

CURSO BÁSICO DE GLACIOLOGÍA Y DE CONOCIMIENTO DEL PARQUE NACIONAL LOS GLACIARES, PROVINCIA DE SANTA CRUZ.

BASIC COURSE OF GLACIOLOGY AND KNOWLEDGE OF LOS GLACIARES NATIONAL PARK, SANTA CRUZ PROVINCE.

Jorge Marcelo Gari¹, Daniel Fernandez Andronaco¹, Ailin Sol Ortone Lois^{1,2}, Guido Luis Pilato¹,
& Erick Leonel Macote Yparraguirre¹

1- Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Haedo. Paris 532, 1706 Haedo, Buenos Aires

Email: daniel.fer.and.88@gmail.com

2- Centro de Sensores Remotos - Fuerza Aérea Argentina. Belisario Roldán 4511, 1425 CABA

Email: ailin.ortone@gmail.com

RESUMEN

Estas capacitaciones surgen a partir de un requerimiento que, en el año 2014, la Fundación Conociendo Nuestra Casa de Puerto Deseado (Provincia de Santa Cruz) le propuso al Grupo de Investigación *Radar de Apertura Sintética* de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Haedo. Consistió en la preparación de unas charlas básicas sobre glaciología para ser dado a los alumnos de 4º Grado de las escuelas de Puerto Deseado y otras ciudades costeras con el objetivo de concientizar desde pequeños a los habitantes de dichas poblaciones. Esta capacitación se fue transformando en los años siguientes a partir del interés que mostraron algunos colegios secundarios de Buenos Aires, para impartirlos durante el ciclo lectivo. Es así, como desde el año 2017, los integrantes del grupo de investigación ofrecen de forma gratuita, clases sobre glaciología y su relación con el cambio climático para jóvenes estudiantes en escuelas secundarias. Primeramente, se buscó generar un contenido didáctico lo suficientemente sencillo como para ser comprendido por niños de 10 años de edad que incluyera tanto imágenes satelitales de la zona del campo de hielo como fotografías históricas y actuales de los diferentes glaciares. Esto fue posteriormente modificado y adaptado a oyentes adolescentes, quienes mostraron además especial interés por la temática del cambio climático. De esta forma, los alumnos pudieron adquirir conocimientos básicos tanto sobre las características principales de los glaciares, así como el retroceso de sus frentes debido a la modificación de las condiciones climáticas imperantes en la zona y en el mundo en general, además de conceptos sobre teledetección. Se usaron geotecnologías para visualizar los glaciares y complementar el texto que comprende su definición, estructura, morfología,

evolución, ubicación y aspectos ambientales e históricos asociados de forma que los alumnos puedan tomar contacto con ellos. Se recurrió a imágenes ópticas de los satélites Landsat 3/5/7/8 y Sentinel-2A. Se obtuvieron composiciones en color natural y en falso color compuesto para el periodo 1981-2017 y se realizó un estudio multitemporal para resaltar el retroceso del Glaciar Upsala desde el año 1986 hasta la actualidad. Asimismo, se utilizaron mapas, fotografías históricas, esquemas explicativos e imágenes tomadas por los autores en diferentes estudios de campo realizados en el marco del grupo de investigación. Se fue agregando material específico de misiones satelitales argentinas como el lanzamiento del SAOCOM 1A, además de definiciones sobre el medio ambiente y los factores que lo modifican. La capacitación fue confeccionada de forma flexible pudiendo ser actualizada y dictada en escuelas de todo el país, debido a la enorme importancia que representan los glaciares como recurso hídrico de la Nación y como indicador de las alteraciones producidas en el ecosistema local debido al cambio climático global.

Palabras clave: Recursos naturales; Glaciares; Concientización; Imágenes satelitales; Estudio multitemporal

ABSTRACT

These training courses arise from a requirement that, in 2014, the *Conociendo Nuestra Casa* Foundation of Puerto Deseado (Province of Santa Cruz), proposed to the Research Group *Synthetic Aperture Radar* of the National Technological University, Haedo Regional Faculty. It consisted in a basic course on glaciology for 4th Grade students of Puerto Deseado schools and other coastal cities, in order to raise environmental awareness among the inhabitants of these populations. This course was modified in the following years due to the interest shown by some secondary schools in Buenos Aires, to be taught during the school year. This is how, since 2017, the members of the research group offer free classes on glaciology and its relationship with climate change, for young students in secondary schools. Initially, the objective was to generate teaching material simple enough to be understood by 10-year-old children, which included both satellite images of the ice field area and historical and current photographs of the different glaciers. This was subsequently modified and adapted to teenage students, who also showed special interest in climate change issues. Thus, students were able to acquire basic knowledge about not only the main characteristics of the glaciers, but also the retreat of their fronts due to variations of the prevailing climatic conditions in the area and in the world, besides remote sensing learning. Geo-technologies were used in order to track the glaciers and to complement the theory regarding to their definition, structure, morphology, evolution, location and associated environmental and historical aspects, so that the pupils can acquaint themselves with remote sensing. Optical Landsat 3/5/7/8 and Sentinel-2A images were used. Compositions in true and false-colour were obtained for the period 1981-2017 and a multitemporal analysis was realized to highlight the Upsala Glacier's retreat from the year 1986 up to the actuality.

