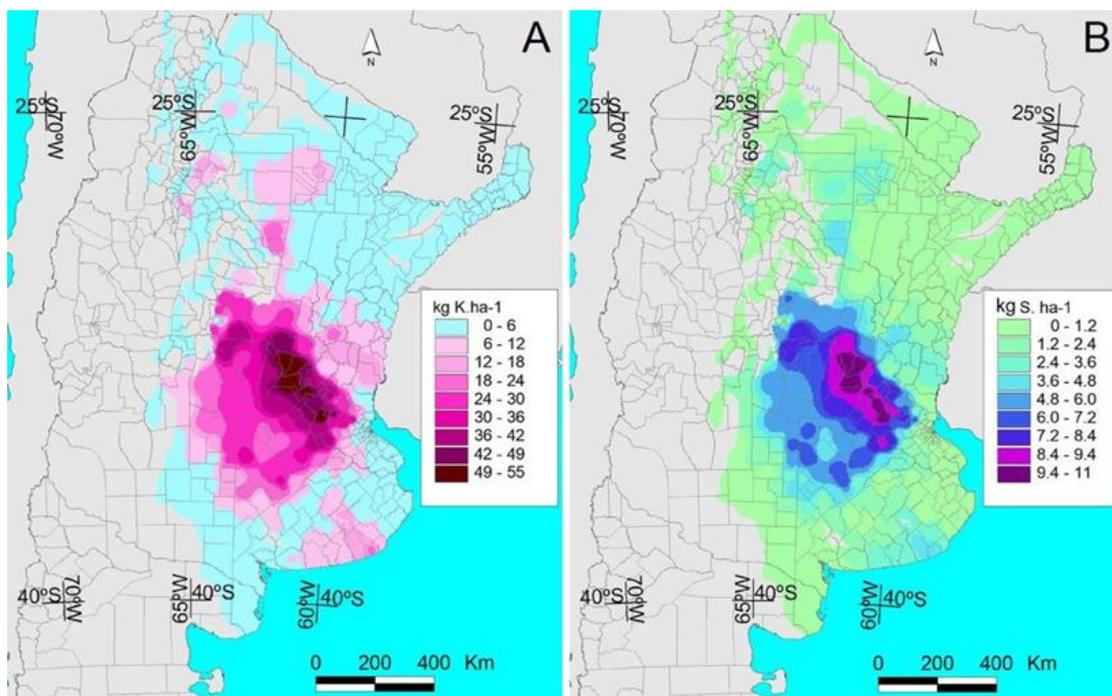
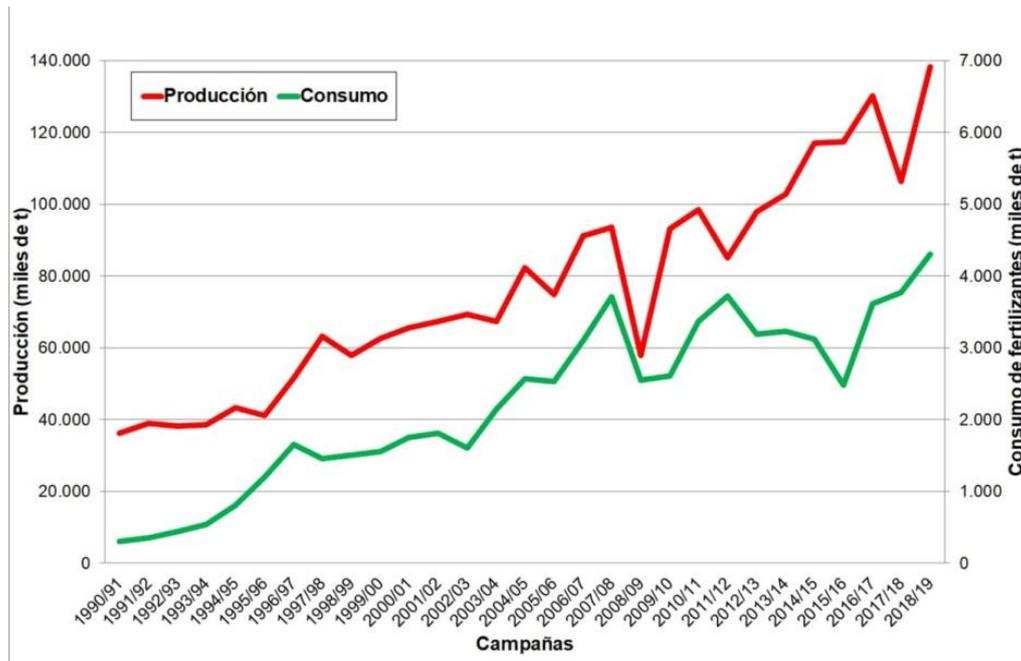


Figura 9. Extracción de Nitrógeno (A) y Fosforo (B) en granos por los principales cultivos, expresada en kg.ha-1 a nivel de Departamento/Partido de las distintas provincias (Casas y Cruzate, 2021).



**Figura 10. Extracción de Potasio (A) y Azufre (B) en granos por los principales cultivos, expresada en  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  a nivel de Departamento/Partido de las distintas provincias (Casas y Cruzate,2021).**

Entre enero y noviembre de 2016 el consumo de agroquímicos y fertilizantes se incrementó un 47,1% a raíz de una demanda sostenida provocada por el crecimiento del área sembrada de trigo y maíz. En la Figura 11 se observa como a partir de 2016 hay un incremento del consumo de fertilizantes hasta la fecha. De acuerdo a Terré y Treboux (2020) la importante expansión del área agrícola, la intensificación tecnológica en las técnicas productivas y la mayor producción relativa de trigo y maíz en las últimas campañas (el uso de fertilizante por hectárea implantada es mayor para estos cultivos), han producido un importante impacto en el mercado de fertilizantes, aumentando fuertemente la demanda.



**Figura 11. Producción agrícola por campaña y consumo de fertilizantes en la República Argentina, Fuentes: Fertilizar, 2020 y Dirección de Estimaciones Agrícolas,2020.**

Para las prácticas de fertilización química y orgánica del suelo se deben considerar tres aspectos: i) diagnóstico de la fertilidad química del suelo, ii) reposición o suficiencia de nutrientes, y iii) tecnología de aplicación (Ferraris, 2019).

El diagnóstico de fertilidad es una tecnología de proceso y la herramienta clásica por excelencia, es el análisis de muestras de suelo en laboratorio. En nutrientes móviles en el suelo como Nitrógeno (N) y Azufre (S), el horizonte de análisis es una campaña agrícola. En contrapartida, nutrientes poco móviles y con efectos residuales en el tiempo tal el caso del fósforo (P) o potasio (K), requieren de un análisis de más largo plazo, al menos 3 a 5 campañas. Se estima que en la Argentina se analizan anualmente unas 150 mil muestras de suelo, lo que equivale a una muestra cada 290 has cultivadas (Instituto Internacional de Nutrición de Plantas, ex INPI por sus siglas en inglés). El análisis de suelo no es la herramienta excluyente para el diagnóstico de fertilidad ya que nuevas herramientas utilizan el cultivo como indicador. Esto se aplica especialmente en nitrógeno, donde el contenido de clorofila determina la intensidad de verdor. Los sensores multi o hiper-espectrales a nivel de hoja o de canopeo y las imágenes satelitales a través del cálculo del índice verde (NDVI, por sus siglas en inglés) se traducen en decisiones de fertilización.

La reposición de nutrientes tiende a suministrar los elementos químicos que las especies vegetales necesitan para su crecimiento y desarrollo, y que el suelo, empobrecido por la extracción continua de los cultivos de cosecha, no puede hacerlo en forma directa y de manera adecuada. El sur de la provincia de Santa Fe, junto con el

norte de Buenos Aires y este de Córdoba, presentan altas tasas de extracción de nutrientes, debido a la mejora biotecnológica de los cultivos, con aumentos de rendimientos crecientes y tierras de alta aptitud productiva. La superficie fertilizada reportada fue de 2,3 millones de hectáreas. La reposición de P a nivel nacional alcanza en el 2017 el 52% del fósforo exportado con los granos (IPNI). Se considera que en Argentina sobre un 15 % de la superficie cultivada se decide la aplicación de fertilizantes bajo un criterio técnico, basado en información objetiva y cuantificada.

Por último, la tecnología de aplicación considera la correcta elección de la fuente, el momento y localización de los fertilizantes. La mayor parte de los cultivos extensivos reciben aplicación de P en forma localizada, en la línea de siembra o bandas cercanas a ella. No se realizan aplicaciones de P durante el ciclo de crecimiento del cultivo. El resto de los nutrientes de baja movilidad en suelo como potasio (K), calcio (Ca) o Magnesio (Mg) reciben un manejo similar. El nitrógeno (N) en cambio presenta un criterio opuesto de manejo. Dado su alta movilidad en suelo y las dosis en que es aplicado, es común aplicarlo sobre la superficie del terreno. Finalmente, ciertos micronutrientes son aplicados utilizando como vehículo la semilla, la vía foliar o la impregnación de fuentes que proveen P o N. Al ser requeridos en dosis pequeñas, la cantidad que podría ser incorporada por este medio es suficiente para la correcta nutrición del cultivo. En la Región Pampeana, el zinc (Zn) y el boro (B) han cobrado un creciente protagonismo, a partir de la aparición de deficiencias específicas. En un modo amplio, la agricultura de precisión sitio específico, puede incluirse en esta tecnología de aplicación de fertilizantes en dosis variable. Solamente en la provincia de Santa Fe está próxima a las 500.000 hectáreas, sobre un total de 1,4 millones de hectáreas fertilizadas.

También se viene incrementando la aplicación del encalado (calcita) para corrección de la acidez del suelo en la provincia de Misiones por efecto del Aluminio (90.000 has) y en Buenos Aires debido a los años de agricultura continua.

La reposición de minerales del suelo con enmiendas orgánicas como subproductos de la explotación agropecuaria e industrial, es usada mayoritariamente en sistemas de producción intensiva y familiar. Las provincias de Entre Ríos, Misiones, La Pampa y Tucumán reportaron una superficie de 21.500 has.

## **GESTIÓN DEL PASTIZAL NATURAL**

El reemplazo de tierras naturales y ganaderas por tierras agrícolas fue el cambio más notorio que experimentó la agricultura a lo largo del siglo 20. Los datos muestran que la expansión territorial de los cultivos de secano en Argentina ocurrió a expensas de bosques (7%) y pastizales (10 %), (Viglizzo y Frank, 2015).

La gestión del pastizal natural en los sistemas ganaderos tiene como objetivo la sustentabilidad del sistema tomando en cuenta en particular los aspectos ambientales, muy especialmente en las zonas áridas y semiáridas de mayor fragilidad. En términos generales, el pastoreo continuo y selectivo de las especies herbáceas ha alterado la estructura original, generando la disminución o pérdida de las especies de mayor calidad, arbustización y aparición de peladales de suelo desnudo, que se transforman en focos de erosión. Esta situación determina que exista una gran variabilidad en la condición de los pastizales, por lo que resulta necesario efectuar una evaluación forrajera para conocimiento de la receptividad y poder así ajustar la carga. En Patagonia el ajuste de la carga animal es fundamental para el control de la desertificación.

La gestión del pastizal y manejo ganadero, tal como se viene realizando en las distintas regiones de Argentina, abarca un conjunto de prácticas entre las que podemos mencionar: evaluación forrajera y ajuste flexible de carga, pastoreo rotativo, pastoreo de alto impacto, perturbaciones para la recuperación forrajera (fuego y rolado), potreros de reserva, clausuras e introducción de pasturas megatérmicas.

Existen 16.028.500 has gestionadas con evaluación forrajera y ajuste de carga, y 3.100.000 has con aplicación de otras prácticas tales como quema prescripta, rolado y uso de boyero eléctrico, lo cual hace un total de 19.128.500 has sobre las que se realiza una adecuada gestión del pastizal y la ganadería.

## **SISTEMAS SILVOPASTORILES EN BOSQUES NATIVO E IMPLANTADOS**

Los sistemas productivos de la República Argentina en los últimos años han registrado un cambio hacia una agricultura más intensiva, con mayores rendimientos por unidad de superficie. En forma simultánea la frontera agrícola se ha desplazado hacia zonas más frágiles, tradicionalmente mixtas o ganaderas, en muchos casos ocupadas por bosques nativos. El corrimiento de la frontera agropecuaria afecta a la actividad ganadera al desplazarla hacia zonas de bosque nativo, donde el manejo de los recursos forestales y pastoriles, es fundamental para la sostenibilidad ambiental y social de los sistemas productivos. La implementación de sistemas silvopastoriles constituye así una alternativa que tiende a optimizar la utilización de los recursos naturales (Figura 12).

En los últimos 15 años, los sistemas silvopastoriles están en constante expansión en la Argentina, principalmente con bosques cultivados en Misiones, Corrientes, Neuquén y la zona del Delta Bonaerense del Río Paraná, mientras que su implementación en bosques nativos se concentra en las regiones Chaqueña y Patagónica.



**Figura 12 : Los sistemas silvopastoriles combinan la producción pecuaria con la forestal, constituyendo modelos ambientalmente sustentables al incrementar la captura de carbono (Fotografía gentileza del Ing. Ftal. Juan Esteban Baridón)**

El pastoreo en los sistemas silvopastoriles de las diferentes regiones se diferencian por su grado de intensidad, desde sistemas extensivos sobre grandes extensiones de superficie y baja inversión de trabajo y capital, hasta los intensivos donde la incorporación de recursos y tecnologías permite principalmente mejorar la calidad y cantidad de forraje disponible para los animales (Peri et al., 2016).

Se estima que aproximadamente el 70 por ciento de los bosques de ñire en la Patagonia tienen un uso silvopastoril con un escaso manejo integral en los establecimientos. Esto representa unas 526.000 has con aplicación de esta práctica (Peri, 2012). Entre las principales ventajas del sistema, se destacan la protección que provee al ganado de los fuertes vientos o bajas temperaturas y el aporte de forraje de calidad. Respecto de la región Chaqueña, la región forestal más grande del país, el término silvopastoril en muchos casos se aplica a una diversidad de prácticas o tratamientos. En un extremo, se ubican las modalidades con poco manejo y planificación como la ganadería a monte que consiste, simplemente, en hacer pastar o ramonear los animales en el bosque nativo. Estas prácticas, repetidas durante décadas, alteran la estructura del bosque por su efecto directo sobre la regeneración, la calidad del suelo y el funcionamiento del ecosistema. En el otro extremo, se han difundido notablemente prácticas de alta intensidad en remoción de biomasa leñosa, como el desmonte selectivo con siembra de especies forrajeras megatérmicas con el fin de incrementar la producción de carne bovina.

Para controlar las abundantes leñosas arbustivas presentes en toda la región, se proponen sistemas silvopastoriles, a partir de la aplicación del Rolado Selectivo de Baja Intensidad (RSBI). Se trata de una propuesta tecnológica del INTA que, mediante el corte y el aplastamiento del estrato arbustivo facilita la germinación de pastos nativos y la siembra de otras especies, lo que incrementa la oferta forrajera. Para la región chaqueña se estiman unas 6.000.000 has de sistemas silvopastoriles (Peri, 2012).

Otra técnica que está comenzando a difundirse en los sistemas silvopastoriles es el enriquecimiento del bosque nativo. Esta práctica consiste en la plantación de especies forestales nativas (e.g. algarrobo blanco), a los efectos de lograr la recuperación de bosques degradados, en los cuales la regeneración natural de las especies deseadas es poco viable. Se estima que la superficie tratada mediante enriquecimiento del bosque es de unas 20.000 hectáreas. A nivel nacional, existen unas 7.200.000 has de bosques nativos manejados adecuadamente con sistemas silvopastoriles.

## **MANEJO DE ÁREAS ANEGADIZAS Y MALLINES**

El territorio nacional presenta regiones geomorfológicas con una vasta superficie de suelos afectados por hidromorfismo y halomorfismo. Dentro de la región pampeana y extrapampeana pueden distinguirse 6 grandes áreas anegables: Pampa Deprimida y Pampa Arenosa Plana (este y noroeste de Buenos Aires, respectivamente), Pampa Arenosa Anegable (sudeste de Córdoba), Bajos Submeridionales (norte de Santa Fe), Llanura Deprimida occidental y oriental (centro y este de Tucumán), y sectores de Ramal y Valles Templados (Jujuy). Estas regiones comparten las siguientes características: i) geomorfología de llanura preferiblemente de planicie extrema con pendiente menor al 0,5 % (baja energía cinética del agua), ii) régimen climático húmedo-subhúmedo, iii) capa freática en la zona radical, y vi) suelos salinos y alcalinos con limitaciones de drenaje superficial y subsuperficial severas, y susceptibles al ascenso de sales en superficie.

El exceso hídrico en las áreas anegadizas puede ser atribuido al flujo superficial y de saturación, actuando ambos en forma individual o simultáneamente. El flujo superficial tiene lugar cuando la intensidad de la lluvia excede la capacidad de infiltración del suelo. Se reconocen tres tipos de inundación: i) la torrencial y súbita, ii) la aluvial o lenta producida principalmente por desbordes de cursos de agua asociado a lluvias intensas y iii) la de encharcamiento, que produce anegamiento del perfil por saturación. En cambio, el flujo superficial de saturación es el proceso de saturación con agua del perfil por recarga y ascenso rápido del nivel freático, en especial por precipitaciones. Estos procesos de anegamiento requieren, para su comprensión y manejo, una visión amplia de la cuenca hidrológica y nuevos paradigmas de organización y participación social (Casas y Damiano, 2019).

Previamente a la aplicación de las técnicas disponibles para recuperar o rehabilitar suelos con problemas de halomorfismo, es esencial dar solución al problema de los excesos de agua superficial y subterráneo (hidromorfismo). Existen distintas prácticas según el tipo de control a realizar:

i) **Sistematización superficial:** a través de un conjunto de estructuras hidráulicas de tipo ingenieril-rural (badenes, canales, presas) diseñadas en circuitos agrohidrológicos independientes. Las provincias de Buenos Aires y Santa Fe reportaron 94.000 has. Tucumán posee una superficie potencial de aplicación de 135.000 has.

ii) **Drenaje parcelario y zonal** para mantener el nivel freático fuera de la zona radical mediante biodrenaje forestal y drenes. El biodrenaje forestal en la Provincia de Córdoba posee una superficie potencial de aplicación de unas 3 millones de has. Los drenes pueden ser topo, tubos y canales abiertos. Las provincias de Jujuy y Santa Fe informaron 16.000 has. En Tucumán la superficie con problemas de drenaje es de 259.000 has.

Los mallines son pastizales húmedos o vegas que ocupan el 4 a 6 % de la superficie de la Patagonia y sustentan el 60 – 70 % de la producción ganadera. La explotación sustentable de estos ecosistemas requiere de prácticas hidráulicas y agronómicas. Las prácticas hidráulicas buscan retener los escurrimientos superficiales y control del nivel freático mediante la construcción de diques (azudes) que se interponen al flujo principal y canales de infiltración que promueven la distribución y retención de agua en el perfil del suelo. El control y manejo hídrico muestra mejores respuestas cuando se complementa con otras prácticas tales como evaluación forrajera del área intervenida, ajuste de la carga animal, planificación anual del pastoreo, uso de fertilizantes e interseembra de especies forrajeras. De acuerdo a lo informado por las Provincias de Neuquén, Chubut, Río Negro, Santa Cruz y Tierra del Fuego, el manejo de mallines cubre una superficie de 505.451 hectáreas.

## **COSECHA DE AGUA, RECARGA DE ACUÍFEROS Y REPRESAS**

Estas tecnologías se consideran de importancia estratégica para el desarrollo de la ganadería muy especialmente en zonas semiáridas y subhúmedas secas. En estos climas la escasez de lluvias es recurrente, y también es variable la calidad del agua subterránea (en muchos casos no se tiene acceso por estar a una excesiva profundidad y/o por no ser aptas). Ante la situación planteada se han desarrollado tecnologías tanto para la recarga de acuíferos, como para la captación y almacenamiento de agua en represas.

El aprovechamiento de los acuíferos está dado por las posibilidades de empleo de la capa recargada en forma artificial, basada en un efecto de desplazamiento y dilución de las aguas dentro del acuífero. De esta manera, la capa freática aprovechable, se

apoya directamente sobre capas fuertemente salinizadas (carbonatadas, cloro-sulfatadas y en muchos casos con elevados contenidos de sodio).

Otro método muy utilizado para captación y almacenamiento de agua es la construcción de represas o tajamares que permiten almacenar el agua de lluvia. La cosecha de agua de lluvia a través de áreas de captación es una innovación que si bien se iniciaron investigaciones y experiencias en la década de los 70 del siglo pasado, en el marco de las actividades del Convenio INTA – Provincia Santiago del Estero para el desarrollo del área Centro-Este (Michelena, 1981), se viene difundiendo más recientemente. En este sentido resulta destacable como antecedente, mencionar el trabajo realizado desde principios del siglo actual por las Colonia Menonitas en el Chaco Paraguayo, donde se experimentaron y desarrollaron áreas de captación mediante la construcción de camellones en el terreno (Figura 13). Estas áreas de captación permiten captar agua de lluvia con precipitaciones relativamente pequeñas.

En nuestro país es destacable en este sentido, la tarea desarrollada por la Estación Experimental Agropecuaria Reconquista del INTA, en el área norte y centro de la Provincia de Santa Fe (Basán Nickisch, 2019).



**Figura 13: Vista aérea de la represa impermeabilizada, área de captación del agua de lluvia y tanque de tierra elevado desde donde se distribuye el agua a bebederos.**

Las prácticas de cosecha de agua y recarga de acuíferos cubren alrededor de un millón de hectáreas, en las que sobre unas 50.000 has se desarrolla captación y almacenamiento del agua en represas, y en unas 950.000 has se aplica la tecnología de recarga de acuíferos.

## **CONTROL DE SALINIDAD Y SODICIDAD**

En la Argentina solamente en las regiones húmeda, subhúmeda y semiárida se estima que existen alrededor de 17 millones de hectáreas de suelos afectados por procesos de salinización y sodificación. Entre las regiones más afectadas se pueden mencionar el chaco semiárido, los bajos submeridionales (norte de Santa Fe), la zona deprimida de la cuenca del Salado (centro y este bonaerense), el noroeste de la provincia de Buenos Aires y sudeste de Córdoba.

Los precios elevados de los productos agrícolas y las condiciones favorables de los últimos años, impulsaron la intensificación de la agricultura sobre los mejores suelos y la expansión sobre los de menor aptitud de la mano de las nuevas tecnologías conocidas. Una consecuencia de la situación consignada, es la atención que concitan actualmente los suelos afectados por sales y sodio (Taleisnik y Lavado, 2017), y la posibilidad de su mejoramiento para un uso ganadero, principalmente.

Las regiones afectadas se caracterizan por poseer una red de drenaje escasamente desarrollada en función de sus bajas pendientes, lo cual determina que los excedentes de las precipitaciones sean evacuados con extrema lentitud hacia el océano, o directamente se eliminen por procesos de evapotranspiración desde el suelo y las plantas. La consecuencia de la situación descrita se verifica por la presencia de capas freáticas enriquecidas en sales y sodio, oscilando en niveles cercanos a la superficie y afectando al suelo desde su superficie o a cierta profundidad (horizonte “natrico”, enriquecido en sodio).

El creciente desarrollo e intensificación de los problemas de salinización y sodificación de los suelos, ligado a la oscilación de la profundidad de la napa freática, con aguas cargadas de sales y sodio, ha estado en parte asociado a la variabilidad climática (generalmente con lluvias superiores a la media histórica) y a la intensificación en las últimas décadas del uso agrícola de las tierras más altas circundantes a las afectadas. Esta situación alteró el balance y el régimen hídrico de las zonas deprimidas, con incremento de los anegamientos que han provocado ascensos temporales o permanentes en los niveles freáticos (Figura 14). Esto ha permitido que las sales y sodio acumulados en las aguas freáticas, que no causaban problemas cuando estas se mantenían a mayores profundidades, se puedan mover junto con el agua capilar y acumularse en el suelo superficial afectando el desarrollo de las plantas.



**Figura 14: La variabilidad climática, generalmente con lluvias superiores a la media histórica, y la intensificación del uso agrícola, ha afectado el balance hídrico de las zonas deprimidas, con incremento de los anegamientos y ascensos temporales o permanentes en los niveles freáticos.**

El problema más común de afectación de suelos por sales y sodio, desarrollado por oscilación de la napa freática en las zonas deprimidas de la región pampeana subhúmeda, es de una naturaleza y características bastantes complejas, que a su vez dificultan el uso y posible recuperación de dichos suelos. Generalmente se presentan diferentes proporciones de bicarbonatos de sodio, que al acumularse en superficie, y transformarse en parte a carbonato de sodio, provocan la precipitación de gran parte del Calcio y del Magnesio en forma de carbonatos. Con ello la proporción de sodio, especialmente en forma de bicarbonato y carbonato, se incrementa, provocando una fuerte alcalinización de los suelos (pH por encima de 9 -10 y la dispersión de la fracción coloidal del suelo (arcillas y materia orgánica). La consecuencia es una compactación de los suelos, que se vuelven muy duros en seco e impermeables en húmedo. El resultado final es la formación de suelos sódicos (a veces acompañados de altos niveles de sales) del tipo conocido como “álcali negro” debido a la materia orgánica dispersa que cubre el suelo dándole ese color, con pH entre 9 y 10, que a su vez provoca problemas de disponibilidad de algunos elementos requeridos para la nutrición de las plantas, en especial microelementos.

El halomorfismo o salinidad de los suelos tiene efectos muy variables sobre la vegetación en función de la cantidad, persistencia y tipo de sales. Las sales tienen la propiedad de aumentar el potencial osmótico de los suelos con lo cual éstos retienen el agua, disminuyendo la utilizable por las plantas. Otro efecto desfavorable es la toxicidad

específica y las carencias provocadas por el exceso de algunos elementos presentes en las sales solubles.

Existe actualmente preocupación en gran parte de la región pampeana por la cercanía de la napa freática a la superficie (Figura 15), y los efectos negativos generados a partir de procesos de anoxia por napas demasiado cercanas a la superficie, a los que se le adicionan problemas físicos de suelo y de ascenso de sales por capilaridad (Bertram y Chiacchera, 2015 ). A partir de datos históricos, se observa una relación directa entre el incremento de la superficie de cultivos agrícolas y el ascenso de la napa freática (Figura 16 a). Cuando se analiza la relación existente entre la profundidad de napa y la superficie implantada con el cultivo de soja, se observa que dicho cultivo, explica casi un 70% del comportamiento del componente freático (Figura 16 b ). La consideración de que estos niveles de napa freática son la resultante de un “balance” entre el agua de lluvia menos la fracción consumida y la evaporada, lleva a asumir que si no se modifican las rotaciones o el uso de la tierra, con el objetivo de incrementar estratégicamente el consumo de agua, sobre todo en los años en que las precipitaciones superan la media, no sólo se seguirá incrementando el nivel freático, sino también la superficie, con un alto riesgo de anegamiento en algún momento del ciclo del cultivo (Bertram y Chiacchera, 2015).

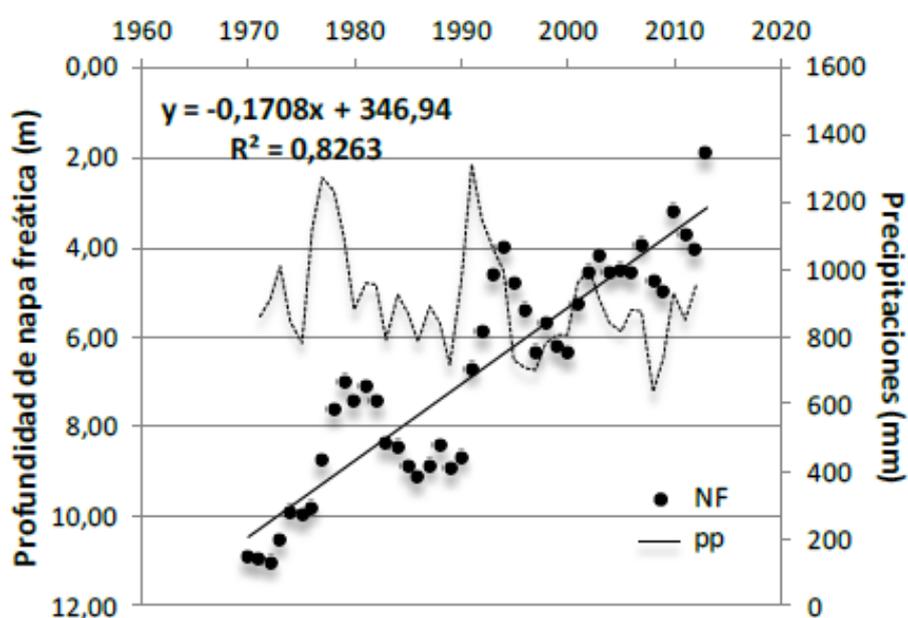
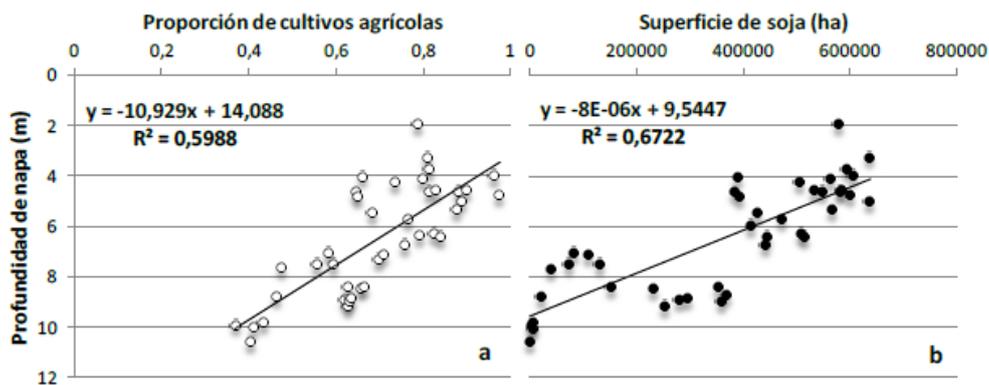


Figura 15 : Serie histórica (1970-2012) de la profundidad de napa freática (m) (●) y las precipitaciones (mm) (---) para Marcos Juárez (Córdoba). Elaboración propia en base a datos climáticos del INTA Marcos Juárez Bertram y Chiacchiera, 2015)



**Figura 16 : Relación entre la profundidad de napa freática (m) y a- la proporción de cultivos agrícolas (○) y b- la superficie sembrada con soja (ha) (●) para el departamento Marcos Juárez (Córdoba). Elaboración propia en base a datos del grupo de Economía y de datos climáticos del INTA Marcos Juárez (Bertram y Chiacchiera, 2015)**

Se han informado a nivel nacional, unas 300.000 has con aplicación de prácticas de manejo para controlar el halomorfismo. La mayoría están en las Provincia de Buenos Aires con 200.000 has mejoradas mediante el uso de especies forrajeras tolerantes y unas 100.000 has con manejo adecuado del pastoreo (Figura 17).



**Figura 17: Mejoramiento de suelos halomórficos mediante la implantación de especies forrajeras tolerantes y manejo del pastoreo.**

## **EVITAR LA CONVERSIÓN INADECUADA DEL USO DEL SUELO**

El cambio de uso del suelo y expansión de la agricultura registrada en la Argentina en las últimas décadas, ha sido muy positiva en términos del incremento récord de los rendimientos nacionales. Sin embargo debe hacernos reflexionar acerca de cómo planificar a futuro la actividad, en la medida que compromete seriamente la estructura y funcionalidad de ecosistemas frágiles y también la posibilidad de afectación de servicios ecológicos, que adquieren mayor importancia y valor. Los factores señalados han sido determinantes en el desplazamiento de la ganadería a regiones extrapampeanas con incremento de los procesos de erosión y desertificación. La degradación ambiental causada por sobrepastoreo constituye sin duda unos de los grandes temas a resolver a partir de un ordenamiento del uso del suelo en nuestro territorio.

Los sistemas productivos de la República Argentina en los últimos años han registrado un cambio por un lado hacia una agricultura más intensiva y por otro, debido al corrimiento de la frontera agrícola hacia zonas más frágiles, tradicionalmente mixtas o ganaderas, en muchos casos ocupadas por bosques nativos. El proceso de deforestación se aceleró hacia fines del siglo anterior y principios del actual, principalmente a causa de la expansión de la agricultura desde la Región Pampeana hacia la Región Chaqueña. La aprobación de la soja transgénica, su elevada rentabilidad, junto con la difusión de la siembra directa, permitieron la expansión de este cultivo a tierras consideradas marginales para la producción agrícola. Asimismo, el proceso de “agriculturización” registrado en la región pampeana desplazó la ganadería hacia áreas marginales, hecho facilitado por la disponibilidad de especies forrajeras megatérmicas de crecimiento estival, de alta productividad y resistencia a la sequía.

Debe considerarse y atenderse muy especialmente que la mayor parte de las áreas ocupadas por bosque nativo, están situadas en ambientes frágiles, de baja resiliencia. En ellos, un disturbio o intervención profunda como el desmonte para agricultura continua, modifica el “ámbito” original, produciendo un daño ambiental de intensidad variable. Se trata de sistemas con escasa capacidad de recuperación, en los cuales se alcanza un nuevo estado de degradación permanente del ambiente. La deforestación se produce principalmente por la expansión de la agricultura y ganadería, aunque también los incendios, el sobrepastoreo y sobreexplotación de los recursos forestales afectan el desarrollo y estructura del bosque nativo. El desmonte modifica el ciclo hidrológico, alterando la dinámica horizontal y vertical del agua con impacto sobre la infiltración, evapotranspiración, profundidad de la capa freática y escurrimiento superficial. Estos factores asumen importancia fundamental en la regulación de la intensidad y frecuencia de las inundaciones. La eliminación del bosque nativo y su reemplazo por cultivos, disminuye la tasa de transpiración lo cual permite el ascenso de la capa freática, en general, de contenido salino. La consecuencia es la salinización de extensiones

importantes de suelos, tal como ha ocurrido en el Este de la Provincia de Santiago del Estero.

La ley 26 331 fue sancionada en el año 2007 y establece los presupuestos mínimos de protección ambiental para el enriquecimiento, restauración, conservación aprovechamiento y manejo sostenible de los bosques nativos y de los servicios ambientales que brindan. En su Artículo 6 la ley establece que cada provincia debe realizar el ordenamiento de los bosques nativos de su territorio de acuerdo con 10 criterios de sustentabilidad ambiental listados en el anexo de la ley. Entre estos criterios, se pueden mencionar la vinculación con áreas protegidas, existencia de valores biológicos sobresalientes, conectividad entre ecorregiones, estado de conservación forestal, potencial de sostenibilidad agrícola, potencial de conservación de cuencas, y valor y uso por las comunidades indígenas y campesinas.

El artículo 9 de la ley establece tres categorías de conservación en función del valor ambiental del bosque nativo y de los servicios ambientales que presta. La categoría I (Rojo) corresponde a bosques de muy alto valor de conservación, que no deben transformarse. La categoría II (Amarillo), son sectores de mediano valor de conservación y su uso queda limitado al aprovechamiento sostenible, turismo, recolección e investigación científica. La categoría III (Verde) corresponde a sectores de bajo valor de conservación que pueden transformarse parcialmente o en su totalidad. El porcentaje anual de pérdida de bosque nativo respecto del total remanente en las distintas regiones forestales del país, mostró una disminución desde la sanción de esta ley, desde aproximadamente 0,9 % anual hasta su mínimo de 0,34 % anual en el año 2015. Desde entonces, la tasa de deforestación se incrementó, alcanzando en 2018 tasa de 0,42 % anual, lo que representa una superficie desmontada de 183.368 hectáreas. La pérdida de bosque nativo en el periodo 2007-2018 se localizó principalmente en la región del Parque Chaqueño (87 %), fundamentalmente en las provincias de Chaco (14 %), Formosa (13 %), Salta (21 %) y Santiago del Estero (28 %). En el contexto de Sudamérica, la expansión de la frontera agropecuaria en dicha región, la convierte en el segundo foco de deforestación después del Amazonas (MAyDS, 2018).

Tal como se comentó, unos de los criterios empleados para realizar el ordenamiento de los bosques nativos en cada provincia, es el potencial de sostenibilidad agrícola, definido como la actitud que tiene cada sector para ofrecer sostenibilidad de la actividad agropecuaria a largo plazo. En el marco de la acreditación del Ordenamiento Territorial del Bosque Nativo efectuado por las provincias, se verificaron en general dos tipos de problemáticas que conspira contra el espíritu de la ley: i) determinación de áreas como categoría III (verde) que no poseen aptitud agrícola y ii) ponderación del potencial agrícola por sobre los criterios de sustentabilidad ambiental restantes. Según se verifica, la potencialidad del suelo para la actividad agrícola ha tenido la ponderación mayor por sobre los demás criterios de sostenibilidad. Ello conduce no sólo a la transformación y pérdida de bosque nativo en áreas de gran fragilidad ambiental, sino

que puede provocar procesos de degradación del suelo (erosión hídrica y eólica, pérdida de materia orgánica y fertilidad, compactación y salinización) e incluso pérdidas irreversibles de la integridad del ecosistema. La evaluación efectuada por el MAyDS de la Nación determinó que las áreas clasificadas en categoría III (verde) que presentan otros atributos de conservación no considerados, superan los 3 millones de hectáreas. lo que representa el 54 % de la superficie categorizada en verde de las cuatro provincias analizadas.

Una evaluación efectuada sobre cambios de superficie entre categorías de uso del suelo mediante la plataforma MapBiomás Chaco, muestra que entre 2010 y 2017 se incorporaron 4,5 millones de hectáreas a la actividad agropecuaria provenientes del desmonte de formaciones leñosas (2,1 millones ha) y la transformación de áreas naturales no leñosas (2,4 millones ha). Esto implica una tasa de crecimiento agropecuario de 640.000 ha anuales. En el mismo período, se abandonaron del uso agropecuario un total de 2,8 millones de hectáreas hacia formaciones naturales no leñosas (1,7 millones ha) y hacia formaciones leñosas (1,1 millones ha). Este indicador brinda una dimensión de la superficie de desmontes donde no se puede sostener una actividad agrícola en el tiempo. En el lapso de estos 7 años, el uso agropecuario perdió superficie a una tasa de 400.000 ha anuales. Este intenso “reciclado de tierras” es una señal de la aplicación de prácticas agropecuarias no sostenibles, que por avanzar en áreas con limitantes naturales para ese uso (con mayores riesgos ante contexto de cambio climático), no logran sostener el uso agropecuario, teniendo que abandonar tierras y buscar nuevas (MAyDS, 2018). Este proceso no es gratuito, ya que se degradan los suelos, bosques y pastizales con una cuantiosa pérdida de biodiversidad y servicios ecosistémicos.

## **HACIA LA IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS SILVOPASTORILES**

En los ambientes de elevada fragilidad ambiental, se impone la aplicación de sistemas silvopastoriles que compatibilicen el uso forestal con el ganadero. Estos sistemas permiten la interacción biológica entre especies leñosas y ganado, diversificando y optimizando la producción. La producción de carbón vegetal, madera y postes, la ganadería ovina, bovina y caprina, producción de miel, extracción de fibras, plantas tintóreas y medicinales, forman parte de las economías regionales, y se deben llevar a cabo de manera sostenible.

