

[English version, click here.](#)

Influencia de las nubes en la temperatura del aire en Junín de los Andes

Agüero Arias, L.S.; Biorkman Novoa, S.K.; Bustillo, T.; Cañicul, M.E.;
Carranza Toledo, C.A.; Chavez Salazar, A.T.; Cosentino, A.A.; Duarte
Gómez, R.N.; Escamilla, M.; Espinosa Ricouz, F.T.; Farías, J.; Fuentealba,
A.; González Monzón, M.; Guayquimil, B.; Guehchullan, L.; Millares, L.D.;
Muñoz, M.A.; Nahuelcar, L.L.; Obregón, S.A.; Paez, B.; Quintulén, N.V.;
Rojas, E.A.; Tavernise, M.G.; Torres, A.;

Cecilia Nadal Belausteguigoitia

Instituto María Auxiliadora – Primaria

Argentina

Marzo 2020

Resumen:

La ciudad de Junín de los Andes está localizada en una zona de transición entre el bosque y la estepa. Los vientos predominantes del Oeste descargan la humedad en la Cordillera de los Andes y pasa muy poca hacia la estepa. Los pronósticos de cambio climático para esta región señalan aumento de temperaturas y disminución de precipitaciones. Se estudiaron las nubes porque son fuente de precipitaciones e intervienen en la temperatura del aire. Nos preguntamos lo siguiente: ¿Cómo influye la cobertura de nubes en la temperatura del aire? ¿Cómo influyen las nubes bajas en la temperatura? ¿Qué nubes fueron las más comunes?

Se registraron datos de nubes utilizando protocolos del Programa GLOBE y la aplicación GLOBE Observer-Clouds. También se utilizaron datos de la base de datos de GLOBE. Se utilizó Earth NullSchool y Meteoblue para datos de temperatura y Worldview para imágenes satelitales de nubes.

Los días de cielo cubierto durante septiembre y octubre de 2019 la temperatura disminuyó con respecto a los días anteriores y posteriores. Los días despejados la temperatura aumentó.

Las nubes más comunes fueron altocúmulos (nubes medias) y estratos (nubes bajas) que reflejan la radiación solar hacia el exterior, enfriando localmente el aire debajo de ellas.

Introducción/Preguntas de investigación:

Nuestra investigación se realizó en la ciudad de Junín de los Andes, que pertenece a la región de Patagonia Norte. (Fig. 1)

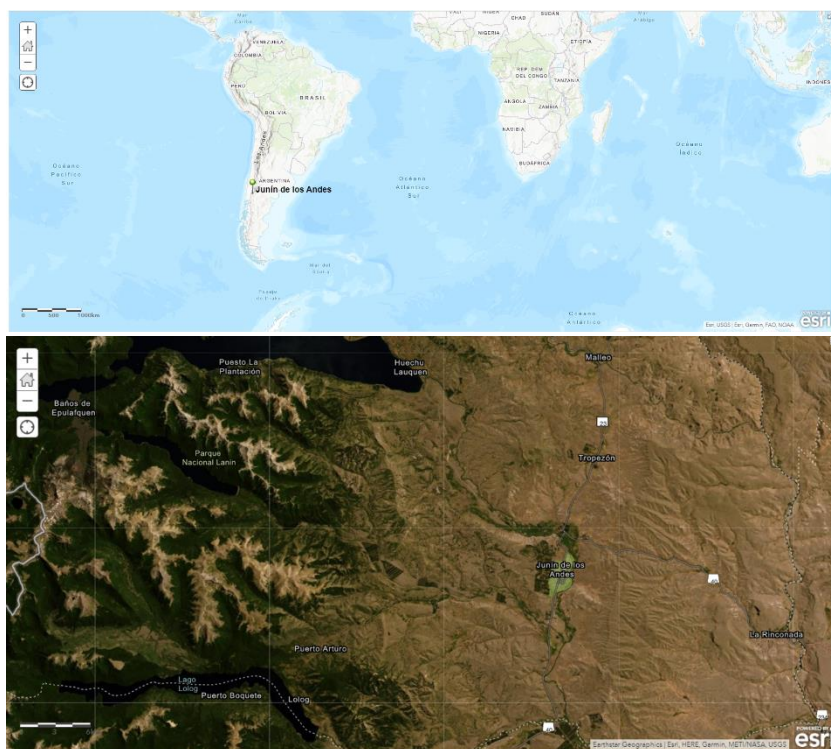


Fig. 1. Localización de Junín de los Andes.