The course also includes maps, historical photos, explanatory schemes and images taken by the authors in fieldworks. Specific material from Argentine satellite missions such SAOCOM 1A launch was added to the teaching material, as well as definitions related to natural environment and the factors that modify it. The course was developed in a flexible way, so as to be updatable and dispensed to schools countrywide. Its main goal is to aware students about the enormous significance of glaciers as national water resources and as indicator of global climate change with the subsequent alteration of local ecosystems.

Keywords: Natural resources; Glaciers; Awareness raising; Satellite images; Multitemporal analysis

INTRODUCCIÓN

La glaciología y los aspectos relacionados con la zona del Campo de Hielo Continental Patagónico Sur (HCPS) y, en particular, del Parque Nacional Los Glaciares (PNLG) son temas lamentablemente poco discutidos en el ámbito escolar en nuestro país. Sin embargo, en el último año se han producido manifestaciones contra el cambio climático en varias zonas del globo y es un tema en auge principalmente entre los jóvenes, quienes exigen acciones sobre el clima y concientización ambiental. Es así como surge el desarrollo del presente trabajo con el objetivo de acercar conocimientos básicos sobre los glaciares y sensibilizar al alumnado sobre la problemática del retroceso de los mismos.

Los glaciares son referentes tanto paleoclimáticos como del cambio climático actual. Particularmente, el Campo de Hielo Patagónico forma el Sistema de glaciares temperados más grande del hemisferio sur. Estudios recientes indican que el campo de hielo está perdiendo masa a una de las tasas más rápidas del mundo. La mayoría de estos glaciares se encuentran en retroceso durante las últimas décadas como resultado del calentamiento global (Minowa 2017). Esto se ve en parte reflejado por la reciente Ley 26.639 Régimen de Presupuestos Mínimos para la Preservación de los Glaciares y del Ambiente Periglacial, que establece los presupuestos mínimos para la protección de los glaciares y del ambiente periglacial, con el objeto de preservarlos como reservas estratégicas de recursos hídricos para el consumo humano; para la agricultura y como proveedores de agua para la recarga de cuencas hidrográficas; para la protección de la biodiversidad; como fuente de información científica y como atractivo turístico. La ley indica que los glaciares constituyen bienes de carácter público.

Con respecto a la teledetección, su utilización como herramienta de estudio complementaria relacionada con diversas disciplinas ha manifestado un notorio crecimiento en Argentina. La geomática constituye una ciencia en crecimiento y, considerando la extensión territorial del país, resulta una herramienta de monitoreo casi vital para cumplir con los requerimientos de control, seguimiento y propiamente reconocimiento del uso y adecuado aprovechamiento del espacio y de los recursos. En lo que a glaciares respecta, la información

satelital brinda una herramienta única para el estudio de los mismos, ya que su mayoría está ubicada en algunas de las regiones más inaccesibles del territorio, casi sin caminos de acceso, sin comunicaciones y sujetas a un clima extremo.

El contenido didáctico de las presentaciones es lo suficientemente sencillo como para ser comprendido por jóvenes de secundaria sin conocimientos previos sobre los temas, e incluye tanto imágenes satelitales de la zona del campo de hielo como fotografías históricas y actuales de los diferentes glaciares. Además, se realiza una breve introducción a la teledetección explicando sus conceptos básicos y sus ventajas a la hora de estudiar zonas remotas.

MATERIALES Y METODOS

Zona de estudio: El PNLG está ubicado en el sudoeste de la provincia de Santa Cruz como se ve en la Fig. 1. Contiene los glaciares del Lago Argentino y Lago Viedma y forma parte del Hielo Patagónico Sur (HPS), el cual cubre 13.000 km² desde los 48°20' de latitud S hasta los 51°30' de latitud S (Naruse y Aniya, 1997). Este se desarrolla a lo largo de la cordillera de Los Andes, con altitudes de 3400m y drena a través de glaciares temperados que pueden terminar en tierra, lagos proglaciares o fiordos.



Fig. 1 – Ubicación del Parque Nacional Los Glaciares¹

El parque ha sido declarado Patrimonio Mundial por la UNESCO en 1981 y en él se encuentran dos de los tres glaciares más grandes de Sudamérica, el Viedma y el Upsala, y el particular Perito Moreno, famoso por sus espectaculares desprendimientos cíclicos. En las

¹ "Estimación del Balance de Masas del Glaciar Upsala entre los años 1985 y 2016" - Gari y otros - 2016

últimas décadas se ha verificado un fuerte retroceso de todos los glaciares, en especial el Upsala, que pasó de ser el más grande del país a ser el segundo detrás del Viedma.