Los sistemas silvopastoriles constituyen “modelos cerrados”, ambientalmente sustentables, que incrementan la captura de carbono a través de la fotosíntesis continua de la biomasa aérea de los árboles, la acumulación en la biomasa subterránea y del carbono aportado por las raíces de las especies forrajeras, retenido por combinación con la fracción mineral del suelo. Estos sistemas permiten un balance adecuado entre la producción y el mantenimiento de las funciones ecosistémicas del bosque nativo. En la

figura 18 se observa la captura de carbono en un bosque nativo en la Provincia de Santiago del Estero, equivalente a unas 68 t/ha en lo que corresponde a la parte aérea (árboles, arbustos, materiales secos) y raíces (Barrionuevo, 2007), a la cual debe adicionarse el carbono orgánico del suelo, estimado entre 70 y 160 t/ha, según se trate de un bosque templado o tropical, respectivamente (FAO 2002).



**Figura 18** : Carbono contenido en el bosque nativo de “La Clausura”, La María, E.E.A. Santiago del Estero del INTA (Barrionuevo S.A., 2007). Captura de carbono orgánico del suelo en pasturas y cultivos (FAO, 2002).

En 2015 se firma el Convenio Marco Interinstitucional entre los Ministerios de Agroindustria y de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación para la implementación del acuerdo técnico sobre “Principios y Lineamientos Nacionales para Manejo de Bosques con Ganadería Integrada (MBGI)”. El marco conceptual donde se sustenta el acuerdo técnico MBGI está basado en la provisión de servicios ecosistémicos por parte de los bosques y en un esquema de manejo adaptativo para definir las intervenciones. Se cuenta con los lineamientos técnicos, los contenidos mínimos de los Planes de Manejo MBGI y los indicadores para el monitoreo de la aplicación de MBGI a escala predial. Hasta la fecha son diez las provincias que formalmente adhirieron al Convenio MBGI (Salta, Jujuy, Chaco, Formosa, Santiago del Estero, Neuquén, Río Negro, Chubut, Santa Cruz y Tierra del Fuego). El MBGI se presenta como la alternativa para el desarrollo del sector ganadero bajo esquemas sostenibles de tecnologías de bajo impacto ambiental acordes a los objetivos de la ley de bosques. Los sistemas silvopastoriles compatibilizan los aspectos productivos con los ambientales, permitiendo que el bosque mantenga su integridad, su funcionalidad y continúe proveyendo los servicios ecológicos, entre los que se destaca la conservación de los suelos y regulación hidrológica, de gran relevancia en estos ambientes frágiles.

Se debe aplicar muy cuidadosamente la legislación vigente sobre uso del suelo en ambientes vulnerables, que efectúa una valoración creciente de los servicios ambientales que prestan bosques nativos, pastizales y humedales. Esto se logrará

migrando hacia modelos de intensificación sustentable de la producción agropecuaria basados en el incremento de la productividad y mantenimiento de la calidad ambiental, dejando de avanzar sobre nuevas tierras. Contar con políticas públicas y legislación nacional en conservación de suelos resulta indispensable para reactivar y articular la numerosa legislación provincial existente.

## **CONSIDERACIONES FINALES**

En función del crecimiento demográfico, la demanda internacional de alimentos, agua y energía continuará en aumento, lo cual determinará la necesidad de generarlos con tecnologías sustentables y bajo normas de seguridad agroalimentaria.

Pese a los ingentes esfuerzos realizados por los organismos públicos a nivel nacional, provincial y municipal, universidades, organizaciones del sector privado y productores agropecuarios, los procesos de deterioro de los suelos, de los cuales la erosión es el más grave y preocupante, se incrementaron en el último cuarto de siglo, estimándose que actualmente un 36 % del territorio argentino está afectado por procesos de erosión hídrica y eólica, lo cual representa unas 100 millones de hectáreas en total. Esta superficie incluye las áreas agrícolas ubicadas en la región húmeda y subhúmeda, y también la semiárida y árida con bosques nativos y pastizales. La situación descrita constituye un verdadero desafío para los gobiernos y la sociedad de nuestro país, ya que no es posible continuar aumentando la producción a expensas del deterioro y en algunos casos la destrucción lisa y llana de los recursos naturales.

La expansión de la agricultura hacia ecosistemas de mayor fragilidad está produciendo la degradación de los recursos naturales de la nación. Se observa una extensión de los procesos erosivos debido a cambios en el uso del suelo, sustitución o falta de rotaciones y sobrepastoreo en regiones secas. Es por estas circunstancias que se deben revisar las políticas de expansión de la agricultura hacia ambientes vulnerables con valoración importante de los servicios ambientales. La diversificación es la clave de la sustentabilidad ambiental y social por lo cual se deberán aplicar políticas adecuadas que permitan revertir la simplificación extrema de los sistemas productivos.

El cambio de uso del suelo y expansión de la agricultura registrada en la Argentina especialmente en los últimos años, ha sido muy positiva en términos del incremento récord de los rendimientos nacionales. Sin embargo debe hacernos reflexionar acerca de cómo planificar a futuro la actividad, en la medida que compromete seriamente la estructura y funcionalidad de ecosistemas frágiles y también la posibilidad de afectación de servicios ecológicos, que adquieren mayor importancia y valor. Los factores señalados han sido determinantes en el desplazamiento de la ganadería a regiones extrapampeanas con incremento de los procesos de desertificación.

La degradación ambiental causada por sobrepastoreo constituye sin duda unos de los grandes temas a resolver a partir de un ordenamiento del uso del suelo en nuestro territorio.

Debemos avanzar hacia la implementación de modelos de intensificación agropecuaria sustentable que se focalicen en el aumento de la productividad mediante la aplicación de tecnología, más que en la habilitación de nuevas tierras. Las estrategias para implementación de estos modelos deben tender a la aplicación de buenas prácticas de manejo del suelo y del agua, y a evitar conversiones inadecuadas del uso del suelo que destruyan los bosques nativos y la biodiversidad. Resulta inadmisibles verificar como continúan degradándose nuestros recursos naturales pese a la legislación nacional, provincial y frondosa normativa vigente. Sin duda alguna, con honrosas excepciones, ha prevalecido en nuestros decisores una mezcla de desidia, ignorancia y codicia que atenta contra la integridad de los recursos naturales, y que se manifiesta en una deficiente aplicación de la legislación y falta de controles. El deterioro de los suelos por erosión, la continua pérdida de bosques nativos, humedales y biodiversidad, constituyen una degradación de nuestro capital natural, de nuestros recursos naturales, con que ha sido privilegiada la Argentina y que son cada vez más valorados por las sociedades del mundo.

Debemos contar con políticas públicas que den continuidad a las acciones en conservación de suelos y con legislación nacional que permita reactivar y articular la legislación provincial existente. Debe considerarse que la Argentina ha pasado a constituirse en un país relevante para la seguridad alimentaria mundial, en un contexto de una demanda creciente de alimentos en las próximas décadas. Esta situación constituye una gran oportunidad, pero exige evitar el continuo deterioro que sufren los suelos y demás recursos naturales. Los modelos de intensificación agropecuaria sustentable plantean un uso más completo y eficiente de los recursos naturales, focalizando la aplicación de buenas prácticas que eviten su degradación e incrementen la productividad. Ello evitará la habilitación de nuevas tierras, minimizando el impacto sobre el ambiente. El cuidado de los suelos y la gestión del ambiente serán estratégicos para la Argentina en los próximos años, por lo cual se deberá incorporar a la conservación del suelo como tema de agenda nacional.

## **BIBLIOGRAFÍA**

-ABRAHAM E., RUBIO C., RUBIO M. C., SORIA D. y M. SALOMÓN 2015. Provincia de Mendoza. En: El deterioro del suelo y del ambiente. Tomo 2. FECIC. Pp 175 - 186. ISBN 978-950-9149-39-7.

-ACUÑA L., J. MINETTI J. y C. ANGUEIRA. 2004. La expansión agrícola y clima asociado. X Reunión argentina y IV Latinoamericana de Agrometeorología. Mar del Plata. Argentina. En soporte CD.

- ANGUEIRA C., PRIETO D., LÓPEZ J. y G. BARRAZA. 2007. SigSE V2.0. Sistemas de Información Geográfica de Santiago del Estero. INTA EEA Santiago del Estero. Edición INTA. ISBN 987-521-170-2.
- AYESA J., BRAN D., LÓPEZ C., CINGOLANI A., EIDEN G. ,CLAYTON S. y D. SBRILLER. 1995.- Evaluación y cartografía del estado actual de la desertificación en la transecta Río Negro; en INTA-GTZ (ed.), Lucha contra la desertificación en Patagonia a través de un Sistema de Monitoreo Ecológico (LUDEPA-SME). Evaluación del estado actual de la desertificación en áreas representativas de la Patagonia. Informe Final de la Fase I. Capítulo IV.4: p 153-178.
- BIANCIOOTTO O.; LIVRAGHI E.; BLESSIO A. y E. FRERS.: 2015. Provincia de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur. En: El deterioro del suelo y del ambiente. Tomo 2. FECIC. Pp 303 - 321. ISBN 978-950-9149-39-7.
- BARBOSA, O.A. 2013. Características y descripción del semiárido para la provincia de San Luis. Pp 1 – 13. En: OA Barbosa & JC Colazo (Eds.). Actas de las primeras jornadas nacionales de suelos de ambientes semiáridos y segundas jornadas provinciales de agricultura sustentable (En CD). ISBN: 978-987-24771-5-8.
- BARIDÓN J. E.. 2015. Provincia de Formosa. En: El deterioro del suelo y del ambiente. Tomo 2. FECIC. Pp 49 - 64. ISBN 978-950-9149-39-7.
- BARRIONUEVO S. A. 2007. Los bosques como sumidero de carbono. Alternativas para mitigar el efecto invernadero. Universidad de Santiago del Estero; Facultad de Ciencias Forestales. Serie Técnica Científica n°16: Pp. 53.
- BASÁN NICKISCH M. 2019. Provincia de Santa Fe. Recarga del acuífero libre con precipitaciones para mejorar la calidad del agua de abrevado de ganadería bovina de cría en el noroeste y cuña boscosa de la Provincia de Santa Fe. En: Manual de buenas prácticas de conservación del suelo y del agua en áreas de secano. FECIC. Pp. 373 – 375.
- BECKER G.; BRAN D., CREMONA M. y C. ACEVEDO. 2012. Impacto de las lluvias torrenciales en Comallo. Revista Presencia 59. INTA Bariloche. Agosto 2012: p 47-49
- BERTRAM N. y S. CHIACCHERA. 2015. Ascenso de napas en la Región Pampeana: ¿Consecuencia de los cambios en el uso de la tierra?. XXV Congreso Nacional deñl Agua – CONAGUA 2015. Actas del Congreso. Paraná. ISBN 978-987-27407-4-0.
- BONEL, B. A., DENOIA J. A., DI LEO N. C. y S. MONTICO. 2015. Provincia de Santa Fe. En: El deterioro del suelo y del ambiente. Tomo 2. FECIC. Pp 275 - 286. ISBN 978-950-9149-39-7.
- BRAN D. E., LÓPEZ C. R., AYESA J. A., GAITÁN J.J , UMAÑA F. y S. QUIROGA. 2015. Provincia de Rio Negro. En: El deterioro del suelo y del ambiente. Tomo 2. FECIC. Pp 213 - 224. ISBN 978-950-9149-39-7.
- BUSCHIAZZO D. E., 2 Y 3; ROBERTO Z. E.; COLAZO J. C. y J. E. PANEBIANCO. 2015. . Provincia de La Pampa. En: El deterioro del suelo y del ambiente. Tomo 2. FECIC. Pp 141 - 154. ISBN 978-950-9149-39-7.
- CASAS R. y MARÍA I. PUENTES. 2009. Expansión de la frontera agrícola en la región chaqueña: impacto sobre la salud de los suelos. En: El Chaco sin bosques: La Pampa o el desierto del futuro. Jorge Morello y Andrea Rodríguez, Editores.

- CASAS R.R. 2015. La erosión del suelo en la Argentina. En: El deterioro del suelo y del ambiente. Tomo 2. FECIC. Pp. 433 – 452. ISBN 978-950-9149-39-7.
- CASAS R.R. 2018. Degradación y erosión de suelos: historia, actualidad y prospectiva. En: Gestión ambiental. Desafíos para una producción sostenible. CREA. Buenos Aires. Pp. 16-27.
- CASAS R.R. y F. DAMIANO. 2019. Buenas prácticas de manejo y conservación del suelo y del agua en la Argentina. En: Manual de Buenas Prácticas de Conservación del Suelo y del Agua. Ed. Casas R. R. y F. Damiano. Ed. FECIC. Buenos Aires. Pp.53 – 83.
- CASAS R.R. y G.A. CRUZATE. 2021. ¿Agricultura con reposición de nutrientes o minería de suelos?. Revista de Investigaciones Científicas de la Universidad de Morón. Año 4, n° 8. Pp. 35 – 49.
- CASAS R. R. 2021. Manejo y herramientas para cuidado del suelo. Agropost n° 176 Consejo de los Profesionales del Agro, Alimentos y Agroindustria - CPIA. Octubre- Noviembre de 2021. Buenos Aires.
- CISNEROS, J. M., DEGIOANNI, A. J., GONZÁLEZ, J. G., CHOLAKY, C. G., CANTERO, J. J., CANTERO GUTIÉRREZ, A. y J. L. TASSILE. 2015. Provincia de Córdoba. En: El deterioro del suelo y del ambiente. Tomo 2. FECIC. Pp. 87-100. ISBN 978-950-9149-39-7.
- CIAFA 2020. “Una ley para mejorar los suelos”. 23-07-20 | ON24 <https://www.ciafa.org.ar/noticia/266>. Último acceso 2020.
- COLAZO J.C., BARBOSA O., DE DIOS HERRERO J.M.C. y C. SAÉNZ. 2015. Provincia de San Luis. En: El deterioro del suelo y del ambiente. Tomo 2. FECIC. Pp. 247 - 254. ISBN 978-950-9149-39-7.
- CRUZATE G.A. y R.R. CASAS. 2017. Balance de nutrientes en los suelos agrícolas de la Argentina en la campaña 2015/16. Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica. IAH 28, Diciembre 2017. Pp.14-23
- DANTUR, N., HERNÁNDEZ, C., CASANOVA, M., BUSTOS, V. y L. GUZMÁN. 1989. evolución de las propiedades de los suelos en la región de la Llanura Chacopampeana de Tucumán, bajo diferentes alternativas de producción. Rev. Ind. Agrícola de Tucumán, 66 (1) 32-60.
- DE BERNARDI, L. A.; STUHLREHER, .E, y C. IGLESIAS. 2020. “Producción granaria argentina y el consumo de fertilizante por cultivo campaña 2019/2020” Subsecretaría de mercados agropecuarios.M.A.G.yP.[https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/ss\\_mercados\\_agropecuarios/publicaciones/\\_archivos/000101\\_Perfiles/999975\\_Utilizaci%C3%B3n%20de%20Fertilizantes%20Campa%C3%B1a%202019-2020.pdf](https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/ss_mercados_agropecuarios/publicaciones/_archivos/000101_Perfiles/999975_Utilizaci%C3%B3n%20de%20Fertilizantes%20Campa%C3%B1a%202019-2020.pdf)
- DEL VALLE H., ELISSALDE N.,GAGLIARDINI D. y J. MILOVICH.1998: Status of desertification in the Patagonian region: Assessment and mapping from satellite imagery, Arid Soil Research and Rehabilitation, 12(2):1-27.
- DEMARIA, M.R. e I. AGUADO SUÁREZ. 2013. Dinámica espacio-temporal del porcentaje de suelo desnudo en pastizales semiáridos de Argentina. Geofocus 13(2):133-157.
- DIRECCIÓN DE ESTIMACIONES AGRÍCOLAS. 2020. Subsecretaría de Agricultura, Dirección Nacional de Agricultura, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca;

<http://datosestimaciones.magyp.gov.ar/https://www.ciafa.org.ar/files/t10KJdM8H3mCt5rvGrRJgxifieqzGJih3ofuwHff.pdf>.ar/reportes.php?reporte=Estimaciones.

-FAO, 2002. Captura de carbono en los suelos para un mejor manejo de la tierra. Informes sobre recursos mundiales de suelos. N° 96. Ed. FAO. Roma. Pp. 61

-FAO, 2011. El estado de los recursos de tierras y aguas del mundo para la alimentación y la agricultura. Como gestionar los sistemas en peligro. Roma. Pp. 47

-FERNANDEZ R. A., SOSA D. A., PAHR N., VON WALLIS A., BARBARO S. y S. ALBARRACÍN. 2015. Provincia de Misiones. En: El deterioro del suelo y del ambiente. Tomo 2. FECIC. Pp 49 - 64. ISBN 978-950-9149-39-7.

-FERRARIS G. 2019. Provincia de Buenos Aires. Fertilización según diagnóstico y monitoreo de la fertilidad de los suelos. En: Manual de buenas prácticas de conservación del suelo y del agua en áreas de secano. FECIC. Pp. 105 – 114.

-FERTILIZAR (2019) Evolución del Consumo de Fertilizantes en Argentina <https://www.fertilizar.org.ar/subida/Estadistica/Evolucion%20de%20Consumo%201990%202013/EvolucionConsumo1990-2018.pdf>

-FORJAN H. y L. MANSO. 2016. Rotaciones y secuencias de cultivos en la Región Mixta Cerealera del centro-sur bonaerense. 30 años de experiencias. Chacra Experimental Integrada Barrow. Ediciones INTA. Pp. 86.

-GAITÁN, J., NAVARRO, M. F., CARFAGNO, P., y L. TENTI VUEGEN. 2017. Estimación de la pérdida de suelo por erosión hídrica en la República Argentina. 1ª. Ed. Ediciones INTA. Buenos Aires.

-GALANTINI J. A. y E. DE SA PEREIRA. 2018. Captura de carbono por los cultivos de cobertura y su costo hídrico. CIC Digital. Comisión de Investigaciones Científicas. Repositorio Institucional.

-GARCÍA, J. R., BLECKWEDEL, C., GIMÉNEZ D., CÁCERES, M. R., y A. M. PIETROBONI. 1993. La degradación de los suelos agrícolas del Este Tucumano. Actas XII Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. Salamanca- España. 1280 –1285.

-GODAGNONE R. E. y J. C. DE LA FUENTE. 2015. Islas Malvinas. En: El deterioro del suelo y del ambiente. Tomo 2. FECIC. Pp 328 - 334. ISBN 978-950-9149-39-7.

GUICHÓN B., PERNASETTI O. B. y P.H. WATKINS. 2015. Provincia de Catamarca. En: El deterioro del suelo y del ambiente. Tomo 2. FECIC. Pp 49 - 64. ISBN 978-950-9149-39-7.

-IRISARRI J. y C. DUFILHO. 2015. Provincia de Neuquén. En: El deterioro del suelo y del ambiente. Tomo 2. FECIC. Pp 201 - 212. ISBN 978-950-9149-39-7.

LIGIER H. D., PERUCCA A. R. y D. B. KURTZ. 2015. Provincia de Corrientes. En: El deterioro del suelo y del ambiente. Tomo 2. FECIC. Pp 49 - 64. ISBN 978-950-9149-39-7.

-MICHELENA R. O. 1981. Captación, conducción, almacenamiento, conservación y uso del agua pluvial en represas. En: Informe de 10 años de labor. Convenio INTA – Gobierno de la Provincia de Santiago del Estero para el desarrollo agropecuario del área centro-este. Comp. Edgar Tonelli. Santiago del Estero. Pp. 246 – 258.

-MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. 2018. Causas e impactos de la deforestación de los bosques nativos de Argentina y propuestas de desarrollo alternativas. Pp. 59.

- OLIVA G. E., PAREDES P.N. y V.A. TORRES. 2015. Provincia de Santa Cruz. En: El deterioro del suelo y del ambiente. Tomo 2. FECIC. Pp 255-274. ISBN 978-950-9149-397.
- OSINAGA R.G., RIVELLI F.R., OSINAGA N.A., y J. L. ARZENO. 2015. Provincia de Salta. En: El deterioro del suelo y del ambiente. Tomo 2. FECIC. Pp 225 - 233. ISBN 978-950-9149-39-7.
- PERI P.L. 2012. Implementación, manejo y producción en SSP: enfoque de escalas en la aplicación del conocimiento aplicado. Actas Segundo Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles, pp. 8-21, Ediciones INTA. Santiago del Estero, 9 al 11 de Mayo 2012. ISBN: 978-987-679-123-6.
- PERI P.L., BAHAMONDE H. A., LENCINAS M. V., GARGAGLIONE V., SOLER R., ORMAECHEA S., y G. MARTINEZ PASTUR. 2016. A review of silvopastoral systems in native forests of *Nothofagus* antártica in southern Patagonia, Argentina. *Agroforest Syst.* 90:933-960.
- ROSTAGNO, C. M., H. F. DEL VALLE y D. BUSCHIAZZO. 2004: Erosión eólica. En M. A. González y N. J. Bejerman (eds.), pp. 112-137, Peligrosidad Geológica en Argentina, Metodología de análisis y mapeo. Publicación especial Nro. 4, Asociación Argentina de Geología aplicada a la Ingeniería. ISBN 987-21766-0-4.
- SALOMONE J.; LLANOS E.; ELISSALDE N. Y S. BEHR. 2015. Provincia de Chubut. En: El deterioro del suelo y del ambiente. FECIC. Pp 77 - 86. ISBN 978-950-9149-39-7.
- SANZANO, G.A. 2001. Los procesos de erosión entresurcos y la selectividad en el tamaño de partículas de un Haplustol típico bajo distintas situaciones de manejo del suelo. Tesis de Magister Scientiae. Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires. Pp:133.
- SASAL M.C., WILSON M.G., BEDENDO D.J. y G.A. SCHULZ. 2015. Provincia de Entre Ríos. En: El deterioro del suelo y del ambiente. FECIC. Pp 111-120. ISBN 978-950-9149-39-7.
- SFEIR A. J.. 2015. Provincia de Buenos Aires. En: El deterioro del suelo y del ambiente. Tomo 2. FECIC. Pp 31 - 48. ISBN 978-950-9149-39-7.
- SFEIR A. J. y H. N. CANELO. 2015. Provincia de La Rioja. En: El deterioro del suelo y del ambiente. Tomo 2. FECIC. Pp 155 - 174. ISBN 978-950-9149-39-7.
- SUVIRES G. M. 2015. Provincia de San Juan. En: El deterioro del suelo y del ambiente. Tomo 2. FECIC. Pp 235 - 246. ISBN 978-950-9149-39-7.
- TALEISNIK, E., y R.S. LAVADO. 2017. Ambientes Salinos y Alcalinos de la Argentina. Recursos y aprovechamiento productivo. ISBN 978-987-1922-23-9.
- TERRÉ E. y J. TREBOUX. 2020. Récord de consumo de fertilizantes en el 2019, con una participación de importados del 65% .Bolsa de Comercio de Rosario- Informativo semanal 5 jun 20.  
<https://www.bcr.com.ar/es/mercados/investigacion-y-desarrollo/informativo-semanal/noticias-informativo-semanal/record-de-2>. Último acceso 2020.
- TORRES C.G, FERNANDEZ G.S. y L.DIEZ YARADE. Provincia de Jujuy. En: El deterioro del suelo y del ambiente. Tomo 2. FECIC. Pp 131 - 140. ISBN 978-950-9149-39-7.
- VIGLIZZO E.F. y F.C. FRANK. 2015. Dinámica territorial de la producción agropecuaria en Argentina: impacto ecológico – ambiental. En: El deterioro del suelo y del ambiente. Tomo 1. FECIC. Pp. 139 – 166. ISBN 978-950-9149-39-7.

-ZUCCARDI, R. B. y FADDA, G. S. 1985. Bosquejo agrológico de la provincia de Tucumán. Pub. Esp. N° 23.

-ZUCCARDI, R. B., GARCÍA, J. R., MOLINA, C., CÁCERES M., BLECKWEDEL, C., GIMÉNEZ, D. y SANZANO, G. A. 1988. La expansión de la frontera agropecuaria y los impactos sobre el ecosistema de la provincia de Tucumán. En El Deterioro del Ambiente en la Argentina. (F.E.C.I.C editor). 225- 232.

-ZURITA J.J. 2015. Provincia de Chaco. En: El deterioro del suelo y del ambiente. Tomo 2. FECIC. Pp 131 - 140. ISBN 978-950-9149-39-7.

# SMART CITIES

*Académico Adolfo Guitelman (\*)*



**Imagen representativa de una Smart City**

## INTRODUCCIÓN

Desde los orígenes de la humanidad, ha sido siempre un objetivo de las comunidades la búsqueda de un espacio geográfico favorable para la vida.

Una ciudad es un complejo sistema social y técnico, donde interactúan sobre ese espacio elegido la economía, la política, la cultura y las infraestructuras.

No existen indicadores universalmente aceptados para que una población se considere una ciudad. En nuestro país y en muchos otros las concentraciones de 2000 habitantes o más son indicadoras de un núcleo urbano. Se aplican otros criterios numéricos en zonas de alta o baja agrupación poblacional.

Cuando se utiliza el concepto de ciudad se piensa en una mayor cantidad de población que dan origen a la existencia de las distintas funciones necesarias para su desenvolvimiento: administrativas, educativas, de servicios, comerciales, industriales,

---

(\*) Académico de número de la Academia Nacional de Geografía. Member of The American Academy of Water Resources Engineers. Ingeniero Civil, FIUBA 1978 - DIPLOMA DE HONOR. Profesor de Construcción Hidráulicas, FIUBA. Profesor de Hidráulica e Hidrología Vial, FIUBA. Director de la carrera Ingeniería Civil, FIUBA. Director de la Escuela de Graduados de Ingeniería Hidráulica, FIUBA.

de recreación, etc. En algunos casos, distinguir a un núcleo de población como ciudad puede responder a circunstancias históricas, políticas o de otro interés.

Si a esa interacción, le agregamos la participación activa de las tecnologías digitales, para mejorar la gobernanza de los servicios de la ciudad, nos acercamos al concepto de “Smart Cities”, que habitualmente están asociadas a poblaciones más numerosas.

En breve síntesis, una “smart city” es una ciudad inteligente, que combinando la tecnología digital con información disponible, busca mejorar la calidad de vida, reducir el costo de la energía, el transporte y otros servicios esenciales, cuidando el impacto ambiental en el planeta.

En el desarrollo de este trabajo reemplazaremos la expresión “ciudad inteligente” por la de “smart city” para corresponder al origen del neologismo y por encontrarse en el mundo anglosajón la mayor cantidad de ejemplos sobre la temática. Hay otros términos empleados en el escrito que responden a este mismo criterio.

Una aclaración importante es no confundir el concepto de Smart City con ciudades con mejor calidad de vida, lo que trataremos más adelante.

El concepto de calidad de vida debe asociarse especialmente a menores niveles de contaminación, a disponer de suficientes espacios libres (preferentemente verdes), con agua y sol, a la posibilidad de establecer un ritmo de vida asociado con la naturaleza y deseablemente que la aglomeración no supere una escala que armonice con el hombre. Precisamente, las llamadas megalópolis, con decenas de millones de habitantes, constituyen el máximo problema para abordar.

Smart Cities, son ciudades sostenibles económica, social y medioambientalmente hablando y no son una meta en sí mismas, sino un círculo virtuoso para mejorar la calidad de vida de las generaciones actuales y futuras.

Esta moderna concepción urbana se vincula con el desarrollo de la cultura digital, crece más o menos aceleradamente en correspondencia con la aplicación y uso por parte de los niveles generacionales más jóvenes de su población.

Podríamos decir que se procura aplicar esa moderna tecnología para tratar de ajustarse a los criterios medioambientales que más preocupan y superar las dificultades propias de vivir en ciudades donde hay que efectuar muchos desplazamientos, con un tránsito muy denso, en horas pico; con escaso tiempo para atender las necesidades propias y el descanso; para mejorar la seguridad, o su aplicación al ámbito energético y de otras infraestructuras, que buscan optimizarse a través de la tecnología digital.

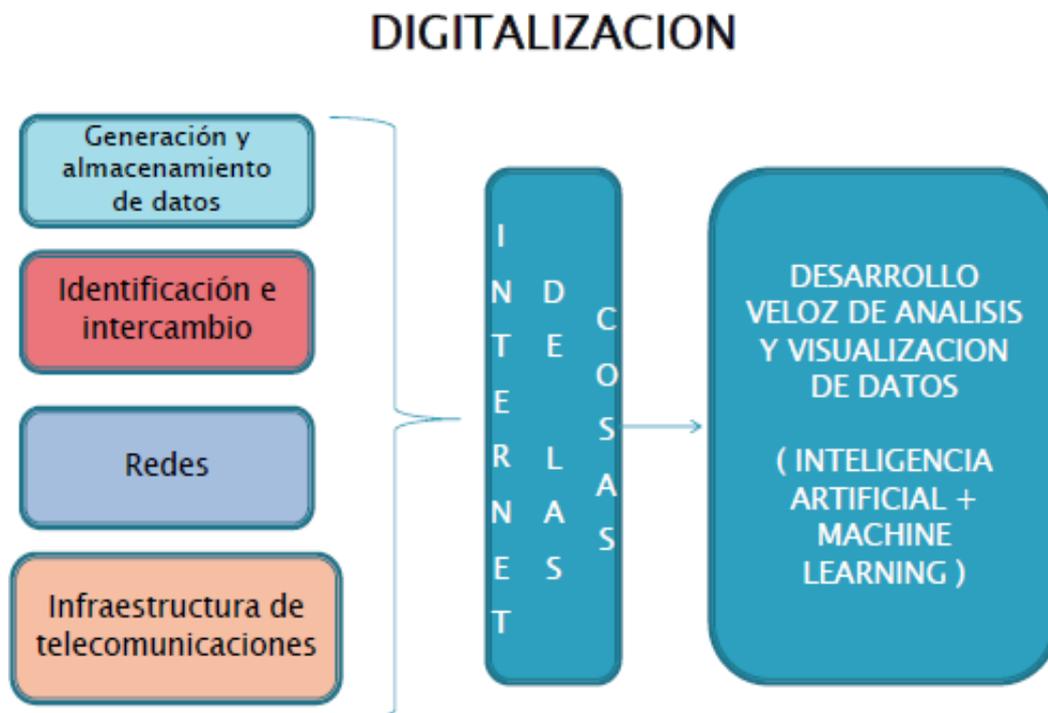
Cuando nos referimos a la tecnología digital, aludimos a las TIC's, tecnologías de la información y la comunicación, así como a la IOT, Big Data, Internet de las cosas y a la IA, Inteligencia Artificial, ingredientes imprescindibles en el camino hacia una Smart

City.

Actualmente aproximadamente el 60 % de la población mundial vive en áreas urbanas y según predicciones de la ONU seguirán creciendo y para el año 2050 podrán alcanzar el 85 %, con los desafíos que ello conlleva.

Esta circunstancia provocará que en las siguientes décadas los núcleos urbanos tengan que afrontar un número creciente de problemas ligados a esta nueva realidad urbana, como los siguientes:

- El abastecimiento de agua potable y energético.
- Las emisiones de CO<sub>2</sub>.
- La planificación del tráfico motorizado y de otras alternativas de circulación, en distintos niveles.
- La provisión de bienes y materias primas, especialmente productos frescos.
- Mejoras del drenaje urbano, con previsiones y adaptación para fenómenos no habituales.
- La prestación de servicios sanitarios y de seguridad, en tiempo y con la necesaria calidad, para todos quienes residan en estos enormes y masificados centros de población.



## **LA DIGITALIZACIÓN, LA INNOVACION Y LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS.**

Esto supone un desafío para un modelo de gestión que deberá ser capaz de responder de manera integral a las necesidades de sus habitantes en términos de movilidad, planeación urbana, y gobierno, economía energía, medio ambiente, resiliencia, seguridad, educación y salud; el eje transversal de este nuevo tipo de ciudad es la innovación y la tecnología.

Asimismo, debemos advertir que “el aumento de la población de las ciudades puede convertirse en un problema real a menos que se mantenga la armonía entre los aspectos espaciales, sociales y ambientales de las localidades, así como sus habitantes”. Es aquí donde las smart cities y su planificación cobran importancia.

Esto surge como evolución natural paralelamente a nuestros dispositivos que son cada vez más inteligentes, algo que sin duda, conduce a que la ciudad inteligente sea inevitable. Después de todo, se trata de una ciudad entera que usa productos electrónicos para mantener la zona funcionando con alta o máxima eficiencia.

### **ALGUNAS VENTAJAS DE LAS CIUDADES INTELIGENTES**

El concepto de ciudades inteligentes sin duda, ayuda a que las ciudades tengan una mejor planificación urbana y un respeto por el medio ambiente.

Veamos algunas de sus ventajas:

- Más y mejores zonas verdes y áreas periféricas.
- Se reducen los gastos que conllevan la propiedad, la electricidad y comunidad. Una buena iluminación, actualizada tecnológicamente y regulada para reducir el gasto de energía.
- Tarjetas inteligentes para los ciudadanos, un ejemplo de ellas son las identificaciones de salud y las tarjetas de transporte, que irán incorporándose al teléfono descartando el plástico.
- Vehículos que se estacionan solos y capaces de encontrar espacios de estacionamiento gratuitos para los usuarios.
- Sistema de movilidad basado en bicicletas compartidas, motos eléctricas, taxis aéreos, automóviles sin conductor.
- Wifi libre y aplicaciones para interactuar con la ciudad. Suministro inteligente de agua y control de su desperdicio.
- Gestión inteligente de la energía (alumbrado público, etc.).
- Gestión de residuos mucho más eficientes, favoreciendo el reciclaje.
- Gestión de las Aguas Pluviales más eficiente.
- Aplicación de las TIC's al ámbito educativo.

En el siguiente diagrama, incorporamos la interacción entre algunas de ellas.



( \* ) Observar la incorporación del concepto de prosumidores, en el cuadro energía, indicando la superposición entre el consumidor y productor de Energía.

## BENEFICIOS ECONÓMICOS QUE APORTAN A LA SOCIEDAD

La automatización hace ahorrar costos y su objetivo es disminuir el compromiso humano en una tarea específica, reduciendo así tanto su costo como los errores. Simplemente automatizando ciertos recursos de la ciudad, como el transporte, el agua o la electricidad.

Garantizar la eficiencia es otro de sus valores. Una ciudad inteligente, debe ser sinónimo de eficiencia y eficacia.

Para eso trabajan los sensores de las ciudades inteligentes y, a diferencia de los humanos, no requieren de ningún descanso. Pueden trabajar las 24 horas del día, los 7 días de la semana, los 365 días del año, monitoreando, recolectando datos y comunicándose con otros sistemas para garantizar que los recursos de una ciudad se usen sin pérdidas, lo que brinda una mayor eficiencia a nivel global, contribuyendo a su sostenibilidad.

Así, ciudades bien planificadas, compactas y conectadas pueden aumentar la productividad y aumentar la competitividad de una ciudad; mejorar la habitabilidad al proporcionar acceso a tierra, vivienda, transporte y servicios; y proteger el medio ambiente natural.

La evidencia global muestra, además que, si se administran bien, las ciudades pueden estimular el desarrollo económico al impulsar incentivos para la inversión a través de una mayor densidad económica y proximidad, para apoyar grupos de empresas y para conectar de manera más eficiente a los trabajadores con nuevos empleos y oportunidades.

## CIUDADES INTELIGENTES DEL MUNDO EN 2020

s/ Ranking IESE 2020 -2021, Universidad de Navarra.

Que evalúa este ranking?

- **Capital humano.** Consiste en ser capaz de crear planes para mejorar la educación e impulsar la creatividad y la investigación. El nivel educativo y el acceso a la cultura son componentes esenciales para su medición.
- **Cohesión social.** Las ciudades deben ser capaces de llevar a cabo estrategias que les permitan ser inclusivas, teniendo en cuenta la diversidad de sus ciudadanos y las distintas necesidades de cada grupo social.
- **Economía.** En esta dimensión se incluyen todos aquellos aspectos que promueven el desarrollo económico de la ciudad.
- **Gobernanza.** Se utiliza para designar la eficacia, la calidad y la buena orientación de las intervenciones del Estado. También está relacionado con la situación de las finanzas públicas de la ciudad.
- **Medioambiente.** Factores como la mejora de planes anticontaminación, apoyo a edificios ecológicos y las energías alternativas son imprescindibles para garantizar la sostenibilidad de las ciudades.
- **Movilidad y transporte.** Las smart cities deben facilitar el desplazamiento por la ciudad y los accesos a sus servicios públicos.
- **Planificación urbana.** Se considera esencial para facilitar el impulso del desarrollo y la reducción de la pobreza. Se debe involucrar tanto a ciudadanos como a organizaciones de la sociedad civil, sector público y privado y en el ámbito académico.
- **Proyección internacional.** Mantener la proyección global de una ciudad significa mejorar su marca y reconocimiento a nivel global. Para ello se tienen en cuenta planes turísticos estratégicos, la inversión extranjera y la representación en el exterior.
- **Tecnología.** Las tecnologías de la información y la comunicación mejoran la calidad de vida. Además permiten a las ciudades ser sostenibles y tener ventajas en productividad, educación, salud o seguridad.

Sin embargo, los criterios para determinar el ranking son variables y **se adaptan a las nuevas tecnologías**. Este último año, por ejemplo, se incluyó el uso de Internet para video llamadas, el alquiler de bicicletas o la utilización de la banca online.

## RANKING (\*)

1	Londres	11	Zurich
2	Nueva York	12	Oslo
3	Paris	13	Chicago
4	Tokio	14	Estocolmo
5	Reikiavik	15	Washington
6	Copenhague	16	Los Angeles
7	Berlin	17	Sidney
8	Amsterdam	18	Viena
9	Singapur	19	Seul
10	Hong Kong	20	San Francisco

Ninguna ciudad centroamericana ni latinoamericana figura en los primeros 20 puestos.

Globalmente, Europa sigue dominando el listado con 27 ciudades entre las 50 más inteligentes del mundo.

En este selecto grupo se incluyen también a 14 ciudades norteamericanas, 5 asiáticas y 4 de Oceanía.

Por detrás, quedan todas las ciudades latinoamericanas. La primera representante es Santiago de Chile (68) que avanzó 16 puestos en dos años, gracias a sus progresos en **cohesión social**–, seguida por **Buenos Aires** (90), Montevideo (110) y Panamá con San José, a continuación en la clasificación.

1. Santiago (Chile)
2. Buenos Aires (Argentina)
3. Montevideo (Uruguay)
4. Panamá (Panamá)
5. San José (Costa Rica).

---

(\*) El de la Universidad de Navarra, no es el único ranking, hay varios otros, donde se alternan algunos puestos, pero en esencia, siguen coincidiendo con cuales son, las mejores del ranking.

Madrid y Barcelona, las únicas urbes españolas que aparecen en el ranking, ocupan los puestos 25 y 26.

**Esto, estaría indicando, que las ciudades inteligentes, están asociadas a la capacidad económica de los países, pero también a su planificación a largo plazo, donde en nuestro país tenemos un señalado déficit.**

## **RESILIENCIA COMO NUEVO PARADIGMA URBANO**

### **LA VISION QUE APORTÓ LA PANDEMIA**

Los últimos 2 años, se han incorporado nuevos conceptos producto de la coyuntura sanitaria.