La ciudad está cercana a la cordillera de los Andes que atrapa gran parte de la humedad que se desplaza desde el Oeste. La mayor parte de las lluvias se concentran en otoño e invierno mientras que la primavera y verano es la estación seca (con muy poca lluvia). La cobertura de nubes también es mayor durante la temporada de lluvias. Los vientos predominantes son del Oeste. (Meteoblue, 2020)

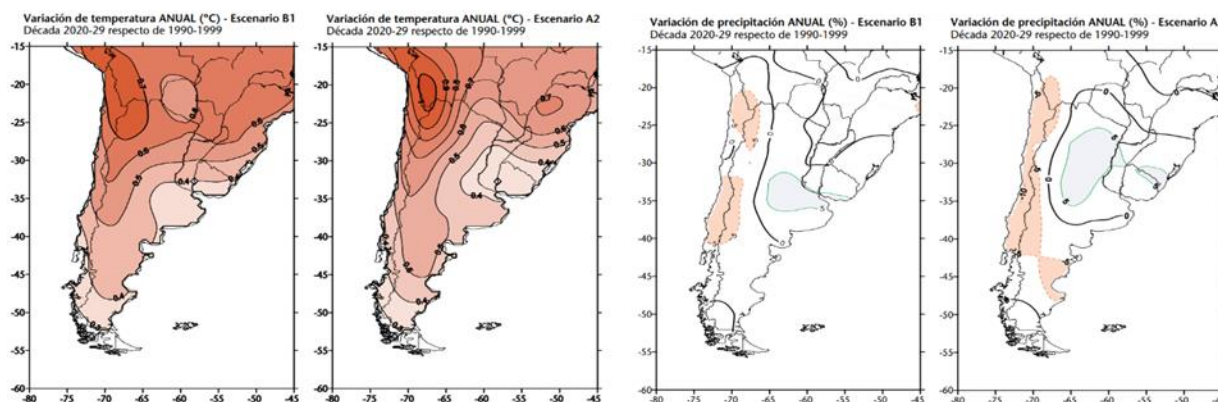


Fig. 2. Perspectivas de temperatura y precipitaciones para los próximos años en Sudamérica. (Camilloni, I. 2008).

Es una zona de transición entre el bosque (en la zona cordillerana al Oeste) y la estepa al Este. Las tendencias de cambio climático para esta región indican un aumento de temperaturas y disminución de las precipitaciones. (Fig. 2)

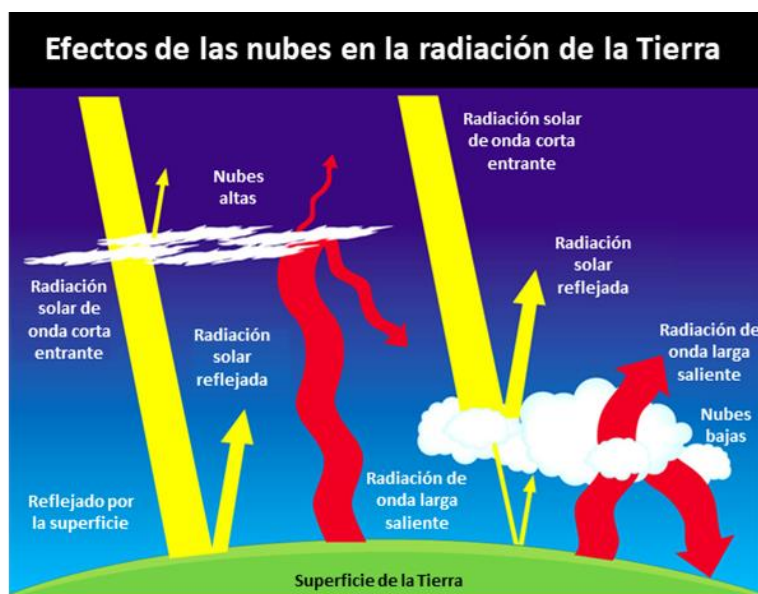


Fig. 3. Efecto de las nubes en la temperatura de la Tierra. NASA Langley Research Center.