El calentamiento global aceleró el retroceso del hielo a los valles superiores, quedando sólo los glaciares conocidos. A menor superficie cubierta y menor volumen, se activó en mayor proporción el retroceso de los glaciares patagónicos.

Obtención de imágenes: Con la ayuda de una carta imagen digital provista por el Instituto Geográfico Militar (IGM) se georreferenciaron imágenes LANDSAT MSS, TM y ETM+ del período estival pertenecientes al banco de datos del Centro de Sensores Remotos (F. A. A.) para realizar un estudio multitemporal entre 1981 y 2003, con las que se determina y cuantifica el retroceso del frente del glaciar y su entorno.

Se recortaron las áreas de estudio formando subimágenes, se georreferenciaron las mismas con el apoyo de puntos de control tomados de la carta imagen, superponiéndolas. Luego de georreferenciadas las imágenes se combinaron en color bandas de cada una de ellas para lograr un análisis multitemporal y facilitar su interpretación visual. Finalmente, se determinó, en cada una de las superposiciones, la superficie de retroceso con respecto a la subimagen de 1981 tomada como referencia.

Debido a la alta nubosidad de la zona, prácticamente constante a lo largo del año salvo en contados días durante el verano y el invierno, se buscaron imágenes ópticas de fines de la época estival, entre los meses de enero y abril. Se seleccionaron las siguientes imágenes Landsat (Fig. 2) y Sentinel (Tabla 1).

Tabla 1. Imágenes utilizadas

Satélite/Sensor	Fecha
L3 MSS	Marzo de 1981
L5 TM	Enero de 1986
L5 TM	Marzo de 1997
L5 TM	Marzo de 1999
L7 ETM+	Marzo de 2001
L7 ETM+	Marzo de 2003
L7 ETM+	Marzo de 2007
L7 ETM+	Noviembre de 2009
L7 ETM+	Febrero de 2011
LC8 OLI	Febrero de 2014
LC8 OLI	Febrero de 2017
S2A MSI	Abril de 2017

La imagen L3 fue escaneada de una copia física perteneciente al archivo del CSR. Las imágenes L5, L7 y LC8 se bajaron gratuitamente del sitio de la U.S. Geological Survey (USGS)²

² <http://glovis.usgs.gov/>

y la imagen S2A se bajó también en forma gratuita del sitio de la Agencia Espacial Europea (ESA)³. Se eligieron las imágenes con la menor cobertura de nieve posible para una mejor identificación de las áreas con glaciares.

Todas las imágenes Landsat fueron georreferenciadas respecto al sistema de proyección POSGAR 94 Zona 1 (WGS84). Se generaron mosaicos para los años 2007, 2011, 2014 y 2017 (Fig. 4) y se obtuvieron recortes que abarcaran el Parque Nacional para los años 2014 y 2017. Además, se obtuvieron recortes específicos de los glaciares Viedma (2007 y 2017) (Fig. 5), Upsala (1981, 1986, 1997, 1999, 2001, 2003, 2007, 2009, 2011, 2014 y 2017), Onelli/Bolado/Agassiz (1986, 1997, 2001 y 2017) y Perito Moreno (2011 y 2017) (Fig. 6).

Se contrastaron estos recortes aplicando un realce lineal por tramos, fijando una tabla de brillo [*look-up table*] para cada una de ellas, lo que permite lograr una similitud radiométrica para posteriores comparaciones. Esta operación se vió dificultada por la presencia de extensas zonas blancas, con escasísimo contraste, correspondientes al escudo de hielos Sur y a la presencia de nubes dispersas, lo que alteraba la radiometría de las imágenes. Para solucionar esto se tomó a la imagen TM 97 como imagen control por su buen realce y se equipararon los histogramas de las otras imágenes a ésta, logrando de esta forma homogenizarlas radiométricamente, como se puede ver en modo de ejemplo en las Fig. 7 y 8.