- **Distribución e infraestructura de los centros de sanidad.**
- **Lo primero, las personas.** La crisis del COVID-19 ha puesto de manifiesto que las ciudades sufren si sus ciudadanos padecen aflicciones y que, sin su bienestar, son simplemente estructuras vacías. Por lo tanto, el diseño de aquellas debe poner el foco en la calidad de vida de las personas.
- **Identificar qué es lo esencial en tu ciudad.** Las ciudades deben trabajar para identificar aquellos aspectos que consideran prioritarios y que precisan recibir el mayor nivel de recursos, tiempo y esfuerzo.
- **Nuevas estrategias para un nuevo entorno.** La pandemia de la COVID-19 impondrá un nuevo futuro a las ciudades que cambiará las cosas tal y como las hemos conocido. Las urbes deberán redefinir sus estrategias para adaptarse al nuevo escenario de incertidumbre.
- **Resiliencia como nuevo paradigma.** Hasta el momento, el concepto de resiliencia urbana se había reducido a los escenarios de catástrofes naturales. Sin embargo, la pandemia del coronavirus ha demostrado que la capacidad de las ciudades para superar circunstancias traumáticas formará parte de las reflexiones estratégicas sobre agenda urbana.
- **Recuperación a través de la colaboración.** La vuelta a la normalidad y el restablecimiento del dinamismo de las ciudades será posible alcanzarlos más rápidamente si todos los actores sociales (sector público, empresas privadas, organizaciones cívicas e instituciones académicas) colaboran con ese objetivo común.

- **Vínculo entre territorios.** Durante el confinamiento se ha podido palpar la importancia del campo, para las urbes: los habitantes urbanos han visto cómo, a pesar de las medidas de distanciamiento social, era posible acceder a todos los productos que el campo ofrece de manera habitual. Esta realidad nos invita a reconsiderar, valorar y afianzar los vínculos entre los territorios rurales y urbanos, si pretendemos crear sistemas más eficientes y sustentables.

## MODELO IDEAL DE UNA CIUDAD INTELIGENTE

Se basa en los siguientes subsistemas:

- **Generación distribuida.** Consiste en que las ciudades inteligentes cuenten con generación eléctrica repartida por el territorio, a través de un abastecimiento individualizado (micro-generación), no centralizado.

- **Smart Grids.** Se conoce como Smart Grids a las redes inteligentes interconectadas, las cuales poseen una circulación bidireccional de datos entre el service center (o centro de control) y el usuario.

- **Smart Metering.** Se trata de la medición inteligente de los datos de gasto energético de cada usuario, a través de telecontadores donde se realizan las lecturas a distancia y a tiempo real.

- **Smart Buildings.** Los edificios de la Smart City se convierten en inteligentes como modelo de eficiencia. Edificios domóticos que respetan el medioambiente y que poseen sistemas de producción y ahorro de energía integrados.

- **Smart Sensors.** Los sensores inteligentes tienen la función de recopilar todos los datos necesarios para hacer de la ciudad una Smart City. Son parte fundamental para mantener la ciudad conectada e informada, y hacer que cada subsistema cumpla su función.

- **eMobility.** Implantación del vehículo eléctrico y los respectivos puestos de recarga públicos y privados.

- **Tecnologías de la información y la comunicación (TIC).** Son las tecnologías de la información que ayudan a la hora de controlar los diferentes subsistemas que componen la Smart City. Mediante ellos los ciudadanos y las entidades administrativas pueden participar activamente en el control de la ciudad.

- **Smart Citizen.** Los ciudadanos son sin duda la parte fundamental de una Smart City, ya que sin su participación activa no es posible poder llevar a cabo estas iniciativas.

- **Smart Government.** Gobierno Digital o eGobierno, donde los ciudadanos accedan a los actos de gobierno, con facilidad.



**Ciudad Inteligente y sus componentes.**

## **CONTROVERSIAS, DUDAS Y PELIGROS**

- El manejo de los Datos de la población ya está planteando muchas dudas éticas acerca de su manipulación por parte de los gobiernos y las Empresas.
- Pérdida de la privacidad.
- Quien es el dueño de los datos y de las plataformas?
- Las regulaciones sobre el manejo de las redes sociales, están en pleno desarrollo no habiendo aun alcanzado un estado de equilibrio.
- En la mayor parte de las regiones, el tránsito hacia el bienestar prometido por las Smart Cities, se conjuga a futuro.
- La Planificación Urbana, entra en colisión habitualmente, por lo que resulta mejor para el territorio, versus el negocio inmobiliario.
- Hace algunos años, pensábamos que los vehículos de todo tipo, terrestres y aéreos sin conductor, serian una realidad tangible?
- Smart Cities vs. Ciudades a Escala Humana?
- Smart Cities vs. Ciudades Sustentables?
- Estamos debatiendo actualmente hacia dónde vamos con las Smart Cities, incorporando todo el espectro de participación social, en las TIC's?
- Lograran las Smart Cities el control de la emisión de gases y el manejo sustentable de la basura que generan, incluidos los residuos tecnológicos?

## CONCLUSIÓN

He intentado presentar un apretado resumen, de las características distintivas más comunes de las Smart Cities y de los retos que deberemos enfrentar para su desarrollo, en el conocimiento que se trata de un concepto evolutivo actualmente.

Finalmente, en nuestro país, creo que recién estamos comenzando a transitar este camino, que quizás nos permita si planificamos adecuadamente, llegar a tener en un futuro, muchas Smart Cities , donde se integren digitalmente las infraestructuras , en un entorno que ofrezca un futuro próspero , sostenible e inclusivo , para todos sus ciudadanos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Curso de PostGrado, Ecole Polytechnique de Lausanne , Innovative Governance of large Urban Cities .
- R. L. Achoff, Towards a system of systems concepts, Management Science 17.
- Definition of feedback loop, Financial Times.
- Definition of complex, Merriam Webster Dictionary
- Cities and buildings, Tech. rep., UNEP.
- Citizens' solar power plants, Smart City: Wien
- Smart city Columbus
- J. Herzog, Car2go charging station stuttgart 2013
- Ohio history central, Ohio History Connection.
- Singapore energy statistics
- V. Chew, History of urban planning in singapore, Singapore Infopedia
- Singapore land transport statistics in brief 2015
- Comparison of public transport operations, Tech. rep., Singapore Land Transport Authority

# ANTÁRTIDA

*Académico Vicente Guillermo Arnaud*

La Antártida es un continente helado de 14.200.000 km<sup>2</sup> de extensión, de la cual menos del 1% es superficie tierra también cubierta por hielo. La Argentina es país bicontinental y la Antártida es su “Pampa blanca”.<sup>1</sup>

Por siglos, en base a la esfericidad de la tierra, se suponía la existencia de unas antípodas al sur del hemisferio.

La primera vez que el nombre del Polo Antártico aparece impreso fue en una carta de Américo Vespucio a Lorenzo Di Pier Francesco de Medicis en 1503, haciendo referencia a su viaje a América del Sur en 1501.<sup>2</sup>

Los primeros mapas con descripción imaginaria de la tierra polar aparecen, en 1531, por Oronce Finné. Un mapa del mundo por Mercator, de 1587, contiene una “Terra Australis Nondum Cognita”.<sup>3</sup>

El archipiélago Shetland del Sur es parte de la Antártida encontrándose a los 62° S y 58'O, integrado por 23 islas y otras menores. En los 1.800 estaba poblado por cantidad de lobos marinos, focas y pingüinos, ávidamente buscados por los cazadores como fuente de alimentación y energía para sus países.

Las Orcadas del Sur constituyen un archipiélago de la Antártida situadas en la Península Antártida. A los 60°50 y 60°83 de latitud sur y 44°25 y 46°26 de longitud oeste. Consta de dos islas: Coronación y Laurie. Descubiertas por el capitán lobero George Powell el 7 de diciembre de 1821.

La primera aproximación argentina a la Antártida ocurrió en 1815 cuando el Almirante Guillermo Brown a bordo de la fragata “Hércules”, junto al bergantín “Santísima Trinidad”, en viaje al Pacífico fue arrastrado por un temporal hasta los 65° Sur y percibió la proximidad de tierra, posiblemente las Shetland del Sur. Hecho registrado en su libro de bitácoras.

En una denominada “era comercial” y bien guardados los secretos de donde se encontraban las manadas de lobos marinos y focas para evitar la competencia foránea,

---

<sup>1</sup> Arnaud, Vicente Guillermo: “Malvinas, Atlántico Sur y Antártida, La realidad actual”, Academia Nacional de Ciencias de Buenos Aires, Buenos Aires, 2014.

<sup>2</sup> Levillier, Roberto: “América la Bien Llamada”, Ed. Guillermo Kraft. Tomo II, Pág. 359, Buenos Aires, 1948.

<sup>3</sup> Embajador Dr. Juan Carlos Beltramino: “The Discoveries of Antarctica”, conferencia del 29 de mayo de 1990 en la Australian National University, Canberra, pág. 2. El Embajador Beltramino publicó otro importante estudio “The Structure and Dynamics of Antarctic Population”, Ventage Press, New York, 1993.

pero quedando documentada la salida y regreso de los barcos en la capitanía del Puerto de Buenos Aires e informada en la “Gaceta de Buenos Aires”, la polacra “San Juan Nepomuceno” entre 1817 y 1820 regresaba de las Shetland del Sur con miles de pieles de lobos marinos y focas.

Posiblemente informada por la Embajada británica en Buenos Aires, la prensa local hizo saber que Gran Bretaña en celebración de lo que consideraba los 200 años del descubrimiento de la Antártida por el Reino Unido, creemos que en octubre de 1819, Gran Bretaña dió nombre a 28 sitios suyos en el continente antártico. El descubrimiento de la Antártida por Gran Bretaña es falso.

Sitios: glaciares Bamber, Bremmer, Bone, Heywood, Hindley, Watkins, King, Ladkin, Morris, Shanklin, Thomas y Heywood; colinas Corr, Hindmarsh y King Dome; montes Cox y Fiennes; roqueros Dudeney, Rodger y Pinnock Nunataks, cabo Fothergill; bahías Giles, Pudsey y Laxon; pico Francis, pedemonte Fricker ice; promontorio Mulvaney e islote Turner.

La primera carta oficial antártica de la Argentina, de 1915, con el título de “Fondeaderos de Tierra del Fuego” incluía los fondeaderos en las Orcadas del Sur.

El 18 de febrero de 1818 el armador Juan Pedro de Aguirre presenta al Consulado de Buenos Aires una solicitud para que se le permita la pesca de lobos marinos a la altura de las islas del Polo Sur. Se lo autoriza el 25 de agosto de 1818 para que constituya la “Sociedad Argentino Americana” y se le solicita que incorpore en las tripulaciones a miembros del regimiento de Patricios, tanto en oficiales como en tripulantes, para el fomento de “nuestra marina”.

A fines de 1818 el navío rioplatense “Espíritu Santo” cazó lobos marinos en las Shetland del Sur. Mientras recalaba en Malvinas, el “Espíritu Santo” se encontró con el buque “Hercilia” que comandaba el capitán estadounidense Nathaniel Palmer, a quien se le comentó de la existencia de cantidad de lobos marinos, aunque sin indicarle la posición. El “Hercilia” siguió al “Espíritu Santo” sin que éste se diera cuenta y obtuvo 28 sitios que Gran Bretaña reclama en la Antártida.



10.000 cueros en una de las islas de las Shetland del Sur. De regreso, el “Hercilia” viajó a Buenos Aires en donde la capitanía del Puerto lo registró el 27 de febrero de 1820.<sup>1</sup>

En la “Gaceta de Buenos Aires” figura, Tomo V, pág. 354, que Juan Pedro de Aguirre el 4 de marzo de 1819 despacha al barco “La Pescadora” al mando del capitán Ebenizer It Mix.<sup>2</sup> En la pág. 619 aparece “La Pescadora” procedente de la Patagonia de donde partió el 19 de febrero de 1819 al mando del capitán Evenecer Hollex con cargamento de pieles de lobo marino y en la pág. 764 el bergantín “Director” al mando del capitán Pedro Nelson es despachado para cazar lobos marinos.

<sup>1</sup> Cristina Montalbán y Ricardo Capdevila: “Los puertos del Plata en la ruta antártica durante la “etapa heroica””, trabajo presentado en el “Encuentro de Historiadores Antárticos Iberoamericanos”, realizado en Lima del 19 al 22 de setiembre de 2006 – Boletín del Centro Naval, N° 855, Buenos Aires, enero-abril 2013.

<sup>2</sup> “Gaceta de Buenos Aires”, reimpresión facsimilar de la “Junta de Historia y Numismática Americana”, Tomo V, Buenos Aires, 1914.

También en la “Gaceta”, pág. 748, el consignatario Adam Gui despacha el 25 de agosto de 1819 a la polacra “San Juan Nepomuceno”, al mando del capitán Carlos Timiblon a la caza de lobos.

El descubrimiento de la ruta que hacían los barcos procedentes de Buenos Aires a los sitios de la Antártida tuvo como consecuencia que entre los años 1815 y 1824 hubo una depredación de lobos marinos y de focas.

Documentado que los navíos que partiendo de Buenos Aires fueron los primeros en estar presentes y cazar lobos marinos y focas en la Antártida, veamos los argumentos de los tres países que se disputan el descubrimiento de la Antártida: Gran Bretaña, España y Rusia.<sup>1</sup>

En 1598 una nave de la expedición española del Almirante Castiglio alcanzó los 64° de latitud sur avistando las Shetland del Sur.

El navegante inglés James Cook entre 1771 y 1775 avistó las Shetland del Sur y creyó estar frente a un continente.

El navío “San Telmo”, de España, el 2 de septiembre de 1819 naufragó en las Shetland del Sur, en la caleta “Garibaldi”. El capitán inglés William Smith a bordo del “William” navegando por aguas australes el mal tiempo lo llevó el 19 de febrero de 1819 hasta la latitud 62°15' en donde divisó la isla Livingston, del archipiélago Shetland del Sur. El 17 de octubre de 1819 desembarcó en la isla “25 de Mayo” en 63°30' sur 60° oeste denominando al lugar “Nueva Bretaña del Sur” y tomó posesión en nombre de la Corona inglesa. El 18 de octubre desembarcó en la isla Livingston en donde encontró los restos del navío español “San Telmo”.

Los buques “Vostok” y “Mirny”, de Rusia, al mando del capitán Favian Gotlieb von Bellingshansen y el teniente Mikhait P. Lazarev entre 1819 y 1821 navegaron entre las islas del archipiélago Shetland del Sur. Los días 20-21 de enero en la Península Antártica descubrieron unas islas que llamaron Pedro I y Alejandro I.<sup>2</sup>

Una expedición al mando del Dr. Nordenskjöld de Suecia, llevando como invitado del Gobierno argentino al alférez José María Sobral, primer invernante argentino en la Antártida, partió de Suecia en octubre de 1901 y en enero de 1902 avistó las Shetland del Sur, realizando trabajos científicos pero naufragó su barco y Nordenskjöld y los sobrevivientes de su tripulación fueron rescatados por la corbeta “Uruguay” de la Armada argentina al mando del teniente Julián Irizar.

El descubrimiento de la Antártida se concretó por expediciones pesqueras rioplatenses en relación con la caza de lobos marinos y focas que las condujo, al menos desde 1817, hace poco más de 200 años, a las zonas antárticas, silenciando su descubrimiento. Prueba de ello, registrado en la capitanía del Puerto de Buenos Aires, eran los excepcionales volúmenes de captura, decenas de miles de cueros, que llevaron

---

<sup>1</sup> Cap. de Navío de la Armada argentina Prof. D. Eugenio Facchin.

<sup>2</sup> J.N.L. Baker: “A History of Geographical Discovery and Exploration”, George G. Harrap and Co., London, 1931, págs. 473 – 482.

a Buenos Aires los buques “Pescadora”, “Director”, “San Juan Nepomuceno”, “Espíritu Santo” y otros.

El Dr. William Speirs Bruce a bordo del “Scotia” al frente de una expedición científica a la Antártida, impedido de navegar por el hielo que cubría el mar, desembarcó en marzo de 1903 en la isla Laurie de las Orcadas del Sur, estableciendo un observatorio científico. En diciembre de 1903 el “Scotia” llegó a Buenos Aires en donde el Dr. Bruce ofreció al Gobierno argentino las instalaciones de su observatorio en la isla Laurie por la suma de cinco mil pesos y que ello figurara como donación por la cooperación que había recibido de la Armada argentina. El Gobierno argentino, en presencia del Embajador de Gran Bretaña en la Argentina, aceptó por nota del 29 de diciembre de 1903 la venta-donación y consecuentemente dictó el decreto 3073 de aceptación el 2 de enero de 1904 firmado por el Presidente Julio Argentino Roca.<sup>1</sup>

El “Scotia” regresó a la isla Laurie el 14 de febrero de 1904 y el día 22 se realizó el traspaso de las instalaciones del observatorio y desde entonces comenzó a flamear la bandera argentina. El observatorio meteorológico y una estafeta postal quedaron a cargo del argentino Hugo A. Acuña.

Cumpliendo instrucciones el 23 de agosto de 1906 el Embajador británico en Buenos Aires, William Haggard comunicó por nota al Canciller argentino Manuel Augusto Montes de Oca que las Orcadas del Sur eran británicas y que la cesión del observatorio era transitoria. Conforme a los hechos, el primer asiento permanente de la Argentina en la Antártida lo es desde el 22 de febrero de 1904, hace 117 años.

Luego del primer asiento permanente de la Argentina en la Antártida, el 22 de febrero de 1904, los primeros 40 años siguientes fuimos los únicos ocupantes permanentes en la Antártida.

La Antártida de hecho es un condominio administrado por el Tratado Antártico y sus acuerdos complementarios.

## **EL TRATADO ANTÁRTICO**

El régimen legal de la Antártida, definido como Polo Sur, se basa en el Tratado Antártico que regula la actividad humana en ese ámbito territorial. Su gestor fue EE.UU. y se firmó en Washington el 1º de diciembre de 1959. Entró en vigencia el 23 de junio de 1961. El Tratado de la Antártida tiene vigencia indefinida, pero puede ser modificado luego de 30 años de vigencia o por la unanimidad de los miembros consultivos, 29 países. Firmaron el Tratado 12 signatarios originales: Argentina, Australia, Bélgica, Chile, EE.UU., Francia, Gran Bretaña, Japón, Nueva Zelandia,

---

<sup>1</sup> Rindo homenaje al Presidente Estadista Julio Argentino Roca quien al final de su segunda presidencia impulsó la presencia argentina en la Antártida; en 1876-79 llevó a cabo la Campaña del Desierto en circunstancias en que Chile se hallaba en conflicto de fronteras con Bolivia y Perú, asegurando la Patagonia para la Argentina; y en 1884, siguiendo los pasos sobre educación de dos gobernantes estadistas, Manuel Belgrano y Domingo Faustino Sarmiento, dictó la ley 1.420 de Educación Común, que tanto benefició a la Argentina.

Noruega, Rusia y Sudáfrica. Actualmente el Tratado cuenta con 54 Estados, lo que indica el interés en el mundo por la Antártida. Los 54 países son:

#### TRATADO ANTÁRTICO - Sus miembros:

Alemania	Eslovenia	Nueva Zelanda
Argentina	España	Países Bajos
Australia	EE.UU.	Pakistán
Austria	Estonia	Papua Nueva Guinea
Bélgica	Finlandia	Perú
Bielorusia	Francia	Polonia
Brasil	Grecia	Portugal
Bulgaria	Guatemala	Reino Unido
Canadá	Hungría	República Checa
Chile	India	Rumania
China	Islandia	Rusia
Colombia	Italia	Sudáfrica
Corea del Norte	Japón	Suecia
Corea del Sur	Kazajistán	Suiza
Cuba	Malasia	Turquía
Dinamarca	Mónaco	Ucrania
Ecuador	Mongolia	Uruguay
Eslovaquia	Noruega	Venezuela

Parte del sistema del Tratado Antártico son sus acuerdos complementarios:

- 1) Convención para la Conservación de las Focas Antárticas. Londres 1972, en vigencia desde 1978. Tiene 16 Estados parte; incluyendo a la Argentina.
- 2) Convención para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos. Canberra 1980, en vigor en 1982. Lo integran 25 países, entre ellos la Argentina.
- 3) Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección del Medio Ambiente. Madrid 1991, en vigor desde el 14 de enero de 1998. Tiene cinco anexos que entraron en vigor en el 2002. Un sexto anexo está pendiente de ratificación. Lo integran todos los miembros del Tratado Antártico.

Se ha consensuado un Manual sobre regulaciones y directrices pertinentes a actividades turísticas y no gubernamentales en la Antártida.

La zona antártica está delimitada por los meridianos 25° y 74' oeste y por el paralelo 60° latitud sur.

El Tratado Antártico congeló las pretensiones de los Estados sobre los territorios que cubre y garantiza la paz y la libre investigación científica. El Tratado cumplió 60 años.

Desde el 1° de septiembre de 2004 la Argentina logró que la Secretaría del Tratado Antártico tenga su sede en Buenos Aires.

Importante organismo argentino es el Instituto Antártico Argentino, creado el 17 de abril de 1951 por decreto N° 7338. Su fundador y primer Director fue el Coronel Hernán Pujato. Su función es definir, desarrollar, dirigir, controlar, coordinar y difundir la actividad científico-tecnológico argentino en la Antártida. El Instituto depende de la Dirección Nacional del Antártico con sede en la Secretaría de Malvinas, Antártida y Atlántico Sur de la Cancillería argentina.

## **BASES ARGENTINAS**

La Argentina reivindica su reclamo territorial en la Antártida sobre un sector ubicado entre los meridianos 74° y 25°, el paralelo 60°S y el polo sur, el Sector Antártico Argentino. El reclamo territorial argentino se basa en razones históricas de presencia continuada desde 1904, geológicas y de proximidad a la Argentina continental. El Sector Argentino forma parte de la Provincia de Tierra del Fuego, Antártida e islas del Atlántico Sur, Ley 23.745, en el Departamento Antártida Argentina de la Provincia desde el 27 de octubre de 2017.

La superficie del Sector Antártico Argentina es de 1.461.597 km<sup>2</sup> de los cuales 965.314 km<sup>2</sup> corresponden a tierra firme. El Decreto-Ley 2191 del 28 de febrero de 1957 fijó los límites del Sector Argentino, bautizado “Tierra de San Martín”.

El Sector Argentino es superpuesto por un pretendido territorio británico antártico de 1.709.460 km<sup>2</sup> y en parte por un territorio chileno de 1.250.257 km<sup>2</sup>, lo que evidencia un serio conflicto de reclamo territorial, suspendido por el art. IV del Tratado Antártico. Gran Bretaña bautizó su sector “Queen Elizabeth Land”.

La permanente y activa presencia de la Argentina en su Sector de la Antártida es del Interés Nacional y Política de Estado argentino.

La Argentina instaló en la Antártida numerosas bases:

Seis permanentes:	Carlini (caleta Potter en isla 25 de mayo)
	Orcadas (islas Orcadas del Sur)
	San Martín (islote San Martín)
	Esperanza (Península Antártida) en 1953
	Marambio (isla Marambio) en 1960
	Belgrano (Península Antártida) en 1955
Siete de verano:	Brown (Península Antártida)
	Camara (isla Media Luna)
	Decepción (isla Decepción)
	Matienzo (Barrera de hielo Larsen)
	Melchior (Archipiélago Palmer)
	Petrel (islas Shetland del Sur)
	Primavera (Península Antártida)

El 29 de octubre de 1969 se crea la base aérea “Vicecomodoro Marambio”.

La base “Carlini” es la principal instalación científica, tiene su nombre en homenaje a Alejandro Ricardo Carlini, científico del Instituto Antártico Argentino. La

base cuenta con el Laboratorio Antártico Multidisciplinario Carlini. En la base, desde 1994, funciona el Laboratorio Dallman, por un convenio con el Instituto Alfred Wegener de Alemania y en él trabajan científicos de otros países con los que se poseen acuerdos internacionales. Por un acuerdo con el Instituto Nacional de Oceanografía y Geofísica Experimental de Trieste en el 2001 se instaló en “Carlini” una estación sismográfica permanente.

El coronel Hernán Pujato encabezó la Primera Expedición Científica a la Antártida Continental Argentina y fundó la base “General San Martín”.

El General Pujato logró la construcción del primer rompehielos, alemán, el “General San Martín”, que operó en la Antártida argentina entre 1954 y 1979 y lo reemplazó el rompehielos finlandés “Almirante Irizar”, que sufrió un incendio y luego de 10 años de reparación volvió al mar y está en servicio.

El 26 de octubre de 1965 una expedición al mando del coronel Jorge Edgard Leal izó la bandera argentina en el extremo austral de la Antártida.

En el 2000 una expedición al mando del coronel Víctor Figueroa izó la bandera argentina en el sur de la Antártida.

Durante la Presidencia del Estadista Dr. Arturo Frondizi la Argentina firmó el Tratado Antártico y el 8 de marzo de 1961 viajó a la Antártida en el buque “ARA Bahía Aguirre”. Frondizi pronunció un discurso en la isla Decepción. Su visita significó una afirmación del reclamo argentino, un apoyo a nuestros compatriotas que realizan sacrificios reuniendo información científica y un reconocimiento a la labor de las fuerzas armadas. El Dr. Frondizi es el único Presidente argentino que visitó la Antártida.

Por mi parte rindo homenaje a la Armada argentina, particularmente por su viaje anual para aprovisionar y relevar a las tripulaciones de nuestras bases en la Antártida y en las Islas Orcadas; y al Ejército por sus expedicionarios y el aporte de personal para tareas logísticas, entre ellos los buzos.

Las bases argentinas están en permanente actividad, inclusive residiendo familias en ellas. Muchos científicos han estado más de 10 períodos anuales en las bases.

El 22 de febrero se celebra el “Día Nacional de la Antártida Argentina”.

## **OTRAS BASES**

En la temporada de verano muchos países mandan expediciones a la Antártida con propósito de reconocimiento, científico e instalar bases y campamentos transitorios.

Siete países tienen reclamaciones territoriales reconocidas sobre la Antártida: la Argentina, Australia, Chile, Francia, Gran Bretaña, Noruega y Nueva Zelanda. EE.UU. y Rusia alegan tener “fundamentos para reclamar”.

Brasil se hace presente invocando derechos que considera surgen del Tratado de Tordesillas de 1494 y sus gobiernos han creado la teoría de “defrontación” a través de la cual consideran que “Brasil por poseer la más extensa costa del Atlántico Sur tiene intereses directos y substanciales en la Antártida”. Brasil en el 2020 instaló la base “Comandante Ferraz” en la isla Rey Jorge y tiene cuatro refugios en las islas Shetland del Sur.

Estados Unidos de América Conducido por el “Programa Antártico de EE.UU.” tiene tres bases permanentes en la Antártida: base “Mc Murdo” en el extremo sur de la isla de Ross; base “Amundsen-Scott” próxima al Polo Sur y base “Palmer” en la isla Anvers. Durante el verano establece en la Antártida un numeroso número de bases, refugios y campamentos.

Rusia Entre 1956 y 1963 la Unión Soviética llevó a cabo expediciones a la Antártida y estableció bases: “Mirni”, “Novolazarevsleaya”, “Molodiozhnaya”, “Lazarev”, “Vostok”, “Progres”. En 1968 Rusia instaló la estratégica base “Bellingshausen” en las Shetland del Sur. En verano lleva a cabo campamentos.

Gran Bretaña Conforme con su política imperialista de usurpación de territorios y pretensión de soberanía Gran Bretaña es el país que tiene la mayor extensión en la Antártida de reclamos territoriales. El reclamo abarca todas las tierras al sur del paralelo 60°S entre los meridianos 20°O y 80°O con vértice en el Polo Sur en una superficie aproximada de 1.709.400 km<sup>2</sup>. Reclamación basada en el descubrimiento por navíos ingleses.

El 21 de julio de 1908 el Reino Unido promulgó una Carta Patente incorporando la Antártida y las islas Orcadas del Sur a las Dependencias de las Islas Malvinas, administradas por el gobernador de las Malvinas. Recordamos que los archipiélagos de Malvinas, Georgias del Sur y Sandwich del Sur nos lo fueron usurpados en 1833; la Argentina ejerce soberanía sobre el archipiélago Orcadas del Sur, las ocupa y la Armada argentina releva sus tripulantes y las reabastece; y en la Antártida nuestro Sector Argentino es superpuesto por un pretendido Sector británico.

Debido a la vigencia del Tratado Antártico, Gran Bretaña en 1962 creó el “Territorio Antártico Británico”. Controla los sitios y el personal británico en la Antártida por medio del “British Antarctic Survey”.

En la Antártida el Reino Unido tiene bases permanentes y semi permanentes. La principal es la “Rothers”, de investigación. Otras bases son la “Halley”, “Coats”, etc.

China La presencia de China en la Antártida<sup>1</sup> es de particular importancia y se vincula con el cada vez mayor número de barcos de pesca chinos en el Atlántico Sur y su base científica en la provincia de Neuquén en la Argentina.

Bajo la dirección de sus “Chinese National Arctic and Antarctic Research Expeditions” e “Instituto de Estudios Antárticos” con sede en Shangai, desde 1984 ha llevado a cabo 37 expediciones anuales a la Antártida.

---

<sup>1</sup> Arnaud, Guillermo: “China en la Antártida”, en “La Nación”, Buenos Aires, 9 de octubre de 2014.

Ha establecido cuatro bases de investigación en la Antártida:

- 1) “Changeheng” – costera – apertura el 20 de febrero de 1985, operativa todo el año. Situada en la isla San Jorge de las Shetland del Sur – altitud; 10m.
- 2) “Zhongahan” – costera – apertura en 1989 – altura 10m.
- 3) “Kunium” – tierra adentro – apertura el 27 de enero de 2009 – la más cercana al Polo Sur – sólo en verano. Situada en el punto más elevado del continente, el “Domo Argus” a 4.087 metros de altura sobre el nivel del mar. En situación óptima de observación y para recibir, enviar e interceptar señales de satélite.
- 4) “Taisham” – apertura el 8 de febrero de 2014 – 500 kilómetros tierra adentro – altura 2.521 mts..

Tiene en perspectiva el establecimiento de una quinta base.

Cuenta con el rompehielos “Xuelong” y proyecta la construcción de otro.

Tiene un acuerdo con Chile para aprovisionamiento y transporte por medio de la fuerza aérea chilena.

Ha publicado un “libro blanco” sobre sus actividades en la Antártida. Promueve el turismo chino a la Antártida.

Chile A más de su “Sector Antártico Chileno” ya considerado, Chile tiene operativas 7 bases y 4 refugios en la Antártida, realizando estudios ambientales, biológicos, climatológicos, geológicos, marinos y especiales. Los mismos están bajo la dirección del Consejo de Política Antártica, el Instituto Antártico Chileno y las divisiones de Antártida del Ejército, Armada y Fuerza Aérea chilenos.

- 1) Base “Capitán Arturo Prat” – apertura el 6 de febrero de 1947. En isla Greenwich en las Shetland del Sur. Operador: Armada de Chile.
- 2) Base Militar Antártica “General Bernardo O’Higgins Riquelme” – apertura el 18 de febrero de 1948. En la Península Trinidad en la Península Antártica.
- 3) Base Aérea Antártica “Presidente Eduardo Frei Montalva” – apertura el 7 de marzo de 1969. En isla Rey Jorge en las Shetland del Sur.
- 4) Base Científica “Profesor Julio Escudero” – apertura el 5 de febrero de 1995. En isla Rey Jorge.
- 5) Base Científica “Dr. Guillermo Mann Fischer” – apertura el 30 de noviembre de 1991. En la isla Livingston en las Shetland del Sur.
- 6) Estación Polar Científica “Glaciar Unión” – apertura el 4 de enero 2014. En los montes Ellsworth.
- 7) Base Antártica “Teniente Luis Carbajal Villarroel” – apertura el 3 de febrero de 1961. En isla Avian.

Refugios operativos:

- 1) “Luis Risopatrón” – apertura el 4 de enero de 1982. En isla Robert en las Shetland del Sur.
- 2) “Collins” – En la isla Rey Jorge.

- 3) “General Jorge Boonen Rivera” – apertura el 3 de julio de 1953. En Tierra de O’Higgins.
- 4) “11 de septiembre” – apertura en septiembre 2002. En la Península Trinidad en la Península Antártica.

Chile lleva a cabo una política de promoción del turismo internacional a la Antártida por sus medios.

Francia: Tiene la base “Dumont d’Urville”, habilitada el 12 de enero de 1956 en la isla Petreles en el archipiélago de Punta Geolograde en la Tierra Adelia. Su nombre en homenaje al explorador Jules Dumont D’Urville. Estación científica permanente, bajo la dirección del Instituto Polar “Paul-Emile Victor”. Tiene el rompehielos “L’Astrolabe”.

Noruega: Tiene la “Base Noruega” en la barrera de hielo Fimbul. Habilitada el 20 de enero de 1956.

Importante es la base “Troll” – permanente. En el nunatak Jutulsessen a 235 kilómetros de la costa del mar de Lazarev en la “Tierra de la Reina Maud” que Noruega reclama como un territorio dependiente. De 1.275 mts. de altura, opera desde 1990 bajo la dirección del Instituto Polar Noruego. Desde 2005 opera el aeródromo de Troll. Base dedicada a estudios científicos.

Desde 1975 el “Refugio Tor” en la Tierra de la Reina Maud.

Nueva Zelandia: Tiene la base de investigación científica “Scott”, establecida en 1957. Bautizada en honor del capitán Robert Falcon Scott de la marina británica. Situada en la isla Ross en el estrecho de Mc Murdo. Reclama el área en donde se encuentra la base “Dependencia Ross”.

Australia: Originalmente su territorio pertenecía a Gran Bretaña que lo donó a Australia. Australia reivindica a su Territorio Antártico Australiano como un territorio externo. El territorio abarca unos 6 millones de kilómetros cuadrados. Sir Douglas Mawson realizó la primera proclamación de soberanía territorial el 13 de enero de 1930. Australia tiene una “División Antártica Australiana” que administra sus bases. Bases de Australia: “Mawson” bautizada en recuerdo de Sir Douglas Mawson, instalada el 11 de febrero de 1951 en Tierra de Mac Robertson - Costa Mawson. Otras bases: “Edgeworth David”, “Lago Beaver”, “Law Racovite”. “Casey”, “Davis” “52”. Australia cuenta con aeródromos para sus bases.

Uruguay: En la Antártida Uruguay tiene la base científica permanente “Artigas”, creada el 22 de diciembre de 1984, en la isla Rey Jorge en las Shetland del Sur administrada por el Instituto Antártico Uruguayo.

Perú: En 1988 Perú realizó su primera expedición a la Antártida. En 1989 construyó la estación científica antártica “Machu Pichu” situada en la isla Rey Jorge.

Otros Países: También tienen bases en la Antártida: Alemania, Italia, Corea del Sur, India, Ecuador, Japón, Polonia, Sudáfrica y Ucrania.

## **EPÍLOGO**

La Antártida es un continente de gran interés para toda la humanidad. De interés estratégico y como reserva de agua dulce y abundancia de recursos naturales, hidrocarburos, pesca y minerales. Afectado por las consecuencias del cambio climático, el aumento de la temperatura que produce descongelamiento del hielo, colapsos en grandes placas de hielo que pierden su sujeción al continente y la salinidad del agua que las corrientes transportan alrededor del mundo.

Gracias al Tratado Antártico y a sus acuerdos complementarios es un continente de paz y estudios científicos de toda naturaleza.

Muchos países tienen en suspenso sus reclamaciones territoriales y por disposición del artículo IV del Tratado Antártico no se puede reclamar soberanía.

## **ARTÍCULO IV DEL TRATADO ANTÁRTICO**

1. Ninguna disposición del presente se interpretará:
  - (a) como una renuncia, por cualquiera de las Partes Contratantes, a sus derechos de soberanía territorial o a las reclamaciones territoriales en la Antártida, que hubiere hecho valer precedentemente;
  - (b) como una renuncia o menoscabo, por cualquiera de las Partes Contratantes, a cualquier fundamento de reclamación de soberanía territorial en la Antártida que pudiera tener, ya sea como resultado de sus actividades o de las de sus nacionales en la Antártida, o por cualquier otro motivo;
  - (c) como perjudicial a la posición de cualquiera de las Partes Contratantes, en lo concerniente a su reconocimiento o no reconocimiento del derecho de soberanía territorial, de una reclamación o de un fundamento de reclamación de soberanía territorial de cualquier otro Estado en la Antártida.
2. Ningún acto o actividad que se lleve a cabo mientras el presente Tratado se halle en vigencia constituirá fundamento para hacer valer, apoyar o negar una reclamación de soberanía territorial en la Antártida, ni para crear derechos de soberanía en esta región. No se harán nuevas reclamaciones de soberanía territorial en la Antártida, ni se ampliarán las reclamaciones anteriormente hechas valer, mientras el presente Tratado se halle en vigencia.

Buenos Aires, 1991

## ¿NINGÚN LUGAR A SALVO? INCERTIDUMBRE CLIMÁTICA Y ADAPTACIÓN

*Académica Josefina Gómez Mendoza* (\*)

Antes del reciente Sexto informe del IPCC, los expertos del cambio climático trataban de mostrarse cautos para no alentar el miedo e incurrir en el tan denostado catastrofismo. Y he aquí que la revista *The Economist* de la última semana de julio 2021 se despachaba con un «No safe place» en portada y primera editorial: ningún lugar se salvará del rigor climático en la perspectiva posible de los 3° C de incremento de temperatura en el presente siglo. La imagen de portada era tan divertida como inquietante: dos pingüinos, sobre un sillón que flota sobre las aguas del mar, miran con atención un aparato de televisión que transmite un incendio que ocupa toda la pantalla. En el artículo se sostiene que las situaciones extremas de sequías, olas de calor y de frío, inundaciones y fuegos no van a desaparecer (cosa que ha confirmado el IPCC) por lo que, según el gran semanario liberal, la adaptación (al menos lo que allí se llamaba adaptación, como luego diré) tiene que contribuir a atenuarlas.

Los dos últimos meses han sido pródigos en catástrofes de origen climático en lugares de coordenadas geográficas muy distintas: de los 50°N a casi 50°S de latitud norte en la Columbia Británica a las inundaciones de la cuenca del Rin y del centro de China, los devastadores incendios de Siberia, de California y después, los de la cuenca oriental del Mediterráneo, todos ellos de los llamados de sexta generación, es decir casi inextinguibles con los medios con los que se cuenta, por los fuertes torbellinos que se forman en los pirocúmulos. Estos acontecimientos deberían dejar sin argumentos a negacionistas de cualquier índole, por mucho que no se pueda construir un modelo general ni establecer relaciones causales concretas, pero sí estadísticas. Aunque a tenor de algunas reacciones publicadas al Informe del IPCC, incluso hay científicos que no dan su brazo a torcer: prefieren ignorar los hechos y las estadísticas mientras no haya relaciones de causalidad claramente establecidas.

Las primeras expresiones de la sostenibilidad en los últimos decenios del siglo XX mostraban altruismo y convocaban a la solidaridad con generaciones del futuro. Ahora sabemos que no se trata solo del futuro, el presente urge cada vez más. El IPCC y la Secretaría General de las Naciones Unidas hablan de irreversibilidad: los hielos árticos y antárticos se funden a mayor velocidad de la prevista, lo mismo que los océanos están aumentando su temperatura, las corrientes oceánicas y la circulación atmosférica del Atlántico Norte son cada vez más lentas, los incendios son cada vez más globales.

---

(\*) Académica correspondiente en el Reino de España. Geógrafa UAM. Miembro de la RAH y RAI.

¿Ningún lugar a salvo? Yo prefiero decirlo, en otros términos: sin duda la amenaza es ubicua, pero todos esos acontecimientos extremos no dejan de estar localizados, *place-based* si se quiere decir en la jerga habitual. Hay que pensar no solo en las causas sino también a todas las escalas, en todos los tiempos y para las poblaciones involucradas.