<http://visibleearth.nasa.gov/view.php?id=54219>

Nos centramos en estudiar los tipos de nubes y la cobertura en nuestra ciudad porque proporcionan precipitaciones e intervienen en la temperatura de la zona. Según (The GLOBE

Program, 2019a) las nubes son un factor clave que influyen en el clima local, así como en el sistema climático terrestre afectando el equilibrio de temperatura y energía. Las nubes también tienen un rol importante en el control del clima del planeta a largo plazo.

Las nubes bajas reflejan gran parte de la radiación solar que llega a ellas enfriando localmente un área. Las nubes altas reflejan menos energía, pero atrapan más de la energía emitida por la superficie. (Fig. 3).

Las nubes son claves en el intercambio de calor en la atmósfera y cualquier cambio en el tipo de nubes o en la cobertura pueden tener impactos climáticos significativos. Además, afectan la cantidad de luz solar que llega al suelo y la cantidad de calor que escapa al espacio. También son la fuente de las precipitaciones. Los cristales de hielo y las gotas de agua dispersan la luz de manera diferente. Las nubes gruesas absorben más luz solar que las delgadas. Los tipos de nubes (Fig. 4), las fases del agua y la cantidad de nubes, hielo y gotas de agua afectan la cantidad de luz solar que atraviesa la atmósfera para calentar la superficie de la Tierra. La temperatura de la nube también afecta la cantidad de calor emitido desde la superficie que la atmósfera devuelve a la tierra. Las actividades humanas también pueden afectar las condiciones de las nubes como la formación de estelas de vapor que se forman cuando un avión a reacción atraviesa una porción de la atmósfera que tiene la combinación correcta de humedad y temperatura. En algunas áreas, el tráfico aéreo a reacción causa un cambio notable en la nubosidad. (The GLOBE Program, 2019a)

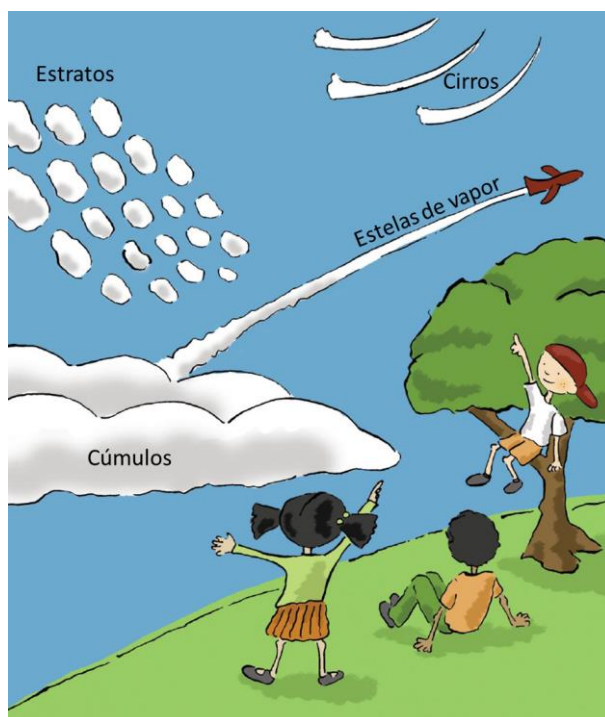


Fig. 4. Tipos básicos de nubes. (Hatheway et.al., 2017)

Preguntas de investigación:

¿Cómo influyen la cobertura de nubes en la temperatura del aire en Junín de los Andes?

¿Cómo influyeron las nubes bajas y densas en la temperatura del aire en septiembre y octubre de 2019?

¿Qué nubes fueron las más comunes durante septiembre y octubre de 2019?

Hipótesis:

H₁. Cuando el cielo está cubierto de nubes la temperatura del aire es menor que cuando está despejado o sin nubes.

H₂. Las nubes bajas y medias influyeron en la disminución de la temperatura del aire en septiembre y octubre de 2019.

H₃. Las nubes más comunes fueron los estratos y altocúmulos.

Materiales y Métodos:

Durante los meses de septiembre y octubre de 2019 se realizaron mediciones diarias de nubes, 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 3ºA del Instituto María Auxiliadora. En algunas actividades se trabajó en forma colaborativa con los estudiantes de 3ºB 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) y con la aplicación GLOBE Observer – Clouds. (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.

