

[English version, click here.](#)

## **Influencia de aerosoles en el color del cielo y visibilidad en Junín de los Andes**

Aigo, A.J.; Beccaria, M.A.; Bezi, M.G.; Biorkman, I.C.; Bossini, G.L.;  
CalderónHuenul, V.T.; Castillo, J.; Chiguay, A.S.; Coronel, J.; Dumais,  
G.J.; Espinós Rifo, P.A.; Huenufil Castro, S.M.; Nahuelcar, L.A.; Olivares  
Ayala, A.G.; Quidel, L.V.; Rivera Calfueque, B.L.; Rodríguez, D.E.;  
Romero, L.A.; Sapag Campos, M.; Stupia, J.A.; Zúñiga Parra, L.M. y Zurita,  
J.J.

Nancy Elizabeth Pacheco

Instituto María Auxiliadora – Primaria

Argentina

Marzo 2020

**Resumen:**

La ciudad de Junín de los Andes se encuentra localizada entre la cordillera de los Andes con bosque al oeste y estepa al este. Con el cambio climático, en esta región, se espera aumento de temperaturas y disminución de precipitaciones con incremento de incendios. Recientemente dos erupciones volcánicas cubrieron de cenizas la ciudad. Frecuentemente hay humo proveniente de incendios. Se estudió el color del cielo y la visibilidad porque indirectamente permiten conocer la cantidad de aerosoles. Nuestras preguntas fueron: ¿Cómo influyen la cantidad de aerosoles en el color del cielo y la visibilidad? ¿A qué se deben los cambios ocurridos en septiembre y octubre de 2019?

Se registraron datos utilizando protocolos de atmósfera del Programa GLOBE, la aplicación GLOBE Observer-Clouds y se descargaron otros de la base de datos de GLOBE. Se utilizó Earth NullSchool para aerosoles, NASA Firms y Worldview para focos de calor.

Durante el período estudiado, el color del cielo cambió de azul a lechoso, la visibilidad disminuyó cuando aumentaban los aerosoles en el aire. El cielo lechoso y la visibilidad algo brumosa se debieron a la cantidad de polvo y de humo proveniente de incendios. El cielo estuvo azul los días con pocos aerosoles.

**Introducción / Preguntas de investigación:**

La ciudad de Junín de los Andes se encuentra localizada en la región de la Patagonia Norte, Argentina cerca del límite con Chile. Es una zona de estepa de transición entre el bosque cordillerano al Oeste y la estepa al Este.

El clima es frío con heladas durante el invierno. Las mayores precipitaciones ocurren en otoño e invierno. La primavera y verano es un período seco con alguna lluvia ocasional. El viento predominante es del Oeste. La velocidad promedio del viento es entre 20 y 30 km/h con ráfagas que pueden alcanzar los 60 km/h. (Meteoblue 2019).

En 2011 la ciudad sufrió la caída de ceniza volcánica expulsada por el volcán Puyehue. En 2015 se depositó mayor cantidad de cenizas proveniente de la erupción del volcán Calbuco (NASA Earth observatory, 2019a; Telenueve, 2015). Por efecto del viento los depósitos de ceniza vuelven a la atmósfera afectando la visibilidad generando tormentas de polvo. (NASA Earth observatory, 2019b) Con las lluvias, fueron introduciéndose en el suelo y disminuyó la cantidad de ceniza suspendida en la atmósfera.

Otra fuente común de aerosoles en la zona es el humo proveniente de los incendios forestales y de pastizales, producto de la falta de humedad durante la primavera, verano y principios de otoño. Estos incendios suelen producirse cerca de la localidad (Río Negro, 2017a; 2017b; La Mañana del Neuquén, 2019a) o en zonas alejadas pero el viento traslada el humo hacia la localidad. (La Mañana del Neuquén, 2017; 2019b).

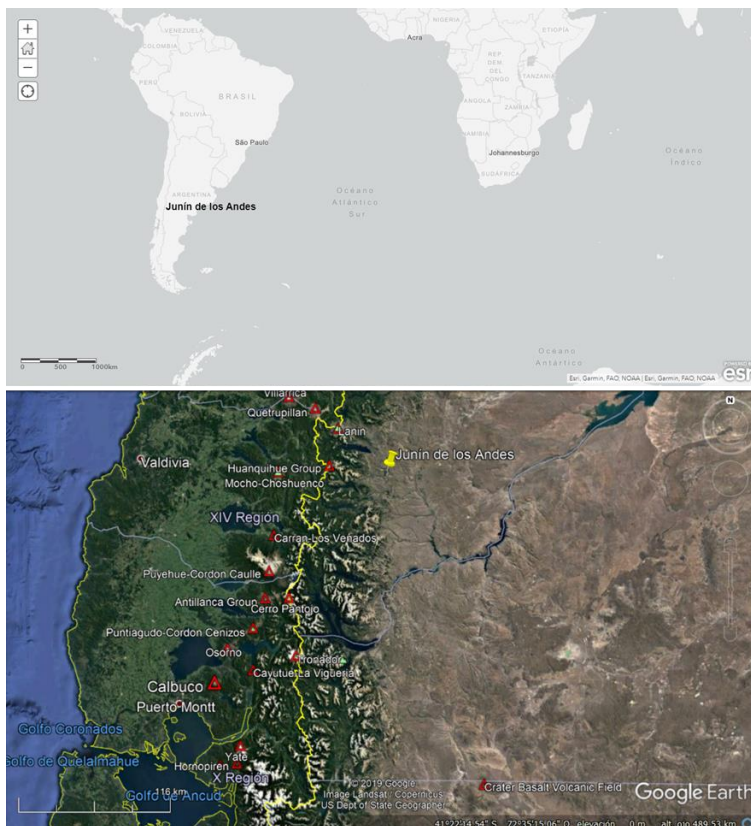


Fig. 1. Localización de la ciudad de Junín de los Andes, Argentina. En la imagen inferior se observan los volcanes cercanos. El volcán Calbuco hizo erupción en el año 2015 cubriendo de cenizas la ciudad.

Durante el invierno, cuando se producen abundantes nevadas y vientos ocurre el fenómeno de “viento blanco” con partículas de nieve en suspensión en la atmósfera que disminuyen la visibilidad a unos pocos metros. (Infobae, 2017).

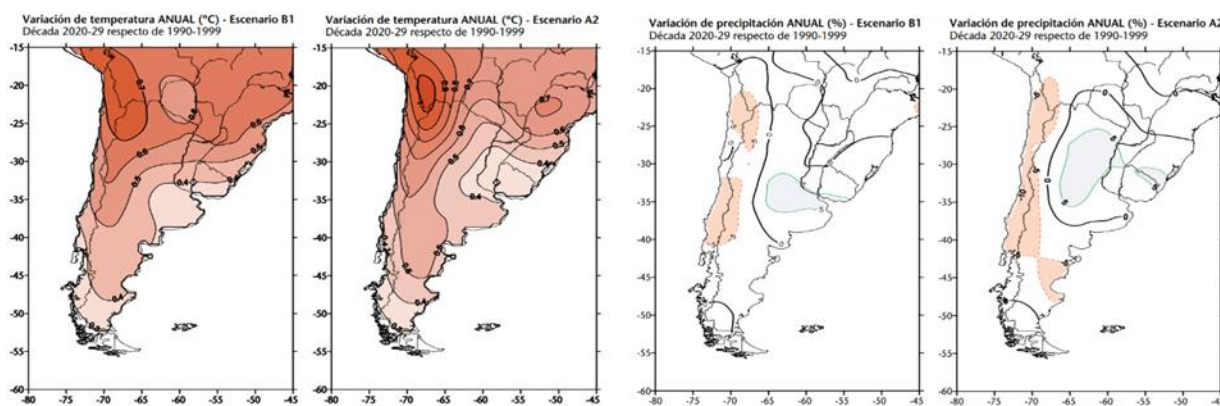


Fig. 2. Perspectivas de temperatura y precipitaciones para los próximos años en Sudamérica. (Camilloni, I. 2008).

Con el cambio climático en la región, se espera que disminuyan las precipitaciones y aumenten las temperaturas (Camilloni, I. 2008), debido a esto los incendios incrementarán su frecuencia e

intensidad (González, Lara, Urrutia & Bosnich, 2011; Curth, Ghermandi, & Pfister, 2008; IPCC, 2013).

La cantidad de aerosoles en la atmósfera afecta las condiciones del cielo. La mayoría de los aerosoles son demasiado pequeños para observarlos pero es posible detectar su impacto de forma indirecta categorizando el color del cielo y la visibilidad. Estas mediciones ayudan a comprender cómo se absorbe la energía que circula por la atmósfera terrestre. (The GLOBE Program, 2019a).

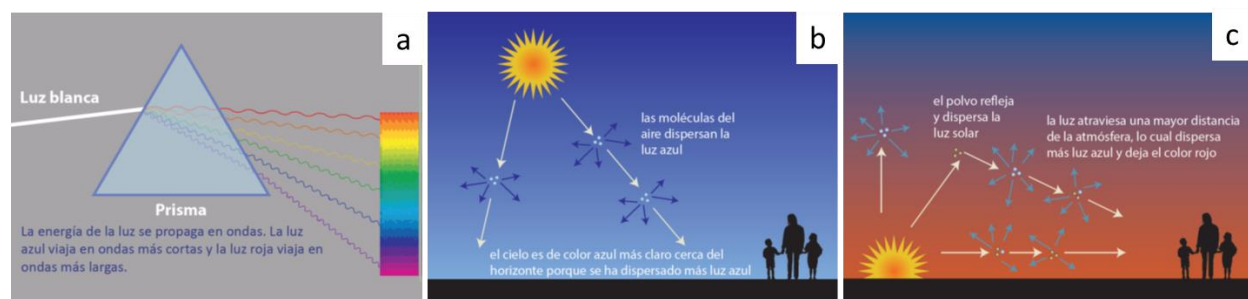


Fig. 3. Luz, aerosoles y color del cielo. (a) Descomposición de la luz blanca en colores. (b) Dispersión de la luz cuando el sol está en la parte más alta del cielo. (c) Dispersión de la luz cuando el sol está sobre el horizonte en el amanecer y atardecer. (Hatheway & Zarlengo, 2018).