De todo ello la revista mencionada concluye apelando a la necesidad de la adaptación. Lo que sorprende es que entiende por ello algo muy distinto del sentido que le atribuyen la mayor parte de los científicos de la sostenibilidad, que es el de adaptación mutua entre las comunidades humanas y la naturaleza, una coadaptación. La revista, en cambio, se limita a reclamar más obras y más técnica. Sin duda hace faltamás técnica, pero esta vez hay que saber cómo, dónde y para qué. No deja de ser chocante que se invoquen las grandes obras de ingeniería neerlandesas, ahora que precisamente se ha emprendido la despolderización, que se ha empezado a devolver tierra al mar. En los programas de transición energética de muchos países está la voluntad de desartificializar el suelo, de impedir, por ejemplo, la urbanización y la construcción de infraestructuras sobre los lechos mayores y extraordinarios de los ríos que, en nuestros ámbitos mediterráneos, causan efectos tan devastadores. Aunque la horizontalidad del relieve en del norte de Alemania quizá haya favorecido el desbordamiento de los ríos de la cuenca del Rin. *The Economist* va más lejos en su concepto de adaptación: apuesta por la geingeniería solar, crear nubes en la atmósfera que impidan la reflexión de los rayos solares y quizá, también, puedan cambiar la distribución del régimen de precipitaciones.

La gente de mi generación hemos vivido lo suficiente como para ver cómo se tornaban las buenas políticas de obras públicas para el desarrollo económico en acciones de malas consecuencias para el medio ambiente, también en ocasiones para territorios y poblaciones. En mi caso, no solo lo he vivido, me ha dado tiempo a enseñar en clase una cosa y la contraria. Recuerdo que, en una visita oficial a la China del primer postmaoísmo, los gestores de una comuna de Shanghái nos dijeron: ¡Nos dicen que deshagamos la comuna, que la desagreguemos, cuando aún no hemos terminado de construirla!

Pues eso, no se había terminado de desecar las lagunas por razones de salubridad cuando ya se empezaban a restaurar humedales por razones de biodiversidad; durante la gran política hidráulica, se construían grandes presas hidroeléctricas a pesar de las poblaciones que había que desalojar y sin tener en cuenta el territorio (recursos, paisaje y patrimonio) que quedaba anegado. Eran los años del éxodo rural que se producía a razón de cientos de miles de inmigrantes a la ciudad al año, y no habíamos terminado de urbanizarnos que ya estábamos metropolizándonos y deplorando la «España vaciada», los territorios despoblados, que fueron los derrotados de todo aquel proceso. Triunfan los edificios «inteligentes» que se autorregulan térmicamente y hemos descubierto que, en tiempos de epidemia, es indispensable ventilar, la ventilación cruzada de toda la vida. Me permito un ejemplo más, que viví de niña: la instalación de las granjas industriales de pollos que tanto sufrimiento producen a los animales; pues ahora los huevos de gallinas criadas «a ras de suelo» se pagan mucho más caros. La lista puede ser más larga. Todo ello era, sin duda, modernización y progreso y se cuantifica en aumento de la riqueza. Pero todo estaba circunscrito también al tiempo y al lugar, y hay otros valores que hay que calcular, los ecológicos, los territoriales, los poblacionales, los patrimoniales, los paisajísticos, los de sostenibilidad.

En una declaración que han dirigido a los políticos varios miles de científicos se advierte que ya no basta con mitigar los efectos del cambio climático, con aliviar los síntomas, con descarbonizar a mayor o menor ritmo, hay que actuar también en el sentido de la adaptación, de una buena relación entre las comunidades humanas y la naturaleza. Mitigación y adaptación pertenecen a dos lógicas distintas, la primera a la democracia representativa, la segunda a la participativa, y a esta estamos menos acostumbrados, está menos rodada. El parlamento francés acaba de aprobar una ley de Clima y Resiliencia desarrollada y negociada entre todos los grupos a partir de las propuestas de una asamblea ciudadana, asesorada por expertos. Las administraciones se proponen gestionarla de la misma manera. La adaptación confiere más papel a los territorios, pero también se articula sobre territorios y con actores que a veces no están predefinidos, que responderán a las escalas que se necesiten según los casos. Involucrando a poblaciones y comunidades de distinta naturaleza.

Se sabe que colectividades y personas hemos capacidad de adaptación y también que la resiliencia humana y la natural no son ni mucho menos las mismas. Descarbonización y transición energética, desde luego y sin demora, pero cuidando la gestión en los distintos medios, tratando de identificar los efectos no deseados, ampliando la base de los participantes y de los actores, de los consultados. Dicho de forma, espero que no grandilocuente, debemos reaprender a habitar la tierra, no seguir empeñados, a cualquier coste, en dominar la naturaleza y en abusar del futuro.

# REFLEXIONES DE LA PANDEMIA SARS-CoV2 2021

*Académico Roberto Chuit*

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo es realizar un inventario de la pandemia producida por el SARS-CoV2 y su evolución en diferentes regiones del mundo en el número de casos, variantes presentes y tasas de vacunación en la población. Se realizó un análisis crítico de la información disponible y se utilizó una metodología de análisis de los datos de manera cuantitativa y cualitativa. Los resultados incluyen una descripción y un análisis de las variables seleccionadas. Conclusión, los casos pueden seguir, quizás con asociación estacional incrementándose o disminuyendo, convirtiéndose en una enfermedad “endémica” por lo cual el SARS-CoV2 no será eliminado, pero ya no cambiará nuestras vidas porque el mismo no será una novedad, ni para nuestro sistema inmunológico ni para nuestra sociedad.

**Palabras clave:** pandemia, Sars-CoV2, endemia.

## INTRODUCCIÓN

La pandemia ha obligado desde sus inicios a tomar medidas de diferente intensidad con el objeto de reducir la transmisión con variados niveles de éxito como cierres de fronteras, cuarentenas, distanciamiento social, aforos, y desde mediados del año 2020 la aplicación de vacunas.

Desde diciembre del año 2019, cuando se informa el primer caso por el virus SARS-CoV2 se han informado a la primera semana de diciembre del 2021 un total de 266.607.301 casos y 5.266.144 fallecidos en el mundo afectando a la totalidad de países. A mediados del año 2020 se comienzan a aplicar las primeras dosis de vacunas desarrolladas contabilizándose a la actualidad más de 8.240.604.582 dosis administradas (primeras y segundas dosis).<sup>1</sup>

La Organización Mundial de la Salud (OMS) informa que las estrategias y medidas adoptadas continúan teniendo vigencia para las variantes del virus identificadas hasta el momento. La evidencia de varios países con transmisión extensa de CoV ha indicado que las medidas sociales y de salud pública (PHSM), incluidas las medidas de prevención y control de infecciones (IPC), han sido efectivas para reducir los casos de COVID-19, las hospitalizaciones y las muertes.<sup>2</sup>

Los virus en general, incluido el SARS-CoV-2, causante de la enfermedad reconocida como COVID-19, cambian con el tiempo como lo demuestra otro virus conocido que produce la influenza y requiere vacunaciones anuales ajustadas a los diferentes tipos circulantes para disminuir letalidad.

Hemos aprendido en general la mayoría de los cambios son de bajo impacto en las propiedades del virus, pero en diferentes tiempos es posible observar cambios mayores que favorecen la transmisibilidad produciendo enfermedad asociada más severa, afectar la eficacia de las vacunas e incluso de los métodos de diagnóstico.

## LA PANDEMIA Y VARIANTES VIRALES

OMS con el objeto de hacer un seguimiento del SARS-CoV2 ha generado una red de seguimiento de las variantes del virus y genera alertas que se producen cuando una variante cumple con una serie de criterios denominándose como Variantes Bajo Monitoreo (VBM), Variantes de Interés (VOI), Variantes de Preocupación (VOC)<sup>3</sup> y Variante con Grandes Consecuencias (VOHC).

Este proceso es un proceso dinámico que a partir de la vigilancia de una variante puede ocupar diferentes estados según el conocimiento que se tenga de la misma con respecto a su comportamiento sobre las poblaciones. En Tabla 1 podemos observar lo que ha sucedido en diferentes tiempos con las variantes identificadas

**Tabla 1 Clasificación de las variantes SARS-COV2 el tiempo de su presencia global <sup>4</sup>**

Nomenclatura de la OMS	Fecha de designación		
	VOC	VOI	VBM
Alfa	29 dic 2020		21 sep 2021
Beta	29 dic 2020		21 sep 2021
Gamma	29 dic 2020		21 sep 2021
Epsilon	19 mar 2021	26 feb 2021	21 sep 2021
		29 jun 2021	21 sep 2021
Eta		26 feb 2021	21 sep 2021
Iota		26 feb 2021	21 sep 2021
Kappa		7 may 2021	21 sep 2021
N/A		7 may 2021	21 sep 2021
Zeta		26 feb 2021	21 sep 2021
Mu			21 sep 2021

Las VOI son variantes del SARS-CoV-2 que: presentan cambios en el genoma que, según se ha demostrado o se prevé, afectan las características del virus como su transmisibilidad, la gravedad de la enfermedad que causa y su capacidad para escapar a la acción del sistema inmunitario, ser detectado por medios diagnósticos o ser atacado por medicamentos; Y según se ha comprobado, dan lugar a una transmisión significativa en medio extra hospitalario o causan varios conglomerados de COVID-19 en distintos países, con una prevalencia relativa creciente y ocasionando números cada vez mayores de casos con el tiempo, o bien que presentan, aparentemente, otras características que indiquen que pueden entrañar un nuevo riesgo para la salud pública mundial. Tabla 2

**Tabla 2. Variantes SARS-CoV2 clasificadas como VOI por OMS. Nov 2021**

<b>Denominación de la OMS</b>	<b>Linaje Pango*</b>	<b>Primeras muestras documentadas</b>	<b>Fecha de designación</b>
<b>Lambda</b>	<b>C.37</b>	<b>Perú, diciembre 2020</b>	<b>14 junio 2021</b>
<b>Mu</b>	<b>B.1.621</b>	<b>Colombia, enero 2021</b>	<b>30 agosto 2021</b>

Para que una variante sea incluida como VOC criterio la misma luego de una evaluación comparativa, ha demostrado que está asociada con uno o más de los siguientes cambios en un grado de importancia para la salud pública mundial:

- Aumento de la transmisibilidad o cambio perjudicial en la epidemiología de COVID-19;
- Aumento de la virulencia o cambio en la presentación clínica de la enfermedad;
- Disminución de la eficacia de las medidas sociales y de salud pública o de los diagnósticos, vacunas y terapias disponibles. Tabla 3

**Tabla 3. Variantes SARS-CoV2 clasificadas como VOC por OMS. Nov 2021**

<b>Denominación WHO</b>	<b>Pango lineage*</b>	<b>Documentada inicialmente</b>	<b>Fecha de clasificación</b>
Alpha	B.1.1.7	United Kingdom, Sep-2020	18-Dec-20
Beta	B.1.351	South Africa, May-2020	18-Dec-20
Gamma	P.1	Brazil, Nov-2020	11-Jan-21
Delta	B.1.617.2	India, Oct-2020	VOI: 4-Apr-2021 VOC: 11-May-2021
Omicron*	B.1.1.529	Multiple countries, Nov-2021	VUM: 24-Nov-2021 VOC: 26-Nov-2021

Breve reseña de cada variante identificada:

- **Alfa**  
Identificada por primera vez como VOC en septiembre del 2020 en Inglaterra. Se extendió rápidamente por Inglaterra y luego por el mundo presentando 23 mutaciones, convirtiéndose rápidamente en el linaje dominante, estando en la actualidad VBM. Es una variante que responde adecuadamente a los tratamientos con anticuerpos monoclonales y a las vacunas disponibles a la fecha.

- **Beta**  
Vista por primera vez en Sudáfrica en mayo del 2020. Se observó que es un 50% más transmisible que las variantes más antiguas y no responde adecuadamente a algunos tratamientos con anticuerpos monoclonales. Tiene moderada capacidad de infectar a personas que se han recuperado del coronavirus y también a personas que han sido vacunadas contra covid-19.
- **Gama**  
La variante se expandió rápidamente en Brasil en noviembre del 2020 afectando diferentes países. Responde parcialmente a los tratamientos monoclonales y muestra una relativa capacidad para evadir las respuestas inmunitarias tanto naturales como las producidas por la vacuna.
- **Delta**  
La variante delta identificada en octubre del 2020 es hasta hoy el linaje dominante en gran parte del mundo. Es la variante identificada con alta capacidad de transmisión no siendo clara su severidad en la producción de una enfermedad más grave. Reemplazó rápidamente a la variante alpha, en la mayoría de los países. Tiene capacidad de evadir el sistema inmunológico, lo que puede significar que las personas que se han infectado una vez con una variante más antigua pueden tener más probabilidades de contraerla nuevamente.
- **Epsilon:**  
Se la detecta en espacios reducidos no teniendo una amplia distribución en el tiempo.
- **Zeta:**  
Circulando en Brasil desde el 2020 que no ha tenido impacto a nivel mundial.
- **Eta:**  
vista por primera vez en el Reino Unido y Nigeria y que prácticamente ha desaparecido.
- **Iota:**  
Se la detecta al igual que la anterior, pero con bajo impacto geográfico. Se estima que tiene alta capacidad infectante.
- **Kappa**  
La variante fue detectada por primera vez a finales del 2020 en 5 meses de la detecta en 34 países<sup>5</sup> demostrando su alta capacidad infectante, responde relativamente a los tratamientos monoclonales como así a las vacunas.
- **Lambda:**  
Fue identificada en Perú en diciembre del 2020, tuvo una distribución moderada mundialmente no mostrando transmisibilidad y gravedad superior a las anteriores.

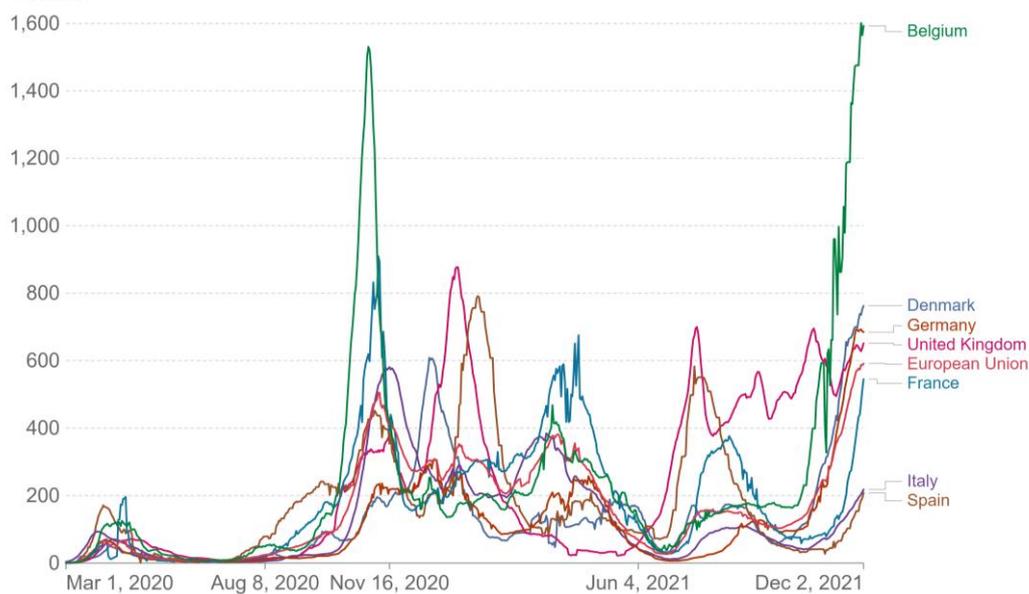
- **Mu:**  
Se identificó en Colombia en enero del 2021 causando alarma que se desvaneció rápidamente.
- **Omicron**  
El primer caso conocido se detectó en Botsuana (Sud Africa), el 9 de noviembre de 2021. Al 30 de noviembre se informaron casos en 28 países a partir de los informes del sistema de vigilancia y seguimiento de variantes de OMS. Tiene una elevada capacidad infectante, no existiendo a la actualidad información sobre gravedad y respuesta a las terapéuticas y vacunas.

## ALERTAS Y CIRCULACION DE VARIANTES

En Europa a partir del mes de noviembre se inicia un incremento de casos produciendo el primer alerta Alemania que en las ultimas semana ha tenido un incremento exponencial de los casos, asocia a que en muchos países se está observando incremento de nuevas infecciones y hospitalizaciones, por lo cual la Organización Mundial de la Salud ha manifestado que el continente se está convirtiendo en el nuevo "en el epicentro de la pandemia".

Entre las causas se mencionan las bajas tasas de vacunación, pérdida de la inmunidad (post vacuna / infección natural), abandono de las medidas de cuidado y la presencia de nuevas variantes que están disparando los contagios. Requiriendo datos de Our World Data<sup>6</sup> y analizando países seleccionados es posible observar el incremento de casos en las últimas 4 semanas. Tabla 4

**Tabla 4. Casos diarios confirmados de COVID-19 por millón de personas. (debido a los limitados estudios, el número de casos confirmados es menor que el número real de infectados). Dic 2021**

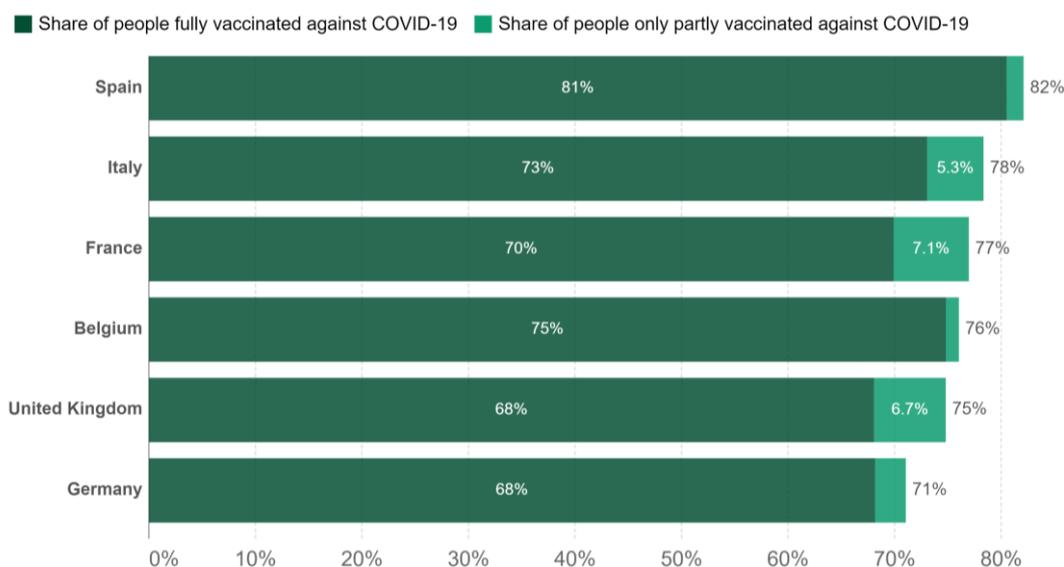


Source: Johns Hopkins University CSSE COVID-19 Data

CC BY

Continuando con el análisis de la posible causa al observar las tasas de vacunación lograda por los países hasta el momento la ocurrencia de un número menor de casos se ve asociado a mayores tasas de vacunación (Italia y España) Tabla 5

**Tabla 5. Personas vacunadas (esquema completo de 2 dosis y e incompleto de una dosis) por países seleccionados de Europa. Dic. 2021**



Source: Official data collated by Our World in Data. This data is only available for countries which report the breakdown of doses administered by first and second doses in absolute numbers.  
CC BY

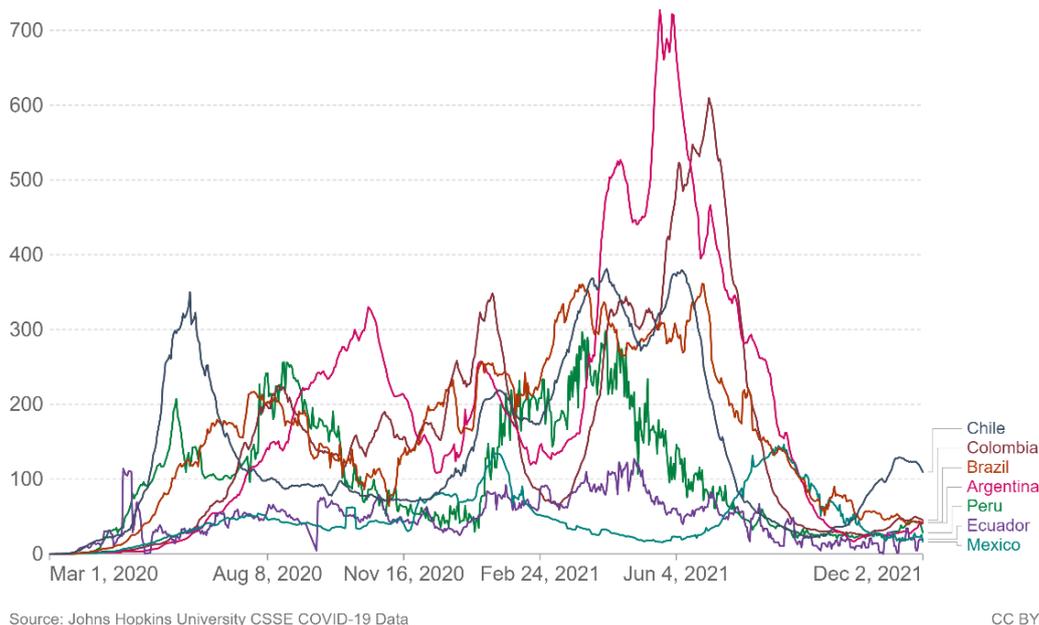
## AMÉRICA LATINA

El 26 de noviembre, la Organización Mundial de la Salud (OMS) declaró a la nueva cepa de coronavirus detectada en Sudáfrica, Omicron, como "variante preocupante" de COVID-19. En América Latina, Brasil fue el primero en registrar casos de esta variante el 30 de noviembre. Hasta el momento, Omicron no ha sido identificada en ningún otro país latinoamericano.

La cepa Delta del coronavirus es la prevalente en la región existiendo diferente representación en los países, en México es el 100% de los aislamientos, Brasil es 99,63% y Gamma el 0,37%; en Colombia es el 96,91% y Mu el 3,09%; en Perú es el 95,24%, Gamma 3,57% y Mu 1,19%; en Chile es el 94,12%; en Ecuador es el 92,39% y Mu 6,52%. En Argentina es el 59,14%, Gamma 22,58%, Lamda 17,20% y Alpha el 1,08%.

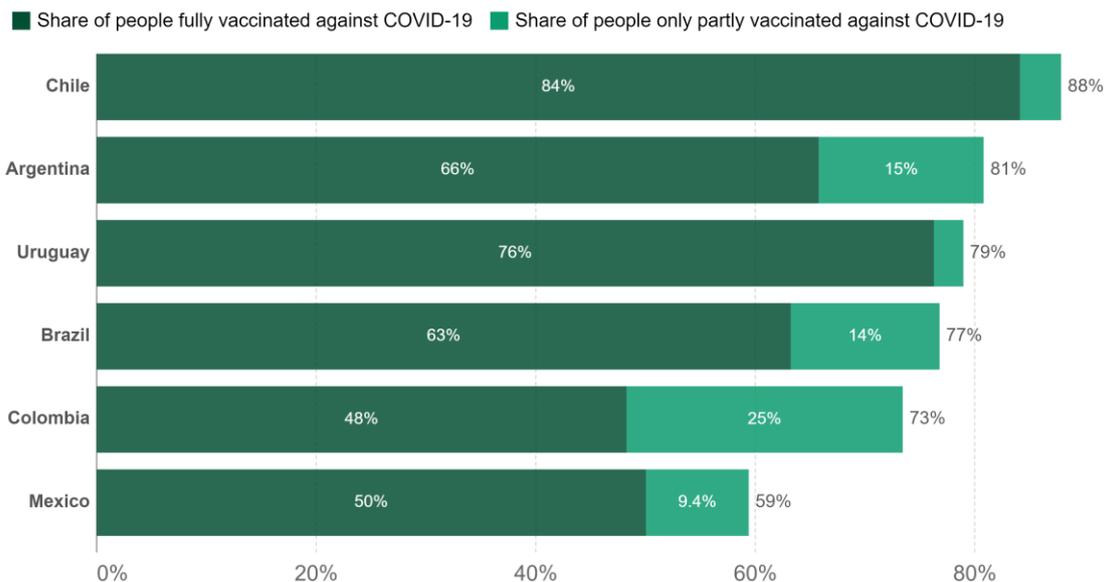
El número de casos en los países de América Latina ha descendido en todos ellos, tendencia que se está modificando en las últimas semanas con incrementos semanales variados. Tabla 6

**Tabla 6. Casos diarios confirmados de COVID-19 por millón de personas. (debido a los limitados estudios, el número de casos confirmados es menor que el número real de infectados). Dic 2021**



La tasa de vacunados es variada en los países de la región con valores que van desde un 84% al 48% con esquemas completos. **Tabla 7**

**Tabla 7. Personas vacunadas (esquema completo de 2 dosis y e incompleto de una dosis) por países seleccionados de América Latina. Dic. 2021**



Source: Official data collated by Our World in Data. This data is only available for countries which report the breakdown of doses administered by first and second doses in absolute numbers.

## QUE ESPERAMOS EN EL FUTURO

Hoy con la resurgencia e incremento de casos puede ser difícil imaginar que sucederá, pero de alguna forma la pandemia terminará.

Considerando lo ocurrido el año 2020 con picos de diversa magnitud en los países como consecuencia de poblaciones vírgenes inmunológicamente ante un nuevo patógeno y por lo tanto sin respuestas adecuadas produjeron elevados números de casos graves y muertes.

Lo descrito ocurre cuando un nuevo patógeno afecta a las comunidades<sup>7</sup> y que fuera registrado en nuestra historia lo ocurrido por la Pandemia de Influenza de 1918 - 1920<sup>8</sup> conocida como “Gripe Española”, causada por el subtipo gripal A (H1N1), que produjo millones de fallecidos (40.000.000 y 50.000.000) según estimaciones de cuestionable validez.

En el análisis rápido de la pandemia es posible identificar 4 olas,

- Primera ola (1918) altamente contagiosa, con una moderada mortalidad.
- Segunda ola (1919) más severa en el número de casos y fallecidos, asociada a posibles mutaciones y con afectación de grupos más jóvenes.
- Tercera y Cuarta ola (1919 – 1920) con elevado número de casos que se produjeron de manera constante durante varios meses, es decir, con sostenida ocurrencia de casos y una baja mortalidad.

Es posible estimar, a la luz de los conocimientos actuales, que las olas estuvieron asociadas a procesos de inmunidad natural, la primera encuentra gran número de susceptibles lo que permite la ocurrencia de un importante número de casos; la segunda ola encuentra una masa viral suficiente que circula en la comunidad y permite afectar a todos los grupos poblacionales y finalmente la tercera/cuarta ola ya tiene dificultades en encontrar susceptibles por lo cual la ocurrencia de casos se mantiene como un goteo constante.

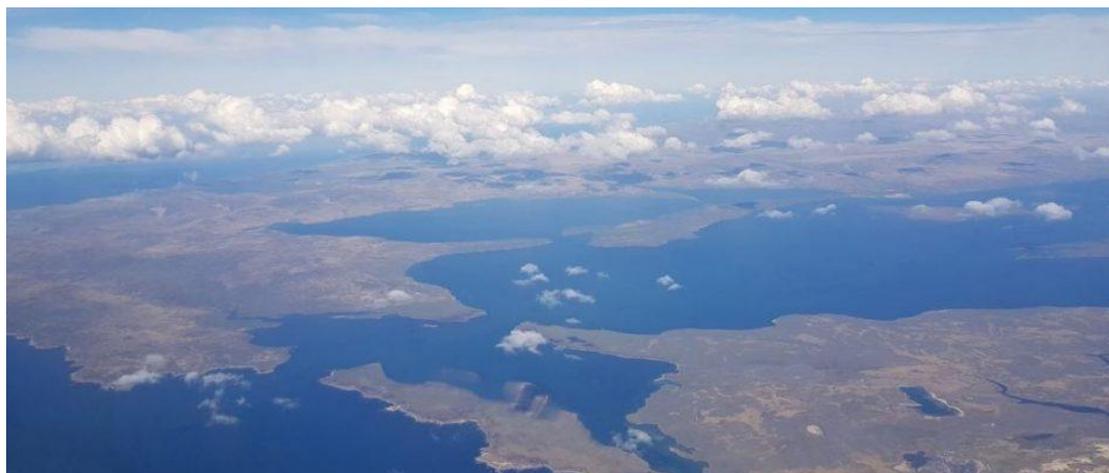
Pasado el tiempo, la población va logrando inmunidad (por infección natural o vacunas) por lo que el virus no encuentra espacios donde replicarse, produciendo como consecuencia el agotamiento epidémico.

Los refuerzos de vacunas reactivan periódicamente la inmunidad. Por lo que los casos pueden seguir, quizás con asociación estacional, aumentando y disminuyendo convirtiéndose en una enfermedad “endémica” por lo cual el SARS-CoV2 no será eliminado, pero ya no cambiará nuestras vidas porque el mismo no será una novedad, ni para nuestro sistema inmunológico ni para nuestra sociedad.

## REFERENCIAS

- <sup>1</sup> COVID-19 Dashboard by the Center for Systems Science and Engineering (CSSE) at Johns Hopkins University.  
<https://www.arcgis.com/apps/opsdashboard/index.html#/bda7594740fd40299423467b48e9ecf6>
- <sup>2</sup> WHO Tracking SARS-CoV-2 variants. <https://www.who.int/en/activities/tracking-SARS-CoV-2-variants/> This content is last updated on 30 November 2021.
- <sup>3</sup> WHO Tracking SARS-CoV-2 variants. <https://www.who.int/en/activities/tracking-SARS-CoV-2-variants/> This content is last updated on 30 November 2021.
- <sup>4</sup> CDC. Clasificaciones y definiciones de las variantes del SARS-CoV-2.  
[https://espanol.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/variants/variant-info.html#anchor\\_1632158885160](https://espanol.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/variants/variant-info.html#anchor_1632158885160)  
Actualizado el 1 de dic. del 2021
- <sup>5</sup> Weekly epidemiological update on COVID-19 - 25 May 2021. World Health Organization. 25 de mayo de 2021. p. 10. Consultado el 8 June 2021.
- <sup>6</sup> Our Wprld in Data <https://ourworldindata.org/explorers/coronavirus-data-explorer?zoomToSelection=true&time=2020-03-01.latest&facet=none&pickerSort=asc&pickerMetric=location&Metric=Confirmed+cases&Interval=7-day+rolling+average&Relative+to+Population=true&Align+outbreaks=true&country=GBR~DEU~ITA~BEL~DNK~European+Union~FRA~ESP>
- <sup>7</sup> Susana Curto. Origen, difusión y consecuencias de las pandemias que afectaron a la argentina hasta 2019. Anales 2020. Academia Nacional de Geografía. ISSN° 0327-8557
- <sup>8</sup> CDC. Workshop “Pandemic Influenza. Past, present, future”. 2006 <https://www.cdc.gov/flu/pandemic-resources/pdf/workshop.pdf>

## **ARCHIPIÉLAGOS DE MALVINAS, GEORGIAS DEL SUR Y SANDWICH DEL SUR: SU PASADO, PRESENTE Y FUTURO**



El embajador académico Vicente Guillermo Arnaud, miembro de número titular de esta Academia, ha dado a conocer a finales del año 2020 un nuevo libro de su autoría, sobre un tema tan caro para los argentinos como el que expresa el título.

En ciento treinta y dos páginas, analiza con un nuevo enfoque el devenir de más de cinco siglos de historia que llegan a nuestros días.

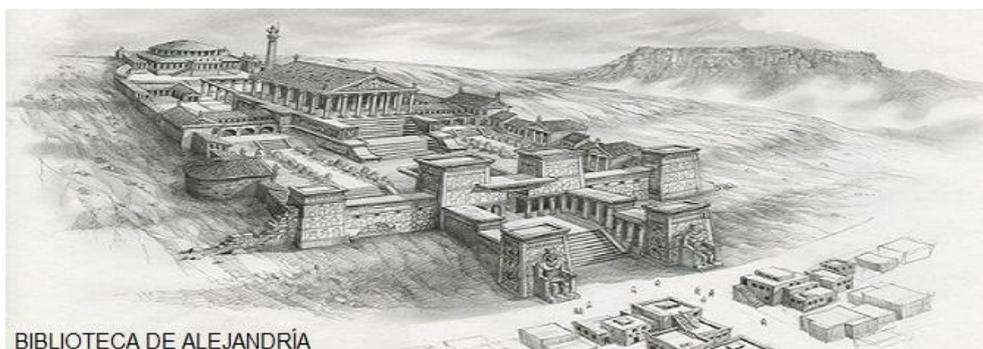
Sin lugar a dudas constituye un valioso aporte hacia el establecimiento de una política de estado que tienda a efectivizar el ejercicio pleno de la soberanía sobre las Islas Malvinas, Georgias del Sur, Sandwich del Sur y los Espacios Marítimos e Insulares correspondientes.

## RECONOCIMIENTO OTORGADO POR LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN JUAN



Homenaje a dos miembros de número titulares de nuestra academia que contribuyeron al desarrollo de los estudios e investigaciones de la Geografía Física, en nuestro país.

## BOSQUEJO DE LA HISTORIA DE LA INGENIERÍA



El ingeniero Arístides Bryan Domínguez D., miembro de número titular de esta academia, presentó el 2 de agosto de 2021, el Volumen I de la obra del título, que consta de 1270 páginas.

La publicación completa está prevista en cuatro volúmenes que incluye información y realizaciones que resultan de interés geográfico.

## **XVII SEMANA NACIONAL DE LA CARTOGRAFÍA**

### **“La cartografía en los tiempos de las IDEs”**

Entre los días 22 y 25 de junio de 2021, se realizó la décimo séptima edición de la Semana Nacional de la Cartografía, organizada en esta oportunidad por el Instituto Geográfico Nacional (IGN), el Servicio de Hidrografía Naval (SHN) y el Centro Argentino de Cartografía (CAC). Contó con el auspicio de esta academia nacional.

La conferencia de apertura titulada “Reflexiones sobre la evolución de la Geodesia y Cartografía Nacional” estuvo a cargo del Ing. Horacio Esteban Ávila, Secretario de la Academia Nacional de Geografía y ex director del Instituto Geográfico Militar (hoy nacional), cuya versión escrita se incluye a partir de la página 180.

Se conectaron a la transmisión virtual un promedio de 200 participantes por día, del país y de 17 países: Austria, Brasil, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, España, Italia, Guatemala, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, Uruguay, México y Venezuela.

# REFLEXIONES SOBRE LA EVOLUCIÓN DE LA GEODESIA Y LA CARTOGRAFÍA BÁSICA NACIONAL

*Académico Horacio Esteban Ávila*

## INTRODUCCIÓN

Para desarrollar estas consideraciones y reflexiones distinguiremos tres etapas principales, 1ra y 2da mitad del siglo XX y los comienzos del siglo XXI, dado que, en cada una de ellas, se generaron cambios trascendentes como consecuencia del desarrollo científico-tecnológico, de las ciencias de mayor importancia y participación en la obtención, gestión, procesamiento, análisis y aprovechamiento de la Información Geográfica (IG) que determinaron el nuevo equipamiento en uso, sus sorprendentes metodologías de trabajo y valiosos productos resultantes que se incorporaron y transformaron la vida y el trabajo de todos los seres humanos.

En tal sentido cabe señalar que los avances en electrónica ocurridos durante los 1ros años del siglo XX (amplificadores de sonido, receptores de radiotelevisión, etc) dieron lugar en 1950 a la creación de un elemento central en este campo, el transistor, cuyo desarrollo permitió la miniaturización de circuitos y aparatos de todo tipo, con lo cual comenzó a desarrollarse la microelectrónica.

A fines de la 1ra mitad del s XX se crearon las primeras computadoras; por su mejoramiento continuo se distinguieron distintas generaciones de ellas hasta nuestros días. En la década de los 60, en los EEUU, se logran integrar redes de computadoras con distintos objetivos; a partir de 1970, el aumento en la comercialización de estos equipos expandió notoriamente el uso de redes y servicios; el desarrollo de este concepto integrador generado y su evolución permanente, cambió la historia de la humanidad.

Los avances en microelectrónica e informática dieron impulso al desarrollo de la ingeniería aeroespacial, de nuestro especial interés; la puesta en órbita del primer satélite artificial (Sputnik) en 1957 señaló el comienzo de una evolución muy grande en este campo basada en dos aspectos centrales, las características operativas de los satélites o plataformas espaciales y los sensores instalados en ellas con diferentes capacidades de captura de datos que luego de su procesamiento ofrecen valiosa información para un universo de aplicaciones posibles.

El término telecomunicación fue definido como toda transmisión, emisión o recepción, de signos, señales, escritos, imágenes, sonidos o informaciones de cualquier naturaleza por hilo, radioelectricidad, medios ópticos u otros sistemas electromagnéticos" (*Unión Internacional de Telecomunicaciones – Conferencia de Madrid 1932*). El elemento revolucionario en este campo fue el módem que hizo posible la transmisión de datos entre computadoras y otros dispositivos. En los años 60 comienza a ser utilizada la telecomunicación en el campo de la informática con el uso de satélites de comunicación y las redes de conmutación de paquetes (*transferencia de pequeños archivos de datos para facilitar su envío a través de diferentes redes*). La década siguiente se caracterizó por la aparición de las redes de computadoras, los

protocolos y arquitecturas que servirían de base para las telecomunicaciones modernas. (<https://globalizacionnuevastecnologias.wordpress.com/telecomunicaciones/>)

Con la expansión del uso de ordenadores personales, en la década de 1980, surgieron las redes digitales, formadas por comunidades de individuos con intereses comunes; en la última década del siglo XX aparece Internet, que se expandió en gran medida, ayudada por el desarrollo de la fibra óptica; desde principios del siglo XXI estamos viviendo los comienzos de la interconexión total, a través de todo tipo de dispositivos que son cada vez más rápidos, más compactos, más poderosos y multifuncionales, y también de nuevas tecnologías de comunicación inalámbrica como las redes inalámbricas. (<http://corophones./telecomunicacion>)

Para desarrollar el tema propuesto, consideraré los hitos geodésicos y cartográficos más importantes del camino que nos condujo a la situación actual, con una mirada global y un enfoque nacional, teniendo especialmente en cuenta la evolución del organismo responsable de la Geodesia y la Cartografía básica de nuestro país, sumando algunas reflexiones personales.

## **GEODESIA Y CARTOGRAFIA DURANTE LA PRIMERA MITAD DEL SIGLO XX**

### **Geodesia**

Desde los tiempos más remotos el hombre se interesó en comprender todos los aspectos relacionados con la Tierra, en particular su forma y dimensiones, algo que los antiguos griegos, entre otros, estudiaron y comprendieron tempranamente que su forma era aproximadamente esférica. El achatamiento de sus polos fue un conocimiento que surgió muchos siglos después (XVIII), cuando la Academia Francesa de Ciencias, al efectuar mediciones precisas sobre un arco de meridiano aplicando técnicas de triangulación, observó diferencias que señalaban un desconocimiento de la forma exacta de la Tierra. Por lo que impulsó la realización de expediciones a Perú y Laponia con el objeto de medir otros arcos de meridiano, las que permitieron determinar la diferencia existente entre el radio ecuatorial y el polar.

Otro aspecto fundamental en la vida del hombre, desde sus orígenes, fue como orientarse para poder desplazarse, naturalmente, en 1er lugar utilizó las estrellas como puntos de referencia, y representaciones muy primarias para recordar caminos y lugares; más tarde, ante la necesidad de crear representaciones espaciales más precisas para conservar ese tipo de información debió considerar la irregularidad de la superficie terrestre y la necesidad de contar con una superficie regular sobre la cual proyectar los elementos considerados como también un sistema de referencias que permita asignar coordenadas orientativas básicas. El uso de la fuerza de gravedad, cuya dirección en cada punto está señalada por el hilo de la plomada fue un recurso que el hombre utilizó tempranamente, como se refleja en sus distintas actividades constructivas.