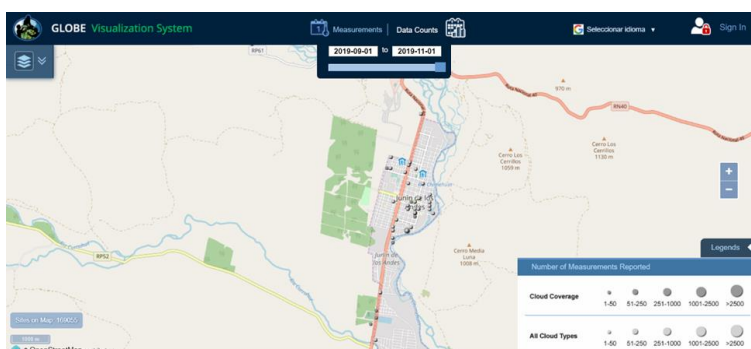


Fig. 5. Sitios de muestreo de tipo y cobertura de nubes en septiembre y octubre de 2019. Fuente: GLOBE Visualization System.

Los datos de temperaturas se tomaron de Earth NullSchool, Air, Surface, Temp (Beccario, 2015) y de Meteoblue. Los datos de cobertura de nubes (desde satélite) se tomaron de NASA Worldview (NASA, 2019b). (Fig. 6)

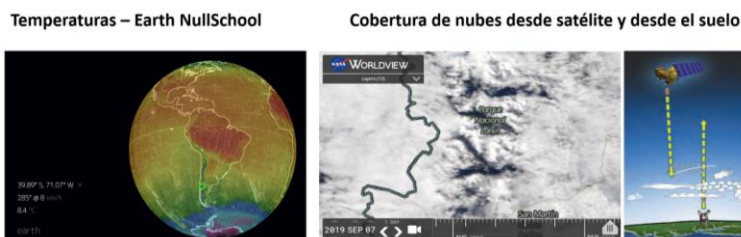


Fig. 6. Fuente de datos de temperatura del aire y de cobertura de nubes.

Las observaciones de estelas de vapor se compararon con los datos de vuelos en tiempo real. (Flightradar24, 2019). Para consultas rápidas de imágenes satelitales se utilizó la aplicación de realidad aumentada HoloGLOBE (Dorofy, P. 2018). (Fig. 7)

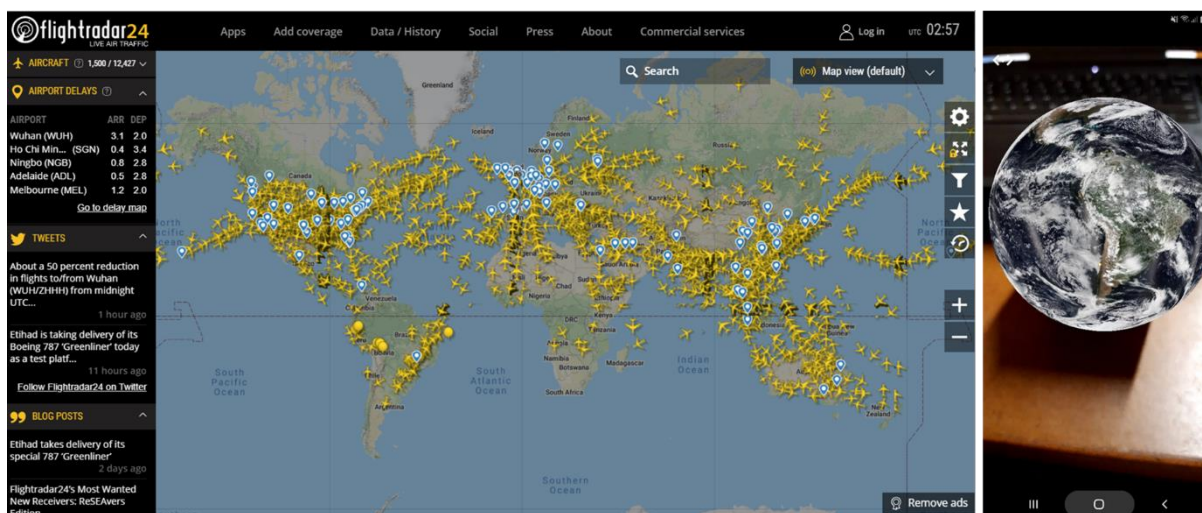


Fig. 7. Tráfico aéreo Flightradar24 (izquierda). Visualización con realidad aumentada (utilizando Merge Cube) en la aplicación HoloGLOBE (derecha). En este caso se observan imágenes de cobertura de nubes. (Dorofy, P. 2018).