La luz blanca está compuesta de varios colores, al hacerla pasar por un prisma se observan los colores que la forman. (Fig. 3a). Los aerosoles son capaces de dispersar y absorber la luz. Cuando hay muchos aerosoles que dispersan la luz solar, es posible que esté brumoso y disminuya la visibilidad, además al atardecer el cielo se ve más colorido y rojizo.

El cielo se ve azul cuando el Sol se encuentra en lo alto, porque las moléculas del aire de la atmósfera terrestre dispersan la luz solar en todas las direcciones (Fig. 3b). Estas moléculas dispersan muy bien la luz azul y morado, pero en menor medida la luz roja y anaranjada. Observando desde el suelo, esta luz que ha sido dispersada llena todo el cielo de color azul. El cielo está azul claro o blanco cuando hay muchos aerosoles en la atmósfera. Cuando el aire está muy limpio, el cielo es azul oscuro. Durante el amanecer y el atardecer, el Sol se encuentra cerca del horizonte y la luz solar atraviesa una mayor distancia de la atmósfera que cuando el Sol se encuentra en lo alto del cielo. Este mayor recorrido de la luz hace que se disperse mucho más la luz azul y solo lleguemos a ver desde la superficie terrestre los matices de rojo, anaranjado y amarillo, que son los colores con longitudes de onda más largas. (Fig.3c) (Hatheway & Zarlengo, 2018).

Los aerosoles, a pesar de su pequeño tamaño (del diámetro de un cabello humano aproximadamente), tienen un gran impacto en el clima y en nuestra salud (Forte et al., 2018). Los aerosoles permanecen poco tiempo suspendidos en el aire, pero pueden viajar grandes distancias. Ej. Desde el Sahara hacia América Latina. (Martins, A. 2018; Voiland, 2020).

Las erupciones volcánicas expulsan grandes cantidades de ceniza a la atmósfera. Por ejemplo, la erupción del Monte Pinatubo en Filipinas en 1991 expulsó grandes cantidades de partículas a una altura de hasta 60 kilómetros sobre la superficie, creando partículas en la estratosfera. Esas partículas permanecieron por encima de las nubes y no fueron arrastradas por la lluvia; solo fueron descendiendo después de varios años. Después de esa erupción, las temperaturas globales descendieron alrededor de 0,6°C durante dos años aproximadamente. (Voiland, 2020)



Fig. 4. Tipos de aerosoles (izquierda). Cantidad de aerosoles y color del cielo (derecha). (Hatheway & Zarlengo, 2018).

Los aerosoles son partículas muy pequeñas, líquidas o sólidas (niebla, gotitas, partículas de polvo, cenizas, hollín, polen, etc). Pueden ser de origen natural o antrópico (artificial). (Fig.4 y 5). Las grandes cantidades a menudo se consideran contaminantes en forma de neblina, humo, cenizas, etc. Una baja cantidad de aerosoles en la atmósfera se relaciona con una visibilidad inusualmente clara y un color de cielo azul profundo. La visibilidad extremadamente brumosa y el color del cielo lechoso ocurre cuando hay muchos aerosoles presentes en la atmósfera. (Fig. 4).

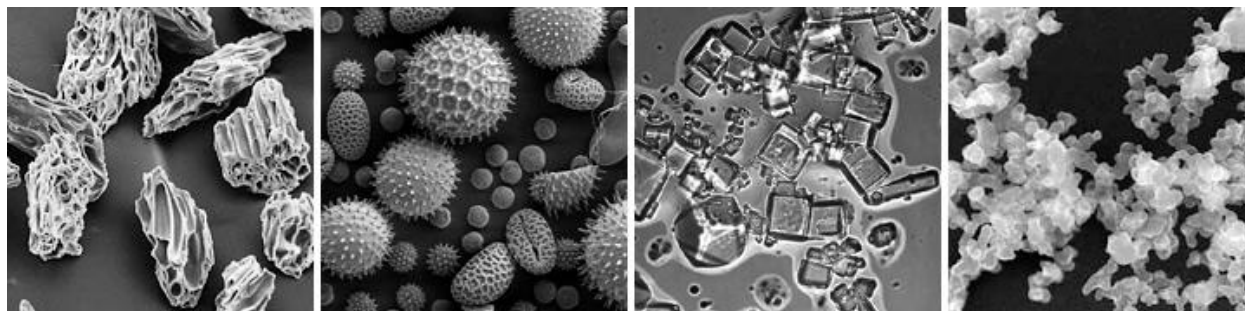


Fig. 5. Imágenes de microscopio electrónico de barrido (no a la misma escala) muestran la gran variedad de formas de aerosoles. De izquierda a derecha: cenizas volcánicas, polen, sal marina y hollín. Fuente: USGS, UMBC (Chere Petty), and Arizona State University (Peter Buseck). (Voiland, 2020)

La visibilidad es la clasificación de la claridad con la que se pueden ver los objetos a través de la atmósfera. Indica la cantidad de aerosoles cerca de la superficie terrestre. Cuantos más aerosoles haya, más brumoso se observará.

Preguntas de investigación:

¿Cómo influyen la cantidad de aerosoles en el color del cielo y en la visibilidad?

¿A qué se deben los cambios del color del cielo y la visibilidad que ocurrieron en septiembre y octubre de 2019?



¿Qué relación hay entre la cobertura de nubes y el color del cielo?

Hipótesis:

H<sub>1</sub>. A mayor cantidad de aerosoles cambia el color del cielo y disminuye la visibilidad.

H<sub>2</sub>. Los cambios de color del cielo y la visibilidad en septiembre y octubre de 2019 se debieron a la cantidad de polvo y humo proveniente de incendios.

H<sub>3</sub>. Si no hay aerosoles cuando el cielo está despejado o con pocas nubes se observa más azul.

**Materiales y Métodos:**

Durante los meses de septiembre y octubre de 2019 se realizaron mediciones diarias de nubes, color del cielo y visibilidad entre las 12 y las 15 hs., utilizando el protocolo de nubes del Programa GLOBE (The GLOBE Program, 2019a) en la ciudad de Junín de los Andes, Argentina. La investigación fue realizada por estudiantes de 3ºB del Instituto María Auxiliadora, en algunas actividades trabajaron en forma colaborativa con los estudiantes de 3ºA de la misma institución. Se identificaron los tipos de nubes, la cobertura, visibilidad y color del cielo con el Gráfico para la Identificación de Nubes (The GLOBE Program, 2019b), con Sky Viewer (NASA, 2019c) y con la aplicación GLOBE Observer – Clouds. (NASA, 2019a). En esta investigación nos centramos en la observación del color del cielo y la visibilidad considerando las categorías de la aplicación GLOBE Observer (Fig. 6)



Fig. 6. Categorías de color del cielo y visibilidad en la aplicación GLOBE Observer – Clouds y el método de observación (Ver el observador). NASA (2019a).

Se tomaron registros manuales y también registros digitales con GLOBE Observer, además se descargaron datos tomados por otras instituciones en la misma ciudad. (Fig. 7)

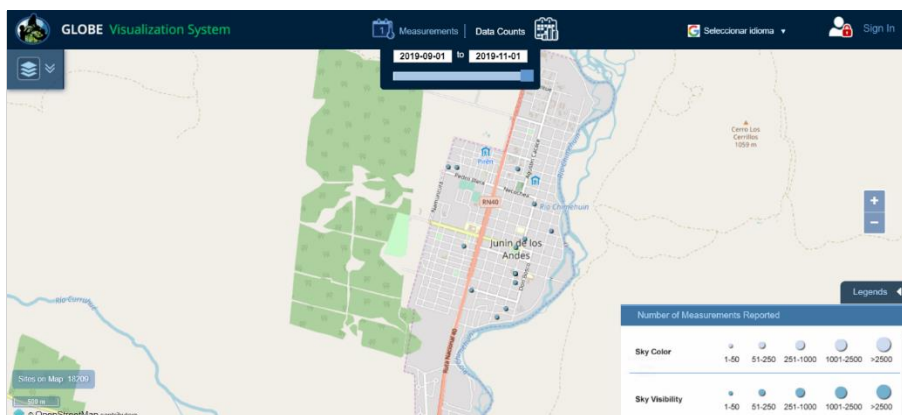


Fig. 7. Sitios de muestreo del color del cielo y visibilidad en septiembre y octubre de 2019. Fuente: GLOBE Visualization System.

Los datos de partículas de polvo muy finas (de 550 nm) se tomaron de Earth NullSchool, Particulates, DUex (Beccario, 2015a) y las partículas de humo provenientes de combustiones se tomaron de Earth NullSchool, Chem, Carbon Monoxide Conc. (Beccario, 2015b).



Fig. 8. Visualización con realidad aumentada (utilizando Merge Cube) en la aplicación HoloGLOBE. En este caso se observan imágenes de áreas con sequía. (Dorofy, P. 2018).

Los datos de focos de calor se tomaron de NASA Firms (NASA FIRMS application 2019) y Worldview. Para consultas rápidas de imágenes satelitales se utilizó la aplicación de realidad aumentada HoloGLOBE (Dorofy, P. 2018) (Fig.8).



Fig. 9. Experimento de simulación de aerosoles. El agua simula la atmósfera y las gotas de leche los aerosoles. A mayor cantidad de gotas de leche “aerosoles” el color del cielo cambia de azul oscuro hasta lechoso (arriba). La visibilidad también disminuye con el aumento de la cantidad de “aerosoles” (abajo). NASA (2019b)

Para ayudar a interpretar las diferencias de color del cielo y de visibilidad por efecto de los aerosoles se realizó el experimento que se muestra en la Fig. 9. Para analizar algunos resultados y consultar dudas se realizó una videoconferencia con PhD Marilé Robles científica del proyecto para NASA GLOBE Clouds con base en la Dirección de Ciencias del Centro de Investigación Langley de la NASA. (Montanaro, 2019; HMA, 2019).