Pero la Tierra no es un cuerpo homogéneo por la variada densidad y distribución de su masa, por lo tanto, no existe una superficie regular que se ajuste a ella y que resulte perpendicular en todos sus puntos a la dirección de la gravedad. Consecuentemente, de las infinitas superficies equipotenciales del campo gravitatorio terrestre, se definió como **Geoide**: aquella que coincide aproximadamente con la

superficie libre de los mares (nivel medio del mar) y su prolongación ideal por debajo de los continentes; la que, por las diferencias de masa expresadas, no es regular, tiene variaciones que se manifiestan con ascensos del mismo (en los continentes según la densidad y distribución de masas) o su descenso (en las áreas oceánicas por la falta de masas terrestres).

De lo expresado surgen aspectos muy importantes, el geoide está directamente asociado al comportamiento del agua sobre la sup terrestre; por sus características se definió como superficie de referencia altimétrica (respecto de la cual se determinan las alturas del terreno). Consecuentemente el estudio y las observaciones gravimétricas se incorporaron a la tarea geodésica para asegurar la calidad de las observaciones altimétricas.

Sin embargo el geoide, no fue posible considerarlo como superficie de referencia planimétrica, dado que sus observaciones, sufrirían desviaciones que generarían errores de posición. Este razonamiento, condujo a la elección y adopción de una superficie matemática regular, lo más aproximada posible al geoide, (para proyectar sobre ella las observaciones efectuadas sobre la superficie terrestre); Se definió así el elipsoide de revolución; cuerpo originado por la rotación de una elipse alrededor de su eje menor y definido por las longitudes de su eje mayor y menor o por la longitud del eje mayor y el achatamiento. Las diferencias entre el geoide y elipsoide se denominan ondulaciones del geoide.

Muchos científicos se abocaron a la tarea de encontrar el elipsoide de mejor ajuste en todo el planeta pero las limitaciones de la Geodesia clásica entre las que se encontraban la intervisibilidad entre los puntos lo impidieron y los países avanzaron en la definición o adopción de diferentes elipsoides locales (con mejor ajuste sobre sus territorios). Más tarde, en la 2da mitad siglo XX, la Geodesia Satelital resolverá este problema, a través de la definición de un elipsoide global de buen ajuste general para implementar el Sistema de Posicionamiento Global GPS (WGS84).

La Geodesia comprende el estudio de ambos aspectos centrales de la vida del hombre, la forma y dimensiones exactas de la Tierra, como también la localización precisa de puntos sobre la superficie terrestre, este último aspecto se concreta a través de marcos de referencia de coordenadas planimétricas y altimétricas precisas y se construyen en todos los países para poder referenciar las obras de infraestructura que se necesita realizar ordenadamente sobre un territorio, para su desarrollo armónico e integrado.

En concordancia con lo expresado anteriormente, en nuestro país, luego de la independencia, comenzaron los primeros levantamientos topográficos, la Geodesia en el mundo ya contaba con bases científicas.

Durante el Virreinato, España que necesitaba asegurar sus dominios, había impulsado a través de diversas exploraciones la construcción de mapas y cartas que fueron técnicamente muy valiosas, por lo que se emplearon hasta mucho tiempo después, inclusive como base de nuevos documentos. La expedición de Alejandro Malaspina sobre las costas patagónicas de 1789 es un ejemplo de ello. Indudablemente, las realizaciones que se conocen de esa época, no se basaron en redes de puntos

previamente medidos y controlados, sino en operaciones geodésicas básicas y aisladas entre sí.

En 1879, luego de la Campaña del Desierto, el Ejército Argentino creó la Oficina Topográfica Militar, futuro Instituto Geográfico Militar. Su 1er jefe fue el Teniente Coronel Manuel José Olascoaga quien entre 1881/83, con el personal de dicha oficina realizó una comisión científica en el sur de los Andes ordenada por el entonces Presidente de la Nación, general Julio A. Roca, con el objetivo de efectuar levantamientos topográficos y estudios geográficos. Con tal fin previamente levantó una red trigonométrica a lo largo de la Cordillera de los Andes, entre Mendoza y los ríos Neuquén y Negro. Fue la primera red trigonométrica que midió el IGM, en base a la cual se elaboró el “Mapa de las Regiones Andinas del Sur” a escala 1:100.000.

Años más tarde, en la conducción de dicho elemento del Ejército Argentino se desempeñó el mayor, ingeniero civil Luis J. Dellepiane quien solicitó la rápida ejecución de la triangulación del país, como única forma de generar una base científica para los futuros relevamientos de distinto tipo que el país necesitaría. Esta tarea se inició en 1893 con una determinación astronómica en el pueblo de Gral. Acha, por entonces capital del territorio de La Pampa. Entre los años 1900 y 1902 se realizó en Mendoza una nueva triangulación con una red local conformada por 6 triángulos de 1er orden, cuyos lados medían entre 20 y 40 Km (según las características del terreno), en la que se apoyaron otros de 2do y 3er orden; Con dicha red, se levantaron 1600 Km<sup>2</sup> en los alrededores de la ciudad de Mendoza.

En 1906, en Campo de Mayo se midió una base de 3071m, la primera del país empleando alambres de invar y tres años más tarde se inició una triangulación de primer orden que cubrió una faja de terreno a lo largo del Río de la Plata, desde Zárate hasta un punto cercano a Chascomús. Los estudios y primeros trabajos realizados hasta entonces, además de determinar algunos puntos fijos de 1er orden y crear experiencia, permitieron tomar conciencia de la magnitud del trabajo que se necesitaba emprender. Básicamente una triangulación de primer orden, sobre todo el territorio argentino, formando con cadenas de triángulos grandes anillos, en los que se medían con precisión los ángulos interiores de los triángulos más un lado de uno de sus triángulo (lado base o línea base) mediante cintas o alambres de invar, lo que daba máxima precisión lineal. (Eran los procedimientos que por entonces se aplicaban en países de gran extensión territorial).

Al comenzar la década de 1910 las autoridades del IGM comenzaron a pensar y planificar el gran desafío que se planteaba al organismo y el largo camino a recorrer para avanzar criteriosamente con las acciones geodésicas y cartográficas más convenientes y necesarias. En los primeros años (1910 y 1914), se proyectó la construcción de 2 cadenas de triangulación que en lo posible debían seguir por el meridiano y el paralelo medio, las que permitirían luego, la medición de 2 arcos terrestres; El plan general, era formar cuadriláteros de 2° de latitud por 2° de longitud para que la triangulación principal se desarrollara a lo largo de meridianos y paralelos con cadenas cuyos triángulos tengan lados no mayores a 25Km.

El objetivo final del plan previsto era levantar una red de puntos fijos tanto planimétricos como altimétricos que asistiera a la confección precisa de la Carta de la República Argentina. Definir el elipsoide de referencia y especialmente su punto de

origen o tangencia era por entonces el mayor desafío, dado las condiciones que debía cumplir dicho punto, en relación con las anomalías de la gravedad y consecuentemente las desviaciones de la vertical que se necesitaban estudiar en todo el territorio. Aunque lo básico y previsible era que la influencia de las masas terrestres interiores fuera mínima en zonas donde no existían afloramientos, fracturas o dislocaciones de los estratos, como en la llanura Chaco Pampeana.

La medición de un arco de meridiano fue un proyecto de gran interés y complejidad que comenzó a estudiarse nuevamente en 1936 mucho tiempo después del plan anterior; Se planificó una cadena que se iniciaba en el N del país y llegaba a Tierra del Fuego, cruzando el Estrecho de Magallanes; Para su ejecución debió promulgarse una ley a fin de crear una comisión de trabajo especial integrando personal de varias instituciones nacionales, entre los que se encontraba el ingeniero Félix Aguilar, destacado científico que se desempeñó como director de este proyecto; hasta que en el año 1954 con una importante cantidad de tareas realizadas la mayoría de la comisión pasó a integrar el plantel del IGM que continuó regularmente los trabajos-

En 1925, el IGM adoptó el elipsoide internacional de Hayford y, en cuanto a los estudios para determinar el punto de tangencia del geoide con el elipsoide, luego de una gran cantidad de observaciones y comprobaciones realizadas, el 30 de noviembre de 1946 adoptó el punto de tangencia para los cálculos geodésicos el vértice trigonométrico Campo Inchauspe.

Cabe recordar que en 1941 se había producido un hecho fundamental en relación con la actividad geográfica nacional: la aprobación de la Ley 12.696 “Ley de la Carta”, cuyos efectos sobre las tareas y responsabilidades que había asumido desde mucho tiempo atrás, validaban ese gran esfuerzo, a la vez que lo impulsaban a crecer mucho más en el cumplimiento de las metas fijadas en dicho documento.

Así, la red Campo Inchauspe, que incorporó gran parte de los trabajos geodésicos anteriores, demandó muchos años de intenso trabajo de campo del Instituto, empleando técnicas clásicas de medición (triangulación y poligonación) recorriendo palmo a palmo cada porción de nuestro territorio y dando origen a una red geodésica de aproximadamente 18.000 puntos, dividida según órdenes de precisión en I, II, III y IV orden.

En puntos de I orden (cruce de cadenas) se realizaron observaciones astronómicas fundamentales (longitud, latitud y acimut), trabajos de gran exigencia para los operadores, que diariamente observaban las estrellas, desde posiciones en medio del campo (sin obstáculos para las vistas), una tarea que, dado la cantidad de registros necesarios para alcanzar las precisiones buscadas, podía demandar varios meses (3 / 4). Sobre 12 polígonos de la red existente en 1952 se realizaron también trabajos de compensación, considerando para los cálculos geodésicos el elipsoide ya adoptado de Hayford.

Este primer Marco de Referencia Geodésico Nacional, más tarde, se vio muy mejorado por la aplicación de la tecnología satelital, aunque la monumentación de sus puntos y sus datos de coordenadas iniciales sirvieron en estudios comparativos posteriores, para establecer las relaciones entre los sistemas de referencia y abordar sus

mejoras; Por lo cual es muy justo reconocer y valorar el gran esfuerzo de los que nos precedieron en estas tareas.

Entre los años 1947/48 se vio la necesidad de erigir un Punto Altimétrico de Referencia Normal y, la zona de las Sierras de Tandil fue considerada la más apta por su rígido basamento cristalino: por lo que en 1949 se construyó dicho punto y se estableció su vinculación con el mareógrafo de Mar del Plata a fin de determinar el nivel medio del mar para la República Argentina.

Simultáneamente con los trabajos planimétricos, se efectuaron determinaciones altimétricas, las que habían comenzado en 1899, a través del Ministerio de Obras Públicas en la provincia de Santa Fe, con el fin de realizar estudios hidrográficos en los grandes ríos; en el año 1909 ya existían 3800 Km de líneas de nivelación. El IGM realizó sus primeros trabajos de nivelación de precisión también en la provincia de Santa Fe y más tarde, entre 1916 y 1918 en la Ciudad de Buenos Aires. Fueron los comienzos de la Red Altimétrica de Nivelación que avanzó cubriendo todo el territorio con sus distintas precisiones.

Asimismo, se determinó la gravedad relativa en todos los puntos de nivelación de alta precisión para obtener valores precisos de cotas en todo el país. Con los trabajos gravimétricos realizados y su continuidad a través de los años se conformó la Red Gravimétrica Nacional y en 1952 se realizó una nueva vinculación de la red gravimétrica argentina a la red mundial.

## **Cartografía**

Cuando nuestro país comenzó su vida independiente, al igual que en el caso de la Geodesia, las bases científicas de la Cartografía se encontraban muy avanzadas, el siglo XVII había cambiado la visión dogmática y acientífica de la cartografía, comenzando a valorar la objetividad y exactitud que requerían los grandes viajes; la cartografía y especialmente los portulanos (documentos donde los navegantes volcaban sus experiencias de navegación), debían ofrecer mayor seguridad; para la navegación en los océanos era de fundamental importancia y para incrementarla, fue necesario conocer con mayor precisión la forma y dimensiones de la Tierra.

Además, el creciente interés colonialista de diversos países, intensificó la expansión ultramarina durante el siglo XVIII; Las técnicas para la producción de mapas aplicaron los más avanzados conocimientos geométricos, geodésicos, topográficos y cartográficos de la época, se intensificó la producción a la vez que algunos de sus productos o la información geográfica contenida en ellos, eran cuidadosamente mantenidos en reserva por los estados, en función de sus intereses geopolíticos y estratégicos. Los mapas comenzaron a afianzarse como una forma de comunicación o expresión del conocimiento geográfico, pero además, se convirtieron en un elemento fundamental para el ejercicio del poder y la administración del estado, tanto para el conocimiento de su patrimonio como para la legitimación del dominio soberano sobre él. Durante los primeros años del siglo XVIII, Francia completó un levantamiento topográfico de todo su territorio a escala 1: 86.400 y a finales del XIX se cubrió de mapas topográficos a diferentes escalas, la mayor parte del continente europeo; algunos de ellos con técnicas de sombreado o curvas de nivel.

La cartografía asumió dos importantes características, en principio como área del saber de sólidas bases epistemológicas y en segundo lugar como herramienta para definir y visualizar uno de los más trascendentes intereses de un estado: su territorio y sus espacios geográficos de interés. Fue así que, ante la necesidad de producir mapas de manera ordenada precisa y detallada, en muchos países de Europa, a fines del siglo XVIII, se crearon organismos geográficos o cartográficos e hidrográficos capaces de elaborar mapas y cartas oficiales de sus dominios en la tierra y el mar; en general a partir de dependencias militares que ya desarrollaban tales funciones.

Durante el siglo XIX, en el marco de la era industrial, ocurrieron avances muy importantes en lo relacionado con la elaboración de mapas, debido a las ventajas que otorgó la producción seriada, mediante la litografía y a la invención de la fotografía. Esta última, generó desde sus comienzos la idea de utilidad, al observar que sobre sus perspectivas era posible efectuar mediciones. La fotogrametría, es la disciplina que se ocupa de todo lo relacionado con la explotación métrica de la información capturada en fotografías, obtenidas en condiciones predeterminadas. Se considera su iniciador, al coronel del ejército francés Aimé Laussédad, quien en 1850, la aplicó al levantamiento de obras defensivas y ofensivas; aunque por entonces como fotogrametría terrestre de ejes ópticos convergentes.

Cabe recordar que a mediados de siglo XIX la fotografía estereoscópica adquirió gran popularidad, generando incluso usos y aplicaciones, sociales y comerciales al ofrecer la posibilidad de ver en tres dimensiones. Los cartógrafos también encontraron un interesante recurso para aplicar en el campo de los levantamientos topográficos y los 1ros años del siglo XX Carl Pulfrich construyó su estereocomparador, nació la fotogrametría estereoscópica, que utilizando placas fotográficas obtenidas en condiciones especiales y con sus ejes ópticos paralelos, permitía la visión estereoscópica o en relieve, con las que se formaba el modelo plástico desde el cual, era posible extraer toda la información almacenada en la placa, con mayor facilidad, permitiendo incluso determinar las coordenadas de un punto de la zona de superposición de los fotogramas, con gran precisión.

Con el paso de los años los instrumentos fueron renovándose e incorporando importantes mejoras en su construcción, las que dieron lugar a ventajas crecientes en el campo de la producción cartográfica; fue el comienzo de la percepción remota instrumental, y de cambios significativos en la producción de cartografía. El desarrollo de la aviación permitió la instalación de cámaras en los aviones y, con aplicación de técnicas y metodologías derivadas de la fotogrametría estereoscópica terrestre, nació la fotogrametría aérea. La captura de información contenida en los fotogramas, mediante el proceso de restitución de un modelo estereoscópico (formado con un par de fotografías aéreas obtenidas en condiciones especiales), permitió generar un archivo de información geográfica sobre papel. Por lo tanto, en el gabinete, con adecuados instrumentos, un conjunto de fotografías aéreas y algunos puntos de apoyo medidos en el terreno se hizo posible levantar una hoja topográfica a través de una metodología de trabajo, que incrementó la velocidad de producción y redujo significativamente sus costos.

Las dos guerras mundiales acaecidas durante este siglo tuvieron significativa importancia en estos desarrollos; adelantos en aviación, perfeccionamientos mecánicos

y ópticos tanto en cámaras aéreas como en instrumental de gabinete hicieron que los métodos fotogramétricos evolucionaran rápidamente. Luego de la IIda. Guerra Mundial todos los países industrializados intensificaron la producción de mapas a través de la fotogrametría, logrando que las cartas dejen de ser un bien escaso y su uso se disemine y aplique en muchos campos de las actividades humanas relacionadas con el espacio geográfico.

Con respecto a la tarea cartográfica en nuestro país se destaca que la misma comenzó de manera sistemática, un siglo más tarde que la mayoría de los estados europeos. Aunque existieron acciones previas importantes que ponen de manifiesto el interés nacional y la necesidad, por avanzar en el conocimiento geográfico del territorio, entre las que se pueden mencionar:

- Expediciones del coronel Pedro Andrés García en el año 1810 y posteriores, para efectuar estudios, demarcaciones y levantamientos topográficos en el centro y sur de la provincia de Bs As.

- Creación del Departamento Topográfico de la provincia de Bs As con el fin de dar en enfiteusis las tierras de propiedad pública en 1826 (actual Dirección de Geodesia del Ministerio de Obras Públicas de la Prov. de Bs As)

- Levantamiento topográfico en el Río Colorado e isla Choele Choel que realizó el agrimensor Chiclana y el relevamiento del Río Negro por parte del astrónomo Descalzi, ambos en el marco de las tareas encomendadas por Juan Manuel de Rozas con el objeto de extender la frontera interior durante los años 1833/34.

- Actividad de Juan Antonio Víctor Martín de Moussy, contratado por la Confederación Argentina en 1854 para hacer un estudio completo de su territorio, el que debía acompañar de un atlas. En 1860, se publicó su “Descripción Geográfica y Estadística de la Confederación Argentina” y el 1869 el Atlas de 30 mapas (19 del imperio español y 11 de la Confederación Argentina).

- Trabajos topográficos y cartográficos impulsados en el marco de la lucha contra el indio en las regiones pampeana y chaqueña tales como: Mapa General de la Frontera de la República, al Norte y Este del Territorio de la Pampa –1868 (Juan Czetzy y G Hoffmeister); Plano General de la Nueva Línea de Fronteras sobre la Pampa –1877 (Sarg My Ing Jordán Wysocki); Estudio Topográfico de La Pampa y Río Negro del coronel Manuel J Olascoaga (Historiador de la Campaña al Desierto) conteniendo “Plano del Territorio de la Pampa y Río Negro” ; del mismo autor: “Mapa de las Regiones Andinas del Sur” a escala 1:100.000 (1883); Viajes del Perito Francisco Pascasio Moreno entre los años 1876 y 1880, y sus trabajos como: Croquis de una Parte de Patagonia (1876-1877).

- En el Ejército, la creación de una “Mesa de Ingenieros en 1865, con el objetivo de reunir los planos existentes o generados por actividades militares y elaborar nuevos mapas; la que a partir de 1872 pasó a llamarse “Oficina de Ingenieros Militares”.

- Luego de la “Campaña del Desierto” en 1879, el Ejército crea la Oficina Topográfica Militar, origen del organismo que en 1904 pasó a denominarse Instituto Geográfico Militar, en el cual comenzaron a planificarse los primeros trabajos geodésicos, topográficos y cartográficos para elaborar en forma ordenada y completa la cartografía de todo el territorio nacional.

- El Instituto Geográfico Argentino, creado en 1879 por Estanislao S. Cevallos (1er Presidente), con el objetivo inicial de elaborar un Atlas de la República Argentina, para lo cual impulsó la recopilación del material geográfico y cartográfico de todo tipo existente. La tarea exigió importantes esfuerzos pero significó un muy valioso

servicio al país, que quedó materializado en 28 láminas publicadas entre 1885 y 1892. constituyeron el primer conjunto de cartas parciales y totales del Territorio. En 1933 el Instituto se transformó en Comité Nacional de Geografía.

En 1912 el IGM, que ya había iniciado trabajos topográficos y cartográficos dirigidos a satisfacer las necesidades del Ejército Argentino, presentó a su Estado Mayor, un proyecto cartográfico de largo aliento y trascendencia fundamental, orientado a establecer criterios técnicos esenciales para dar comienzo a la construcción de la cartografía nacional en sus distintas escalas. Uno de ellos, establecía los levantamientos a escala 1:25.000 en zonas de alto valor económico y 1:100.000 para el resto de los levantamientos. El mismo, se aprobó por decreto presidencial (Roque Sáenz Peña), el que además creó para su planificación inicial la denominada “Comisión de la Carta de la República” integrada por los organismos militares y civiles de la época relacionados con el territorio; el jefe del EMGE era su presidente y el director del IGM su secretario.

Con tal orientación, en 1913, el IGM realizó sus primeros relevamientos con plancheta a escala 1: 25.000 y 1:50.000 en zonas de la Mesopotamia y al año siguiente continuó con dicho trabajo en Buenos Aires, Córdoba, Entre Ríos, Salta y la Capital Federal con sus alrededores. En todos los casos, previamente se realizaron grandes operativos geodésicos a fin de generar una mínima cantidad de puntos de apoyo, los que luego se densificaban mediante la determinación gráfica de puntos auxiliares. En esa época los levantamientos con plancheta se consideraban trabajos precisos y regulares por lo que durante su ejecución, era necesario incorporar puntos altimétricos, para generar luego las curvas de nivel correspondientes, según la equidistancia apropiada en cada zona. Dichos puntos se obtenían utilizando o densificando mediante líneas de nivelación, los determinados con anterioridad por el mismo IGM o el Ministerio de Obras Públicas de la Nación en la Mesopotamia particularmente para el estudio de los grandes ríos. Estas acciones marcan el comienzo de una etapa técnicamente más racional y ordenada.

En 1918 el IGM asumió nuevos objetivos, además del levantamiento de la Carta Militar del país se le confió la ejecución de los trabajos geodésicos fundamentales para facilitar los relevamientos de orden militar y civil. En ese cuadro de avances, ante el gran desafío que la tarea geográfica comprendía y con plena conciencia de la importancia para nuestro país de contar con la información geográfica fidedigna del territorio, durante los años 1919/20 se elaboró un proyecto de ley de la carta para organizar dicha tarea, con la mayor eficiencia posible. Lamentablemente, su tratamiento no tuvo aprobación en esa oportunidad, tal objetivo se alcanzó 21 años más tarde, en 1941 con la “Ley de la Carta” N° 12.696, un instrumento legal que recién entonces legitimó la gran cantidad de actividades realizadas por el Instituto previamente, como también activó su trabajo y proyección futura. En 1920 el IGM publicó el primer mapa mural de la República Argentina (Mapa de Comunicaciones a escala 1:1.000.000); un gran trabajo cartográfico cuya elaboración había comenzado en 1914 utilizando metodología de compilación. Planificado para imprimir en 12 hojas o en conjunto como mapa mural; Dado que inicialmente solo comprendía el territorio argentino, en 1928 se actualizó con la incorporación de las áreas fronterizas a fin de dar continuidad geográfica a las grandes vías de comunicación.

En el mundo, como vimos anteriormente, el advenimiento de la fotogrametría terrestre había introducido grandes cambios en la metodología de los levantamientos

cartográficos con plancheta, el operador había reducido sensiblemente la observación, medición y cálculo en el terreno, para incrementar su trabajo en gabinete, mediante las fotografías, adecuadamente obtenidas del terreno a relevar. El empleo de métodos fotogramétricos en el IGM, se produjo durante la primera década del siglo XX con la adquisición de un estereocomparador y un fototeodolito con formato de fotogramas de 9x12 cm. Se realizó un levantamiento experimental en la zona de Tandil (Bs As) y más tarde en los alrededores de Salta se obtuvieron 450 fotogramas con los que se elaboraron 7 hojas a escala 1:25.000. Pese a los buenos resultados logrados, solo a partir de 1920 comenzaron a planificarse con continuidad este tipo de levantamientos estereofotogramétricos iniciando en la provincia de Mendoza, en zona de Cordillera de los Andes.

Entre los años 1920/1926 el Instituto mejoró sus rendimientos de trabajo con dicha metodología, priorizando para levantamientos regulares el uso de la escala 1:50.000 y reservando la escala 1:25.000 para zonas de características especiales trabajando en las provincias de Buenos Aires, Corrientes, Entre Ríos, Mendoza, Santa Fe y Tucumán. En 1922 se adquirieron dos equipos completos Zeiss para fotogrametría terrestre, cada uno compuesto básicamente por un fototeodolito con cámara de 3 objetivos para placas de 13 x 18 cm y un estereocomparador Pulfrich para placas de 13 x 18 cm, con adaptador para placas de 9 x 12 cm.

La evolución de los trabajos cartográficos y su expresión plana sobre papel, exigieron estudiar las proyecciones posibles y convenientes de aplicar en nuestro país, según las características generales de su territorio. Se buscó limitar al máximo las deformaciones impuestas por dicho proceso de transformación para finalmente imprimir la cartografía básica oficial y la cartografía catastral. Tengamos en cuenta que el elipsoide sobre el cual se proyectan las observaciones y medidas obtenidas sobre la superficie terrestre no es desarrollable, por lo cual era necesario utilizar alguna de las muchas proyecciones por entonces existentes; Con tal sentido, en 1925 el IGM dispuso el uso oficial de la Proyección Cilíndrica Conforme Gauss-Kruger, con la cual se asegura la conservación de los ángulos de las figuras originales representadas en el plano (aunque no así otras condiciones como las distancias y las áreas).

En el mundo, la aerofotogrametría comenzaba a adquirir gran importancia: En 1927 el IGM creó la sección fotogrametría como parte de la división topográfica; en 1929 se realizó una prueba con la aerofotogrametría en un sector de la carta Morón escala 1:25.000. En 1934 la sección fue convertida en división con nuevos objetivos; Una decisión que expresa la creciente valoración de esta metodología y sus resultados en el mundo y en nuestro país. El primer levantamiento regular se realizó en 1938 en la zona de Esquel (Chubut), en ellos, las primeras aerotriangulaciones analógicas numéricas a fin de generar la red de puntos necesarios para el proceso de restitución planialtimétrica empleando restituidores de observación anaglífica (*estereoscópica, con relieve*).

La dimensión de la obra geodésica y cartográfica por realizar, movilizó la continua preocupación del IGM por mejorar sus rendimientos productivos a través de la aplicación de nuevas tecnologías e incorporación del instrumental necesario. La década entre los años 1940/50 fue muy importante para la consolidación y desarrollo de la fotogrametría analógica en el IGM, dado el valioso instrumental incorporado, entre lo que se destaca: dos aviones fotográficos (Beechcraft AT11); dos cámaras

aerofotogramétricas Wild RC5 con focal de 115mm y fotogramas 18 x 18 cm ; dos aerotrianguladores analógicos (Wild A5), seis estereorestituidores (Wild A6); mediante la utilización de estos equipos de restitución óptico-mecánicos, el operador podía recrear las condiciones de los fotogramas en el momento de captura, conformando el modelo estéreo sobre el cual trabajar.

En 1943 se establecieron nuevas tolerancias para los distintos tipos de levantamientos, en base a los trabajos realizados en diferentes zonas del país durante el período 1930/1942. Asimismo, se incorporó el método de trabajo combinado en el que se integra la aerofotogrametría con el relevamiento terrestre clásico, en terrenos llanos o de mínimas pendientes, donde la restitución aerofotogramétrica altimétrica no mantiene la precisión de la planimétrica.

Por entonces se realizó a modo de prueba, un levantamiento en la provincia de Formosa a escala 1:125.000, para generar cartografía a escala 1:250.000. Dado las características morfológicas del terreno, se decidió la siguiente metodología: Apoyo mediante estaciones astronómicas expeditivas; Levantamientos a través de poligonales planialtimétricas con plancheta, brújula y niveles siguiendo red de caminos y sendas La Ira hoja publicada a dicha escala fue la de Cruzú Cuatiá en 1951. Un criterio general que se adoptó más tarde con esta escala fue trabajar por compilación de levantamientos regulares o expeditivos actualizados y ajustados según su tolerancia. Sin embargo, en ambos casos la producción quedaba asociada a los avances en las escalas mayores, por lo cual años más tarde se buscó aplicar procedimientos más rápidos utilizando la aerofotogrametría, para lo cual se realizó un importante cubrimiento aerofotográfico que permitió incrementar la producción en base a la denominada “Carta Topográfica Expeditiva, a escala 1:250.000.

Asimismo, a fin de lograr un mayor avance en el cubrimiento cartográfico del territorio nacional, la dirección del IGM, además de continuar con el trabajo de planchetas para obtener cartas a diferentes escalas grandes (1:25.000 y 1:50.000), abordó los levantamientos antes señalados a escalas medias (1:100.000 y 1:250.000) y también a escalas chicas (1:500.000); La elaboración de esta última se denominó “Carta Provisional Militar 1:500.000” cubriendo el territorio con hojas de 3° de longitud y 2° de latitud (70 hojas, solo parte continental americana); se convirtió así en un documento completo, valioso y muy requerido para estudios de grandes espacios.

Para ello, la división Cartografía reunió, expurgó y seleccionó para cada una de las hojas, el material cartográfico fidedigno existente en el país, completándolo con datos propios de origen diverso; A medida que el programa de levantamientos anuales progresaba, se actualizaban las hojas que contenían la información correspondiente. Fue un periodo de gran producción cartográfica, dado que la escala 1:500.000 permitió la compilación de importantes obras tales como:

- Mapa de la RA escala 1:2.500.000 (1934)
- Mapa de la RA escala 1:1.500.000 (1937)
- Mapa de la RA escala 1:10.000.000 (1940)
- Mapa de la RA escala 1: 5.000.000 (1943)
- Mapa del Territorio del Chaco (1944) escala 1:500.000
- Mapas escolares de provincias y territorios nacionales (convenios con el Consejo Nacional de Educación)

- Mapa de la zona austral a escala 1:5.000.000 con color las áreas de soberanía argentina, incluyendo el sector antártico argentino (1946)
- Mapa de la Antártica Argentina a escala 1:10.000.000 (1948)
- Mapa General de América del Sur, físico político a escala 1:3.000.000 (1948)
- Primer atlas de la RA, físico, político y económico a escala 1:1.500.000 (31 láminas) (1953)
- Mapa de la RA escala 1:10.000.000 extendida hasta el Polo Sur (1961)
- Atlas de la RA, uso escolar, con mapas a varias escalas Centenario IGM (1879-1979)

Estas obras, se convirtieron en una importante contribución a la formación de la conciencia territorial de los argentinos como también al conocimiento y divulgación de su Geografía, en muchas de ellas se reflejaron las diferentes zonas en litigio, tanto internacionales como interprovinciales.

## **AVANCES TRASCENDENTES EN LA SEGUNDA MITAD DEL SIGLO XX**

### **Tecnologías de la información y la comunicación (Tic)**

Es evidente que la evolución de las ciencias y el conocimiento humano en general, se aceleró notoriamente durante el siglo pasado, como consecuencia de lo cual, se generaron cambios trascendentes en la vida del hombre, la mayoría de ellos, a partir de la 2da mitad del siglo XX, como resultado prioritariamente de dos factores, ambos en constante evolución, el desarrollo tecnológico y el crecimiento demográfico. El gran desarrollo tecnológico de la humanidad, tiene una manifestación muy fuerte en las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), que influyen cada día más, sobre todas las actividades humanas, personales y laborales. Lo hacen a partir de los avances logrados en varias ramas de la ingeniería entre las que se destacan microelectrónica, informática, ingeniería espacial y telecomunicaciones.

Tales avances facilitan significativamente la generación, procesamiento y transmisión de información en soporte digital de cualquier tipo (textos, gráficos, imágenes, sonido, etc.), a través de un complejo sistema de redes basadas en Internet, que desde sus comienzos en 1969 no ha dejado de crecer e incorporar nuevas posibilidades orientadas al crecimiento integrado de la comunidad digital de nuestro planeta. Sobre dicha infraestructura de redes, se ha desarrollado (desde fines de la década del 80) la denominada World Wide Web (red informática mundial), basada en software, protocolos y aplicaciones que hacen posible el flujo de datos e información que circula en las redes. En su evolución se han sumado servicios como correo electrónico, conversaciones en tiempo real (chats), información social, juegos en línea, noticias etc.

Estos modernos recursos, han tenido una impronta muy destacada en la sociedad actual, porque impactan sobre todos los aspectos de la vida del hombre, ofreciendo inclusive nuevas formas de generación y acceso al conocimiento; Siempre que se disponga de una conexión a Internet a través de algún dispositivo fijo o móvil que posibilite ingresar a la web, para utilizar algún navegador como Google Chrome, Mozilla, Firefox, Youtube u otros.

En relación con el crecimiento demográfico, señalado anteriormente como importante factor de cambios. Estudios realizados en 2015 por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) señalan que la población mundial, estimada en casi 1000 millones en el año 1800, pasó a más de 6000 millones en el año 2000; en la actualidad 7300 millones, estimándose que en 2050 se aproximará a 9700 millones; Su crecimiento se ha acelerado en los últimos 200 años en función de una alta tasa de nacimientos y la reducción de la mortalidad, por los avances en medicina. Cabe señalar también que, estudios posteriores han puesto en duda las estimaciones expresadas para mediados y finales del siglo XXI, aunque coinciden plenamente que la población mundial seguirá aumentando, lo que acentuará los efectos resultantes y su importancia como factor de cambio.

Tal crecimiento demográfico, lógicamente ha elevado la demanda de insumos de todo tipo, cuya producción ha alcanzado niveles que comprometen los ecosistemas de nuestro planeta, aunque el gravísimo problema de la subalimentación y el hambre, subsiste en el mundo por un conjunto complejo de razones; También se enfrentan diversos procesos de degradación ambiental, como resultado de acciones antrópicas, entre las que se destacan la sobre explotación, la contaminación, los desastres ambientales y la desertificación; Con consecuencias sobre la salud humana, la biodiversidad y el cambio climático entre otros. Con respecto a este último, los informes recientes del Grupo Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) son preocupantes. La Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (NOAA) de los Estados Unidos informó que julio de 2021 fue el mes más cálido registrado en toda la historia desde que comenzaron los registros sistemáticos hace 142 años.

Asimismo, la concentración urbana, una resultante propia del incremento de población, ha impulsado nuevas formas de conflictos socioeconómicos tales como la marginación, la pobreza, la violencia y el delito. A todos ellos, debemos sumar el incremento en los desastres naturales con gran capacidad para afectar la vida de mayor cantidad de personas.

Frente a los problemas expresados, de gran trascendencia para la humanidad, el aporte de la Geografía puede ser muy valioso, dado que la dimensión espacial es un elemento esencial a considerar para su seguimiento, registros, investigaciones, análisis y toma de decisiones. Sin olvidar que, por las complejas características e interrelaciones, que presentan, tales estudios exigen un tratamiento multidisciplinario.

### **Tecnologías de la Información Geográfica (TIG)**

Dentro del marco general de las TIC y como parte de ellas, se ha desarrollado un conjunto muy importante de recursos, para todas las personas en general y profesionales en particular, que utilizan, con los más diversos fines, Información Geográfica (IG), es decir, información que tiene una posición sobre la superficie terrestre. Tal conjunto de recursos se denominan Tecnologías de la Información Geográfica (TIG), son aquellas que permiten obtener, procesar, analizar, visualizar y representar IG, las que inevitablemente, en el marco general de las TIC, se encuentran en continuo desarrollo y expansión.

Una diferencia fundamental respecto de las TIC, que es conveniente destacar, es que la información con la que realizan todas sus funciones las TIG, tienen como

mínimo, una componente espacial (localización sobre la superficie terrestre mediante coordenadas esféricas o planas) y una componente temática asociada (atributos alfanuméricos). Las TIG son de especial interés para los geógrafos, dado que se han convertido en las herramientas más avanzadas para facilitar su tarea y aumentar sensiblemente la validez y consistencia de sus resultados, en los campos de interés profesional e investigativo de la Geografía, por sus indiscutibles ventajas, para estudiar, explicar o efectuar propuestas sobre un fenómeno geográfico en estudio, como también facilitar la toma de decisiones más adecuada sobre el mismo.

En el conjunto de las TIG, se encuentran los sistemas de posicionamiento global, la consecuente Geodesia satelital, los cambios metodológicos en la elaboración de cartografía, a través de la fotogrametría, desde la producción analógica hasta la digital, la teledetección y sus importantísimos aportes a la vida del hombre actual. Finalmente las nuevas herramientas que transformaron la producción, uso y aprovechamiento de la información geográfica o georreferenciada (IG) como son los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE).

### **Geodesia satelital – Nuevo marco de referencia geodésico**

En el año 1957, recién comenzada la carrera por la conquista de espacio, la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS) logró un gran éxito, lanzando el primer satélite artificial al espacio, el Sputnik I, con 58 cm. de diámetro y 83 kg de peso, en 98 minutos realizaba una órbita elíptica en torno a la Tierra. Por entonces, el desarrollo de la tecnología espacial adquirió gran importancia como expresión de la capacidad científico-técnica, estratégica y militar de los países involucrados. A principio de los años 60 los EEUU se interesaron en desarrollar un sistema basado en satélites, para determinar la posición de sus unidades navales en el mundo, de funcionamiento continuo y no limitado por las condiciones atmosféricas. Con ese criterio, cinco años más tarde, implementaron el primer sistema de navegación y posicionamiento basado en satélites que denominaron TRANSIT, constituido por una constelación de seis satélites en órbita polar baja, de 1074 Km de altura.

Con las señales que enviaba cada satélite se calculaba su posición a lo largo del tiempo; El receptor localizaba en el espacio al satélite y analizaba el aparente cambio de frecuencia de su señal, producido por el movimiento del emisor respecto a su observador (efecto Doppler). Era necesario al menos 17 pasos de satélites para lograr las coordenadas precisas del punto, lo que exigía al operador permanecer junto al receptor durante aproximadamente 3 días, según la cantidad de pasos útiles para el cálculo obtenidos. El proceso de cálculo de coordenadas se realizaba posteriormente, era complejo y tenía sucesivos ajustes.

Con el sistema TRANSIT, sus propietarios y usuarios, conocieron las grandes ventajas que este tipo de geoposicionamiento ofrecía, como también algunas limitaciones que resultaba necesario superar; Además, por entonces la URSS había implementado un sistema similar de nombre TSICADA y en el marco de la guerra fría que alentaba y hacía posible la inversión en este tipo de desafíos, los EEUU decidieron dar un gran salto tecnológico hacia un sistema de navegación, que superara ampliamente al anterior y dejara atrás a la URSS en este campo. Se concibió así el Sistema de Posicionamiento Global, GPS (Global Positioning System), formado por una

constelación de 24 satélites en órbita media (en 6 planos orbitales con 4 satélites cada uno, a 20.180 km de altitud), para ofrecer a sus fuerzas armadas, la capacidad de conocer la posición geográfica de sus unidades de personal o medios desplegadas en el mundo, en forma precisa y rápida, sin limitaciones temporales o meteorológicas. El primer satélite se lanzó en 1978, y en diciembre de 1983 se declaró la fase operativa inicial del sistema GPS, concebido como un sistema militar estratégico.

Sin embargo, en 1984 un vuelo civil de Korean Airlines con 269 personas a bordo, fue derribado por la Unión Soviética al invadir por error su espacio aéreo. Por tal razón, la administración Reagan ofreció a los usuarios civiles cierto nivel de uso de GPS, llegando finalmente a ceder el uso global y sin restricciones temporales. A partir de entonces, comenzaron surgir los primeros fabricantes de receptores GPS para su empleo en actividades civiles; como también se generó un creciente mercado de aplicaciones que tuvo y mantiene notoria expansión.