Para interpretar el efecto de la cobertura de nubes en la temperatura del aire se realizó el experimento con focos simulando el sol y la atmósfera cubierta de nubes y sin cobertura. (Smith, & Owens, 2003). Se colocó un sensor de temperatura en cada una (ver Fig. 8).

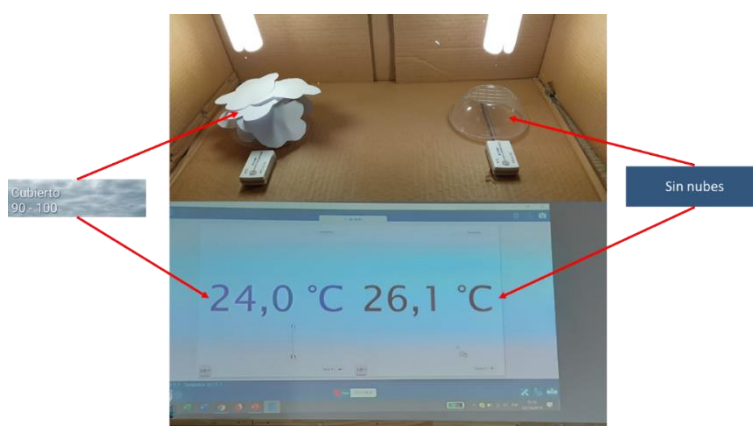


Fig. 8. Experimento para simular el efecto de las nubes en la temperatura de la atmósfera. (Smith, & Owens, 2003)

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:

Los datos del experimento de la Fig.7 muestran que la temperatura del aire disminuye cuando aumenta la cobertura de nubes en coincidencia con las observaciones en terreno (Fig. 9).

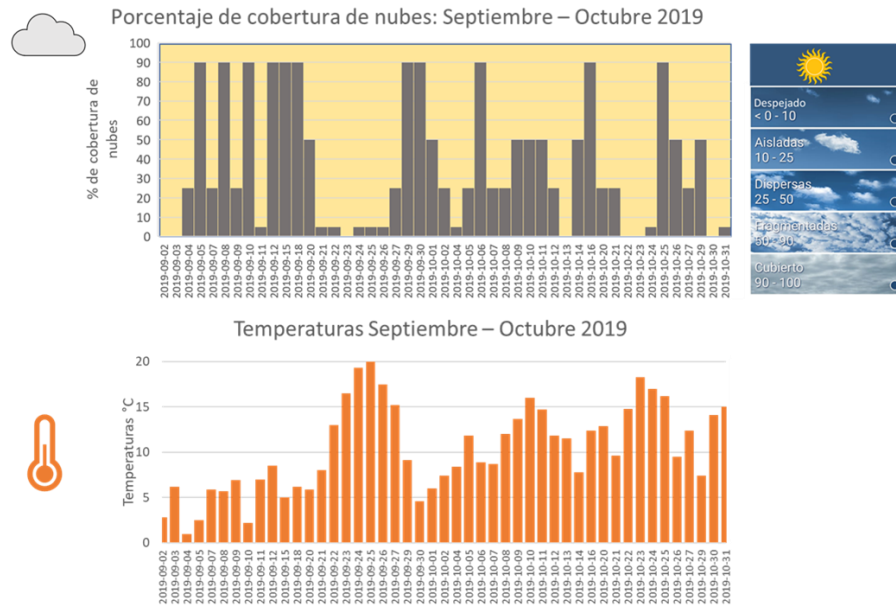


Fig. 9. Cobertura de nubes (gráfico superior) y temperatura del aire (gráfico inferior) en Junín de los Andes durante los meses de septiembre y octubre de 2019.