## Resultados:

El 36% de los días observados estuvo con un alto porcentaje de cobertura de nubes que no permitió ver el color del cielo.

El color azul fue observado el 29% de los días, seguido de azul claro el 24%. El cielo estuvo con colores claros el 11% de los días (Azul pálido el 7% y Lechoso el 4%). (Fig. 10).

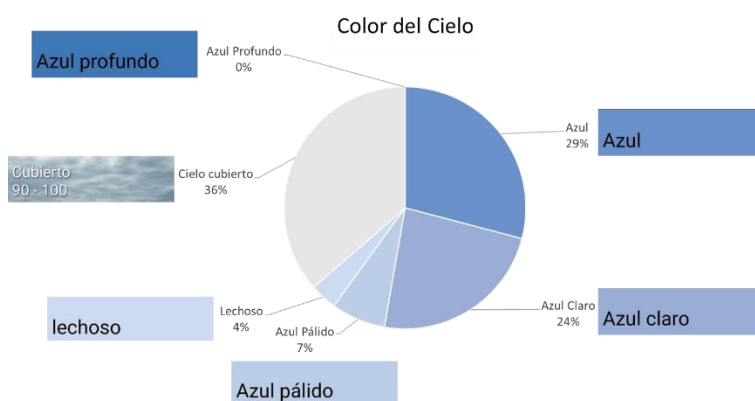


Fig. 10. Porcentajes de días con diferentes colores del cielo en septiembre y octubre de 2019 en Junín de los Andes.



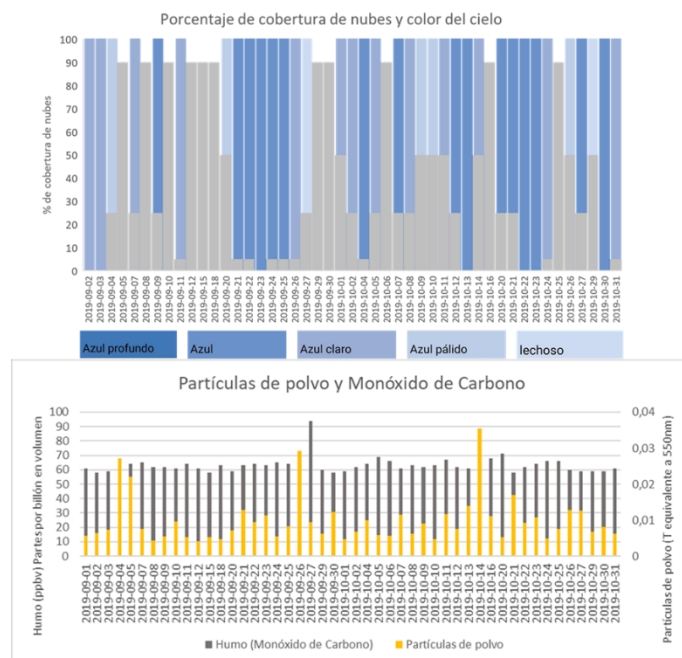


Fig. 11. Cobertura de nubes en Junín de los Andes durante los meses de septiembre y octubre de 2019. Se dibujaron barras con el color del cielo para comparar (arriba). Partículas de polvo fino (menores a 550 nanómetros) y Monóxido de carbono proveniente de combustiones en Junín de los Andes durante los meses de septiembre y octubre de 2019. Datos tomados de: Earth NullSchool, Particulates, DUex (Beccario, 2015a) y Earth NullSchool, Chem, Carbon Monoxide Conc. (Beccario, 2015b) (abajo).

Durante el periodo observado los satélites siempre detectaron aerosoles (partículas de polvo y monóxido de carbono proveniente de incendios, con niveles relativamente estables. (Fig. 11) El día 14 de octubre de 2019 se produjo un aumento de partículas de polvo en la atmósfera, con respecto a los días previos. El viento predominante sopla desde el Oeste, pero ese día estuvo desde el Este. El color del cielo el 14 de octubre fue azul claro. (Fig. 12)

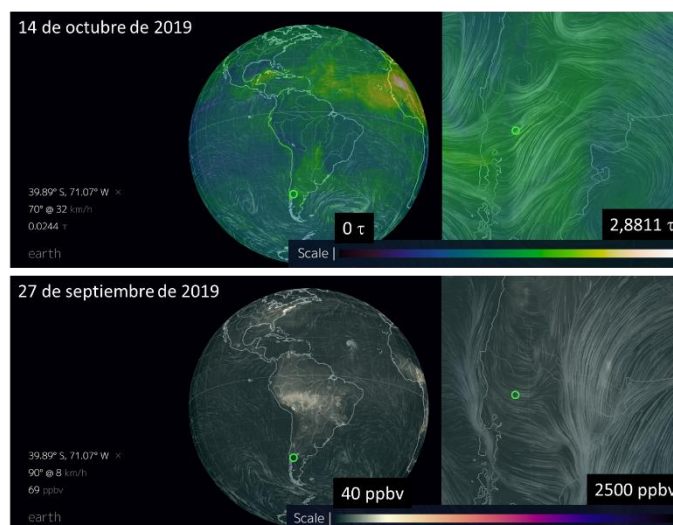


Fig. 12. Partículas de polvo fino (menores a 550 nanómetros) el 14 de octubre de 2019 y Monóxido de carbono el 27 de septiembre en el de Junín de los Andes. Datos tomados de: Earth NullSchool,

*Particulates, DUex (Beccario, 2015a) y Earth NullSchool, Chem, Carbon Monoxide Conc. (Beccario, 2015b).*

El día 27 de septiembre se registró un valor mayor de monóxido de carbono en la atmósfera y el cielo tenía un color lechoso. (Fig. 12). En el período de tiempo estudiado se produjeron grandes incendios en el Amazonas y en el Norte de Argentina. También hubo focos de calor cercanos a la ciudad. (Fig. 13).



Fig. 13. Focos de calor detectados por satélite durante los meses de septiembre y octubre 2019 en Sudamérica (arriba) y en la zona de Junín de los Andes (abajo). Fuente: Fire Information for Resource Management System, FIRMS, <https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/map/> (NASA FIRMS application 2019).

La visibilidad clara ocurrió el 79% de los días. Solo el 14% de los días estuvo algo brumoso, en forma coincidente con los aerosoles detectados por los satélites. (Fig. 14)

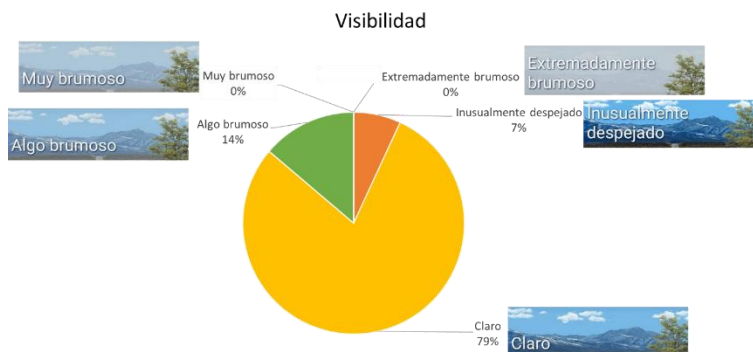


Fig. 14. Porcentajes de días con diferente visibilidad durante los meses de septiembre y octubre de 2019 en Junín de los Andes.

El 7% de los días estuvo inusualmente despejado.

### **Conclusión:**

Cuando aumenta la cantidad de aerosoles en el aire el color del cielo cambia desde azul profundo aclarándose cada vez más hasta tornarse lechoso. Como ocurrió por ejemplo el 27 de septiembre de 2019 en forma coincidente con el aumento del monóxido de carbono. Lo mismo ocurrió con el aumento de las partículas de polvo el 14 de octubre de 2019 y el cambio del color del cielo y la visibilidad.

La mayor parte de los días despejados o con pocas nubes, en el período estudiado, la ciudad de Junín de los Andes tuvo cielos azules y con buena visibilidad.

Este trabajo puede servir de base para futuras investigaciones de aerosoles, visibilidad y color del cielo. Sería interesante conocer las variaciones en diferentes estaciones del año e incluso las variaciones interanuales.

Considerando los pronósticos de cambio climático para la región de aumento de temperaturas y disminución de precipitaciones con incremento de incendios esta investigación puede servir de para comparar con otras mediciones en el futuro.

Además, cerca de Junín de los Andes existen numerosos volcanes que, ante una erupción, podrían volver a depositar ceniza nuevamente (Fig.1). Tener datos de base previo a las erupciones es útil para comparar cambios y tomar precauciones para evitar problemas en la salud, transporte y otros.

Los aerosoles afectan la salud de las personas, por ejemplo, luego de la caída de ceniza proveniente de las erupciones volcánicas se reportaron mayor número de personas con problemas respiratorios y oculares (Zabert, et.al., 2019).

El humo proveniente de incendios cercanos es frecuente en la ciudad. Suele llegar humo de incendios de Chile, incluidos algunos de gran magnitud como los ocurridos en el año 2017 donde se quemó la localidad de Santa Olga. (Incendios forestales en Chile de 2017, 2019).

Conocer el estado del cielo sin humo también es importante para detectar anomalías debidas a incendios, cenizas y otros aerosoles.

Los datos de esta investigación también pueden ser útiles para los científicos porque ayudan a validar imágenes satelitales con la observación desde la superficie terrestre.