El sistema funciona básicamente mediante señales codificadas que cada satélite envía continuamente; Para calcular su posición, el equipo receptor requiere procesar las señales de 4 o más satélites; Conociendo la posición de cada satélite, con relojes muy precisos, determina el tiempo que tarda la señal entre emisor y receptor; luego, mediante cálculos trigonométricos (trilateración), puede calcular su posición en tres dimensiones (X, Y, Z) y el tiempo (T) exacto sincronizando la hora del receptor con la hora de los satélites (relojes atómicos). Ofrece una precisión de hasta centímetros (si se utiliza GPS diferencial), aunque lo común son unos pocos metros. En 1993 se declaró operacional con una constelación de 24 satélites.

Algunos años más tarde, la ex-URSS también creó un sistema con objetivos similares, denominado Sistema Global de Navegación por Satélites (GLONASS) Por sus problemas políticos y económicos de la época, el completamiento de la constelación prevista fue lento; A partir de 2011 se encuentra totalmente operacional con 24 satélites en órbita. Asimismo, la Unión Europea buscando asegurar el uso de esta tecnología en su territorio inició en 2003 el desarrollo de un sistema de posicionamiento por satélites que denominó GALILEO, el cual inició sus operaciones en 2016.

Finalmente cabe señalar que China también desarrolla su Sistema de Navegación por Satélite denominado BeiDou, el que en una 1ra etapa experimental, como BeiDou 1 funcionó durante desde 2000 y hasta 2011 ofreciendo cobertura sobre su territorio. En diciembre de 2011 iniciaron con el sistema BeiDou 2 (nueva generación) con una constelación parcial de 10 satélites en órbita y cobertura sobre la zona Asia-Pacífico. En 2015, iniciaron la construcción del sistema BeiDou-3 de cobertura global con una constelación prevista de 35 satélites, el primero de ellos fue lanzado en 2015.

Con estos sistemas satelitarios de geoposicionamiento el hombre ha podido reemplazar las estrellas en la tarea geodésica, determinando de forma rápida y precisa, la posición de cualquier punto sobre la Tierra. Indudablemente el GPS ha sido el más adelantado temporalmente por lo que su uso y aplicaciones se han generalizado mucho. Para mejorar la precisión y seguridad en los cálculos de posicionamiento y navegación, se han desarrollado equipos receptores que captan y combinan los datos de los distintos sistemas (GPS; Glonass y Galileo); Se denominan GNSS (Global Navigation Satellite System) y se utilizan en investigaciones geocientíficas o tareas que requieren mayor precisión.

El desarrollo de nuevas aplicaciones asociadas a la geolocalización, continuará siendo muy importante y excede ampliamente las que son puramente geográficas; las más comunes están presentes en nuestros celulares o equipos móviles de ayuda para la conducción / navegación de vehículos de todo tipo. La IG alfanumérica que los cuantiosos y variados equipos de posicionamiento satelital disponibles generan, es posible incorporarla fácilmente al espacio digital de trabajo. Un ejemplo de ello, son las diversas aplicaciones desarrolladas para conocer la ubicación en tiempo real de un teléfono móvil (con conocimiento o no de su usuario) y consecuentemente sus desplazamientos durante un tiempo determinado.

### **Cambios fundamentales en la tarea geodésica**

Como sabemos, una de las tareas fundamentales de la Geodesia es la determinación de coordenadas planimétricas y altimétricas precisas sobre todo el territorio soberano de un país, para servir a las necesidades de la cartografía como también las muchas otras actividades relacionadas con los estudios, decisiones, planificaciones y realizaciones que el funcionamiento de un estado requiere. Como vimos anteriormente, debido a las características particulares e irregulares de la superficie terrestre, los geodestas consideraron necesario utilizar dos superficies de referencia para proyectar las observaciones efectuadas en la superficie terrestre, una planimétrica y otra altimétrica. Para la primera se definió un elipsoide de revolución; para la segunda el geoide (superficie equipotencial del campo gravitatorio terrestre que coincide aproximadamente con el nivel medio del mar).

La Geodesia clásica utilizó durante siglos las estrellas para determinar las coordenadas planimétricas de un punto y más cerca en el tiempo, proyectarlas sobre un elipsoide de referencia. Así, los países fueron eligiendo distintos elipsoides, tal que por sus características técnicas y posición en relación con la tierra, se adapte mejor a su territorio; en consecuencia, a partir de cada uno de ellos, se crearon distintos sistemas de referencia, a través de los cuales lógicamente se generaban diferentes valores de coordenadas para el mismo punto, según el sistema de referencia empleado. Lo cual establecía una discontinuidad técnica de la IG, que se resolvía mediante la aplicación de ecuaciones de transformación previamente definidas. Se podría pensar que esta condición entre distintos sistemas que se utilizaban en regiones o países, generaban un cierto “aislamiento técnico” entre ellas.

El cambio metodológico más importante que introdujo la Geodesia satelital, fue dejar de observar las estrellas para captar y analizar señales de un conjunto de satélites sobre el horizonte que recorren orbitas precisas con estructuras muy estudiadas y controladas, a fin de lograr los objetivos de localización y navegación que se establecieron para cada sistema de posicionamiento; para ello, se requirió definir previamente el elipsoide referencia que mejor se ajusta a todo nuestro planeta. Así, para el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) se determinó el World Geodetic System 1984 (WGS84), ubicado en el centro de masas de la tierra y definido por una serie de parámetros entre los que se encuentran el semieje mayor, el semieje menor y su achatamiento. Hoy, su adopción en los distintos países es necesaria para poder utilizar directamente y sin transformaciones el sistema GPS y sus muchas aplicaciones. Con lo cual han desaparecido las diferencias derivadas de usar distintos sistemas de referencia

haciendo posible la creación de marcos de referencia geodésicos muy precisos a nivel nacional, continental y mundial.

Con el advenimiento de la Geodesia Satelital, utilizando tecnología doppler para procesar las señales de los satélites del sistema Transit se produjeron avances muy importantes en el campo de la Geodesia desarrollada en el IGM, Entre los primeros trabajos se encuentran los efectuados por personal del Instituto conjuntamente con la empresa U.S. Topocon que en 1971 apoyó los estudios del Datum Sudamericano de 1969, con estaciones de observación en Villa Dolores (Córdoba) y Conesa (Río Negro). Asimismo en 1976 también con una empresa privada (Decca Survey) y equipos JMR1 se registraron pasos de satélites en 3 puntos de la provincia de Bs As. Ante los buenos resultados obtenidos, se proyectó la construcción de una red de 18 puntos doppler sobre cruces de cadena de la red Inchauspe para comparar resultados (Con 3 equipos JMR1 y operadores del Servicio Geodésico Interamericano, Defense Mapping Agency, como también del IGM). Esta tarea se cumplió durante 50 días en los meses de abril y mayo de 1977. En cada estación se registraron 40 pasajes de satélites, lo que insumió una permanencia promedio de 3 días por estación.

Luego de estas primeras experiencias con dichos equipos, el IGM utilizó esta tecnología para realizar tareas de apoyo topográfico a fin de elaborar cartografía a escala 1:250.000. Un ejemplo de este tipo de trabajos se llevó a cabo en la zona de alta montaña próxima al límite internacional de las provincias de Catamarca, Salta y Jujuy, donde, por falta de caminos y dificultades para desplazarse era muy ventajoso operar con helicópteros Lama diseñados para búsqueda y rescate en alta montaña.

Cabe destacar que su cabina es muy pequeña por lo cual solo podía trasladar al operador y su equipo JMR1 (cuyo peso y tamaño eran considerables); desde la base hasta el punto a dar coordenadas seleccionado previamente, teniendo en cuenta que el lugar debía tener altura para disponer de buena señal pero también condiciones mínimas de resguardo para permitir la permanencia en soledad del operador durante 3 días aproximadamente, con su radio conectada periódicamente a la base y a la espera de reunir los pasajes de satélites necesarios para lograr la precisión buscada.

La Geodesia satelital generó cambios muy importantes en las antiguas metodologías de trabajo geodésico, entre las que se destacan la intervisibilidad entre los puntos a medir dejó de ser necesaria, algo que en terrenos de llanura, exigía la construcción de torres para el operador y su equipo (*entre 6 y 36m de altura*). Grandes ventajas en precisión y rapidez para determinar las coordenadas de un punto en base a las señales de los satélites que se encuentran sobre el horizonte. - Creciente uso del Sistema de Posicionamiento Satelital GPS (*operativo desde 1993*). Surgió así, la fuerte necesidad del IGM de contar con un marco de referencia geocéntrico, asociado al sistema de referencia global WGS84 para facilitar el uso del sistema, para lo cual se realizaron dos campañas geodésicas (durante los años 1993 y 1994) en las que se observaron 127 puntos con GPS, cubriendo todo el país, su procesamiento se realizó en la Universidad Nacional de La Plata; La red creada se denominó POSGAR 94 (Posiciones Geodésicas Argentinas) un 50% de sus puntos coinciden con los del Sistema Geodésico Campo Inchauspe 69. La dualidad de valores en algunos puntos permitió determinar los parámetros de transformación entre ambos sistemas. Los trabajos principales de campo los realizó el IGM en 1993. Contó con el aporte de importante número de receptores del Proyecto Geodinámico Andes Centrales, de las

Universidades de Memphis y Carolina del Norte, cuya red coincide con la red POSGAR en 23 estaciones. Se sumaron a la red cinco mareógrafos de la costa atlántica y el de Ushuaia sobre el Canal de Beagle, en cuya medición participó el Servicio de Hidrografía Naval.

En 1997, ante la creciente utilización del GPS, por parte de los diferentes usuarios de nuestro país, el IGM adoptó como Marco de Referencia Geodésico Nacional a POSGAR 94, con lo cual se materializó sobre el territorio argentino el Sistema de Referencia WGS84, en reemplazo del sistema local Campo Inchauspe 69. Las ventajas derivadas de los sistemas de posicionamiento impulsaron su continuo desarrollo tecnológico y la gran expansión de su uso, como consecuencia de la creación de variadas aplicaciones muy útiles para facilitar la realización de las muchas actividades espaciales en las que los seres humanos se desenvuelven.

En relación con el nuevo marco de referencia adoptado, en el año 1998, el IGM inició el proyecto denominado Red Argentina de Monitoreo Continental Continuo (RAMSAC), basado en la instalación de estaciones permanentes conectadas a sistemas de posicionamiento con los siguientes objetivos:

- Perfeccionamiento y mantenimiento del Marco de Referencia Geodésico Nacional

- Contribuir con estaciones GNSS al mantenimiento del Marco de Referencia Terrestre Internacional. En la actualidad existen más de 73 estaciones permanentes distribuidas en todo el país.

## **OTRAS REDES GEODÉSICAS FUNDAMENTALES** (*Fuente Geoportal IGN*)

### **Red Altimétrica de Nivelación**

Referida al nivel medio del mar, comprende la cantidad de 163.584 Km de nivelación de diferente orden de precisión. Se desarrollan a lo largo de caminos por lo que su trazo y polígonos son irregulares. Compuesta por aproximadamente 2.000 líneas de nivelación y 35.000 pilares localizados a la vera de rutas y caminos. Su valor de cota representa la altura sobre el nivel medio del mar, Las distintas líneas que constituyen la Red Altimétrica Nacional están clasificadas en Alta precisión; Precisión y Topográficas.

### **Red Gravimétrica**

Integrada por 4 redes de distinto orden de precisión => Gravedad absoluta; Primer orden; Segundo orden y Tercer orden. Comprenden aproximadamente 19.000 puntos gravimétricos observados, cubren todo el territorio nacional. La Gravimetría estudia el campo gravitatorio terrestre y algunas de sus aplicaciones permiten determinar con precisión los distintos tipos de alturas físicas, como las ortométricas (vertical desde el punto al geoide, obtenida por nivelación geométrica y corregida con la gravedad) o las elipsoidales (entre el punto y el elipsoide, obtenida mediante posicionamiento satelital con coordenadas geocéntricas XYZ); Definir el Geoide; Conocer la distribución y composición de las masas en superficie En el año 2012 el Instituto Geográfico Nacional (IGN), la Universidad Nacional de La Plata (UNLP), la Universidad Nacional de

Rosario (UNR) y la Universidad Nacional de San Juan (UNSJ) iniciaron un proyecto conjunto con el propósito de materializar una nueva Red Gravimétrica de Primer Orden que permita el reemplazo de la antigua red BACARA. Esta red está compuesta por 227 puntos que coinciden con pilares de la Red de Nivelación de Alta Precisión (en su mayoría puntos nodales). Las mediciones de los puntos fueron organizadas en seis campañas, que se llevaron a cabo entre 2012 y 2015.

### **Cartografía digital – Fotogrametría analítica y digital.**

Como vimos anteriormente durante la mitad del siglo XX en el campo de la producción de cartografía se afirmó definitivamente la fotogrametría analógica, primero terrestre y luego aérea, en ambos casos basada en la utilización de equipos óptico-mecánicos con los que se densificaban los puntos de apoyo disponibles y el operador podía crear los distintos modelos estéreo del área de trabajo, a fin de extraer toda la información planimétrica y altimétrica correspondiente. Con la incorporación de las computadoras asociadas a dichos equipos nació la fotogrametría analítica, que ofreció mejores rendimientos de trabajo y precisión en todas las escalas, con la entrega de sus resultados en soporte digital.

En el comienzo de esta etapa y para intensificar la producción cartográfica del IGM, mediante fotogrametría aérea, se adquieren varios equipos menores (*como transformadores de fotogramas y puntinadores*). Durante la década del 60, se incorporan dos cámaras de tipo gran angular (ambas Wild RC9 con fotogramas de 23 x 23 cm) y, pocos años más tarde, para procesar sus fotogramas de mayor tamaño, 4 restituidores (Wild B8). Aumentar el formato de los fotogramas y reducir la escala de la toma fotográfica mediante mayores alturas de vuelo es una ecuación que ofrecía ventajas económicas y productivas. Por entonces, con tales equipos, se avanzó mucho con la cobertura fotográfica del país.

La evolución de la tecnología informática, sus ventajas y reducción de costos, orientaba decididamente a la incorporación de la fotogrametría digital, en la que el hardware y el software facilitan o resuelven todos los procedimientos fotogramétricos permitiendo que el operador capture con mayor precisión los objetos de interés existentes en los fotogramas, entregando archivos en soporte digital los que además, permitieron incorporar grandes ventajas en los procesos posteriores de producción, almacenamiento, actualización y generación de nuevos productos.

La incorporación del método de aerotriangulación analítica en el IGM, se materializa con la adquisición en el año 1968 de un estéreo comparador electrónico transitivo de tres fotogramas Nistri TA3P, con 2 programas elaborados por el Consejo Nacional de Investigaciones del Canadá. Sin embargo el desarrollo adquirido por la metodología de aerotriangulación semianalítica o de modelos independientes hace que en 1973/74 se adquieran 3 autógrafos Wild A10, dos de ellos con registrador electrónico de coordenadas para su empleo tanto en aerotriangulación como restitución.

Así, a partir de entonces, el proceso de aerotriangulación se continuó realizando con base en el equipo Nistri y 2 A10 aplicando el método de aerotriangulación semianalítica con compensación por fajas pero poco después, con igual equipamiento se pasó a aplicar el método de aerotriangulación analítica con

compensación en bloque para modelos independientes confirmando a este último como el camino más apto para lograr los mejores rendimientos productivos.

La respuesta inmediata de tales cambios fue una importante mejoría en la producción anual que pasó de 1000 pares en 1979 a 4000 en 1982, lo que permitió confirmar las ventajas del método expresado de aerotriangulación analítica con compensación en bloque por modelos independientes e inclusive adoptar la decisión de adquirir un Sistema Planicomp C100, el que se incorporó durante los primeros meses de 1983, año en que se produjeron 6000 pares y al año siguiente 7200 pares; Considerando como productivas 13 horas diarias, dado que el área fotogrametría cumplía 2 turnos de trabajo normal (mañana y tarde) y un turno nocturno reducido de producción y capacitación.

En cuanto a la evolución del proceso fotogramétrico de restitución es necesario considerar que en 1979 ese área contaba con 6 estéreo-restituidores (1 Prensa 224, 1 A10 y 4 B8 Wild) que empleaban el método analítico convencional (restitución analógica con asistencia informática) La producción anual que hasta entonces era de 400 pares (considerando 13 hs diarias productivas), durante los años siguientes comienza a ascender hasta alcanzar los 1600 pares en el año 1982, como consecuencia de las mejoras en el proceso previo de aerotriangulación, donde la incorporación del Sistema Planicom C113 de Zeiss, hizo que 2 A10 Wild pasaran a ocuparse en restitución y el Prensa 224 quedara fuera de uso.

Por lo tanto, sobre la base de 3 A10 y 4 B8 Wild quedó estructurado el proceso de restitución en 1983 y como consecuencia de las mejoras en ambos procesos de fotogramétricos ese año la producción alcanzó los 2200 pares, lo cual sugirió la conveniencia de introducir cambios importantes, tanto en el proceso de restitución como en los siguientes (edición cartográfica y grabado de originales para impresión) a fin de lograr incorporar las grandes ventajas tecnológicas que se presentaban trasladándolas a la capacidad productiva del organismo.

En este punto, cabe señalar que el Instituto contaba desde varios años atrás (para cálculos geodésicos y digitalización) con un Sistema Interactivo Gráfico MyS ligado a una computadora PDP11/70 cuya entrada era la información digitalizada manualmente sobre 3 mesas o estaciones de trabajo. El problema a resolver era lograr que dicho sistema trabajara con los datos generados por la salida del proceso de restitución. La solución se logró en 1984 con la incorporación de 4 estereorestituidores analíticos (Planicomp C120), con los que se repotenció significativamente el proceso de restitución y se logró integrarlo con el Sistema MyS mediante un enlace de tipo fuera de línea. También se adquirió y/o elaboró el software necesario para lograr el objetivo de realizar la edición digital de las hojas topográficas en el mismo.

Finalmente, ese mismo año, para completar el ciclo del proceso fotogramétrico y cartográfico integrado se adquirió una mesa digital Konsberg con capacidad para generar automáticamente el grabado de los originales de impresión sobre soportes plásticos de alta estabilidad dimensional. El sistema conformado se denominó "Sistema integrado de fotogrametría y cartografía automatizada" SICA. Cabe destacar que con la incorporación de los 4 Planicomp C120 en 1985 se restituían más de 3000 pares por año. Todo ello, nos permite afirmar que durante la década de 1980, la división fotogrametría alcanzó los mas altos niveles de producción y, mediante la integración de

todos los procesos cartográficos de gabinete se convirtió en el corazón productivo del IGM.

En 1985, se obtuvo la primera hoja elaborada con el SICA y, luego de los saludos por el logro alcanzado, surgieron acaloradas discusiones entre los especialistas en cartografía y fotogrametría de mayor experiencia, por la salida gráfica de la primera carta digital generada por el sistema (3166-27 Ulapes, provincia de La Rioja); el rechazo de los cartógrafos por sus líneas no apaisadas era muy fuerte, algo que se logró resolver mediante sucesivos ajustes sobre la programación operativa de los restituidores.

Así el denominado modelo vector, fue conformándose en nuestros restituidores digitales con su metodología de captura de los distintos elementos de interés que conforman el espacio de trabajo a levantar, tal que, ya sean estos, puntuales, lineales o areales, se utilizan solo puntos de coordenadas, para construir cada uno de ellos (límites en el caso de las áreas). Recordemos que el proceso fotogramétrico de restitución se lleva a cabo a partir del modelo en tres dimensiones, que se crea en la mente del operador, con gran detalle, mediante su visión estereoscópica.

Asimismo, los datos planimétricos se expresan con respecto al plano de referencia regular (elipsoide) y los altimétricos con respecto al geoide (nivel medio del mar), mediante curvas de nivel o modelos digitales del terreno; con lo cual estamos comenzando a crear el espacio geográfico digital. A partir del cual, la informática facilitó y aceleró significativamente todos los procesos posteriores de producción cartográfica, como la digitalización, edición, elaboración de originales para impresión y finalmente la conservación de archivos en soporte digital y en condiciones de emplear en futuras actualizaciones o nuevos productos.

La evolución generada por el nuevo instrumental y sus metodologías de trabajo, marcó la conveniencia de actualizar las normas de trabajo existentes, en particular en lo relacionado con el apoyo de campo correspondiente; Se hizo necesario establecer un campo de pruebas aerofotogramétrico, lo que se llevó a cabo al oeste de la ciudad de Córdoba en una extensión de 90 Km en el sentido N-S y 11 Km en dirección E-O; Con 36 marcas terrestres fácilmente identificables, más 66 detalles post-señalizables a fin de verificar el comportamiento de los errores sistemáticos y la eficacia de los distintos métodos operativos de ajuste en aplicación. También se planificó la ampliación del campo de pruebas a 90 x 40 Km para hacer posible la calibración de cámaras aerofotogramétricas, determinar el distanciamiento adecuado entre puntos de apoyo para aerotriangulación de faja, como también el número y distribución de puntos de apoyo para el cubrimiento de áreas extensas que requieran y permitan una compensación general del conjunto (compensación en bloque).

Indudablemente, todos avances que se señalan, ya sea en el pasado como en el presente se orientan a incorporar productos de avanzada que dan una mejor respuesta a los usuarios o mejorar la calidad y precisión de los productos que el organismo ofrece, mejorando los tiempos y costos de producción. Con ese criterio, por entonces, se adquirió un avión con mayor capacidad en su altura de vuelo (Cessna Citation), al que se le incorporaron dos cámaras aerofotogramétricas Wild RC10 provistas de conos de 300, 152 y 88 mm.

Una interesante novedad tecnológica de la época fueron las mejoras en equipos para la elaboración de ortofotografías. Es decir, fotografías aéreas obtenidas con proyección central que, mediante un proceso de rectificación diferencial, se transforman a proyección ortogonal, eliminando las distorsiones características de la proyección original (especialmente en zonas de relieve), con lo que se obtiene una fotografía aérea más precisa y de escala uniforme en toda su superficie. Ante las posibilidades de generar nuevos productos, especialmente en escalas mayores (1:25.000 y 1:50.000) el IGM adquirió en 1982 un ortoprojector OR1 Wild y además se efectuaron modificaciones en los estereorestituidores B8 Wild para realizar el barrido de los fotogramas. Mediante el montaje de varias ortofotografías se generaban otros productos como:

-Ortofotocartas a distintas escalas, ajustadas a su trapezio de hoja y con el agregado de la información planimétrica y altimétrica, servían de actualización o complemento de la carta topográfica correspondiente.

-Ortomosaico con el montaje de varias ortofotos y el agregado de información se cubría el área de trabajo.

## **TELEDETECCIÓN**

Simultáneamente, en esta etapa, el desarrollo de la tecnología espacial ha sido muy importante; superó ampliamente el concepto de sensores remotos basado en fotografías aéreas e introdujo el concepto de teledetección que comprende los distintos sistemas de captura de imágenes a grandes distancias, con sus técnicas de post procesamiento. Sus comienzos se asocian a la puesta en órbita del primer satélite de la serie Landsat en 1972 por la NASA; ese mismo año, el IGM firmó convenio con el Servicio Geodésico Interamericano para recibir imágenes satelitales y crear un centro de distribución en nuestro país. Dado su baja resolución espacial (60m), en el Instituto se usaron para realizar mapas de escalas pequeñas, provinciales por ejemplo, o actualizar cartografía en dichas escalas.

Su evolución ha sido notable, tanto por el desarrollo de los distintos tipos de sensores, como por las plataformas sobre las que se montan con características de funcionamiento y movimientos orbitales ajustados a las capacidades operacionales requeridas por su diseño y objetivos. El destacado desarrollo de esta tecnología, los usuarios lo observamos a través de las mejoras en sus diferentes tipos de resoluciones (espacial, espectral, radiométrica y temporal). A su vez, la coordinación de los movimiento orbitales y tipos de captura entre distintos sistemas de satélites permiten la integración posterior de los datos que generan, como también reducir el tiempo de sus resoluciones temporales (tiempo de revisita), lo que otorga más posibilidades para el seguimiento de fenómenos dinámicos que ocurren sobre la superficie terrestre.

Consecuentemente los aportes de la teledetección al estudio y conocimiento de la Tierra, son notorios, fundamentales y crecientes tanto en las disciplinas geográficas, como también en todas las que trabajan con información espacial. En este sentido, cabe destacar que existen programas de satélites que han mantenido sus características de captura a través de los años, ofreciendo una cobertura global de muchos años, como la serie Landsat, operativa desde el año 1972 (*en 2022 cumplirá 50 años*).

En su proceso de captura de la información, la tecnología satelital, encontró en el modelo raster, basado en una matriz de celdas o píxeles (cada una con su posición espacial y un único valor), organizada en filas y columnas, la forma más adecuada para resolver tanto la toma de datos de la superficie, como su envío a las antenas en tierra del sistema; Datos que conforman capas, las cuales describen variables de interés como características del suelo, altimetría, temperatura, etc.

El modelo vector descrito anteriormente y el raster, cada uno con sus características particulares ofrecen la planimetría en es espacio digital. Para expresar la altimetría ya sea del terreno o elementos sobre el mismo (como edificios, árboles, etc.) se recurrió a la creación de Modelos digitales del terreno (MDT) o Modelos digitales de elevaciones (MDE) mediante formatos digitales, similares a los utilizados por el modelo raster o vector.

Los tres modelos expresados (vector, raster y MDT), resolvieron la incorporación del espacio digital de los diferentes tipos de datos, haciendo posible la gestión y análisis de la información georreferenciada (IG) para generar productos que facilitan la toma de decisiones espaciales a través de novedosas herramientas informáticas, como son los sistemas de información geográfica y las infraestructuras de datos espaciales.

En el año 1990, en el marco de un acuerdo económico general entre España y Argentina, el IGM firmó un convenio con el Instituto Cartográfico de Cataluña que básicamente comprendía:

- Capacitación del personal
- Producción de 717 cartas de imágenes (escala 1: 50.000, 1: 100.000 y escala 1: 250.000) en forma conjunta (IGM apoyo e interpretación)
- Instalación en el IGM de una línea de producción de cartas de imágenes, lo se concretó en 1996, dando un formidable impulso en momentos difíciles

Instalada la nueva línea, se desarrolló un plan de producción de cartografía de imágenes a escalas 1: 50.000, 1: 100.000 y 1: 250.000, con especial atención en la última con el objetivo de cubrir totalmente el país a fines de 1998. Durante los 4 años siguientes (1996/99) se produjeron 187 cartas de imagen, las que sumadas a las 717 de convenio totalizaron 904 cartas de imagen a distintas escalas. Un aporte muy valioso, que también tuvo gran influencia en la producción de cartas de líneas, especialmente en el completamiento de la serie 1: 250.000 que hizo posible la creación del SIG250 IGM.

## **EL IGM Y LA ELABORACION DE CARTOGRAFIA DE FRONTERAS**

De acuerdo con lo establecido en la Ley de la Carta, el IGM participa conjuntamente con la Dirección Nacional de Límites y Fronteras del Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto en las actividades técnicas conducentes a la elaboración de la cartografía de fronteras a escala 1:50.000. En general, la tarea de campo es conjunta y la de gabinete, la realiza el Instituto con los criterios técnicos y directivas que fija la Comisión Nacional de Límites (CONALI) dependiente de la Dirección mencionada a través de un programa de tareas que se acuerda anualmente. Así como, también elabora productos geográficos de interés del Poder Ejecutivo Nacional.

En 1997, durante el desarrollo de la controversia con Chile por los Hielos Continentales Patagónicos, el IGM cumplió un rol muy importante de asesoramiento geográfico para lo cual elaboró un mosaico de imágenes satelitales, de la zona en conflicto mediante una cuidadosa integración de imágenes obtenidas a través de capturas recientes de satélites. Este trabajo, más tarde muy divulgado, en esos momentos, fue expuesto y analizado por el director del IGM en reunión de Ministros del Poder Ejecutivo Nacional, convirtiéndose en un significativo aporte para la toma de decisiones en el más alto nivel de Estado. Cabe agregar que durante 2008 y 2009 el Instituto estuvo realizando trabajos para elaborar la cartografía de línea correspondiente (escala 1:50.000) de dicha zona.

## **UN CAMBIO DE PARADIGMA**

Los avances tecnológicos en todos los campos relacionados con la producción de información geográfica, ponían de manifiesto la pronta superación de una larga etapa caracterizada por la carencia de datos cartográficos y sus dificultades para producirlos. El mundo avanzaba hacia la superación definitiva de dicho paradigma con una manifiesta disponibilidad de datos geográficos. Y como consecuencia de ello, se presentaba una nueva necesidad: contar con herramientas que faciliten la gestión y análisis. Por entonces tanto en el IGM como en varios organismos nacionales se comenzó a pensar y trabajar con conceptos orientados hacia los sistemas de información geográfica. En 1990 con el marco de ideas descripto el Instituto organiza un Simposio SIG, el que entre otros aspectos importantes, permitió tomar conciencia de las ventajas y aportes que se podían lograr si se coordinara el esfuerzo nacional en los distintos campos de la producción de IG.

Uno de los resultados de dicho evento fue la formación de un grupo de trabajo orientado a estudiar conjuntamente las relaciones entre la cartografía y los SIG integrado por personal del: IGM, Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, Servicio Geológico y Minero Argentino, Secretaría de Recursos Naturales, Servicio de Hidrografía Naval, Dirección de Tránsito Aéreo (Cartografía Aeronáutica), Universidad de Buenos Aires (Centro de Información Metropolitana) e importantes empresas privadas. En sucesivas reuniones periódicas se analizaron:

- Las características técnicas, soportes y formatos de la IG que cada organismo trabajaba, sus avances en relación con la digitalización y posible integración futura
- Los requerimientos más importantes para compartir IG y ofrecer a la comunidad de usuarios un conjunto de datos georreferenciados de cada organismo de gran utilidad por su aplicación en muchos campos
- Las posibilidades de crear un SIG Nacional de datos primarios fundamentales (el concepto IDE estaba presente)

Quienes integraron dicho grupo de trabajo tomaron plena conciencia de la necesidad de resolver prioritariamente algunos aspectos básicos como la homogeneidad de los datos a compartir en relación con sus características técnicas (sistema de referencia, formatos de intercambio, normas de estandarización, etc.); Como también de las grandes posibilidades que ofrecía la tecnología de los SIG a través de la planificación e integración de esfuerzos en el marco de las responsabilidades espaciales

que cada organismo asume y el efecto sinérgico resultante. En particular para el personal del IGM las reflexiones a tener en cuenta fueron las siguientes:

- ◆ El Instituto no contaba con un único sistema geodésico de referencia extendido sobre todo el territorio (Campo Inchauspe, coexistía con otros sistemas geodésicos) y ajustado a los parámetros del GPS cuyo uso se generalizaba. Dos aspectos que el Instituto estaba gestando y culminaría en POSGAR 94 como vimos en la evolución geodésica.
- ◆ Si bien avanzaba con la producción de cartografía a distintas escalas en soporte digital (Vector y Raster), no contaba con una serie cartográfica completa con planimetría y altimetría homogénea, actualizada y en formato SIG.
- ◆ En relación con la idea de una IDE, por entonces no existía la capacidad técnica actual para integrar bases de datos geográficos (BDG) espacialmente distribuidas. Otras posibilidades que se consideraron no resultaban adecuadas para mantener en el tiempo.
- ◆ La tradicional cartografía de líneas en soporte papel tenía una nueva expresión en la pantalla del monitor, donde es posible añadir o sustraer datos interactivamente, convirtiendo el archivo estático sobre papel en un archivo dinámico que puede ajustarse y complementarse con otra IG según necesidades particulares, incluso reduciendo o aumentando el trapecio espacial de la hoja topográfica correspondiente, para conformar el área de trabajo ajustada a las necesidades particulares, el nuevo escenario del “espacio digital” había llegado a nosotros. El desarrollo informático especialmente nos ofrecía posibilidades y prestaciones superiores que llegaban incluso a los usuarios personales de la cartografía digital.

Por lo tanto, repensar la gestión productiva del IGM era vital. Los dos primeros puntos requerían pronta solución, la necesidad y conveniencia de sumar esfuerzos era evidente.

La conclusión planteada fue analizada profundamente por la dirección del IGM que, a fines del año 1995, estableció los siguientes condicionantes principales relacionados con la gestión productiva del organismo:

-Las dificultades sobre la disponibilidad de recursos (humanos especialmente) se incrementaban, aunque los cambios tecnológicos facilitaban sus procesos de producción el saldo era muy negativo. Cabe recordar las palabras que el director del IGM expresó en la IV Semana Nacional de Cartografía (1989) *“No contamos con un presupuesto aprobado que permita administrar adecuadamente al organismo, lo que afecta los estándares de producción ....”* .”Otro aspecto mucho más preocupante es la descapitalización producida en sus recursos humanos como consecuencia de retiros voluntarios. Tomando como referencia el año 1983, el plantel de agentes del IGM se ha reducido en un 50%. Si analizamos cualitativamente la composición de este personal, en muchos casos se trata de profesionales y técnicos muy experimentados y especializados, en edades próximas a la jubilación. El mismo análisis 6 años mas tarde (1983/1995) refleja una disminución de personal del 68%.”

-En 1995, el Gobierno Nacional, en el marco de importantes reestructuraciones de Estado decidió la privatización de gran cantidad de organismos públicos entre los que se encontraba el IGM. Por lo cual se realizaron muchas acciones, para divulgar la importancia de mantener su condición de organismo público y especialmente apoyar la realización de todas sus funciones en el campo técnico-científico del Estado Nacional; convencidos de la importancia fundamental e insoslayable para el desarrollo armónico de la Nación de conservar la gestión de información geográfica en la esfera de decisiones del estado. La tarea fue realizada con especial firmeza y perseverancia por parte de las autoridades del organismo en todos los ámbitos posibles, lo que finalmente permitió evitar su privatización.

-El IGM enfrentaba nuevos e importantes requerimientos de cartografía básica, tanto de los diferentes organismos públicos que generaban cartografía temática como también de la sociedad en general; por lo que prontamente debía ofrecer cartografía digital, actualizada, técnicamente homogénea con cobertura sobre todo el territorio y estructurada para su uso en SIG.

## **UN NUEVO PLAN DE TRABAJOS PARA EL IGM**

Por entonces, el Instituto continuaba aplicando su mayor esfuerzo productivo en el desarrollo de un plan de trabajos cuyo objetivo prioritario era el completamiento de la serie cartográfica escala 1:100.000 compuesta por 1860 hojas topográficas; el cual había alcanzado un cubrimiento del 70% aproximadamente. Por las diversas limitaciones aplicadas sobre sus recursos humanos y presupuestarios en diferentes momentos del país, se habían extendido los tiempos de ejecución previstos inicialmente (1ra ley de la Carta).

A ello debemos sumar, que las áreas cubiertas correspondían a las más desarrolladas por lo cual se estaba comenzando a elaborar cartografía de las zonas de menor potencialidad económica y densidad ocupacional del territorio nacional; Una necesidad que podía resolverse con cartografía a menor escala. Además, esa misma serie cartográfica (1:100000), contenía hojas elaboradas muchos años atrás, por lo que se encontraban desactualizadas y en algunos casos elaboradas con diferentes características técnicas (sistemas de referencia o metodología de levantamiento), lo cual trasladaba a los usuarios dificultades para su uso e integración.

A su vez, el plan de trabajos de la serie cartográfica 1:250.000 se encontraba muy avanzado en relación con su cubrimiento y con similares características técnicas constructivas que la serie 1:100.000 aunque con una diferencia fundamental, dado su menor escala, la cantidad de hojas topográficas que comprenden la serie es de 227 hojas, por lo que el objetivo de alcanzar el cubrimiento total del territorio exigía un plazo menor.

Teniendo en cuenta lo expresado, a partir de 1996, la dirección del IGM dispuso que el mayor esfuerzo productivo se empleara en el completamiento, digitalización y actualización de las hojas topográficas a escala 1: 250.000 con el objetivo de ofrecer a la comunidad de usuarios en el menor plazo posible, una serie cartográfica con

información planimétrica y altimétrica digital, homogénea, actualizada y con cobertura sobre todo el territorio continental argentino. Para lograrlo, era necesario:

- Completar la elaboración de la serie cartográfica 1:250.000 de líneas en soporte digital
- Digitalizar la cartografía existente en soporte analógico, actualizándola con imágenes satelitales recientes e incorporar la altimetría (en algunos casos).
- Efectuar la conversión al sistema de referencia adoptado en mayo de 1997 (POSGAR 94)
- Estructurar toda la IG para sus uso en SIG

El último punto se agregó por lo expresado anteriormente, la evolución de la tecnología geográfica ponía especial acento en las ventajas que ofrecían los Sistemas de Información Geográfica por lo que se consideró conveniente agregar un escalón más avanzado al proceso de producción cartográfica de entonces y ofrecer cartografía digital (basada en entidades espaciales, creadas a partir de puntos, arcos, polígonos con atributos asignados), adecuadamente estructurada para su uso en SIG, herramienta más avanzada, para almacenar, gestionar, manipular, analizar, visualizar y representar información georreferenciada de cualquier tipo (vector, raster o alfanumérica) incorporada a su base de datos geográficos.

Nació así el denominado SIG250 IGM, un gran desafío productivo que el organismo inició a partir de entonces y que pronto encontró apoyo económico y de recursos humanos mediante un convenio con la Subsecretaría de Minería (Plan de Apoyo al Sector Minero Argentino – PASMA), que requería cartografía con similares condiciones lo que permitió acelerar los tiempos de ejecución del nuevo proyecto, que finalizaron durante el año 2000.

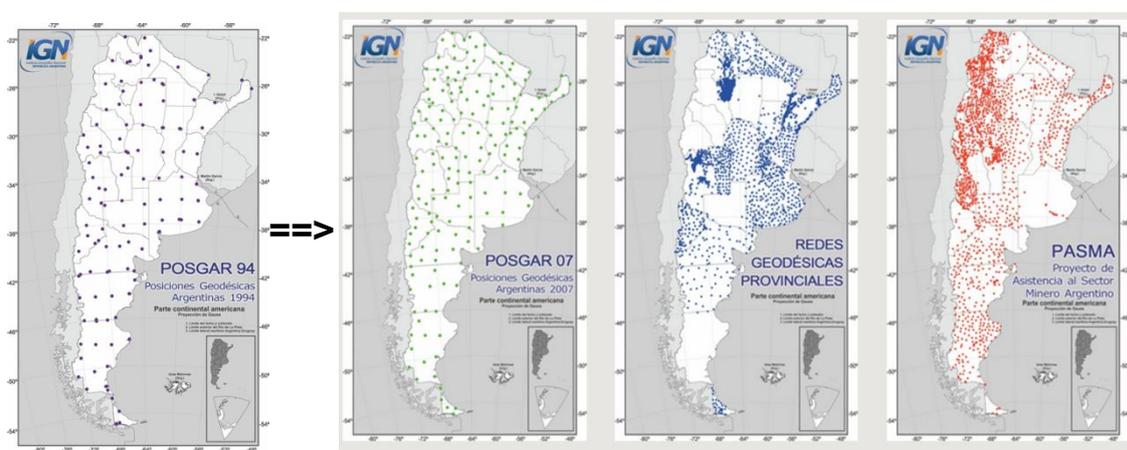
Este nuevo producto del IGM, marcó un verdadero hito en la disponibilidad de información geográfica en los ámbitos más diversos de nuestro país, gubernamentales, académicos, de investigación y privados. Sus contenidos, guardan relación con la cartografía de líneas, el aspecto más novedoso lo constituyó el ofrecer acceso inmediato a toda la información del territorio correspondiente a esa escala en un único conjunto cartográfico, sin división de hojas. Algo que hoy es muy natural, ver todo o gran parte del territorio en una vista, a fines de los 90, cuando se trataba de IG a esta escala (1:250.000) era preciso desplegar individualmente cada una de los 227 trapecios de hojas correspondientes.