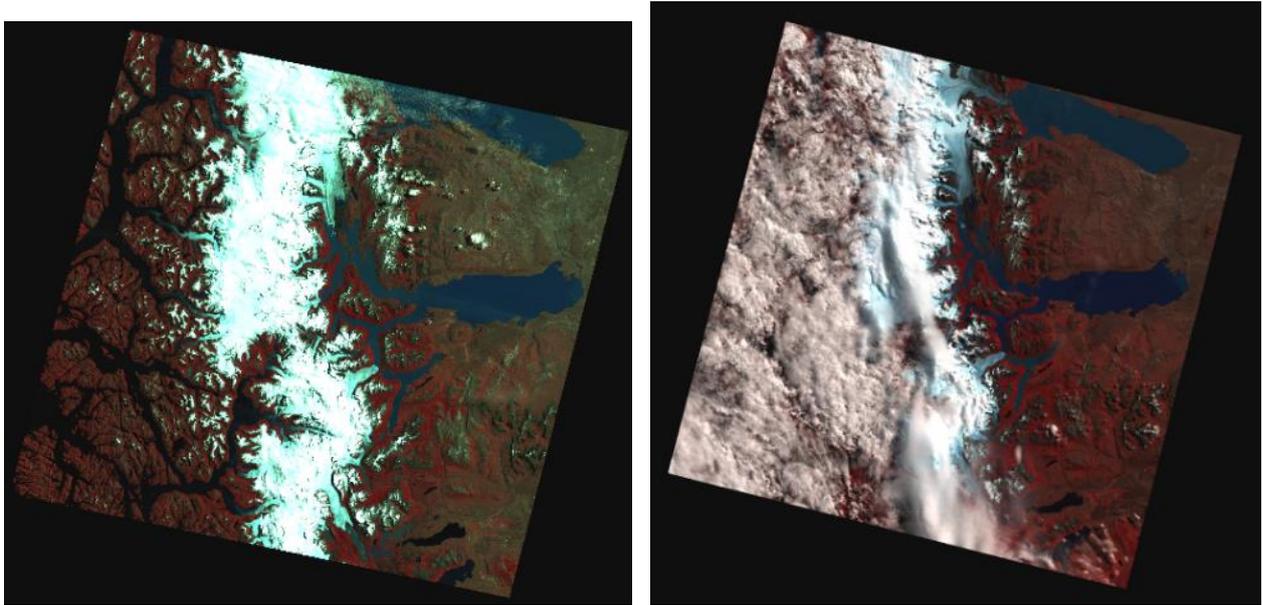


Fig. 2 - Imágenes Landsat 5 (TM) y Landsat 8 (OLI) de 1986 y 2014

³ <https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>

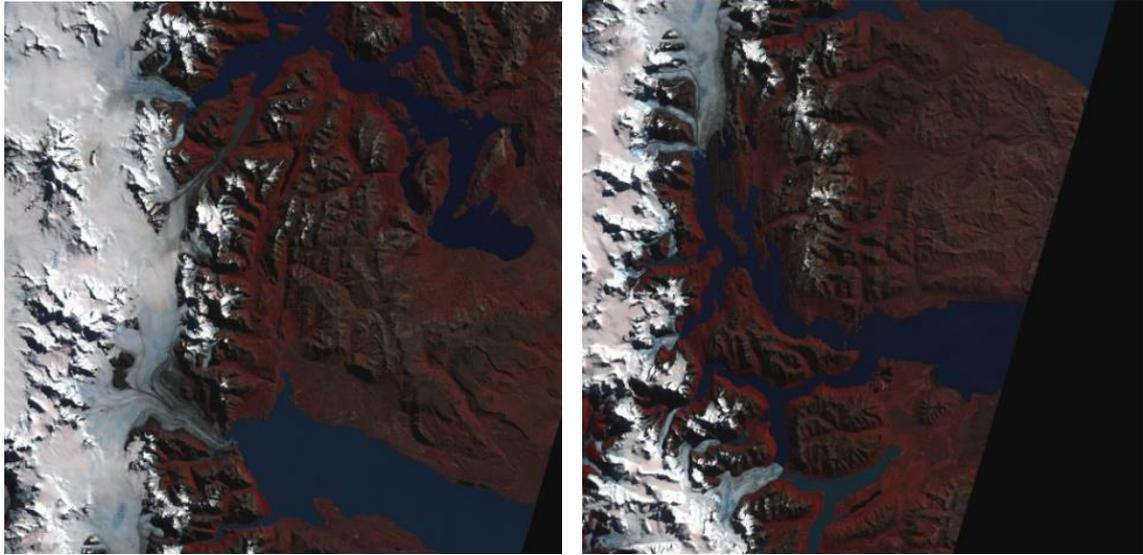


Fig. 3 - Imágenes Sentinel-2A (MSI) de 2017