### **Bibliografía**

Beccario, C. (2015a). Earth wind map. Particulates, DUex. URL: <http://earth.nullschool.net>, Retrieved 17 November 2019, from <https://bit.ly/2CTj50M>

Beccario, C. (2015b). Earth wind map. Chem, Carbon Monoxide Conc. URL: <http://earth.nullschool.net>, Retrieved 17 November 2019, from <https://bit.ly/32U0goS>

Camilloni, I. (2008). Cambio Climático. Ciencia Hoy, 18(103), 43-49. Retrieved 17 November 2019, from [http://www.ege.fcen.uba.ar/wp-content/uploads/2014/05/Cambio-climatico\\_CienciaHoy.pdf](http://www.ege.fcen.uba.ar/wp-content/uploads/2014/05/Cambio-climatico_CienciaHoy.pdf)

Curth, M. I. T., Ghermandi, L., & Pfister, G. (2008). Los incendios en el noroeste de la Patagonia: su relación con las condiciones meteorológicas y la presión antrópica a lo largo de 20 años. *Ecología austral*, 18, 000-000.

Dorofy, P. (2018). HoloGLOBE (Versión 1.0.2). Institute for Earth Observations at Palmyra Cove [Aplicación Móvil]. Retrieved 17 November 2019, from [https://play.google.com/store/apps/details?id=com.ieopc.hologlobe&hl=es\\_AR](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.ieopc.hologlobe&hl=es_AR)

Forte, P., Dominguez, L., Bonadonna, L., Lamberti, M. C., Gregg, C. E., Bran, D. E., & Castro, J. M. (2018). Tormentas de ceniza volcánica en Patagonia: un peligro latente y subestimado. *Foro Internacional: Los volcanes y su impacto*. Arequipa, Perú, 2018.

González, M., Lara, A., Urrutia, R., & Bosnich, J. (2011). Cambio climático y su impacto potencial en la ocurrencia de incendios forestales en la zona centro-sur de Chile (33° - 42° S). *Bosque (Valdivia)*, 32(3), 215-219. doi: 10.4067/s0717-92002011000300002

Hatheway, B., & Zarlengo, K. (2018). *What's Up in the Atmosphere?: Exploring Colors in the Sky*. University Corporation for Atmospheric Research.

HMA - Hijas de María Auxiliadora. (2019). Estudiantes de Junín de los Andes en videoconferencia con la NASA. Retrieved 17 November 2019, from <http://hmaabb.org/estudiantes-de-junin-de-los-andes-en-videoconferencia-con-la-nasa/>

Incendios forestales en Chile de 2017. En Wikipedia. Retrieved 17 November 2019, from [https://es.wikipedia.org/wiki/Incendios\\_forestales\\_en\\_Chile\\_de\\_2017](https://es.wikipedia.org/wiki/Incendios_forestales_en_Chile_de_2017)

Infobae (15 de julio de 2017). Fotos y videos: las mejores imágenes de las nevadas en la Patagonia. Varias ciudades de Río Negro, Neuquén, Santa Cruz y Chubut son atravesadas por un temporal. Infobae. Retrieved 17 November 2019, from <https://bit.ly/2REsqjV>

IPCC-Grupo de Trabajo, I. (2013). *Cambio Climático 2013, Bases Físicas*.

La Mañana del Neuquén (18 marzo 2017). Aclaran que el humo que hay en la cordillera proviene de incendios. *La Mañana del Neuquén*. Retrieved 17 November 2019, from <https://www.lmneuquen.com/aclaran-que-el-humo-que-hay-la-cordillera-proviene-incendios-n544666>

La Mañana del Neuquén (18 febrero 2019a). Se desataron otros dos incendios: uno cerca de Junín y otro en la zona de Las Lajas. *La Mañana del Neuquén*. Retrieved 17 November 2019, from <https://www.lmneuquen.com/se-desataron-otros-dos-incendios-uno-cerca-junin-y-otro-la-zona-las-lajas-n623874>

La Mañana del Neuquén (18 febrero 2019b). Chile: incendios forestales arrasan centro y sur del país. *La Mañana del Neuquén*. Retrieved 17 November 2019, from <https://www.lmneuquen.com/chile-incendios-forestales-arrasan-centro-y-sur-del-pais-n623801>

Martins, A. (2018). Del Sahara al Amazonas: 4 fascinantes impactos del polvo del desierto que viaja miles de kilómetros para llegar a América Latina. *BBC News Mundo*. Retrieved 17 November 2019, from <https://www.bbc.com/mundo/noticias-45019573>

Meteoblue. (2019). Clima Junín de los Andes. Retrieved 11 October 2019, from <https://bit.ly/30Dby11>

Montanaro, P. (14 noviembre 2019). Alumnos de Junín se conectaron con la NASA. La Mañana del Neuquén. Retrieved 17 November 2019, from <https://www.lmneuquen.com/alumnos-junin-se-conectaron-la-nasa-n665378>

NASA (2019a) GLOBE Observer (Versión 3.0.0) [Aplicación Móvil]. Retrieved 11 October 2019, from <https://bit.ly/2Xx2NUZ>

NASA (2019b) Sky Conditions Activity. NASA S'COOL. Retrieved 11 October 2019, from [https://scool.larc.nasa.gov/lesson\\_plans/SkyCondActFULLv2-2.pdf](https://scool.larc.nasa.gov/lesson_plans/SkyCondActFULLv2-2.pdf)

NASA (2019c). Sky Viewer - My NASA Data. Retrieved 17 November 2019, from <https://mynasadata.larc.nasa.gov/lesson-plans/sky-viewer>

NASA Earth observatory. (2019a). Calbuco Volcano Erupts. Retrieved 17 November 2019, from <https://earthobservatory.nasa.gov/images/85767/calbuco-volcano-erupts>

NASA Earth observatory. (2019b). Calbuco Ash on the Move. Retrieved 17 November 2019, from <https://earthobservatory.nasa.gov/images/85834/calbuco-ash-on-the-move>

NASA FIRMS application (2019). Fire Information for Resource Management System, operated by the NASA/Goddard Space Flight Center Earth Science Data and Information System (ESDIS) project November 2019, from <https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/map/>

Río Negro (25 de enero de 2017a). Los incendios en Junín están oficialmente controlados. Río Negro. Retrieved 17 November 2019, from <https://www.rionegro.com.ar/los-incendios-en-junin-estan-oficialmente-controlados-YL2085346/>

Río Negro (1 de febrero de 2017b). Extinguieron el nuevo foco de incendio en Junín de los Andes. Río Negro. Retrieved 17 November 2019, from <https://www.rionegro.com.ar/un-nuevo-foco-de-incendio-pone-en-alerta-a-junin-de-los-andes-DC2136555/>

Telenuve. (24 de abril de 2015). La erupción del volcán Calbuco: Cenizas en Junín de los Andes. Retrieved 17 November 2019, from <https://youtu.be/CuL89CtRsTM>

The GLOBE Program. (2019a). The GLOBE Teacher's Guide – Atmosphere, Cloud Protocol. Retrieved 17 November 2019, from <https://www.globe.gov/es/do-globe/globe-teachers-guide/atmosphere>

The GLOBE Program. (2019b). Gráfico para la identificación de nubes [Image]. Retrieved 17 November 2019, from <http://t.ly/qY6EJ>

Voiland, A. (2020). Aerosols: Tiny Particles, Big Impact. NASA Earth observatory. Retrieved 21 January 2020, from <https://earthobservatory.nasa.gov/features/Aerosols/page1.php>

Zabert, I., Benítez, S., & Zabert, G. E. (2019). Impacto respiratorio de la exposición aguda a las cenizas volcánicas en la Patagonia Argentina: un estudio transversal. *Rev. am. med. respir*, 112-118.

### **Agradecimientos:**

Agradecemos el apoyo de la mentora MSc. Ana Prieto, integrante de GLOBE International STEM Network (GISN) por ayudarnos en la toma de mediciones y guiarnos en el desarrollo de esta



investigación, también a los directivos de la escuela Instituto María Auxiliadora, Prof. Gladys Díaz y Prof. Walter Wehinger por el apoyo recibido y por facilitarnos materiales e instalaciones específicas para realizar la investigación, al Prof. Alejandro Gresko por preparar el equipamiento para videoconferencia y en la sala de informática, a la Sra. Ana Lirio por facilitarnos diariamente el equipamiento. A la PhD. Marilé Robles, de NASA por ayudarnos en la investigación mediante videoconferencia y a la PhD. Teresa Kennedy de la Universidad Texas por ayudarnos en el desarrollo de la investigación y en la selección de materiales de trabajo.

Agradecemos a la Srta. Karina Belén Huenafil que participó del proyecto en el marco de su residencia del Instituto Superior de Formación Docente N° 8 para obtener el título de Profesora Educación Primaria.

Un especial agradecimiento a la Prof. Cecilia Nadal y a sus estudiantes de 3° A por compartir y colaborar en nuestra investigación. También por dejarnos participar en su trabajo de investigación sobre tipos de nubes y cobertura del cielo. Fue un trabajo colaborativo muy enriquecedor entre estudiantes y profesoras que sirvió para socializar conocimientos, analizar resultados, compartir experiencias como la videoconferencia y otras.

### Badge Descriptions/Justifications:



#### Be a **Data Scientist / Científico de datos**

Los estudiantes analizaron sus propios datos y también mediciones tomadas por otros en la misma ciudad. Analizaron porcentajes, gráficos de barra y circulares para interpretar los datos. También analizaron datos de imágenes satelitales, pudieron relacionarlas con los datos en terreno.

Ellos también reconocieron las limitaciones de los datos, solo pudieron sacar conclusiones para los meses estudiados y realizar inferencias para otros períodos a futuro.

Los estudiantes respondieron sus preguntas de investigación basándose en el análisis los datos y realizaron sugerencias para futuras investigaciones.

Durante el período estudiado ocurrieron huracanes y grandes incendios en Rusia, en el Amazonas y en el norte del país. Los estudiantes pudieron analizar datos de cantidad de aerosoles, temperatura y velocidad de los vientos y compararlos con su propio lugar. Estos emergentes generaron mucho interés para analizar imágenes satelitales.