Este nuevo producto también fue un gran avance hacia la implementación de servicios del Instituto a través de Internet, constituyéndose en la base cartográfica o soporte de información geográfica de base, para incorporar la información temática de los distintos organismos del estado nacional, provincial, municipal y de la comunidad en general. Fue una respuesta muy valorada ante la necesidad de contar con una cobertura nacional continua, referenciada en coordenadas geográficas, relacionada con el Sistema WGS 84 (utilizado por el GPS) y asociadas al Marco de Referencia POSGAR 94.

## EN LOS COMIENZOS DEL SIGLO XXI – HITOS MAS IMPORTANTES

### La Geodesia del Siglo XXI (Fuente Geoportal IGN)

Cambio de marco de referencia POSGAR 94 a POSGAR 97. Durante el año 2005 se inició la remediación y densificación de POSGAR 94 para incorporar mejoras y crear el nuevo Marco de Referencia Geodésico Nacional POSGAR 07 vinculado al Marco de Referencia Terrestre Internacional y al Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas. Se presentó en mayo de 2009 con sus 178 coordenadas de pilares materializados sobre el terreno, y además, todas las coordenadas de las estaciones GPS permanentes que pertenecen a la red RAMSAC (Red Argentina de Monitoreo Satelital Continuo).



Cabe destacar especialmente que, a POSGAR 2007 se vincularon todas las redes geodésicas provinciales, incluyendo la red PASMA (Proyecto Apoyo al Sector Minero Argentino) con lo cual se incorporaron aproximadamente 4500 puntos. Las coordenadas de esta red se publican con acceso libre en la página de IGN.

En los últimos años, a nivel mundial se han realizado grandes inversiones para mejorar los sistemas GPS y receptores GNSS (Global Navigation Satellite System); de multifrecuencia (GPS, GLONASS, Galileo). Las que facilitan un posicionamiento más preciso en tiempo real, (a partir de correcciones que se emiten a los receptores GPS / GNSS, generadas mediante el uso de bases terrestres y satélites geoestacionarios.) (Sistemas de Aumentación Terrestres y Satelitales). En el año 2010 el Instituto Geográfico Nacional puso a disposición de los usuarios un nuevo servicio libre y gratuito de envío de correcciones diferenciales en tiempo real, basado en datos provistos por Estaciones GPS / GNSS Permanentes de la red RAMSAC, denominado RAMSAC-NTRIP. Muy útil para trabajos geodésicos de precisión.

**Nueva red gravimétrica de primer orden**, un trabajo conjunto entre el Instituto Geográfico Nacional (IGN), la Universidad Nacional de La Plata (UNLP), la Universidad Nacional de Rosario (UNR) y la Universidad Nacional de San Juan (UNSJ), realizado entre 2012 y 2015, que materializó una nueva Red Gravimétrica de Primer Orden, compuesta por 230 puntos que coinciden con pilares de la Red de Nivelación de Alta Precisión.

## **Centro de Procesamiento Científico de Datos GPS**

En la actualidad, la tendencia mundial es materializar el Marco de Referencia Geodésicos mediante estaciones GPS permanentes. En nuestro país denominada RAMSAC; mediante el procesamiento de sus datos, es posible calcular, mantener y actualizar el Marco de Referencia Geodésico Nacional. En el IGN, funciona desde 2005 un centro de procesamiento científico de datos GPS, en el que, mediante un software desarrollado por el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), es posible, (a través de un complejo y riguroso procesamiento de datos GPS), calcular las coordenadas diarias de todas las estaciones GPS permanentes de la red RAMSAC con una precisión de unos pocos milímetros. Esto, también posibilita la realización de controles geodinámicos de la corteza terrestre de nuestro territorio, además del monitoreo continuo del Marco de Referencia a través del tiempo.

## **CAMBIOS INSTITUCIONALES DEL IGM**

En 1996, como resultado del achicamiento y ajuste de las estructuras militares y el desarrollo de las nuevas concepciones sobre la defensa, a través de la Decisión Administrativa 520/96 se estableció que el Instituto Geográfico Militar pase a depender como organismo descentralizado del Ministerio de Defensa, dejando de depender orgánicamente del Ejército.

A partir de 2003 el estado priorizó la modernización de las capacidades humanas y técnicas en sus estructuras públicas, generando cambios en la organización de sus principales servicios de producción de información científica especializada: meteorológica, hidrográfica y geográfica. En el IGM se tradujo en mayores recursos humanos y económicos que en una etapa fundamental dado que comenzaban las grandes posibilidades, a partir de los importantísimos cambios tecnológicos.

En 2009, por Decreto N° 554, el IGM se convierte en el Instituto Geográfico Nacional y comienza una transformación importante de su perfil institucional basada en el aprovechamiento de las Tecnologías de Información Georreferenciada más avanzadas, lo que le permitió al organismo contar con nuevas capacidades y proyectos entre los que se destacan el trabajo integrado de las áreas científicas y técnicas de los distintos niveles administrativos del Estado relacionados con la IG.

## **IMPORTANTES INCORPORACIONES TECNOLOGICAS DEL IGN**

En 2011, el IGN adquirió un Sistema Aerofotogramétrico Digital de avanzada, compuesto por una cámara sobre plataforma geoestabilizadora, una unidad de medición inercial y un equipo GNSS de doble frecuencia instalados en el fuselaje del avión. Este nuevo sistema ha permitido reemplazar la tecnología analógica por la digital, en lo que se refiere a la captura de imágenes aerofotogramétricas y junto con ello, redefinir profundamente el proceso de producción. También incorporó vehículos aéreos no tripulados (VANT) para realizar relevamientos aerofotográficos de alta resolución.

El sistema incorpora un nuevo concepto en cuanto a los procesos fotogramétricos que se realizan luego de la captura, es el trabajo con la nube de puntos obtenida, que

comienza con la correlación automática de los puntos homólogos existente en las imágenes y la aplicación de los procesos matemáticos que resuelven la aerotriangulación denominada por haces de rayos Cabe señalar que este proceso se aplica normalmente también en las capturas de los VANT.

Este equipamiento ha permitido renovar el proceso de producción de cartografía digital del IGN; a continuación se expresa una síntesis gráfica y explicativa del mismo:



Fuente Geoportal IGN

En la aeronave se encuentra instalado el Sistema Aerofotogramétrico Digital con su cámara, con capacidad para captar fotos digitales del espectro visible e infrarrojo, más la Unidad de Medición Inercial IMU (sigla en inglés) y el equipo GNSS que conectado a la red RAMSAC le permite determinar el geoposicionamiento preciso de cada uno de los centros de imágenes obtenidos en cada instante.

A partir de los datos obtenidos del vuelo, el sistema realiza posteriormente en forma automatizada los siguientes procesos: aerotriangulación por haces de rayos (identifica los puntos comunes entre los fotogramas); mediante la creación de una grilla regular forma el modelo digital de superficie (MDE) a partir de los datos correspondientes (asociados al sistema de referencia planimétrico y altimétrico nacional); Con la eliminación de las distorsiones de cada toma se genera una ortofoto y finalmente el modelo digital de superficie con los datos del terreno. La información georreferenciada resultante se incorpora a la base de datos geoespaciales según se indica en el gráfico para obtener finalmente los productos indicados. El proceso de restitución digital se realiza en las pantallas de los monitores, con gafas especiales, que permiten formar el modelo tridimensional o estereoscópico a partir de las ortofotos.

En 2014 el IGN implementó su Base de Datos Geoespacial Institucional (BDGI). Resulta difícil reflejar la importancia conceptual de una BDGI, tal vez su trascendencia queda más expuesta si consideramos que ella contiene toda la IG que gestiona el organismo tanto para sus muchas tareas productivas interiores como para la

comunicación e intercambio con el mundo exterior de usuarios. Aporta grandes ventajas operativas y facilita la generación de nuevos productos y servicios a la comunidad. Su implementación exigió nuevos conocimientos, capacidades y habilidades en los recursos humanos, como el rediseño de procesos y metodologías de trabajo. Materializa un cambio fundamental en la generación y uso del dato geográfico, ahora en el espacio digital y en un entorno SIG, con todas las ventajas de dicha herramienta.

### **La infraestructura de datos espaciales**

Con el tiempo se hizo posible la integración de bases de datos geoespaciales, espacialmente distribuidos, uno de los problemas que enfrentamos durante los estudios realizados con el grupo de trabajo inter-institucional en 1990 señalado anteriormente. Un nuevo concepto que se denominó Infraestructura de datos espaciales (IDE), el cual comprende un conjunto de políticas, acuerdos, normas, datos y atributos geográficos, elaborados por los organismos que la componen, con el objeto de generar y mantener, una cobertura de información geográfica homogénea y actualizada, como también el acceso a la misma mediante servicios estandarizados, a fin de desempeñarse como soporte de las distintas actividades espaciales que se llevan a cabo en su territorio.

La iniciativa para conformar la IDE institucional del IGN nace en 2012. Se montó una nueva línea de trabajo para editar, almacenar y distribuir un conjunto de datos geográficos que dispone el Instituto como también sus productos derivados a usuarios externos, instituciones, y organismos del estado. Nuevamente el dato geográfico y la información geoespacial en el centro de la escena.

La necesaria articulación hace inevitable la adopción de normas y estándares que garanticen la comunicación entre los distintos actores institucionales que conforman la comunidad geográfica. Es por ello que los conceptos de interoperabilidad y normalización cobran especial importancia en la conformación de la IDE del IGN, entendiéndose interoperabilidad como la posibilidad de interacción entre sistemas diferentes, y normalización como la adecuación de procedimientos, datos y servicios a pautas técnicas establecidas a partir de acuerdos interinstitucionales. En este contexto, el IGN avanzó en la definición de su propio Catálogo de objetos geográficos y sus atributos que se representan con una primitiva geométrica (punto, línea, polígono, celdas de un raster).

### **Infraestructura de datos espaciales de la República Argentina (IDERA)**

Una comunidad de información geoespacial que tiene como objetivo propiciar la publicación de datos, productos y servicios, de manera eficiente y oportuna como un aporte fundamental a la democratización del acceso de la información producida por el Estado y sus diversos actores, como también al apoyo para la toma de decisiones espaciales, en las diferentes actividades de los ámbitos público, privado, académico, no gubernamental y de la sociedad civil en general. A través de su representación, IDERA busca mantener un carácter nacional y federal.

Las IDE permiten acceder a datos, productos y servicios geoespaciales, publicados en internet bajo estándares y normas definidos, asegurando su interoperabilidad y uso, como así también la propiedad sobre la información por parte

de los organismos que la publican y su responsabilidad en la actualización. Esta iniciativa está en marcha desde el año 2007 y actualmente cuenta con la adhesión y publicación de información de una importante cantidad de organismos nacionales, provinciales, municipales y de investigación.

## **REFLEXIONES FINALES**

El desarrollo tecnológico actual, ha facilitado un importantísimo y sorprendente crecimiento en todas las líneas de trabajo de las Tecnologías de la Información Georreferenciada, especialmente en el tema que enfocamos en esta charla. La Geodesia ha alcanzado niveles de precisión y capacidades inimaginables, de igual forma la Cartografía que alimenta las grandes bases de datos de los distintos organismos que gestionan prioritariamente dicha información.

Durante muchísimo tiempo hemos vivido el paradigma de la falta de datos geodésicos y cartografía tradicional en soporte papel, en la actualidad, la evolución trazada ha generado una gran disponibilidad de información de todo tipo, no ya sobre soporte papel sino en el espacio digital, utilizables en ambiente SIG e integrables en nuevas plataformas como las IDE, para llegar cada vez más fácilmente a cualquier tipo de usuario o asistir los distintos proyectos espaciales que impulsan el desarrollo de un país.

La estructura geodésica extendida sobre todo el territorio nacional a través de sus distintas redes con la más avanzada tecnología incorporada y, el cubrimiento cartográfico parcial a distintas escalas y total en el caso de la escala 1:250.000, con adecuada estructura interna para su aplicación en SIG, han permitido construir el SIG-250, como base inicial del SIG-IGN en el campo cartográfico, son hitos fundamentales que el IGM, luego de 130 años de valiosos aportes a la Nación, entregó al IGN en el 2009, un renovado organismo que aprovechó plenamente el importante inventario recibido potenciándolo con las nuevas tecnologías e incorporándose al sorprendente desarrollo tecnológico actual.

El IGN ha sabido adoptar las grandes ventajas del presente tecnológico, como la creación de su Base de datos geoespaciales institucional, readaptando su organización interna y actualizando su capacidad productiva para facilitar su integración con otros organismos que gestionan distintos tipos de IG (normalizados e interoperables) y así, estar en capacidad de ofrecer valiosas respuestas a la sociedad.

En la tarea geodésica es necesario destacar la materialización y control permanente del Marco de Referencia Geodésico Nacional, a través de la Red RAMSAC, con la que se realiza una diaria remediación, que permite alcanzar una precisión de algunos pocos milímetros, lo cual ha permitido incorporar una capacidad inimaginable algunos años atrás, la realización de controles geodinámicos de la corteza terrestre correspondiente a nuestro territorio en el Centro de Procesamiento Científico de Datos GPS.

En la tarea cartográfica, se distingue la nueva línea de producción, basada en un sistema aerofotogramétrico digital, el cual integra con gran eficiencia los procesos de captura y tratamiento de datos aplicando la tecnología de geoposicionamiento y

fotogramétrica más avanzada para generar con rapidez y precisión diversos productos cartográficos de interés.

Geodesia y Cartografía son dos disciplinas relacionadas fuertemente con la tecnología, por lo que su sostenimiento, se asocia inevitablemente a los recursos humanos y económicos disponibles. En la evolución trazada, se reflejan las dificultades de algunos años, coincidentes con etapas económicas complejas para nuestro país; Sin embargo en momentos de analizar las inversiones por realizar, se debe tener muy en cuenta que, las funciones de este tipo de organismo son esenciales, dado que ofrecen un soporte de información geográfica fundamental para la mejor toma de decisiones orientadas a su desarrollo; mucho más, cuando el estado debe gestionar grandes espacios soberanos.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Arredondo Roberto J M - Ávila Horacio E. (2006). La Geografía militar y los geógrafos militares en Argentina desde sus orígenes. En Anales de la Academia Nacional de Geografía. N° 27, pág.186 a 215 (Bs As)
- Ávila Horacio Esteban (1985). Configuración general del Sistema Integrado de Fotogrametría y Cartografía Automatizada, implementado en el IGM. Evolución de la capacidad productiva. Presentación en el V Congreso Nacional de Fotogrametría. (Bs As)
- Ávila Horacio Esteban (1998). La información geográfica en la sociedad actual. En Anales de la Academia Nacional de Geografía. N° 22, pág. 37 a 52 (Bs As)
- Ávila Horacio Esteban. (2000). Los Sistemas de Información Geográfica en la República Argentina. En Anales de la Academia Nacional de Geografía N° 24. Pág. 107a 130 (Bs As)
- Ávila Horacio Esteban (2002). La Información Geográfica Digital y los SIG como soporte de la gestión espacial y desarrollo del territorio nacional. Sesión especial de la ANG en la Universidad Nacional de Tucumán. En Anales de la Academia Nacional de Geografía N° 26, pág. 100 a 146 (Tucumán)
- Ávila Horacio Esteban (2010). Cartografía de la Independencia – Congreso Internacional de Geografía del Bicentenario; Panel de la ANG. En Anales de la Academia Nacional de Geografía N° 31. Pág. 421 a 460 (Bs As)
- Ávila Horacio Esteban (2017). Geógrafos en el espacio digital – Jornadas de Geografía; Facultad de Historia, Geografía y Turismo; Doctorado en Geografía; Universidad del Salvador. (Bs As)
- Ávila Horacio, Fortunato Renée, Pena Héctor, Ruiz Cerutti Susana. (2017) Volver a pensar y convivir con la Geografía. En Redes sociales, educación y valores. VI Encuentro Interacadémico, pág. 141 a 159. (Bs As)
- Ávila Horacio, Pallejá Ezequiel, Pena Héctor (2021) La cultura geográfica digital ante los desafíos sociales del Siglo XXI. En Inteligencia Artificial. X Encuentro Interacadémico 2021, pág. 259 a 276. (Bs As)
- Bosque Sendra Joaquín (1992). Sistemas de Información Geográfica, 451 pág. Ed Rialp (Madrid)
- Chuvieco Salinero Emilio (2002). Teledetección ambiental. La observación de la Tierra desde el Espacio, 1ra edición, 586 pág. Ed Ariel. (España)

- Instituto Geográfico Militar (1979) – 100 Años en el quehacer cartográfico del país, 1879-1979. Con 304 pág., fotografías y un sobre con cartografía y planillas.
- Instituto Geográfico Nacional (2009) IGM 130 Años IGN 1879-2009; 2 tomos, Historia 143 pág. y Testimonios, De las estrellas al GPS, 47 pág. y un CD. (Bs As)
- Kohen Mario. (1985) Digitalización durante el proceso de restitución fotogramétrica. V Congreso Nacional de Fotogrametría (Bs As)
- Kohen Mario. (1986) Integración de un Sistema de Cartografía Automatizada. XIII Asamblea General realizada por el IPGH (Instituto Panamericano de Geografía e Historia). Río de Janeiro - Brasil.
- Olaya Victor (2014) - Sistemas de Información Geográfica - Dirección Web: <http://volaya.es/writing>
- Rodríguez Rubén C. (1990). La contribución de los sistemas de referencia a la formación de un sistema de información geográfica o territorial. (Bs As).

## INSTITUTO DE BOTÁNICA DARWINION



El 1 de setiembre de 2021 asumió como Directora del prestigioso Instituto de Botánica Darwinion la Ing. Agr. Dra. Renée Hercilia Fortunato.

La causante es miembro de número titular de esta Academia Nacional de Geografía y accede a este importante cargo por concurso de oposición y antecedentes.

El predio del Instituto de Botánica Darwinion (IBODA), está ubicado en Labardén 200 en el Partido de San Isidro, desde su inauguración el 28 de diciembre de 1936.

Su creador fue el botánico Cristóbal Hicken que venía investigando desde el año 2011 y que antes de fallecer donó las instalaciones y patrimonio científico al Estado Nacional.

Cuenta con un herbario de más de 750 000 especímenes y 6 000 ejemplares tipo.

Este centro de investigación, el más importante del país en su tipo, depende actualmente de la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales y del CONICET.

Sus líneas de investigación especializadas en estudios taxonómicos de la flora argentina, guardan relación con temas de interés geográfico, como la fitogeografía, la biodiversidad, la conservación del medio, como también lo atinente a la influencia en el cambio climático.

# LANZAMIENTO DEL SITIO WEB “LA ARGENTINA RURAL EN MAPAS”



## LA ARGENTINA RURAL EN MAPAS

Evolución de la agricultura  
1970 - 2020

MAPAS E INFORMACIÓN SOBRE LOS ASPECTOS MÁS  
DESTACADOS DEL AGRO ARGENTINO DE LOS ÚLTIMOS  
CINCUENTA AÑOS



**CULTIVOS - RECURSOS NATURALES - SISTEMAS DE  
TRANSPORTE - DINÁMICAS RURALES - DOCUMENTOS**

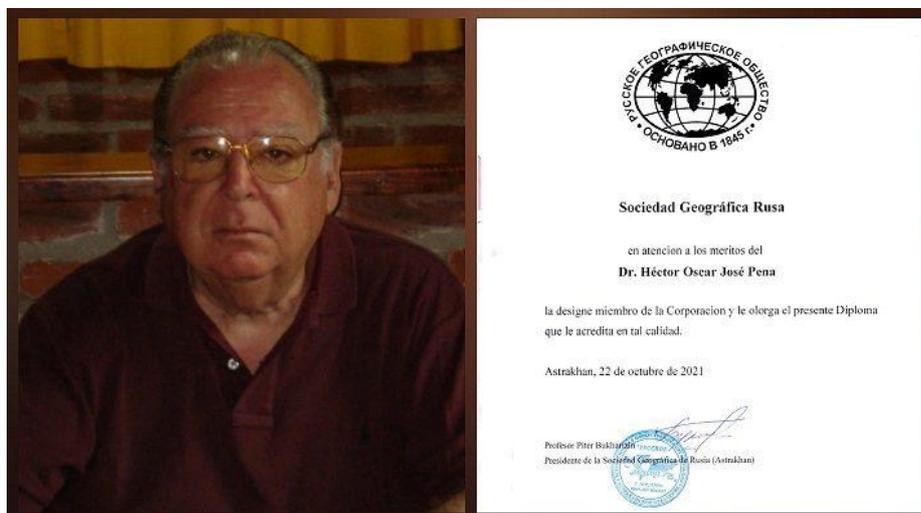
Dra. Analía S. Conte (IMHICIHU - CONICET).  
<http://argentinaenmapas.wixite.com/argentinarural>



Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas

La autoría de este importante trabajo corresponde a la académica Analía Silvia Conte, miembro de número titular de nuestra corporación.

## DISTINCIÓN DE LA SOCIEDAD GEOGRÁFICA RUSA AL PROFESOR HÉCTOR OSCAR JOSÉ PENA



El 22 de octubre de 2021 fue incorporado como miembro de la Sociedad Geográfica Rusa el académico Héctor Oscar José Pena.

Dicha sociedad fue fundada en el año 1845 y la integraron figuras de la cultura de reconocimiento mundial.

## DISTINCIÓN A LA ACADÉMICA BLANCA ARGENTINA FRITSCHY



El 29 de noviembre de 2021 el Consejo Municipal de la Ciudad de Santa Fe entregó a la Dra. Blanca Argentina Fritschy la declaración "Santafesina Ilustre", en reconocimiento a sus aportes a la educación y al conocimiento geográfico local y nacional.

La galardonada es miembro de número titular de nuestra corporación, donde ocupa además un cargo en el Consejo Directivo.

# **X ENCUENTRO INTERACADEMICO 2021:**

## **INTELIGENCIA ARTIFICIAL.**

### **Una mirada multidisciplinaria**

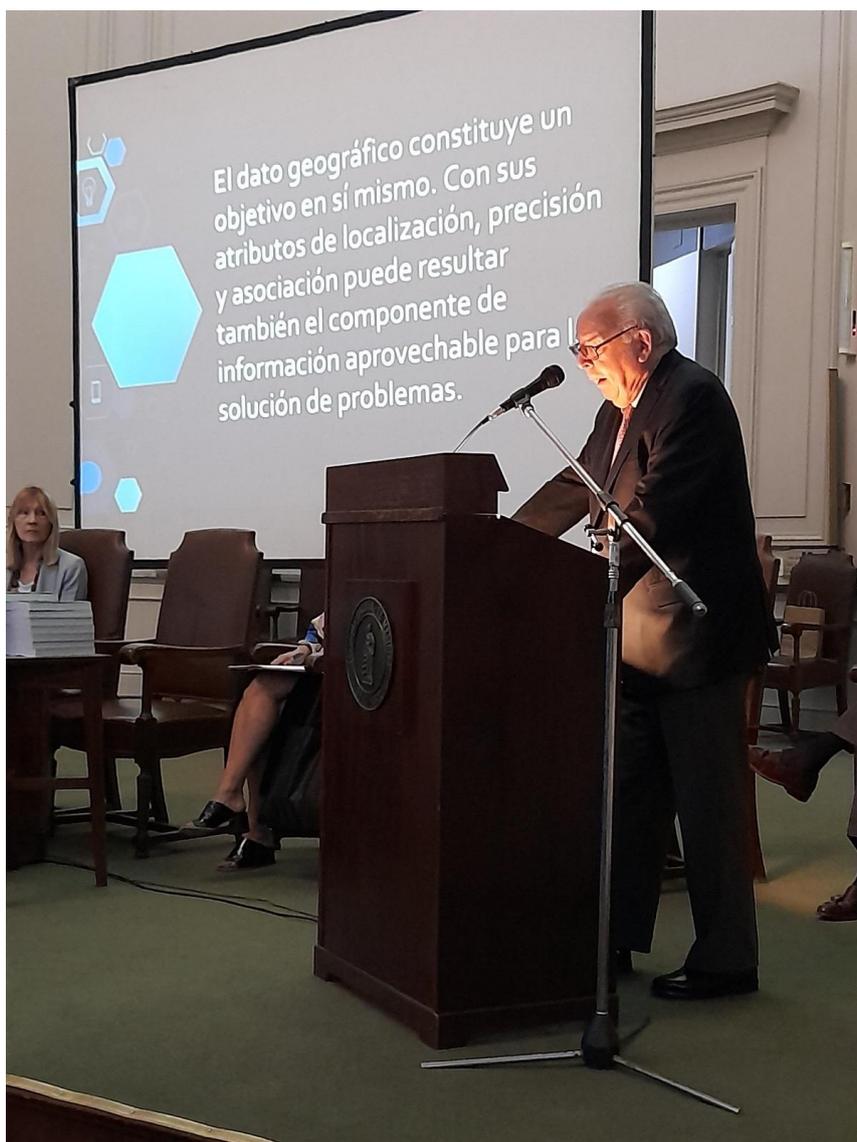
En esta oportunidad, con la coordinación de los académicos Manuel Martí y Luis Alberto Romero, participaron dieciocho academias nacionales. Los aportes de las distintas corporaciones sobre un tema convocante, merecieron como es habitual el enfoque autónomo de cada una de ellas y dieron origen a la publicación de un libro, como viene ocurriendo en los encuentros anteriores.

La presentación del mismo se efectuó el 14 de diciembre de 2021 en el Aula Magna de la Academia Nacional de Medicina, con la moderación de los académicos Marita Carballo y Manuel L. Martí y la intervención de los autores.

El libro dado a conocer cuenta con 388 páginas que incluye junto a una introducción general del Ing. Juan Carlos Ferreri los ensayos de las academias participantes.



*Estrado de Coordinación*



*Presentación de la Academia Nacional de Geografía*

El trabajo de la Academia Nacional de Geografía se tituló “La cultura geográfica digital ante los desafíos sociales del Siglo XXI” y sus autores son los académicos Horacio Esteban Ávila, Ezequiel Pallejá y Héctor Oscar José Pena. Estuvieron presentes en la ceremonia los académicos Natalia Marlenko, Analia Silvia Conte, Ezequiel Pallejá y Arístides Bryan Domínguez Dufresche.

Dentro del esquema previsto para la sesión pública el Prof. Pena expuso sintéticamente el enfoque del ensayo realizado, que consiste básicamente en la descripción de la evolución que se viene registrando en la obtención, procesamiento y archivo del dato geográfico. Se consideró de interés tratar a manera de comparación dos mediciones de altitud efectuadas al Cerro Aconcagua, mediando entre ellas un intervalo de 50 años, con metodologías y recursos no comparables y con resultados similares.

Se seleccionaron los siguientes párrafos que encierran homenajes y reflexiones de importancia:

*“Mientras nos ocupábamos de la que llamamos primera etapa que, hasta mediados del siglo pasado, se manifestó dentro de una impronta analógica y con necesidades de una gran participación personal, pudimos recordar a protagonistas que fueron un ejemplo en actividades e investigaciones destacadas, realizadas en el terreno y casi siempre con medios y recursos insuficientes.*

*Los hechos que deseamos señalar ocurrieron durante las primeras décadas del siglo pasado, fueron realizados casi contemporáneamente y no guardan relación entre ellos.*

*Los protagonistas que hoy ocupan sitial en la Academia Nacional de Geografía, son la profesora Ana Palese de Torres que participó en el reconocimiento de glaciares para la expedición que se preparaba para el asalto final al Aconcagua; el ingeniero Eduardo E. Baglietto con sus numerosas, sucesivas y laboriosas campañas geodésicas en la cordillera andina y el profesor Romualdo Ardissonne que decidió estudiar la instalación humana en el Valle de Catamarca. Los tres hicieron un valioso aporte a la ciencia, asumiendo parte de los gastos e invirtiendo generosamente para ese cometido el lapso de sus vacaciones estivales.”*

*“Resulta evidente apreciar en el mundo científico y tecnológico una disposición para transitar hacia una creciente aplicación de la IA en proyectos conjuntos, con participación multidisciplinaria.*

*Todos los resultados alcanzados y la preparación para instancias superadoras insumieron tiempo y esfuerzo, hubo marchas y contramarchas, se registraron éxitos y fracasos. Nunca deberá faltar la forma humana del involucramiento, para su empleo más noble.*

*El camino que describimos muestra resultados promisorios y la IA supone una fundada esperanza de contar con una herramienta superadora para afrontar los problemas más difíciles que seguramente se le presentarán a la sociedad del siglo XXI”.*

El ensayo completo se transcribe a partir de la página 220.

# LA CULTURA GEOGRÁFICA DIGITAL ANTE LOS DESAFÍOS SOCIALES DEL SIGLO XXI

*Académicos Horacio Esteban Ávila, Ezequiel Pallejá y Héctor Oscar José Pena*

## INTRODUCCIÓN

El dato constituye en sí mismo un objetivo para todas las ciencias, pero además el punto de partida necesario para organizar el conocimiento humano en información aprovechable para avanzar en las investigaciones, que resulte factible de aplicarlo a la solución de los problemas existentes y mediante su acceso y empleo contribuir al bien común.(1)

Es condición imprescindible conocer sobre su calidad y confiabilidad para poder asociarlo, relacionarlo o compararlo con otros a los que deba vincularse en los distintos procesos y de acuerdo a los objetivos que se persigan.

Los medios tecnológicos disponibles actualmente y los que se vienen sucediendo regularmente exigen trabajar con otras fuentes similares que estén en condiciones de proveer información fundamental; que apliquen estándares compatibles; donde se puedan evaluar y catalogar a los metadatos y que posean además la capacidad de analizar la eficiencia de los procesos empleados.

Seguramente, resultará imprescindible establecer, dentro de la brevedad posible, una norma legal con respaldo científico- técnico para aplicar a un proceso de cambios sociales complejos y que resulta muy difícil vislumbrar totalmente en su proyección futura.

Para la Geografía y según nuestro entender, el primer eslabón de la cadena es el dato geográfico, que con una calidad debidamente comprobada, siempre actualizado y factible de ser verificado, constituye el reaseguro para el éxito en los distintos estudios o aplicaciones que se realicen.

El desarrollo de esta presentación se ajusta a la evolución histórica seguida en la República Argentina para la captura, gestión, procesamiento o análisis y empleo del dato que nos ocupa, vinculándolo obviamente con las distintas etapas temporales transcurridas y con las indispensables referencias internacionales.

El enfoque está apoyado en bibliografía reconocida, en fuentes informativas confiables y en las experiencias propias de los autores, tanto en la gestión y como en la enseñanza.

Es una realidad que en los estudios geográficos se viene alcanzando un señalado nivel de ejecución autónoma en cuestiones de posicionamiento espacial, en aplicaciones sobre movilidad, en la confección de documentos cartográficos y en la explotación de recursos naturales, entre otros temas.

A partir del año 2020 y como consecuencia de las restricciones impuestas por la pandemia del Covid 19 se incrementaron los hábitos informáticos de la población

argentina, sobre todo para la ejecución del trabajo en casa y por la intención de procurar educación a distancia.

Se aceleró la puesta en funcionamiento de algunos procedimientos robotizados que, en distintas ocasiones, evidenciaron la necesidad de ajustes para su optimización, pero a la vez inauguraron una tendencia que se puede consolidar.

Existen opiniones muy fundadas sobre las posibilidades ciertas de desarrollo que, esta revolución en el empleo de los datos, puede ofrecer para países como el nuestro, dentro de la nueva y distinta revolución industrial.

Los temas que son de interés de la Geografía y su entorno científico, pueden encontrar aliados valiosos en los investigadores con desarrollos propios de la **Inteligencia Artificial (IA)** que se desenvuelven alrededor del procesamiento con la mayor cantidad y variedad de datos, para generar otros que permiten tomar decisiones que se aproximan a las humanas (2).

En general se emplean herramientas con modelos predictivos que poseen capacidad de análisis y que aprenden mediante los ejemplos conocidos.

La velocidad y seguridad de los resultados que se obtienen están directamente relacionados con la calidad de los programas empleados. La confiabilidad de los datos y el correcto manejo de la máquina, que son decisiones y responsabilidades del hombre.

Complementar las capacidades de ejecución con el empleo de nuevas tecnologías que aportan velocidad y seguridad de procesamiento, en tareas pesadas, difíciles, peligrosas, cansadoras y repetitivas, parece el mejor camino para el aprovechamiento humano. No habrá horarios o descansos rígidos, pero se tendrá que evitar la delegación de decisiones que, además de utilitarias, puedan afectar el componente laboral.

El mantenimiento de los valores esenciales de la sociedad, como la libertad individual y la ética en los proceder, serán algunos de los límites que deberán asumirse ante las consecuencias disruptivas de eventuales avances de la llamada **IA**, posibles pero no convenientes.

## **EL DATO GEOGRÁFICO**

Se considera al **dato geográfico (DG)** como todo elemento concreto vinculado con el medio donde se desarrolla la vida humana. La **información geográfica (IG)** es la resultante de un análisis o resumen de un conjunto de datos.

Para la Geografía siempre resultaron fundamentales para su evolución científica, tanto en el pasado cuando se trataba básicamente de la descripción del paisaje como cuando fue avanzando en la complejidad del estudio de las interrelaciones existentes entre el hombre y el medio.

La representación espacial ha sido y es una de las formas más efectivas para conservar antecedentes de lo alcanzado. Inicialmente por medio de dibujos, grabados y modelos sobre distintas superficies. Más tarde, impresos en papel y en nuestros días

sobre un soporte informático que facilita el mantenimiento, su posterior aprovechamiento e incluso la actualización o modificación.

El uso del plano o la carta analógica sobre papel o soportes parecidos conserva vigencia para tareas especiales sobre grandes espacios, por la seguridad que ofrece el contar con la guía de su contenido. Para la enseñanza, como representación en tres dimensiones, aún no fue superada.

Antes de abordar otros tipos de representaciones en formato digital debemos recordar que un componente esencial del dato es la geo-localización que exige contar con un marco de referencia de coordenadas, cuya creación supone un trabajo formidable.

Previo a la existencia de los sistemas de posicionamiento satelital cada proceso de determinación insumía largas sesiones de observación astronómica, preferentemente bajo un cielo sin nubes ni brumas, generalmente en noches calmas y frías, para poder alcanzar las precisiones adecuadas. Tengamos presente que durante siglos la Estrella Polar fue la principal referencia.

## **LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA**

### **Primera etapa**

En los inicios de la vida nacional el acervo geográfico disponible lo constituían los testimonios de los adelantados, los expedicionarios, los viajeros y los exploradores científicos, que sumados a los evangelizadores, atesoraban información sobre la morfología y extensión del territorio emergido o cubierto por aguas, algunos accidentes topográficos, las percepciones climáticas, las biodiversidades más características y los comportamientos poblacionales de mayor significación. A ello se sumaba cartografía, de distinto origen y finalidad, obtenida en forma expeditiva o por compilación.

Desde entonces fueron objetivos crecientes alcanzar el mejor reconocimiento del territorio y profundizar los conocimientos heredados, avanzar en el estudio de la dinámica terrestre, registrar los valores meteorológicos y, en especial, seguir atentamente el desenvolvimiento de los aspectos poblacionales.

Los propósitos perseguidos dependieron de la intervención de los múltiples actores involucrados en ello, de los elementos técnicos que se fueron disponiendo y de las posibilidades y exigencias sociopolíticas.

La obtención, verificación, empleo y almacenamiento del dato geográfico se inició con una prolongada etapa de impronta analógica, donde sobresalió la observación directa y la ejecución “personalizada”, a cargo especialmente de profesionales de gran prestigio pero también de idóneos vocacionales, en casos con formación autodidacta, pertenecientes básicamente a entidades estatales, con fines de servicio. (3)

La tarea exigió el empleo de variado instrumental que con el devenir del tiempo fue creciendo en complejidad y calidad, pero que partió de realizaciones en muchos casos artesanales, incluyendo adaptaciones y actualizaciones a otras existentes de

distinta procedencia y que finalmente correspondió a la producción de empresas especializadas, de gran prestigio.

Independientemente de la precisión del instrumento nunca dejó de considerarse el coeficiente de comportamiento y reacción propio de cada operador y las condiciones ambientales en el momento del registro (4)

Los datos formaron parte de registros, informes, encuestas, censos, fotografías, gráficos y memorias que aún se conservan en amplias instalaciones y tienen difusión limitada. La mayor parte fue digitalizada a posteriori (5)

## **La conquista del espacio**

Durante una veintena de años, partiendo del año 1955, se fue registrando una auténtica carrera espacial que, además de permitir un mayor conocimiento planetario, redundó en un nuevo y acelerado desarrollo de las ciencias y técnicas. La llegada a la Luna del Apolo XI, con Neil Armstrong y Edwin Aldrin a bordo, fue un acontecimiento que conmovió al mundo.

En los trabajos geodésicos los satélites comenzaron a ocupar el lugar y la función de las estrellas ganándose con ello precisión, comodidad y rapidez en la tarea.

La Geodesia Satelital comienza a cobrar sentido práctico a partir de 1971 cuando el Instituto Geográfico Militar – IGM (Pasó a ser IGN en el año 2009) incorporó a sus procesos los receptores que utilizaban el efecto Doppler y que con sus sucesores permitió incrementar sensiblemente los datos geodésicos disponibles.

Desde 1998 comenzó la instalación y distribución en el territorio nacional de antenas de recepción continua de datos que, facilita el uso del sistema y permite recalcular diariamente el marco de referencia geodésico, junto con otras capacidades como los estudios geo-dinámicos asociados al movimiento de las placas terrestres.

El valor de la tarea geodésica es tan importante que, en el año 2015, la Asamblea General de las Naciones Unidas adoptó la resolución: “Marco de Referencia Geodésico para el desarrollo sostenible”; mediante la cual reconoce explícitamente su importancia económica y científica.

## **Los sensores remotos**

Desde hace más de cien años, los sensores remotos, primero con tomas obtenidas desde lugares escogidos de la superficie terrestre o bien desde aviones tripulados y con escaso equipamiento, pasando después por modernas aeronaves dotadas de cámaras diversas, hasta llegar a los espectaculares y actuales desarrollos satelitales, vienen influyendo positivamente en los procesos con continuas y renovadas aplicaciones, permitiendo análisis y ejecuciones indirectas, atemporales, innovadoras y con objetivos multidisciplinarios (6).

No debe olvidarse que la disponibilidad de luz solar fue un gran limitante para la obtención de las fotografías aéreas, pues reducía a pocas horas mensuales las operables e impedía o dificultaba actuar en zonas de nubosidad persistente.

Lo que estaba reservado a agencias estatales o empresas multinacionales cuenta en nuestros días con mayores participantes, como son los proyectos colaborativos basados en **IG** liberada y también los llamados emprendedores que buscan cubrir necesidades más acotadas de los usuarios. Creció el mercado de oferta y demanda y con ello se vio facilitado el acceso a nuevos productos o subproductos.

El modelo vector es consecuencia de los complejos y lentos procesos de la carta analógica basados en la aerofotogrametría, que partían de la imagen virtual en tres dimensiones que se “construía” en la mente del operador, aprovechando su visión estereoscópica y así podía restituir en su hoja de trabajo, con adecuada precisión, las distintas entidades espaciales que observaba.

La tarea continuaba con la edición cartográfica y culminaba en los originales de impresión sobre materiales de gran estabilidad dimensional, que luego se archivaban para futuras actualizaciones o nuevos productos.

A fines de los años 1970 comenzó la incorporación de instrumental asistido por computadoras para los procesos fotogramétricos fundamentales, que permitieron avanzar hacia el modelo de datos vectoriales que utilizaba los puntos con coordenadas para construir todos los objetos representados, con sus atributos asociados.