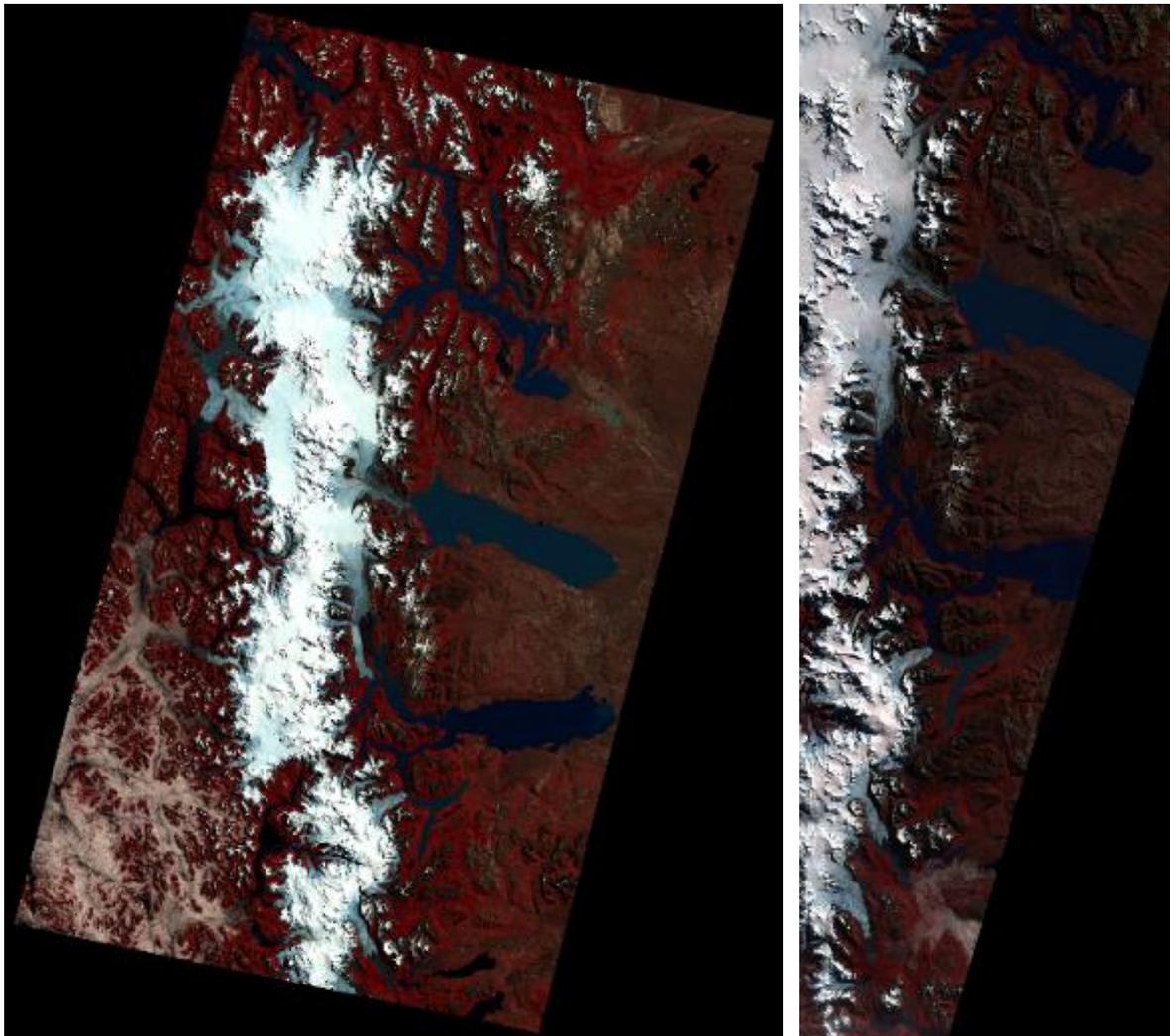


Fig. 4 - Mosaico L7 de 2011 (izq.) y S2A de 2017 (der.)

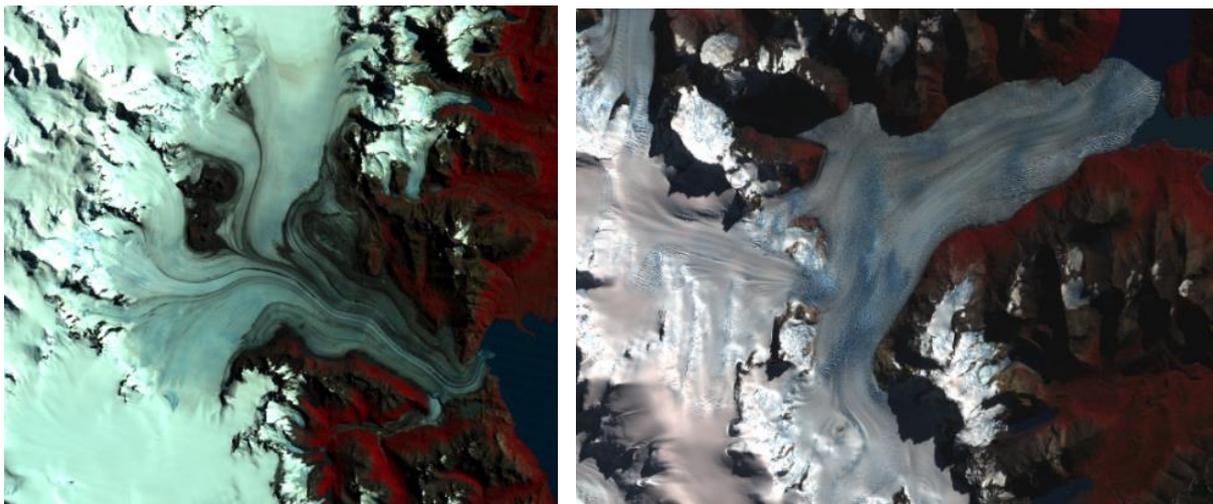


Fig. 5 - Recorte L7 del Glaciar Viedma Fig. 6 – Recorte S2A del Glaciar Perito Moreno