#### Be a **STEM Professional / Profesional STEM**

El trabajo junto a un mentor STEM permitió a los estudiantes mejorar sus métodos de investigación, la precisión en la toma de datos. Incluir imágenes satelitales los ayudó a interpretar los datos obtenidos en el terreno. También utilizaron equipamiento especializado como termómetros infrarrojo y sensores de temperatura.

Los estudiantes participaron por primera vez en una videoconferencia con una científica de NASA que los ayudó a interpretar algunos tipos de nubes y discutieron sobre el efecto de las nubes en

la temperatura del aire, como también sobre la cantidad de aerosoles y el color del cielo. También redactaron su reporte de investigación, y lo también pudieron grabar en video.



### **Make an Impact / Hacer un impacto**

El cambio climático está provocando disminución de las precipitaciones y aumento de las temperaturas en esta región que se encuentra en una transición entre el bosque (húmedo) y la estepa (árida). Se pronostica un incremento en la frecuencia y duración de los incendios. También la presencia de muchos volcanes en la zona aumenta el riesgo de lluvia de cenizas debido a las erupciones. La investigación ayudó a los estudiantes y a la comunidad a reconocer el efecto de los aerosoles en la atmósfera y su incidencia en el color del cielo y la visibilidad.

Además de realizar mediciones en la escuela, los estudiantes también difundieron sus conocimientos entre sus familiares y amigos. Muchos adultos por primera vez comenzaron a observar las nubes, color del cielo, visibilidad y a consultar imágenes satelitales para establecer las conexiones entre las observaciones locales y globales. Algunos padres realizaron mediciones con sus hijos y consultaron diariamente EarthNullSchool y NASA Worldview. También hermanos/hermanas y amigos se interesaron por la investigación realizando observaciones.

Además, los estudiantes realizaron recomendaciones para futuras investigaciones para conocer mejor el efecto de los aerosoles en la atmósfera, la variabilidad durante las diferentes estaciones del año y las variaciones interanuales.

[Versión en Español, clic aquí.](#)

## **Influence of aerosols on the color of the sky and visibility in Junín de los Andes**

Aigo, A.J.; Beccaria, M.A.; Bezi, M.G.; Biorkman, I.C.; Bossini, G.L.; CalderónHuenul, V.T.; Castillo, J.; Chiguay, A.S.; Coronel, J.; Dumais, G.J.; Espinós Rifo, P.A.; Huenufil Castro, S.M.; Nahuelcar, L.A.; Olivares Ayala, A.G.; Quidel, L.V.; Rivera Calfueque, B.L.; Rodríguez, D.E.; Romero, L.A.; Sapag Campos, M.; Stupia, J.A.; Zúñiga Parra, L.M. y Zurita, J.J.

Nancy Elizabeth Pacheco

Instituto María Auxiliadora – Primaria

Argentina

March 2020

**Summary:**

The city of Junín de los Andes is located between the Andes mountain range with forest to the west and steppe to the east. With climate change, in this region, it is expected to increase temperatures and decrease rainfall with increasing fires. Recently two volcanic eruptions covered the city with ashes. Often there is smoke from fires. The color of the sky and visibility were studied because they indirectly allow to know the amount of aerosols. Our questions were: How do the amount of aerosols influence the color of the sky and visibility? Why the changes that occurred in September and October 2019?

Data were recorded using GLOBE Program atmosphere protocols, the GLOBE Observer-Clouds application and others were downloaded from the GLOBE database. Earth NullSchool was used for aerosols, NASA Firms and Worldview for heat sources.

During the period studied, the color of the sky changed from blue to milky, visibility decreased when aerosols in the air increased. The milky sky and somewhat misty visibility were due to the amount of dust and smoke from fires. The sky was blue on days with few sprays.

**Introduction / Research Questions:**

The city of Junín de los Andes is located in the region of North Patagonia, Argentina near the border with Chile. It is a transitional steppe zone between the mountain range forest to the west and the steppe to the east.

The weather is cold with frost during winter. The highest rainfall occurs in autumn and winter. Spring and summer are a dry period with occasional rain. The prevailing wind is from the West. The average wind speed is between 20 and 30 km/h with gusts that can reach 60 km/h. (Meteoblue 2019).

In 2011 the city suffered the fall of volcanic ash ejected by the Puyehue volcano. In 2015, more ash was deposited from the eruption of the Calbuco volcano (NASA Earth observatory, 2019a; Telenueve, 2015). Due to the wind, the ash deposits return to the atmosphere, affecting visibility, generating dust storms. (NASA Earth observatory, 2019b) With the rains, they were introduced into the ground and the amount of suspended ash in the atmosphere decreased.

Another common source of aerosols in the area is smoke from grassland fires and wildfires, due to lack of moisture during spring, summer and early fall. These fires usually occur near the town (Río Negro, 2017a; 2017b; La Neuquén Morning, 2019a) or in remote areas but the wind moves the smoke towards the town. (The Morning of Neuquén, 2017; 2019b).



Fig. 1. Location of the city of Junín de los Andes, Argentina. In the image below you can see the nearby volcanoes. The Calbuco volcano erupted in 2015 covering the city with ashes.

During winter, when there is abundant snowfall and winds, the phenomenon of “white wind” occurs with snow particles suspended in the atmosphere that reduce visibility to a few meters. (Infobae, 2017).

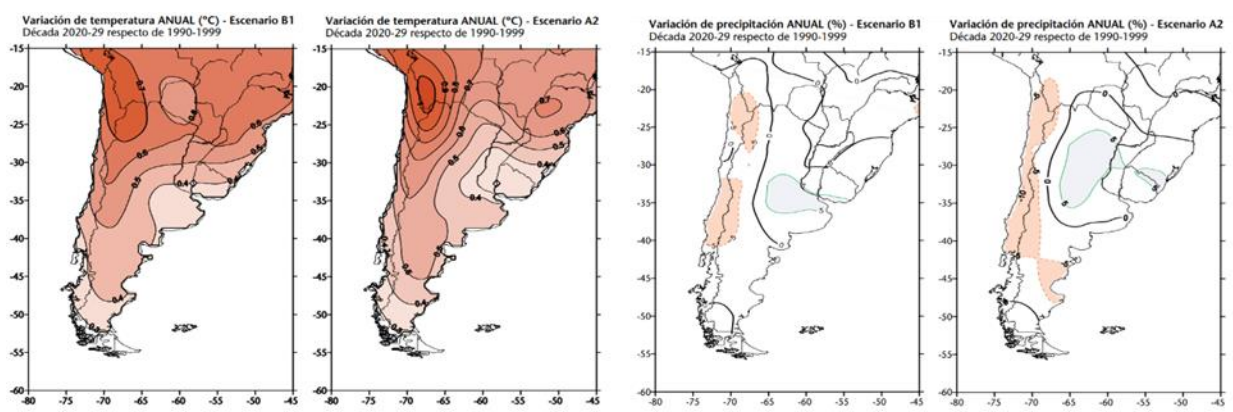
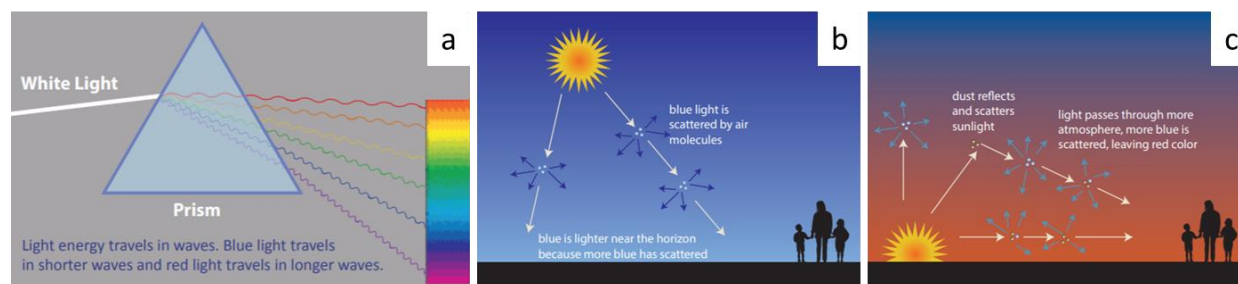


Fig. 2. Temperature and rainfall perspectives for the coming years in South America. (Camilloni, I. 2008).



With climate change in the region, rainfall is expected to decrease and temperatures rise (Camilloni, I. 2008), because of this the fires will increase their frequency and intensity (González, Lara, Urrutia & Bosnich, 2011; Curth, Ghermandi, & Pfister, 2008; IPCC, 2013).

The amount of aerosols in the atmosphere affects the sky conditions. Most aerosols are too small to observe but it is possible to detect their impact indirectly by categorizing the color of the sky and visibility. These measurements help to understand how the energy circulating in the Earth's atmosphere is absorbed. (The GLOBE Program, 2019a).



*Fig. 3. Light, aerosols and sky color. (a) Decomposition of white light in colors. (b) Dispersion of light when the sun is in the highest part of the sky. (c) Dispersion of light when the sun is over the horizon at sunrise and sunset. (Hatheway & Zarlengo, 2018).*

The white light is composed of several colors, when you pass it through a prism you can see the colors that form it. (Fig. 3a). Aerosols are able to disperse and absorb light. When there are many aerosols that disperse sunlight, it is possible that it is foggy and visibility decreases, and at sunset the sky looks more colorful and reddish.

The sky looks blue when the Sun is high, because the air molecules in the Earth's atmosphere scatter sunlight in all directions (Fig. 3b). These molecules disperse blue and purple light very well, but to a lesser extent red and orange light. Observing from the ground, this light that has been scattered fills the entire blue sky. The sky is light blue or white when there are many aerosols in the atmosphere. When the air is very clean, the sky is dark blue. During sunrise and sunset, the Sun is near the horizon and sunlight travels a greater distance from the atmosphere than when the Sun is high in the sky. This greater path of light causes the blue light to be dispersed much more and we only get to see from the earth's surface the shades of red, orange and yellow, which are the colors with longer wavelengths. (Fig. 3c) (Hatheway & Zarlengo, 2018).