Los datos planimétricos se expresan sobre un plano de referencia regular y los correspondientes a la altimetría mediante curvas de nivel, normalmente referidas al nivel medio del mar.

La informática facilitó y aceleró los procesos de producción simplificando la realización de otras tareas relacionadas como la digitalización y la edición y archivo de los productos en soporte digital.

El paso a los procesos digitales comenzó a aportar beneficios en la producción de **IG**. Las primeras consecuencias fueron la revitalización de los estudios geográficos por la mayor disponibilidad de información específica.

Se registraron adelantos significativos en la toma de fotografías aéreas con las cámaras digitales y a la vez multiespectrales. El IGN tiene incorporado un sistema que registra las coordenadas de cada toma permitiendo automatizar otros procesos y generar productos como las ortofotos, los modelos digitales de elevaciones de las áreas de trabajo y las cartas topográficas, con los datos de base.

La captura de datos geospaciales para distintos usos se amplió con los drones que mejoraron su configuración técnica y disminuyeron sus costos, ampliando el número de productores y usuarios.

Impulsada por la carrera espacial surge la teledetección que va dejando atrás el concepto de fotointerpretación. El concepto básico de funcionamiento parte de la estructura física de un objeto que se encuentre por encima del cero absoluto ( $-273^{\circ}$ ) irradia energía por medio de ondas electromagnéticas. Esta irradiación energética se manifiesta en longitudes de ondas más cortas con el aumento de la temperatura del objeto detectado.

Esas características de los objetos que cubren la superficie terrestre, captadas con sensores, nos permiten identificarlos y también determinar sus condiciones o estados. En este proceso de transmisión, la atmósfera juega un papel importante impidiendo o limitando la transmisión de algunas longitudes de ondas del Espectro Electro Magnético (EEM) o también generando ventanas de comportamiento regular.

Varios sensores montados sobre plataformas satelitales capturan y registran la energía procedente de la superficie en celdas (píxeles) que reunidos ordenadamente conforman una imagen satelital.

La expansión en el uso de zonas de EEM, más allá del espectro visible, fue posible por el desarrollo de sensores pasivos y activos. Los primeros conforman la imagen a partir de la energía solar, emitida o reflejada, tanto en el espectro visible como en el infrarrojo.

Los sensores activos mediante el RADAR crean una pseudo imagen, analizando las características e intensidad de la señal de retorno (eco) y el tiempo que empleado en regresar. Su ventaja es que no requiere de luz solar, que por su longitud de onda atraviesa la atmósfera y en consecuencia puede trabajar con cualquier condición meteorológica.

Con un criterio similar de funcionamiento se trabaja con LIDAR, que utiliza pulsos de luz láser (*zona del EEM entre el visible e infrarrojo cercano*) por lo que interactúa con la atmósfera; La respuesta de terreno, combinada con los datos GPS correspondientes, generan una densa nube de puntos de coordenadas x y z, que exige una gran capacidad de procesamiento posterior, pero logra resultados muy precisos por ejemplo para la creación de modelos altimétricos se ha convertido en una alternativa muy rentable para utilizar con vehículos no tripulados a bajas alturas y con gran detalle.

Ambos sensores (pasivos y activos) han abierto una amplia gama de aplicaciones sobre líneas de investigación geográfica como el seguimiento de la capa de ozono, el cambio climático, la salinidad del mar, el modelado de movimientos sísmicos, la polución y otras.

Un factor importante para establecer el sensor más conveniente para satisfacer el objetivo que se persigue está dado por su capacidad de resolución.

La resolución espacial expresa el mínimo nivel de detalle que puede captar el sensor. En la actualidad varía entre cientos de metros y centímetros. Ejemplos: el satélite Terra/Aqua (lanzado en 2000), con su sensor Modis, ofrece una resolución espacial de 250m; el satélite Envisat, con su sensor Meris (lanzado en el 2002) de 300m; el satélite Quickbird, lanzado en el 2001 con 0,65m y el satélite Ikonos (lanzado en el 1999) con 1m.

La resolución espectral se establece por el número de bandas en que puede trabajar el sensor. Cuanto mayor es el número de bandas, mejor es la definición de las cubiertas captadas por las imágenes.

El estudio de la reflexión de las diferentes cubiertas a los distintos tipos de longitud de onda ha generado el concepto de firma espectral. Entre los sensores de menor resolución espectral se pueden mencionar al radar, de un solo canal o el Ikonos, de 4 bandas. Como casos inversos al sensor Modis con 36 canales en el espectro visible y térmico o también los sensores denominados híper espectrales, como el EO-1 con su sensor Hyperion (lanzado en el 2000), de más de 200 bandas.

La resolución radiométrica expresa la sensibilidad para distinguir las características de la señal. En una fotografía, equivale a niveles de gris; en imágenes digitales se mide por la cantidad de bits por pixel. Actualmente la mayoría de los sensores ofrecen 256 niveles por pixel, los sistemas más avanzados como Ikonos 11bits (2048 niveles) o Radarsat con 16 bits (65536 niveles).

La resolución temporal indica la periodicidad con que el sensor vuelve a captar la misma porción de la superficie terrestre, concepto que se relaciona con las características operativas de la plataforma sobre la que se monta el sensor, pero en el caso de los sensores ópticos también pueden verse afectados por las condiciones atmosféricas.

Para disminuir dichas dificultades se crearon sensores que pueden enfocar la toma desde la órbita normal, generando observaciones no verticales como el Spot o el Ikonos. Los satélites meteorológicos, de órbitas geoestacionarias, proporcionan imágenes cada 30 minutos o de órbita polar, como el NOAA, cada doce horas. También son muy usados los Landsat 5 y 7, con resoluciones temporales de 16 días y el citado Ikonos, cada once días.

### **La altimetría digital**

El modelo digital de elevaciones constituye una estructura de datos digitales con que actualmente se representan las formas del relieve terrestre de tanta gravitación en los estudios geográficos. Se puede utilizar para representar otras variables como temperaturas, precipitaciones, alturas de obstáculos, etc.

La densidad de puntos de coordenadas z, x e y, que conforman un modelo tiene directa relación con la fidelidad pretendida del mismo a la variable representada. Su distribución en el espacio puede ser regular, utilizando el modelo raster o bien irregular conformando una red de triángulos. Ambos modelos de datos altimétricos, tienen ventajas y desventajas, dentro de sus muchas aplicaciones posibles.

### **Aportes de la teledetección**

La teledetección ha hecho aportes de gran significación para el conocimiento del planeta que habitamos por medio de la cobertura global que ofrecen diversos satélites o sistemas de ellos que debieron asociar sus movimientos orbitales para hacer posible la integración de la información que capturan.

Resulta de gran utilidad el inventario y estado de las áreas agrícolas, saber de las condiciones medio ambientales tanto en zonas urbanas como rurales, comprobar estadios de erosión de los suelos, constatar desastres en superficies cubiertas con vegetación natural, entre otros.

En investigaciones geográficas de tipo evolutiva, la cartografía analógica permitió, solo a través de sus actualizaciones y nuevas ediciones realizar este tipo de estudios aunque la periodicidad temporal en la renovación de datos fue muy espaciada. En este sentido la teledetección ofrece cambios sustanciales con ventajas irremplazables; su menor costo y rapidez para repetir la captura de nuevas imágenes satelitales, como también el mantenimiento en condiciones operativas durante mucho tiempo de plataformas y sensores capturando imágenes de toda la tierra de características técnicas similares, hacen posible a valiosas investigaciones evolutivas. Uno de los ejemplos más interesantes de este tipo es la serie de satélites Landsat (NASA), que desde el año 1972 en que estuvo en operaciones la versión 1 hasta nuestros días con la versión 8 (operando desde 2013), nos ofrece una serie de imágenes dentro del espectro visible e infrarrojo, con mejor resolución espacial y similares características técnicas. Cabe destacar, que los Estados Unidos de América mantienen este importante programa de captura global desde hace 50 años (7).

Desde junio de 1985, la Unión Europea mantiene un proyecto denominado en principio CORINE, *que* reúne y alimenta bases de datos con información geoespacial de teledetección relacionada con su territorio, orientada especialmente a estudiar los cambios en los usos del suelo y problemas ambientales, los que se expresan en mapas digitales a escala 1:100.000. El proyecto se ha renovado en la actualidad, actualizando su **IG** e inclusive con mejores resoluciones.

Próximamente se conocerá un mapa global de cobertura de suelos 2020 construido con imágenes del satélite Sentinel-2 de la Agencia Espacial Europea (ESA) y un nuevo proceso de elaboración automático que posibilitará su actualización anual orientada a reflejar los cambios sobre la superficie terrestre. Los datos geográficos comprenderán diversas capas y aplicaciones para su incorporación en SIG. La característica riqueza de la información espacial modelo raster y en este caso, además su renovada actualización facilitarán significativamente el conocimiento geográfico, ofreciendo las siguientes coberturas: zonas urbanas; masas de agua líquida; masas de agua sólida; masas boscosas; vegetación herbácea; vegetación inundada; cultivos; zonas de arbusto/matorral; suelo desnudo.

### **La computación y sus aplicaciones**

En los últimos sesenta años (8), de la mano de la computación, se produce el avance de la cultura digital sobre la analógica. Todos los procesos vinculados con el dato geográfico se aceleran, permiten alcanzar excelentes precisiones, pueden asociarse y transformarse en algoritmos factibles de ser procesados en volúmenes antes impensados, con resultados sorprendentes y en lapsos breves.

Ocupan especial atención los Sistemas de Información Geográfica (**SIG**) y las Infraestructuras de Datos Espaciales (**IDE**) que pueden trabajar con niveles informativos propios de distintas disciplinas, permitiendo encarar problemas de diversa complejidad en forma integrada.

Los **SIG** constituyen herramientas dotadas de una creciente capacidad para la gestión y el análisis de la información geo-referenciada generando nuevos productos de aplicación multidisciplinaria y facilitando la conexión digital con los públicos externos.

Otra consecuencia favorable es la incorporación de nuevos conceptos organizativos que mejoran la productividad (9).

Las nuevas capacidades incorporadas a los **SIG** les permite desenvolverse a través de páginas institucionales con datos y servicios remotos e integrar bases de datos, creando un nuevo concepto de trabajo colaborativo denominado **IDE**.

Se trata de sistemas, basados en Internet, donde diferentes organismos adheridos ponen a disposición información y servicios para un aprovechamiento integrado de la **IG** disponible. Para su correcto funcionamiento se deben considerar las incumbencias correspondientes, las normas y estándares internacionales que aseguren la interoperabilidad de los datos y contar con un marco que regule la actividad.

En nuestro país se ha creado IDERA, como una comunidad de información geoespacial que tiene como objetivo propiciar la publicación de datos, productos y servicios, de manera eficiente y oportuna, como un aporte fundamental a la democratización del acceso de la información producida por el Estado y otros actores, con el apoyo en las decisiones de los ámbitos estatal, privado, académico, no gubernamental y la sociedad en su conjunto.

Se considera que esta amplia participación, sin exclusiones, resulta fundamental para garantizar el carácter nacional y federal de IDERA.

## **LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL**

La expresión tiene una antigüedad de más de medio siglo de utilización, a nivel mundial, fundamentalmente en círculos relacionados con las especulaciones matemáticas.

En la actualidad se aprecia una creciente disposición para transitar en dirección a la **IA**, sustentada en las actuales posibilidades del intercambio de la información para aplicar a proyectos conjuntos, con participación multidisciplinaria.

La sociedad debe resolver durante el Siglo XXI muchos problemas, de distinta índole pero todos ellos de gran importancia. Los nuevos desarrollos que aparecerán durante los próximos años irán produciendo cambios de significación en la forma de vida.

En nuestro país, dentro de un periodo de recesión, con baja liquidez y tasas poco atractivas, se acentúa la tendencia a inversiones de riesgo en emprendimientos del sector digital, con servicios de calidad que se conocen como unicornios.

Se posee información sobre más de una docena de estas empresas tecnológicas locales que, por la magnitud de sus desarrollos y su especial valuación financiera, pueden escalar en otros mercados, contratar personal y conseguir clientes a nivel global, aún en países donde no cuentan con representación. Significativamente el mercado mundial de valores lo lideran actualmente las empresas tecnológicas.

Desde la Geografía nos detendremos en algunos de los temas a los que asignamos atención prioritaria, partiendo del supuesto que las máquinas aprenden lo que se les enseña y que sus límites se encuentran en la imposibilidad de poder transmitirles conciencia.

En todos los casos elegidos urge implementar medidas profundas y audaces para paliar emergencias, para poder cubrir falencias existentes y avanzar con equidad.

La educación siempre merece una consideración especial. Estamos convencidos que la imprescindible interacción directa entre educadores y educandos dentro de un establecimiento educativo,, que resultan indefendibles influye favorablemente en la socialización, permite evidenciar las ejemplaridades, facilita el aprendizaje y la imprescindible comprobación de la asimilación.

Más allá de las consecuencias desfavorables que originó la emergencia sanitaria, existen en nuestro país ejemplos de periodos extensos sin escolarización y casos donde nunca llegó, que resultan indefendibles ante toda argumentación.

No tenemos dudas que con creatividad y la adecuada preparación previa, se alcanzará el desarrollo de plataformas digitales para alfabetizar adecuadamente a quienes hoy carecen de ese derecho.

Las experiencias ya desarrolladas, con urgencias y con un cierto margen de improvisación, dan pautas para pensar positivamente en los aportes que puede brindar la enseñanza a distancia, como complementación, actualización y especialización.

Un aspecto que debe considerarse en especial es la necesidad de capacitar permanentemente para lo laboral ante la desaparición de empleos, la renovación de otros y ante nuevas necesidades que aparecen en ese campo.

Los modos de vida en el medio urbano y rural. En general el crecimiento de la población y su distribución no estuvo acompañada por una adecuada gestión de los problemas que de ellos derivan. Podemos citar entre otros una mayor demanda de insumos de todo tipo, la degradación del ambiente, las dificultades de las grandes concentraciones urbanas y los flagelos como la inseguridad, la marginación y la pobreza.

Los ejemplos citados son algunos de los problemas vinculados al conocimiento geográfico, que exigen la toma de decisiones especiales para superarlos porque afectan nuestro presente y comprometen seriamente al futuro de la humanidad.

Por las manifestaciones del cambio climático, la ONU ha establecido un grupo de trabajo para impulsar a la IA como una herramienta que permitirá analizar el comportamiento de los fenómenos meteorológicos extremos, que se han quintuplicado durante los últimos cincuenta años.

La Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), ha lanzado un nuevo grupo temático para hacer frente a la creciente prevalencia y gravedad de los desastres naturales con la ayuda de la IA. El nuevo grupo, en colaboración con la Organización Meteorológica Mundial y el programa de las Naciones Unidas para el medio ambiente

apoyará los esfuerzos mundiales para mejorar la comprensión y gestión de los peligros en ese campo, a través de la herramienta que nos ocupa.

Desde hace algún tiempo se encuentran en aplicación sistemas de alerta temprana ante riesgos, incluyendo los provocados, donde se combinan variados sensores con datos estadísticos, ejemplos históricos y amenazas posibles, para actuar con rapidez ante la emergencia.

La robotización es una realidad en la agricultura argentina, con innovaciones dentro de equipos que trabajan de manera autónoma. Los avances ya registrados son el piloto automático, la dosificación variable y localizada de nutrientes o plaguicidas, los cortes por sección para siembra, riego o pulverización periódica y la regulación total de las maquinarias mediante una pantalla táctil.

No fue casual que en todo el desarrollo de nuestro trabajo siempre estuvo latente el mapa, el mejor aliado de la Geografía, describiendo a sus componentes significativos o como representación final de un proceso. Seguramente la disponibilidad y calidad del dato en los inicios del periodo histórico considerado dieron origen a la realización de auténticas expresiones artísticas, con leyendas o dibujos que muchas veces ocultaban imprecisiones o desconocimientos. Con los adelantos de la ciencia y de la técnica fueron ganando en precisión y los colores técnicamente dispuestos ayudaron a la percepción de las tres dimensiones.

La cartografía de los próximos años seguramente sufrirá cambios en la dinámica y fidelidad de los datos. Será una habitualidad disponer de una versión actualizada automáticamente y brindará nuevas prestaciones con la incorporación de estímulos no tradicionales como el sonido, texturas afines y olores vinculados al lugar representado o a su temática.

Se cree que actualmente cerca de la mitad de las decisiones de un individuo están controladas por algún algoritmo. Pero el hombre tiene reservada y asegurada la genialidad.

## **UN FUTURO POSIBLE**

Los avances alcanzados insumieron tiempo y esfuerzo, marchas y contramarchas, éxitos y fracasos. Siempre estuvo presente la forma del involucramiento humana para su empleo más noble.

El camino tecnológico que nos ocupa en este ensayo muestra resultados promisorios y dentro de una sociedad donde el cambio aparece como su única constante, la IA supone una fundada esperanza de adelantos para la sociedad.

## LA ALTURA DEL TECHO DE AMÉRICA

### Un dato emblemático

La IA cumplirá un rol trascendente en la actividad geográfica, pero como todo adelanto tecnológico, no debe dar la espalda a las técnicas y saberes tradicionales, que posibilitaron su existencia y a la vez sirvieron de catapulta para su concepción y realización.

En ese presupuesto, resulta interesante resaltar una experiencia real que muestra el rol de la tecnología en importantes cuestiones de la Geografía. Se trata de la determinación de la altura del Cerro Aconcagua, el más alto de América.

Dos fueron las mediciones más importantes realizadas: una que fue publicada en 1956 y otra más reciente en el año 2006. Lo que sigue es una somera descripción de ambos esfuerzos, para intentar alguna conclusión relativa al asunto que nos ocupa.

La altura del imponente cerro Aconcagua fue motivo de discusiones en nuestra historia. A mediados del siglo anterior se manejaban distintos números: en general trascendía que su valor superaba los 7000m sobre el nivel del mar. El uso de barómetros era prácticamente la única fuente de información seria al respecto, y se sabe que la relación entre alturas y presión barométrica arroja resultados de poca precisión y exactitud, habida cuenta de la variabilidad de la presión debida al cambiante estado de la atmósfera, cuestión que justamente se agravaba en el entorno de la majestuosa Cordillera de los Andes.

Por otro lado, el Cerro Ojos del Salado aparecía como una suerte de “competencia”, pues algunas fuentes hablaban de que poseía una altura superior a la de nuestra máxima cumbre.

Por entonces, el Instituto de Geodesia de la Facultad de Ingeniería de la UBA (10), bajo la dirección del Ing. Eduardo Baglietto, organizaba y realizaba campañas geodésicas durante los meses de enero en la zona cordillerana de la provincia de Mendoza, con la activa y fundamental participación del Ejército y su Escuela Superior Técnica. Alumnos y docentes de ambas unidades académicas contribuían a materializar una red geodésica de primer orden e investigar las particularidades de la geodesia en alta montaña. Esta red, dos décadas más tarde, iba a ser incorporada a la red nacional del IGM.

Esas campañas se desarrollaron desde 1934 hasta 1980, en total fueron 41. En algunas de ellas, allá por los años 1954 y 1955, se decidió obtener la altura del Aconcagua, con el propósito de aportar un valor de la mejor calidad posible con la tecnología de ese tiempo, de manera que la cartografía reflejara oficialmente el resultado. Se aprovecharía de esa manera los muchos trabajos geodésicos acumulados hasta ese momento, aportando un dato geográfico de gran valor y utilidad.

El IGM ya había desarrollado (y lo continuaba haciendo) una vasta red de nivelación, en una obra ciclópea que instaló decenas de miles de puntos fijos (mojones) con sus correspondientes cotas altimétricas, mediante campañas que llegaban a cada vez más rincones de nuestro vasto territorio, todo ello teniendo como origen el nivel medio del mar determinado por el mareógrafo de Mar del Plata, luego de décadas de observaciones diarias en ese icónico lugar de nuestro litoral marítimo.

Uno de estos mojones, el más cercano a la zona de interés, era el Nodal de Plaza Chile en la ciudad de Mendoza, cuya cota altimétrica era según el IGM **755,331m**. A partir del mismo, mediante el procedimiento denominado nivelación geométrica de precisión, el Instituto de Geodesia en sucesivas campañas llegó a obtener la altura de mojones instalados en la zona de la Laguna de Horcones, un lugar desde el cual se ve en toda su esplendor y magnitud el gigantesco y desafiante cerro Aconcagua, lo que implicó recorrer a pie todo el itinerario desde la ciudad de Mendoza, unos 200km.

Un detalle no menor es que los valores de altitud en este tramo fueron modificados por la influencia del campo de gravedad, para lo cual se realizaron correcciones basadas en mediciones con gravímetros estáticos en un proceso que se adelantó más de medio siglo al realizado en todo el resto del país.

Finalmente, desde estos mojones y con el procedimiento denominado nivelación trigonométrica compuesta, se obtuvo el valor de la ansiada cota altimétrica. El proceso consistió en dirigir visuales a la cima del Aconcagua midiendo ángulos verticales y horizontales con teodolitos ópticos de alta precisión. Resulta interesante destacar que las mediciones debieron ser realizadas por la mañana muy temprano pues a partir de cierta hora se instalaba una nube rodeando la montaña que “tapaba” las visuales. Testigos de esas mediciones informaron que a las 4 de la mañana había que levantarse para estar listo a observar desde la salida del sol durante no más de un par de horas.

Los documentos técnicos de este procedimiento muestran como resultado el valor **6959,7** metros sobre el nivel del mar, con un entorno de error estimado de +/- 1,2m.

El IGM adoptó oficialmente el valor redondo 6959m para todos sus documentos cartográficos, muchos de los cuales son de actual circulación.

Poco después se supo que una comisión geodésica norteamericana realizó similares observaciones para determinar la altura del Cerro Ojos del Salado, obteniendo para el mismo una altura 74m menor que el Aconcagua, terminando así con la duda de cuál es el cerro más alto de América.

Hacia 1990, llegando al fin del siglo XX, una nueva tecnología irrumpió en el mundo, revolucionando de raíz toda la geodesia práctica. Se trataba del Sistema de Posicionamiento Global (GPS), un sistema que permite la obtención de coordenadas tridimensionales en cualquier punto del planeta y en cualquier momento del día o de la noche con la única condición de tener “cielo abierto”, y con precisiones que fueron mejorando en el tiempo hasta llegar a niveles centímetros en la actualidad.

El IGM, consciente de esta impactante mejora tecnológica, no tardó en utilizarla para medir nuevamente la altura del Aconcagua. Para ello debía acceder a la cima, de por sí una gran dificultad, instalar allí un receptor GPS y dejarlo un tiempo recolectando y almacenando la información que recibe de los satélites. El procesamiento ulterior permitió conocer la altura sobre el elipsoide terrestre, una superficie de referencia que no constituye el origen de las alturas que se adopta en todo el país, que es el geoide, ligado al nivel medio del mar y al campo de gravedad terrestre. Para poder efectuar esta corrección se debía conocer la separación entre el elipsoide y el geoide en la zona del cerro Aconcagua, y esto se consiguió apelando a modelos internacionales y nacionales del geoide, que son el resultado de muchos años de mediciones y procesamientos dentro del ámbito de la Geodesia física.

Luego de varias pruebas y procesamientos se dio a conocer el resultado: **6960,8** metros. Aproximadamente un metro más que la mencionada determinación del Instituto de Geodesia ( $6959,7\text{m} \pm 1,2\text{m}$ ). La coincidencia entre ambos resultados era tal que prácticamente se encontraba dentro del entorno de error de aquella antigua medición.

Pero faltaba algo más para que ambas determinaciones sean comparables. Hace pocos años, el ahora IGN se abocó a la corrección de todos los puntos fijos de nivelación del país por efecto gravitatorio, tal como se describió más arriba. Esto modificó ligeramente todas las cotas, resultando una nueva lista de alturas ortométricas de miles de puntos fijos, que pueden ser consultados en su página web.

Buscando la nueva cota del punto Nodal Plaza Chile que sirviera de origen para el cálculo del Instituto de Geodesia hace ya más de 70 años, se encontró que el valor actual es de **755,876m**, lo cual significa una modificación de  $+0,545\text{m}$  a su valor original. Con lo cual, si se hubiera partido de ese valor corregido, se habría obtenido para el Aconcagua en 1955 el valor de **6960,3** m, apenas 50 cm de diferencia con el valor actual.

En definitiva las dos tecnologías concordaron dentro del medio metro. Esto habla muy bien de la ejecución de los dos proyectos, separados medio siglo.

A esta altura, podríamos esbozar algunas conclusiones:

- La tecnología tradicional obtuvo resultados casi coincidentes con la tecnología actual.
- La tecnología tradicional requería mayor contacto con la naturaleza por parte de los operadores, y consiguientemente un mayor y mejor conocimiento del medio físico.
- La tecnología actual es mucho más rápida y los esfuerzos de cálculo y procesamiento se han automatizado.
- Los conceptos científicos sobre los que se basan ambas tecnologías son prácticamente los mismos.
- Donde hay gran diferencia es en la comunicación de datos y resultados, que ha adquirido una velocidad tal que permite el trabajo y procesamiento en tiempo real, así como en el tamaño y peso de los receptores de información.

Sin este último gran cambio no se podría haber intentado el camino de la **IA**, que se sitúa en el vértice superior de la pirámide del conocimiento y el saber, y cuya base debe ser el amplio y sólido desarrollo de las ciencias básicas fundamentales.

El hombre pudo pisar la luna utilizando en 1969 una tecnología muy inferior a la actual. Hoy lo podría hacer más rápido, y la verdadera diferencia es que puede procesar y transmitir sus observaciones en forma mucho más eficiente. Más aún, puede instalar robots que hagan parte de su trabajo en base a la inteligencia artificial.

Pero un edificio sin buenos cimientos siempre correrá el riesgo de su derrumbe.

## REFERENCIAS

(1) Un dato muy importante para los estudios geográficos, para el conocimiento de la realidad social y para el establecimiento de políticas duraderas es el que proviene de los censos, en especial de los inventarios de población. Son condiciones de calidad, no siempre cumplidas, mantener los lapsos de la toma, utilizar bases cartográficas con similar desagregación y emplear encuestas con criterios científicos.

(2) Se atribuye a John McCarthy haber acuñado el concepto de inteligencia artificial vinculándolo con métodos y máquinas computarizados que pudieran realizar tareas propias del ser humano. Desde 1955 se viene utilizando en ámbitos matemáticos.

(3) Entre aquellos que con sus hallazgos contribuyeron grandemente a la calidad de los datos geográficos en nuestro país, se encuentran los nominados como sitiales en la Academia Nacional de Geografía. A ellos los antecedieron o se sumaron después otros investigadores, técnicos y prácticos especialmente designados. Existen ejemplos de profesionales de otras disciplinas que vocacionalmente optaron por la ciencia de Estrabón. No deben faltar en la consideración los aportantes de datos, en casos anónimos, como meteorólogos, encuestadores sociales y económicos, geodestas, topógrafos, geólogos, biólogos, etc. A nivel internacional, en esta prolongada etapa, se conocieron las más importantes proyecciones cartográficas, se fijó el primer meridiano de Greenwich y fue aceptado el Elipsoide de Hayford como superficie de referencia.

(4) Medidores de distancias y ángulos, anteojos astronómicos, torres de observación adaptadas para su empleo en llanuras extensas, hidrógrafos, pluviómetros, reglas de cálculos, marcas, señales y muchos otros. Merece destacarse que por lapsos prolongados el autoabastecimiento fue política de Estado y existieron mínimas posibilidades de importar instrumental e insumos.

(5) Fueron necesarios grandes depósitos para archivar los antecedentes, en distintos formatos y soportes; resultaba costoso mantenerlos en buen estado y era complicado su aprovechamiento posterior. En general se consideraba información de uso restringido, casi con exclusividad por la entidad que los producía. Cuando la tecnología lo hizo posible, parte del material de estos repositorios fue digitalizado.

(6) En nuestro país los trabajos propios de la fotogrametría terrestre se iniciaron en 1910 y los de fotogrametría aérea una veintena de años después. Vinculado a los trabajos geodésicos y topográficos, en 1946 se adoptó como punto de tangencia el vértice Campo Inchauspe y en 1949 se estableció físicamente el Punto Altimétrico de Referencia Normal, en el Parque Independencia de la Ciudad de Tandil.

(7) Desde el año 1972, se mantiene operando la serie de satélites Landsat (NASA). La versión 8 que conocemos desde el año 2013 es la versión más moderna.

(8) La llegada de la emblemática “Clementina” que funcionó en el Instituto de Cálculo de la Universidad de Buenos Aires, entre 1961 y 1971, constituyó un paso trascendente para la computación en el país. En 1963, el entonces IGM incorporó su primera computadora científica. Una muestra del desarrollo registrado en este campo es que el más sencillo de los teléfonos móviles actuales, los supera en capacidad de almacenaje y ejecución.

(9) Se reconoce como el primer SIG al desarrollado por el canadiense Roger Tomlinson en 1969. Esta herramienta comenzó a popularizarse a fines de los 80 y pasó a constituirse en un gran aporte que brinda la informática al manejo de la información geográfica. Se lo puede definir como una integración organizada de datos para almacenar, manipular y desplegar en todas sus formas la información geográfica para resolver problemas complejos, funcionando además como una base de datos alfanuméricos.

(10) Este Instituto creado en 1953, pasó a denominarse a partir del año 2006 Instituto de Geodesia y Geofísica Aplicada (IGGA). Las campañas geodésicas se realizaron desde 1934 hasta 1980, donde los docentes y alumnos empleaban un mes de su receso estival en el ambicioso proyecto.

## **FUENTES CONSULTADAS**

- Academias Nacionales. En torno a 1810, 412 páginas. Buenos Aires: Abeledo Perrot, 2010
- Instituto Geográfico Militar. 100 años en el quehacer cartográfico del país. 1879-1979, 304 páginas, fotografías y un sobre con cartografía y planillas. Buenos Aires: IGM, 1979.

- Instituto Geográfico Nacional. IGM 130 años IGN. 1879-2009, 2 tomos. Historia, 143 páginas. Testimonios. De las estrellas al GPS, 47 páginas y un CD. Buenos Aires: IGN, 2009.
  
- Baglietto, Eduardo E. Contribuciones a la Geodesia Aplicada, 27/31 pág. Buenos Aires, Febrero 1958. Presentado en la VII Asamblea General y VIII Reunión de Consulta de la Comisión de Cartografía del Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH)
  
- Chuvieco, Emilio. Teledetección ambiental. La observación de la Tierra desde el espacio, 608 páginas. Barcelona: Ariel, 2010.
  
- Academia Nacional de Geografía. Página Web
  
- Instituto Geográfico Nacional. Página Web

La Academia Nacional de Geografía difunde los sucesos e investigaciones de sus miembros y de la ciencia geográfica en general, a través de contribuciones, declaraciones, información y compilaciones que se publican en sus anales y en ediciones de interés científico.

### ANALES

1 . Año 1957 (agotado)	24 . Año 2000
2 . Año 1958 (agotado)	25 . Año 2001
3 . Año 1959 (agotado)	26 . Años 2002/05
4 . Año 1960 (agotado)	27 . Año 2006
5 . Año 1961 (agotado)	28 . Año 2007
6 . Año 1962 (agotado)	29 . Año 2008
7 . Años 1963/70	30 . Año 2009
8 . Años 1971/80	31 . Año 2010
9 . Años 1981/84	32 . Año 2011
10 . Año 1985	33 . Año 2012
11 . Años 1986/87 (agotado)	34 . Año 2013
12/13 . Años 1988/89	35 . Año 2014
14/15 . Años 1990/91	36 . Año 2015
16 . Año 1992	37 . Año 2016
17 . Año 1993	38 . Año 2017
18 . Año 1994	39 . Año 2018
19 . Año 1995	40 . Año 2019
20 . Año 1996	41 . Año 2020
21 . Año 1997	42 . Año 2022
22/23 . Años 1998/99	

*Homenaje a los fundadores - Separata Anales N° 8 - (1980)*

Desde los Anales N° 38, editado en el año 2018, debió interrumpirse la versión impresa en papel

## EDICIONES ESPECIALES

- 1 . *Sarmiento y los estudios geográficos* - Prof. Cristóbal Ricardo Garro – 1988 (agotado)
- 2 . *El descubrimiento de América en los viejos y nuevos historiadores de Colón* - Dr. Enrique de Gandía – 1989
- 3 . *La fuerza de trabajo en la ciudad de Corrientes* - Dr. Alfredo S.C. Bolsi – 1989
- 4 . *Migraciones internas* - Prof. Efi Emilia Ossoinak de Sarrailh – 1991
- 5 . *Acerca de la escuela y la enseñanza de la geografía* - Prof. Efi Emilia Ossoinak de Sarrailh – 1992 (agotado)
- 6 . *Laguna del Desierto – Estudio de una crisis* - Dr. Luis Santiago Sanz – 1993 (agotado)
- 7 . *Los regímenes fluviales de alimentación sólida en la República Argentina* - Dr. Enrique D. Bruniard – 1994 (agotado)
- 8 . *Concepción geográfica del paisaje, erosión y formas de cartografiarlas* - Dr. Ricardo Capitanelli – 1994 (agotado)
- 9 . *La población en la ciudad de Corrientes entre 1588 y 1980* - Dr. Alfredo S.C. Bolsi – 1995 (agotado)
- 10 . *Cambio global – Causas, ciencia, tecnología e implicaciones humanas* - Ing. Humberto J. Ricciardi – 1995
- 11 . *Acerca de los hielos continentales patagónicos* - Ing. Mil. Geógrafo Roberto J. M. Arredondo, Ing. Civil Bruno Ferrari Bono, Ing. Geodesta Geofísico Pedro Skvarca y Embajador Vicente G. Arnaud – 1996
- 12 . *El hito de San Francisco – Una marca conflictiva* - Dr. Luis Santiago Sanz – 1999 (agotado)
- 13 . *Las Islas Malvinas – Descubrimiento, primeros mapas y ocupación – Siglo XVI* - Embajador Vicente Guillermo Arnaud – 2000
- 14 . *Siglo XXI: Malvinas Argentinas – Propuestas para una política de estado* - Clmte. Jorge Alberto Fraga – 2000 (agotado)
- 15 . *Contribución de la geodesia y la geofísica a la geografía* - Ing. Fernando Vila - 2000
- 16 . *Los regímenes climáticos y la vegetación natural – Aportes para un modelo fitoclimático mundial* - Dr. Enrique D. Bruniard – 2000

17 . *El acuerdo sobre el Río de la Plata y su frente marítimo* - Emb. Luis Santiago Sanz -2006

## **SEMINARIOS**

1. Cambio global, energía y emisiones – Ing. Humberto J.Ricciardi - 1994

## **INTERACADÉMICAS**

1. En torno a 1810. Publicación de las Academias Nacionales - Abeledo Perrot - Buenos Aires, 2010.

2. Congreso Extraordinario de Historia. Homenaje a Domingo Faustino Sarmiento en el Bicentenario de su nacimiento (1811 – 2011). Dos tomos – Serie Bicentenario de la Patria - Academia Nacional de la Historia – Junta de Estudios Históricos de San Juan - San Juan, 2011.

3. El problema ambiental en la sociedad, la salud y la economía - Once academias nacionales de la Argentina ante la amenaza del calentamiento global - Buenos Aires, 2016.

4. Las Academias se asoman al futuro - Buenos Aires, 2017.

5. Academias – Conocimiento y sociedad – Buenos Aires, 2018.

6. Redes sociales: educación y valores –Buenos Aires, 2019.

7. Pandemia. Los múltiples desafíos que el presente le plantea al porvenir - Buenos Aires, 2020

8. Inteligencia Artificial. Una mirada multidisciplinaria - Buenos Aires, 2021.

## **DEL IPGH**

1.El IPGH. Una historia de 90 años – Prof. Héctor O. J. Pena – Ciudad de México 2018.

NOTA: Las publicaciones señaladas con este color están disponibles en la página Web de la Academia: [www.an-geografia.org.ar](http://www.an-geografia.org.ar)

## *Biblioteca*

---

Especializada en geografía y temas afines, cuenta con 5722 libros y 322 títulos de publicaciones periódicas.

Limitada en su funcionamiento, desde el 9 de marzo de 2018. Hasta que resulte posible incorporar personal cubre solamente las necesidades internas y algunas solicitudes especiales de investigación.

## Índice

---

<i>Institucional</i>	<i>Página</i>
Consejo directivo	4
Académicos presidentes	5
Mapa bicontinental de la República Argentina	6
Académicos titulares	7
Sitiales asignados a los académicos titulares	8
Académicos titulares fallecidos	12
Personalidades que fueron designadas académicos correspondientes	16
Orígenes de la Academia Nacional de Geografía	18
Miembros fundadores	23
Principios de la Academia Nacional de Geografía	24
<i>Representación internacional</i>	<i>25</i>
Instituto Panamericano de Geografía e Historia -IPGH	25
Comisión Nacional de Geografía	26
Conmemoración del 93° Aniversario del IPGH	27
<i>Editorial</i>	<i>52</i>
Nota del editor	52
<i>Conmemoraciones y homenajes</i>	<i>53</i>
"Académico ingeniero geógrafo Luis María Miró 1925-2021" por el académico <i>Héctor O. J. Pena</i>	53
Día de la Antártida Argentina	57
Día de la Tierra	58
Una nueva provincia argentina	59
200 años del natalicio de Bartolomé Mitre	60
Día de la independencia nacional, 9 de julio de 1816	61

Bicentenario de la Universidad de Buenos Aires	61
"65° Aniversario de la Academia Nacional de Geografía" por el académico presidente Héctor O. J. Pena	62
<i>Contribuciones geográficas</i>	<i>63</i>
<hr/>	
"Bases y consideraciones para una educación geográfica en los tiempos actuales de complejidad, incertidumbre y planeta en crisis" por el académico <i>Pablo Gabriel Varela</i>	63
"Intensificación agropecuaria sustentable como base para la conservación de los suelos de la Argentina" por el académico <i>Roberto Raúl Casas</i>	96
"Smart cities" por el académico <i>Adolfo Guitelman</i>	142
"Antártida" por el académico <i>Vicente G. Arnaud</i>	153
"¿Ningún lugar a salvo? Incertidumbre climática y adaptación" por la académica <i>Josefina Gómez Mendoza</i>	165
"Reflexiones de la pandemia SARS-Cov2 2021" por el académico <i>Roberto Chuit</i>	168
<i>Ámbito académico</i>	<i>177</i>
<hr/>	
Archipiélagos de Malvinas, Georgias del Sur y Sandwich del Sur: Su pasado, presente y futuro	177
Reconocimiento otorgado por la Universidad Nacional de San Juan	178
Bosquejo de la historia de la Ingeniería	178
XVII Semana Nacional de la Cartografía: "La cartografía en los tiempos de las IDEs"	179
"Reflexiones sobre la evolución de la Geodesia y la Cartografía básica nacional" por el académico <i>Horacio E. Ávila</i>	180
Instituto de Botánica Darwinion	214
Lanzamiento del sitio web: "La Argentina rural en mapas"	215
Distinción de la Sociedad Geográfica Rusa al Profesor Héctor Oscar José Pena	216
Distinción a la académica Blanca Argentina Fritschy	216

X Encuentro interacadémico: Inteligencia artificial. Un mirada multidisciplinaria.	217
"La cultura geográfica digital ante los desafíos sociales del siglo XXI" por los académicos <i>Horacio E. Ávila, Ezequiel Pallejá y Héctor O. J. Pena</i>	220
<i>Publicaciones</i>	<i>236</i>
<hr/>	
Anales	236
Ediciones especiales	237
Seminarios	238
Interacadémicas	238
Del IPGH	238
<i>Biblioteca</i>	<i>239</i>
<hr/>	

**ISBN.....**  
**Código de barras**

---