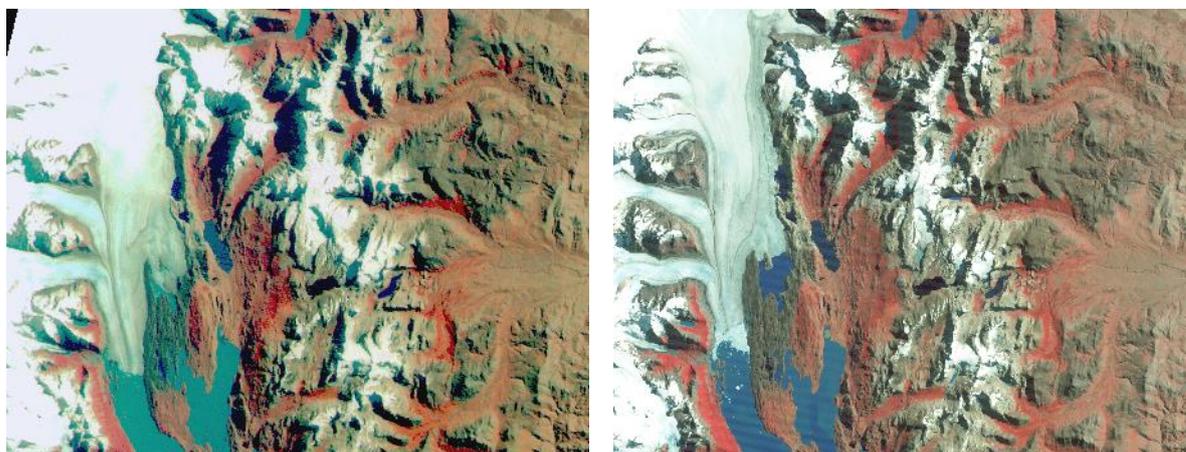


Fig. 7. Recorte imagen Landsat 3 MSS (23/3/81). Fig. 8. Recorte imagen Landsat 5 TM (17/3/97)

Para todos los casos se obtuvieron composiciones en Falso Color Compuesto Estándar con el objetivo de mejorar la visualización de las zonas cubiertas de vegetación. Para el periodo 1981-2017 se realizó un estudio multitemporal (Fig. 9) con el objetivo de resaltar el marcado retroceso del Glaciar Upsala a lo largo de los últimos años. Además, se utilizaron mapas, fotografías históricas, esquemas explicativos extraídos de la bibliografía e imágenes tomadas por los autores en diferentes estudios de campo realizados en el marco del grupo de investigación.



Fig. 9 - Composición multitemporal⁴ 1986-2017 para el Glaciar Upsala

RESULTADOS

El Glaciar Upsala muestra en su margen occidental menos pérdida de hielo debido a la compresión de los glaciares. Sin embargo, no ocurre lo mismo sobre su margen oriental debido a que se encuentra la ladera de la Península Herminita, donde la pérdida de hielo es mayor, fenómeno que es apreciable en las imágenes. El retroceso de los hielos se debe al incremento de la temperatura ambiental terrestre y a la disminución de las precipitaciones. En la década de 1940, se registraba un máximo de 7.000 mm anuales, mientras que hoy, en el mismo lugar, se llega apenas a los 4.000 mm; medidas hechas con pluviómetros totalizadores de registro anual. Frente a estos factores, generados por la naturaleza, nada podemos hacer, pero si es factible regular la actividad humana que participa con la dispersión de gases de toda índole. En la siguiente tabla pueden verse valores de velocidad media de retroceso en kilómetros anuales, donde el mayor valor se da en el año 2011 el cual coincide con la barrera de témpanos visible en el mosaico de la Fig. 4, que impidió la navegación en el brazo por más de un año.

⁴ Se utilizaron la banda 4 (NIR) del TM (1986) en el canal rojo y las bandas 4 (R) y 3 (G) del OLI (2017) en los canales verde y azul, respectivamente.