Aerosols, despite their small size (approximately the diameter of a human hair), have a great impact on the climate and our health (Forte et al., 2018). Aerosols remain airborne for a short time, but they can travel great distances. Ex. From the Sahara to Latin America. (Martins, A. 2018; Voiland, 2020).

Volcanic eruptions expel large amounts of ash into the atmosphere. For example, the eruption of Mount Pinatubo in the Philippines in 1991 expelled large amounts of particles at a height of up to 60 kilometers above the surface, creating particles in the stratosphere. Those particles remained above the clouds and were not dragged by the rain; They were only descending after several years. After that eruption, global temperatures dropped around 0.6 °C for approximately two years. (Voiland, 2020)

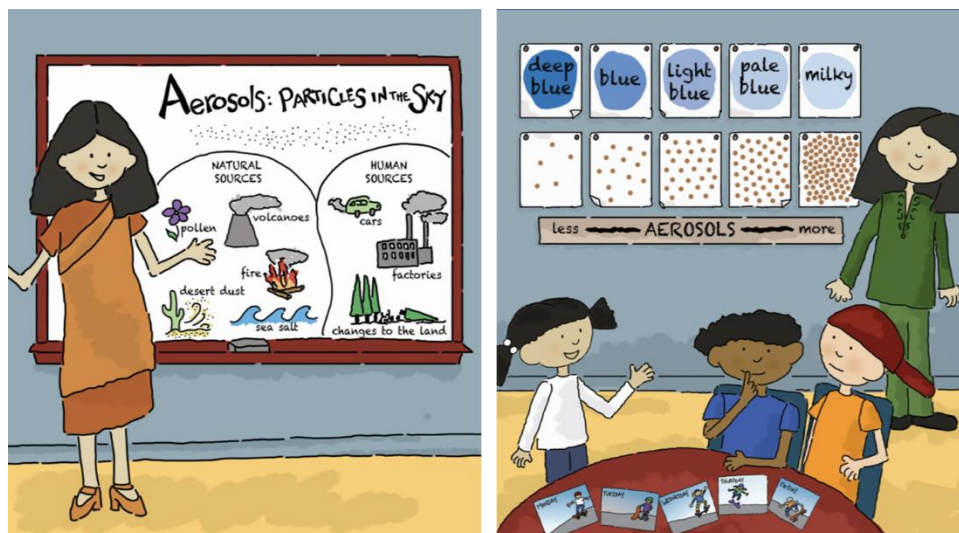


Fig. 4. Types of aerosols (left). Amount of aerosols and sky color (right). (Hatheway & Zarlengo, 2018).

Aerosols are very small, liquid or solid particles (fog, droplets, dust particles, ashes, soot, pollen, etc.). They can be of natural or anthropic (artificial) origin. (Fig. 4 and 5). Large quantities are often considered pollutants in the form of mist, smoke, ash, etc. A low amount of aerosols in the atmosphere is related to unusually clear visibility and a deep blue sky color. Extremely foggy visibility and the color of the milky sky occurs when there are many aerosols present in the atmosphere. (Fig. 4).

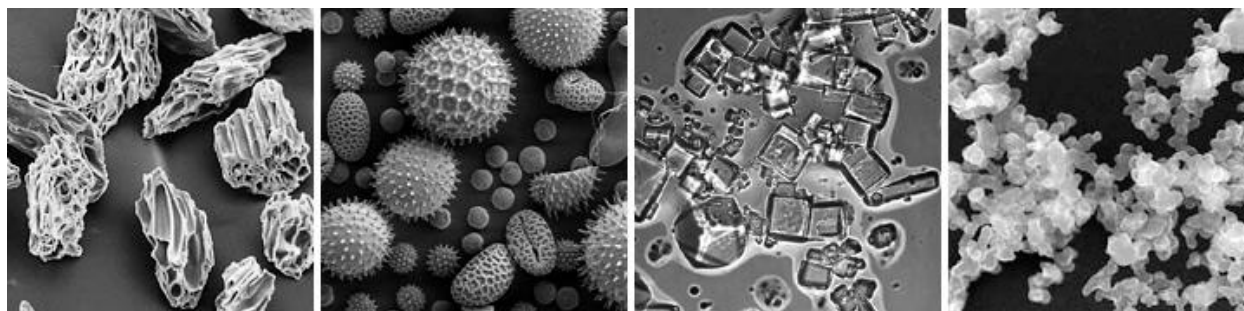


Fig. 5. Scanning electron microscope images (not on the same scale) show the wide variety of aerosol forms. From left to right: volcanic ash, pollen, sea salt and soot. Source: USGS, UMBC (Chere Petty), and Arizona State University (Peter Buseck). (Voiland, 2020)

Visibility is the classification of the clarity with which objects can be seen through the atmosphere. Indicates the amount of aerosols near the earth's surface. The more aerosols there are, the mistier it will be observed.

#### Research questions:

How do the amount of aerosols influence the color of the sky and visibility?

Why the changes in the color of the sky and visibility that occurred in September and October 2019?

What is the relationship between cloud cover and the color of the sky?

Hypothesis:

H<sub>1</sub> A larger quantity of aerosols changes the color of the sky and the visibility varies.

H<sub>2</sub> The changes in sky color and visibility in September and October 2019 were due to the amount of dust and smoke from fires.

H<sub>3</sub> If there are no aerosols when the sky is clear or with few clouds, more blue is observed.

**Research Methods:**

During the months of September and October 2019, daily measurements of clouds, sky color and visibility were made between 12 and 15 hours, using the GLOBE Program cloud protocol (The GLOBE Program, 2019a) in the city of Junín from the Andes, Argentina. The research was carried out by 3° B students of the Instituto María Auxiliadora, in some activities they worked collaboratively with the 3° A students of the same institution.

Cloud types, coverage, visibility and color of the sky were identified with the Cloud Identification Chart (The GLOBE Program, 2019b), with Sky Viewer (NASA, 2019c) and with the GLOBE Observer - Clouds application. (NASA, 2019a). In this investigation we focus on the observation of sky color and visibility considering the categories of the GLOBE Observer application (Fig. 6)

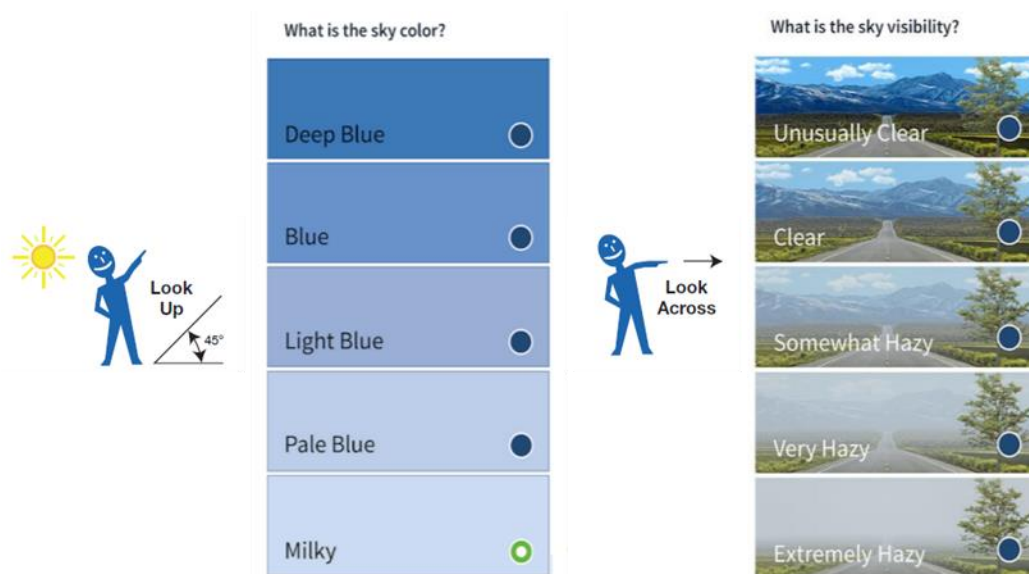
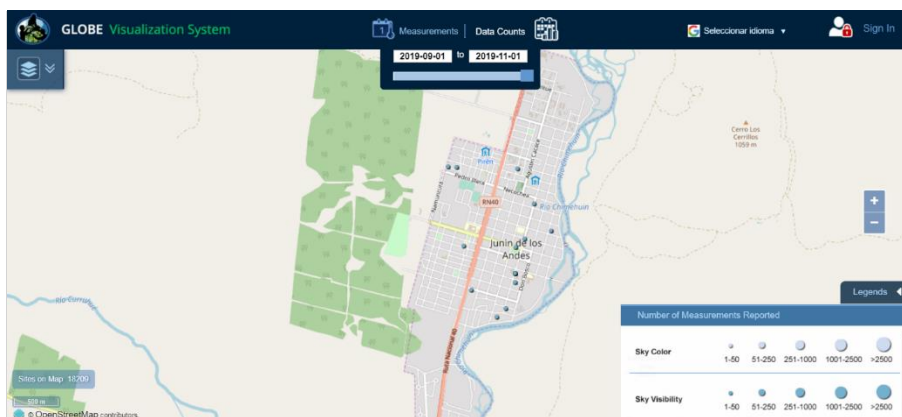


Fig. 6. Categories of sky color and visibility in the GLOBE Observer - Clouds application and the observation method (See the observer). NASA (2019a).

Manual and digital records were also made with GLOBE Observer, and data taken by other institutions in the same city were also downloaded. (Fig. 7)



*Fig. 7. Sky color and visibility sampling sites in September and October 2019. Source: GLOBE Visualization System.*

Very fine dust particles (550 nm) data were taken from Earth NullSchool, Particulates, DUex (Beccario, 2015a) and smoke particles from combustion were taken from Earth NullSchool, Chem, Carbon Monoxide Conc. (Beccario, 2015b).