La temperatura del aire fue aumentando durante el período estudiado, con valores menores en septiembre y más altos en octubre por el avance de la primavera. (Fig. 9)

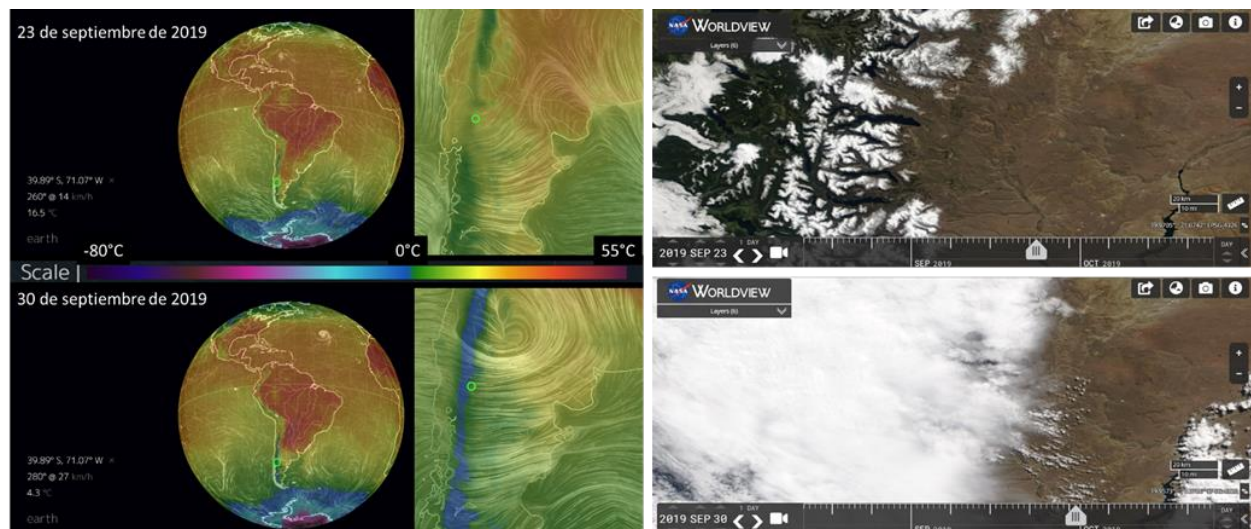


Fig. 10. Temperatura del aire en Junín de los Andes el 23 de septiembre con poca cobertura de nubes y el 30 de septiembre con más del 90% de cobertura de nubes. Fuentes: Earth NullSchool, Air, Surface, Temp (Beccario, 2015). NASA Worldview (NASA, 2019b)

Cuando la cobertura de nubes era de 90% o más la temperatura disminuye en relación a los días anteriores y posteriores. Al contrario, los días que estuvo despejado la temperatura aumenta con respecto a las fechas cercanas. En la figura 10 se pueden visualizar dos ejemplos. Día 23 de septiembre con 16,5°C y cielo despejado (Fig. 10 arriba). Día 30 de septiembre con 4,3°C y cielo cubierto (Fig. 10 abajo).

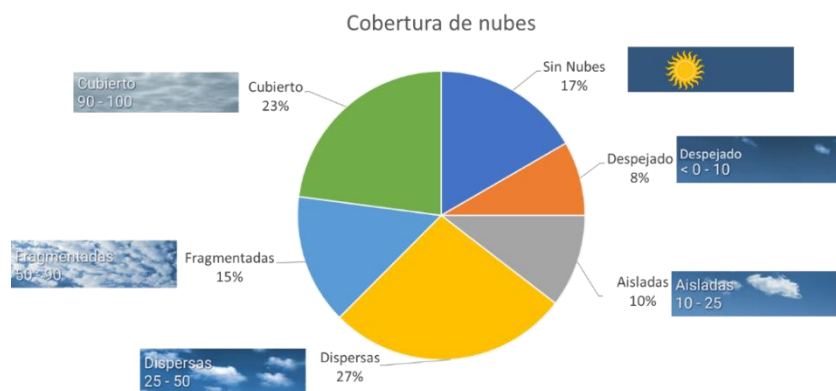


Fig. 11. Porcentajes de días con diferentes coberturas de nubes durante los meses de septiembre y octubre de 2019 en Junín de los Andes.