Tabla 2. Cálculo de velocidad media de retroceso sobre el Glaciar Upsala en el período 1985/2017

Año	Medida respecto a 1985	Medida respecto a año anterior	Cálculo respecto al año anterior	Promedio	Velocidad media de retroceso (km/año)
1985	0	0	0	0	
1986	0.197	0.197	0.197	0.197	0.197
1997	2.513	2.513	2.316	2.414	0.219
2004	4.115	1.544	1.602	1.573	0.225
2006	4.318	0.223	0.203	0.213	0.107
2011	7.898	3.445	3.580	3.512	0.702
2016	8.392	0.423	0.494	0.459	0.092
2017	8.673	0.253	0.281	0.267	0.267

Respecto al curso, éste fue preparado originalmente en 2014 y transferido posteriormente a la Fundación para su implementación en las escuelas de Puerto Deseado quedando pendiente la capacitación de los docentes para que pudieran retransmitir los conocimientos volcados en el mismo. El contenido estaba orientado a alumnos de 10 años de edad y se enfocaba en la difusión de las características del Parque Nacional y la concientización sobre los efectos del Cambio Climático en los glaciares, dado que la zona en cuestión tiene condiciones medioambientales muy diferentes a la del área en la que habitan.

Debido al interés de escuelas secundarias en el tema, se actualizó el contenido al presente y fue primeramente expuesto en formato PowerPoint (Fig. 7) ante alumnos de secundario en el año 2017, junto con la presencia del personal docente. Tanto en esa oportunidad como en las posteriores, se inició la charla con una introducción sobre el Grupo de Investigación y las tareas que realiza, se acompañó el contenido de las diapositivas con aclaraciones y observaciones fruto de la experiencia obtenida en los trabajos de campo y al final se escuchó la devolución de los alumnos (Fig. 8).



Fig. 7 - Algunas diapositivas de la presentación



Fig. 8 - Exposición oral del curso

Además de las presentaciones orales, el Grupo recibió una invitación de la Sociedad Científica Argentina (SCA) para exponer esta temática en la 42° Feria Internacional del Libro de Buenos Aires, que tuvo lugar en el predio de La Rural durante los meses de abril y mayo de 2016. La temática de la jornada fue el Cambio Climático y se brindó una charla sobre la situación de los glaciares en el Panel sobre Medioambiente y Desarrollo junto con otros expositores de la SCA, de la Autoridad de Cuenca Matanza Riachuelo (ACUMAR), de la Academia Argentina del Ambiente, de la Universidad de Ciencias Empresariales y Sociales (UCES) y del Ministerio de Agroindustria. La exposición oral se basó en la presentación original de 2014 pero fue adaptada al público en general y de todas las edades.

DISCUSIÓN

Fue muy interesante la devolución que se recibió por parte de los alumnos, quienes sin importar el tipo de educación que tuvieran (privada, estatal, convencional o del tipo

Waldorf) todos manifestaron su interés por el cambio climático y cómo afecta a los glaciares. Algunas preguntas formuladas fueron:

- ¿Hay forma de proteger los glaciares?
- ¿Cómo podemos concientizar nosotros sobre las consecuencias del cambio climático?

Los alumnos pidieron la opinión de los presentadores y profesores de la clase respecto de cómo cuidar el agua y, además, se interesaron por el estudio de la glaciología y de la teledetección, preguntando si éstas son carreras de grado y dónde se estudian.

Además de las presentaciones orales, el Grupo recibió una invitación de la Sociedad Científica Argentina (SCA) para exponer esta temática en la 42^o Feria Internacional del Libro de Buenos Aires, que tuvo lugar en el predio de La Rural durante los meses de abril y mayo de 2016. La temática de la jornada fue el Cambio Climático y se brindó una charla sobre la situación de los glaciares en el Panel sobre Medioambiente y Desarrollo junto con otros expositores de la SCA, de la Autoridad de Cuenca Matanza Riachuelo (ACUMAR), de la Academia Argentina del Ambiente, de la Universidad de Ciencias Empresariales y Sociales (UCES) y del Ministerio de Agroindustria. La exposición oral se basó en la presentación original de 2014 pero fue adaptada al público en general y de todas las edades.

Como conclusiones, en lo que respecta al comportamiento del Glaciar Upsala, se verifica una aceleración del retroceso del frente entre los años 1997 y 1999 como resultado posible de rupturas muy localizadas en el brazo Upsala, lo que se comprueba con la medición del área de ruptura en esa zona entre esas dos fechas. La marcada aceleración de retroceso entre los años 2010 y 2011 derivó en importantes desprendimientos sobre el brazo Upsala, lo cual impidió la navegación en el área por un largo período, imposibilitando a los turistas a ver el frente durante las excursiones lacustres.