*Fig. 8. Visualization with augmented reality (using Merge Cube) in the HoloGLOBE application. In this case, images of areas with drought are observed. (Dorofy, P. 2018).*

Heat source data were taken from NASA Firms (NASA FIRMS application 2019) and Worldview. For quick satellite image consultations, the HoloGLOBE augmented reality application was used (Dorofy, P. 2018) (Fig. 8).



Fig. 9. Aerosol simulation experiment. Water simulates the atmosphere and drops of milk the aerosols. To more drops of milk "aerosols" the color of the sky changes from dark blue to milky (above). Visibility also decreases with the increase in the amount of "aerosols" (below). NASA (2019b)

To help interpret the differences in sky color and visibility due to the effect of aerosols, the experiment shown in Fig. 9 was performed. To analyze some results and consult doubts, a videoconference with PhD Marilé Robles scientific project was carried out to NASA GLOBE Clouds based on the Science Directorate of NASA's Langley Research Center. (Montanaro, 2019; HMA, 2019).

## Results:

36% of the days observed were with a high percentage of cloud cover that did not allow to see the color of the sky.

The blue color was observed 29% of the days, followed by light blue 24%. The sky was with light colors 11% of the days (Pale blue 7% and Milky 4%). (Fig. 10).

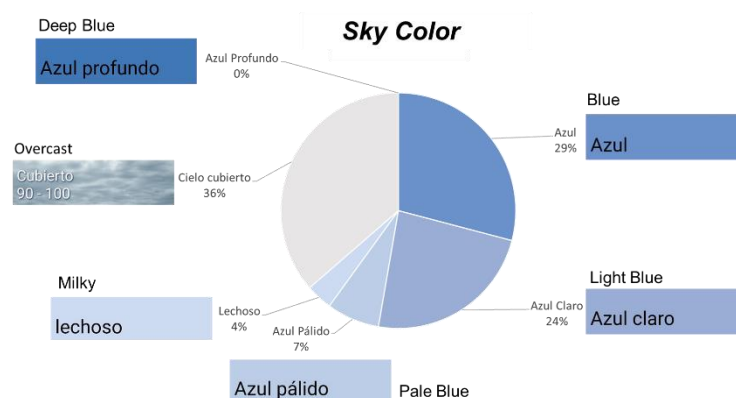


Fig. 10. Percentages of days with different colors of the sky in September and October 2019 in Junín de los Andes.



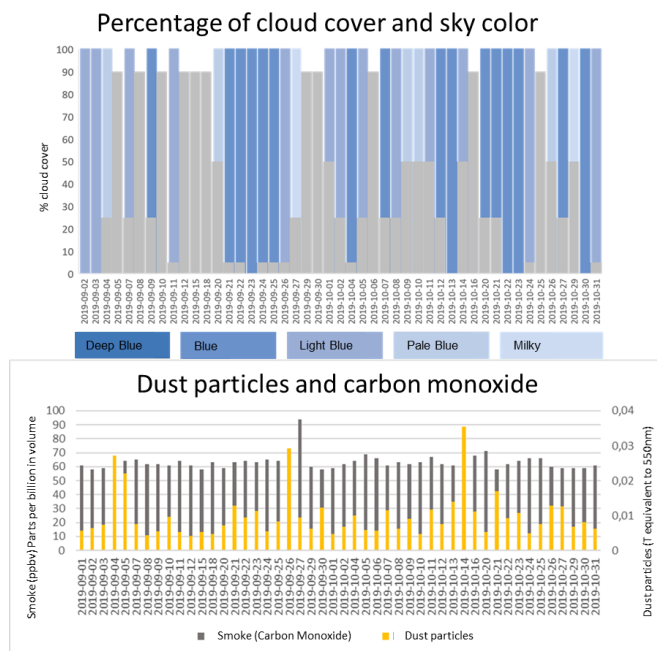


Fig. 11. Cloud coverage in Junín de los Andes during the months of September and October 2019. Bars with the sky color were drawn to compare (above). Fine dust particles (less than 550 nanometers) and Carbon monoxide from combustion in Junín de los Andes during the months of September and October 2019. Data taken from: Earth NullSchool, Particulates, DUex (Beccario, 2015a) and Earth NullSchool, Chem, Carbon Monoxide Conc. (Beccario, 2015b) (below).

During the period observed the satellites always detected aerosols (dust particles and carbon monoxide from fires, with relatively stable levels. (Fig. 11)

On October 14, 2019 there was an increase in dust particles in the atmosphere, compared to the previous days. The prevailing wind blows from the West, but that day was from the East. The color of the sky on October 14 was light blue. (Fig. 12)

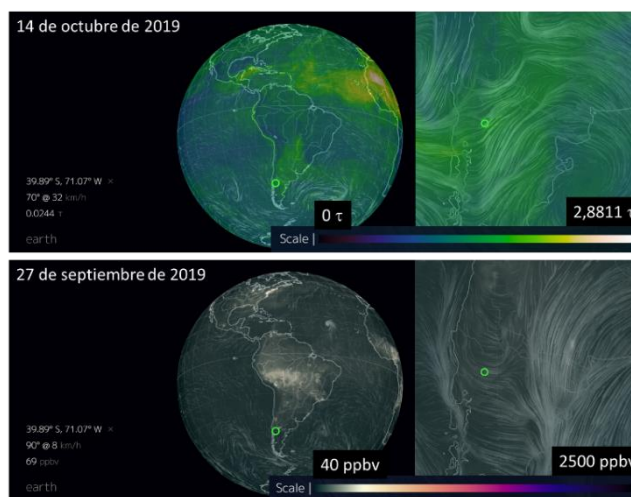


Fig. 12. Fine dust particles (less than 550 nanometers) on October 14, 2019 and Carbon monoxide on September 27 in Junín de los Andes. Data taken from: Earth NullSchool, Particulates, DUex (Beccario, 2015a) and Earth NullSchool, Chem, Carbon Monoxide Conc. (Beccario, 2015b).

On September 27, a higher value of carbon monoxide was recorded in the atmosphere and the sky had a milky color. (Fig. 12). In the period of time studied there were large fires in the Amazon and in the North of Argentina. There were also hot spots near the city. (Fig. 13).



Fig. 13. Heat sources detected by satellite during the months of September and October 2019 in South America (above) and in the Junín de los Andes area (below). Source: Fire Information for Resource Management System, FIRMS, <https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/map/> (NASA FIRMS application 2019).

Clear visibility occurred 79% of the days. Only 14% of the days were somewhat hazy, coincidentally with the aerosols detected by the satellites. (Fig. 14)

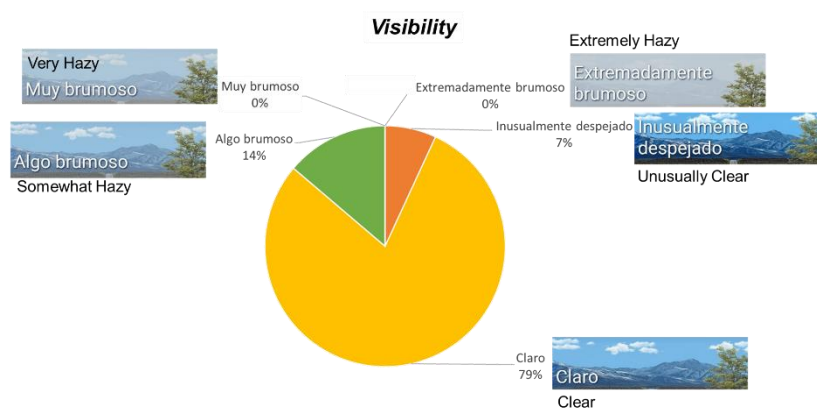


Fig. 14. Percentages of days with different visibility during the months of September and October 2019 in Junín de los Andes.

7% of the days were unusually clear.

### **Conclusion:**

When the amount of aerosols in the air increases, the color of the sky changes from deep blue to increasingly clear blue to becoming milky. As was the case on September 27, 2019, coincidentally with the increase in carbon monoxide. The same happened with the increase in dust particles on October 14, 2019 and the change in sky color and visibility.

Most of the days cleared or with few clouds, in the period studied, the city of Junín de los Andes had blue skies and good visibility.

This work can serve as a basis for future research on aerosols, visibility and sky color. It would be interesting to know the variations in different seasons of the year and even the interannual variations.

Considering the climate change forecasts for the region of rising temperatures and decreasing rainfall with increasing fires, this research can be used to compare with other measurements in the future.

In addition, near Junín de los Andes there are numerous volcanoes that, after an eruption, could re-deposit ash again (Fig. 1). Having baseline data prior to eruptions is useful for comparing changes and taking precautions to avoid problems in health, transportation and others.

Aerosols affect people's health, for example, after the fall of ash from volcanic eruptions, a greater number of people with respiratory and eye problems were reported (Zabert, et.al., 2019).

Smoke from nearby fires is frequent in the city. Fire smoke usually arrives from Chile, including some of great magnitude such as those occurred in 2017 where the town of Santa Olga was burned. (Forest fires in Chile of 2017, 2019).

Knowing the state of the sky without smoke is also important to detect anomalies due to fires, ashes and other aerosols.

The data from this research can also be useful for scientists because they help validate satellite images with observation from the earth's surface.

### **Bibliography:**

Beccario, C. (2015a). Earth wind map. Particulates, DUex. URL: <http://earth.nullschool.net>, Retrieved 17 November 2019, from <https://bit.ly/2CTj50M>

Beccario, C. (2015b). Earth wind map. Chem, Carbon Monoxide Conc. URL: <http://earth.nullschool.net>, Retrieved 17 November 2019, from <https://bit.ly/32U0goS>

Camilloni, I. (2008). Cambio Climático. Ciencia Hoy, 18(103), 43-49. Retrieved 17 November 2019, from [http://www.ege.fcen.uba.ar/wp-content/uploads/2014/05/Cambio-climatico\\_CienciaHoy.pdf](http://www.ege.fcen.uba.ar/wp-content/uploads/2014/05/Cambio-climatico_CienciaHoy.pdf)

Curth, M. I. T., Ghermandi, L., & Pfister, G. (2008). Los incendios en el noroeste de la Patagonia: su relación con las condiciones meteorológicas y la presión antrópica a lo largo de 20 años. Ecología austral, 18, 000-000.