Durante el período observado el 65% de los días tuvo cobertura de nubes (sumando las coberturas dispersas, fragmentada y cubierto). La cobertura de nubes dispersas fue la mayor con 27%, le siguió cielo cubierto con el 23% de los días observados. Solo el 17 % de los días estuvo sin nubes y el 8% despejado. (Fig. 11).

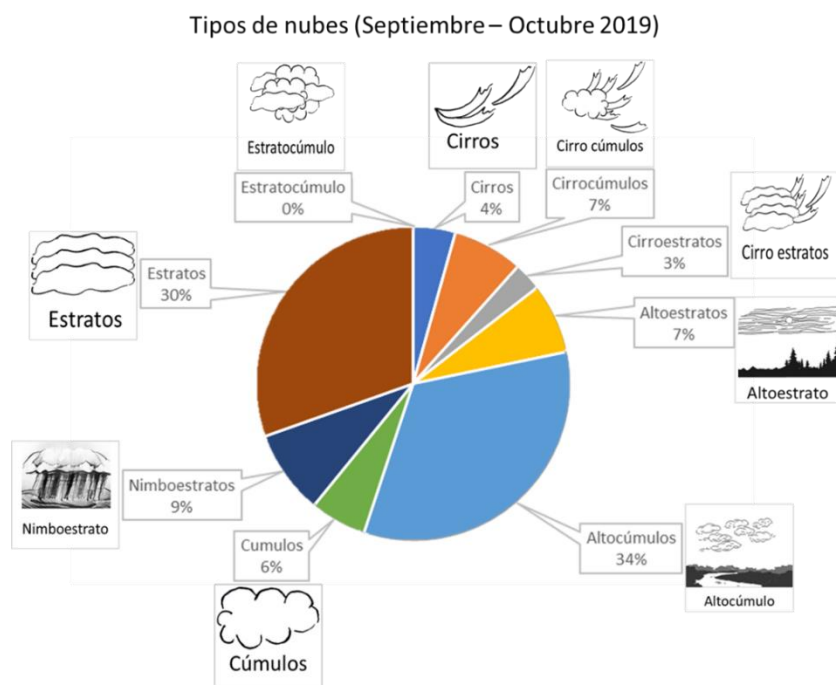


Fig. 12. Porcentaje de tipos de nubes durante los meses de septiembre y octubre de 2019 en Junín de los Andes.

Las nubes más comunes en el período estudiado fueron: altocúmulo (34% de los días), un tipo de nube de altura media y estratos (30%), un tipo de nube baja. El resto de las nubes fueron observadas durante pocos días. (Fig. 12)

Las nubes bajas (estratos, nimboestratos y cúmulos) totalizaron el 45%. Las nubes medias (altocúmulo y altoestrato) estuvieron presentes el 41% de los días.

Conclusión:

A mayor cobertura de nubes la temperatura del aire disminuye en relación a los días previos y posteriores. Cuando el cielo está sin nubes o despejado la temperatura tiende a ser más alta que en los días anteriores y posteriores.

Durante los meses estudiados la mayor parte de los días estuvo nublado, con predominio de nubes bajas y medias en forma coincidente con temperaturas bajas.

Las nubes más comunes fueron los estratos (nubes bajas) y los altocúmulos (nubes medias). Según NASA Langley Research Center (2000) y The GLOBE Program (2019a) esto se debe a que las nubes bajas reflejan la radiación solar en la parte superior, enfriando localmente un área debajo de ellas.

Si se consideran las tendencias de temperaturas y precipitaciones pronosticadas para la región en base a los modelos de cambio climático, esta investigación puede servir de base para comparar con otras mediciones en el futuro.

También sería interesante realizar ésta misma investigación en diferentes estaciones del año para conocer más el tipo de nubes y su cobertura como también su incidencia en la temperatura del aire.

Volver a repetir esta investigación en el mismo período nos permitiría comprender los cambios interanuales.

Estos datos también pueden servir a los científicos para validar las imágenes satelitales de nubes, ya que algunos tipos de nubes son difíciles de identificar desde la imagen de satélite debido a los diferentes colores y reflejos desde el terreno.