En la costa occidental del brazo Upsala el retroceso de hielo no fue medido, pues de la observación de las imágenes mutitemporales se puede apreciar muy poca variación. No ocurre lo mismo en la Península Herminita donde el retroceso es muy marcado y por ende se pudo medir, observándose, en la actualidad, que la laguna Guillermo queda casi libre de hielo comparada con la imagen control del año 1981. Una posible causa de esta gran diferencia entre ambas costas puede encontrarse que en la ribera occidental el Glaciar Upsala recibe un continuo aporte de hielo de otros glaciares (Bertacchi, Cono, Tosello y Murallón)

En lo que respecta a los cursos, educar ambientalmente no solo es una tarea de expertos en diferentes áreas de la naturaleza, sino que también es necesaria una estrecha colaboración entre científicos, gestores y la población a través de procesos participativos. Esto se logra mediante la cooperación de organismos públicos, espacios naturales protegidos, toda la sociedad civil organizada, empresas y consultorías ambientales, medios de comunicación especializados en el medio ambiente, universidades, asociaciones de profesionales, etc. Se considera este trabajo como un pequeño aporte del Grupo a la divulgación de esta problemática

ambiental, donde la teledetección es la principal herramienta para el monitoreo de los cambios ambientales locales y su relación con el Cambio Climático global.

Luego de la primera presentación en un colegio se puede resaltar el gran interés de los alumnos, demostrado a través de las preguntas realizadas tanto sobre las dudas que surgieron durante la presentación como aquellas relacionadas con la temática del Cambio Climático. Se considera que la exposición aportó a la difusión de conocimientos sobre la teledetección, ciencia que varios alumnos no conocían. El contenido de las charlas y el curso impartido se caracteriza por su gran flexibilidad, pudiendo ser actualizado y transmitido tanto en escuelas secundarias, como primarias, universidades como también a docentes y al público en general. Este tipo de cursos y presentaciones en público muestran que es posible otra relación entre Ciencia y Sociedad, que tiene en cuenta el diálogo y contribuye a romper barreras y tender puentes entre el mundo de la conservación y la sociedad civil en general.

REFERENCIAS

- Gari, J., Ortone Lois A., Fernandez A.D., Macote Yparraguirre, E., Cook, L., Pilato G. & Sedeño, A. (2016). Estimación del balance de masas del Glaciar Upsala entre los años 1985 y 2016. Simposio Internacional SELPER (Puerto Iguazú), 2-4.
- Aniya, M., Sato, H., Naruse, R., Skvarca, P., & Casassa, G. (1997). Recent Glacier variations in the Southern Patagonia Icefield, South America. *Artic and Alpine Research (Boulder)*, 29(1), 1-12.
- Aniya, M., & Skvarca, P. (1992). "Characteristics and variations of Upsala and Moreno Glaciers, southern Patagonia". *Bulletin of Glacier Research* 10: 39-53.
- Bertone, M. (1960). "Inventario de los Glaciares existentes en la vertiente Argentina entre los paralelos 47° 30' 51°S", Publicación N°. 3, Instituto Nacional del Hielo Antártico, Ministerio de Educación y Justicia de la Nación, Argentina.
- Bertone, M. (1997). Aspectos Glaciológicos de la zona del Hielo Continental Patagónico. Edición del autor (Buenos Aires).
- Bertone, M., Gari, J., Sedeño, A., Raed, M., Peredo, R., & Sánchez, C. (2003). Estudio Multitemporal del Glaciar Upsala utilizando imágenes satelitales con sensores pasivos. Primer Congreso de la Ciencia Cartográfica (Buenos Aires), 3-4.
- Bertone, M., Gari, J., Sedeño, A., Tortolini, J., Sánchez, C., Gironelli, J., Hallak, Y., & Ortone Lois, A., (2007). Inventario y estudio multitemporal de los glaciares del Hielo Continental Patagónico Sur. *Seminario sobre Desarrollo Sustentable en Áreas Montañosas de los Países Andinos (Mendoza)*, 3-4.
- Chinni, G. (2004). Glaciares del Lago Argentino y El Chaltén: Del Perito Moreno al Marconi. Zagier & Urruty Publications (Ushuaia), 160.
- De Agostini, A. (1945). Andes Patagónicos. Edición del autor (Buenos Aires), 437.

Gari, J., Sedeño, A., Sánchez, C., Gironelli, J., Hallak, Y., & Ortone Lois, A. (2008). Estudio preliminar de cambios de glaciares del Hielo Continental Patagónico. Cuarto Congreso de la Ciencia Cartográfica (Buenos Aires).

Geostudios Ltda. (2008). Manual de Glaciología. Apuntes de clases (Santiago de Chile), 2,16-27.

Navacerrada, J., Piñeiro, C. & Benayas, J. (2012). Comunicación, Educación y Participación en la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España. *Universidad Autónoma de Madrid, (Madrid)*, 12-14 y 17-19.

Recibido: 02 de marzo de 2018; Aceptado: 17 de diciembre de 2019; Primera distribución: 19 de diciembre de 2020; Publicación: 01 de Julio de 2020.