Dorofy, P. (2018). HoloGLOBE (Versión 1.0.2). Institute for Earth Observations at Palmyra Cove [Aplicación Móvil]. Retrieved 17 November 2019, from [https://play.google.com/store/apps/details?id=com.ieopc.hologlobe&hl=es\\_AR](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.ieopc.hologlobe&hl=es_AR)

Forte, P., Dominguez, L., Bonadonna, L., Lamberti, M. C., Gregg, C. E., Bran, D. E., & Castro, J. M. (2018). Tormentas de ceniza volcánica en Patagonia: un peligro latente y subestimado. Foro Internacional: Los volcanes y su impacto. Arequipa, Perú, 2018.

González, M., Lara, A., Urrutia, R., & Bosnich, J. (2011). Cambio climático y su impacto potencial en la ocurrencia de incendios forestales en la zona centro-sur de Chile (33° - 42° S). Bosque (Valdivia), 32(3), 215-219. doi: 10.4067/s0717-92002011000300002

Hatheway, B., & Zarlengo, K. (2018). What's Up in the Atmosphere?: Exploring Colors in the Sky. University Corporation for Atmospheric Research.

HMA - Hijas de María Auxiliadora. (2019). Estudiantes de Junín de los Andes en videoconferencia con la NASA. Retrieved 17 November 2019, from <http://hmaabb.org/estudiantes-de-junin-de-los-andes-en-videoconferencia-con-la-nasa/>

Incendios forestales en Chile de 2017. En Wikipedia. Retrieved 17 November 2019, from [https://es.wikipedia.org/wiki/Incendios\\_forestales\\_en\\_Chile\\_de\\_2017](https://es.wikipedia.org/wiki/Incendios_forestales_en_Chile_de_2017)

Infobae (15 de julio de 2017). Fotos y videos: las mejores imágenes de las nevadas en la Patagonia. Varias ciudades de Río Negro, Neuquén, Santa Cruz y Chubut son atravesadas por un temporal. Infobae. Retrieved 17 November 2019, from <https://bit.ly/2REsqjV>

IPCC-Grupo de Trabajo, I. (2013). Cambio Climático 2013, Bases Físicas.

La Mañana del Neuquén (18 marzo 2017). Aclaran que el humo que hay en la cordillera proviene de incendios. La Mañana del Neuquén. Retrieved 17 November 2019, from <https://www.lmneuquen.com/aclaran-que-el-humo-que-hay-la-cordillera-proviene-incendios-n544666>

La Mañana del Neuquén (18 febrero 2019a). Se desataron otros dos incendios: uno cerca de Junín y otro en la zona de Las Lajas. La Mañana del Neuquén. Retrieved 17 November 2019, from <https://www.lmneuquen.com/se-desataron-otros-dos-incendios-uno-cerca-junin-y-otro-la-zona-las-lajas-n623874>

La Mañana del Neuquén (18 febrero 2019b). Chile: incendios forestales arrasan centro y sur del país. La Mañana del Neuquén. Retrieved 17 November 2019, from <https://www.lmneuquen.com/chile-incendios-forestales-arrasan-centro-y-sur-del-pais-n623801>

Martins, A. (2018). Del Sahara al Amazonas: 4 fascinantes impactos del polvo del desierto que viaja miles de kilómetros para llegar a América Latina. BBC News Mundo. Retrieved 17 November 2019, from <https://www.bbc.com/mundo/noticias-45019573>

Meteoblue. (2019). Clima Junín de los Andes. Retrieved 11 October 2019, from <https://bit.ly/30Dby11>

Montanaro, P. (14 noviembre 2019). Alumnos de Junín se conectaron con la NASA. La Mañana del Neuquén. Retrieved 17 November 2019, from <https://www.lmneuquen.com/alumnos-junin-se-conectaron-la-nasa-n665378>

NASA (2019a) GLOBE Observer (Versión 3.0.0) [Aplicación Móvil]. Retrieved 11 October 2019, from <https://bit.ly/2Xx2NUZ>

NASA (2019b) Sky Conditions Activity. NASA S'COOL. Retrieved 11 October 2019, from [https://scool.larc.nasa.gov/lesson\\_plans/SkyCondActFULLv2-2.pdf](https://scool.larc.nasa.gov/lesson_plans/SkyCondActFULLv2-2.pdf)

NASA (2019c). Sky Viewer - My NASA Data. Retrieved 17 November 2019, from <https://mynasadata.larc.nasa.gov/lesson-plans/sky-viewer>

NASA Earth observatory. (2019a). Calbuco Volcano Erupts. Retrieved 17 November 2019, from <https://earthobservatory.nasa.gov/images/85767/calbuco-volcano-erupts>

NASA Earth observatory. (2019b). Calbuco Ash on the Move. Retrieved 17 November 2019, from <https://earthobservatory.nasa.gov/images/85834/calbuco-ash-on-the-move>

NASA FIRMS application (2019). Fire Information for Resource Management System, operated by the NASA/Goddard Space Flight Center Earth Science Data and Information System (ESDIS) project November 2019, from <https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/map/>

Río Negro (25 de enero de 2017a). Los incendios en Junín están oficialmente controlados. Río Negro. Retrieved 17 November 2019, from <https://www.rionegro.com.ar/los-incendios-en-junin-estan-oficialmente-controlados-YL2085346/>

Río Negro (1 de febrero de 2017b). Extinguieron el nuevo foco de incendio en Junín de los Andes. Río Negro. Retrieved 17 November 2019, from <https://www.rionegro.com.ar/un-nuevo-foco-de-incendio-pone-en-alerta-a-junin-de-los-andes-DC2136555/>

Telenuve. (24 de abril de 2015). La erupción del volcán Calbuco: Cenizas en Junín de los Andes. Retrieved 17 November 2019, from <https://youtu.be/CuL89CtRsTM>

The GLOBE Program. (2019a). The GLOBE Teacher's Guide – Atmosphere, Cloud Protocol. Retrieved 17 November 2019, from <https://www.globe.gov/es/do-globe/globe-teachers-guide/atmosphere>

The GLOBE Program. (2019b). Gráfico para la identificación de nubes [Image]. Retrieved 17 November 2019, from <http://t.ly/qY6EJ>

Voiland, A. (2020). Aerosols: Tiny Particles, Big Impact. NASA Earth observatory. Retrieved 21 January 2020, from <https://earthobservatory.nasa.gov/features/Aerosols/page1.php>

Zabert, I., Benítez, S., & Zabert, G. E. (2019). Impacto respiratorio de la exposición aguda a las cenizas volcánicas en la Patagonia Argentina: un estudio transversal. *Rev. am. med. respir*, 112-118.

## Acknowledgments

We appreciate the support of the mentor MSc. Ana Prieto, member of the GLOBE International STEM Network (GISN) for helping us in taking measurements and guiding us in the development of this research, also to the directors of the Instituto María Auxiliadora school, Prof. Gladys Díaz and Prof. Walter Wehinger for the support received and for providing us with specific materials



and facilities to carry out the investigation, to Prof. Alejandro Gresko for preparing the equipment for videoconferencing and in the computer room, to Ms. Ana Lirio for providing the equipment daily. To the PhD. Marilé Robles, from NASA for helping us in research through videoconferencing and PhD. Teresa Kennedy of the University of Texas for helping us in the development of research and in the selection of work materials.

We thank Ms. Karina Belén Huenufil who participated in the project within the framework of her residence at the Instituto Superior de Formación Docente N° 8 to obtain the title of Primary Education Teacher.

Special thanks to Prof. Cecilia Nadal and her 3° A students for sharing and collaborating in our research. Also, for letting us participate in their research work on cloud types and sky cover. It was a very enriching collaborative work between students and teachers that served to socialize knowledge, analyze results, share experiences such as videoconferencing and others.

### Badge Descriptions/Justifications:



#### Be a **Data Scientist**

Students analyzed their own data and also measurements taken by others in the same city. They analyzed percentages, bar charts and pie charts to interpret the data. They also analyzed satellite image data, could relate them to the data in the field.

They also recognized the limitations of the data, could only draw conclusions for the months studied and make inferences for other periods in the future.

The students answered their research questions based on the data analysis and made suggestions for future research.

During the period studied, hurricanes and large fires occurred in Russia, in the Amazon and in the north of the country. Students were able to analyze data on the amount of aerosols, temperature and wind speed and compare them with their own place. These emerging generated a lot of interest to analyze satellite images.



#### Be a **STEM Professional**

Working together with a STEM mentor allowed students to improve their research methods, accuracy in data collection. Including satellite images helped them interpret the data obtained in the field. They also used specialized equipment such as infrared thermometers and temperature sensors.

The students participated for the first time in a videoconference with a NASA scientist who helped them interpret some types of clouds and discussed the effect of clouds on air temperature, as well as the amount of aerosols and the color of the sky. They also wrote their research report, and they could also record it on video.



### **Make an Impact**

Climate change is causing a decrease in rainfall and rising temperatures in this region that is in a transition between the forest (wet) and the steppe (arid). An increase in the frequency and duration of fires is forecast. Also the presence of many volcanoes in the area increases the risk of ash rain due to eruptions. The research helped students and the community recognize the effect of aerosols on the atmosphere and their impact on sky color and visibility.

In addition to taking measurements at school, students also disseminated their knowledge among family and friends. Many adults for the first time began to observe clouds, sky color, visibility and consult satellite images to establish connections between local and global observations. Some parents took measurements with their children and consulted daily EarthNullSchool and NASA Worldview. Also, brothers/sisters and friends were interested in the investigation making observations.

In addition, students made recommendations for future research to better understand the effect of aerosols on the atmosphere, variability during the different seasons of the year and year-on-year variations.