Bibliografía

Beccario, C. (2015). Earth wind map. Air, Surface, Temp. URL: <http://earth.nullschool.net>, Retrieved 17 November 2019, from <https://bit.ly/35fsufj>

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

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

Flightradar24. (2019). Live Flight Tracker - Real-Time Flight Tracker Map | Flightradar24. Retrieved 17 November 2019, from <https://www.flightradar24.com/>

Hatheway, B., Zarlengo, K., & LeMone, P. (2017). Elementary GLOBE Unit: Do you know that clouds have names?. 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/>

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). NASA Worldview. Available online at: <https://worldview.earthdata.nasa.gov> 17 November 2019, from <https://go.nasa.gov/2pqb68c>

NASA Langley Research Center (2000). Cloud Effects on Earth's Radiation. Available online at: <https://visibleearth.nasa.gov/images/54219/cloud-effects-on-earths-radiation> 17 November 2019

Smith, S. M., & Owens, H. B. (2003). Clouds and the Earth's Radiant Energy System. Investigating the Climate System. Problem-Based Classroom Modules. National Aeronautics and Space Administration (NASA). <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED510838.pdf>

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>

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. Tamara Hinostroza 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. Nancy Pacheco y a sus estudiantes de 3° B por compartir y colaborar en nuestra investigación. También por dejarnos participar en su trabajo de investigación sobre aerosoles y color 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 datos propios (de sus mediciones) y de mediciones tomadas por otros en la misma ciudad. Pudieron analizar gráficos de barra y gráficos circulares para interpretar los datos. Analizaron porcentajes. También analizaron datos de imágenes satelitales, pudieron relacionarlas con los datos en terreno.

También tomaron conciencia de las limitaciones de los datos, solo pudieron sacar conclusiones para los meses estudiados y realizar inferencias para otros períodos a futuro.

A partir del análisis de datos los estudiantes respondieron sus preguntas de investigación y realizaron sugerencias para futuras investigaciones.

Durante el período estudiado ocurrieron huracanes. Los estudiantes pudieron analizar datos de temperatura y velocidad de los vientos y compararlos con su propio lugar. Este fue un emergente que no estaba previsto en su investigación, pero generó el interés al analizar imágenes satelitales.



Be a **STEM Professional / Profesional STEM**

Gracias al trabajo con un mentor STEM los estudiantes mejoraron sus métodos de investigación, mejoraron la precisión en la toma de datos, incluyeron imágenes satelitales que los ayudó a interpretar los datos obtenidos en el terreno. También utilizaron equipamiento especializado como termómetros infrarrojo y sensores de temperatura.

Por primera vez participaron de 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. Además de redactar su reporte de investigación, también pudieron grabarlo en video.



Make an **Impact / Hacer un impacto**

El cambio climático está provocando disminución de las precipitaciones, en particular la nieve y aumentando las temperaturas en esta región que se encuentra en una transición entre el bosque (húmedo) y la estepa

(árida). Esto agrava la aridez de la zona. La investigación ayudó a los estudiantes y a la comunidad a reconocer el efecto de las nubes en la temperatura del aire.

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 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.

Por último, los estudiantes realizaron recomendaciones para futuras investigaciones en otros períodos de tiempo y en el mismo período para conocer mejor el efecto de las nubes y la variabilidad durante las diferentes estaciones del año como las variaciones interanuales.

[Versión en Español, clic aquí.](#)

Influence of clouds on air temperature in Junín de los Andes

Agüero Arias, L.S.; Biorkman Novoa, S.K.; Bustillo, T.; Cañicul, M.E.;
Carranza Toledo, C.A.; Chavez Salazar, A.T.; Cosentino, A.A.; Duarte
Gómez, R.N.; Escamilla, M.; Espinosa Ricouz, F.T.; Farías, J.; Fuentealba,
A.; González Monzón, M.; Guayquimil, B.; Guehchullan, L.; Millares, L.D.;
Muñoz, M.A.; Nahuelcar, L.L.; Obregón, S.A.; Paez, B.; Quintulén, N.V.;
Rojas, E.A.; Tavernise, M.G.; Torres, A.;

Cecilia Nadal Belausteguigoitia

Instituto María Auxiliadora – Primaria

Argentina

March 2020

Summary:

The city of Junín de los Andes is located in a transition zone between the forest and the steppe. The prevailing winds of the West discharge the humidity in the Mountain range of the Andes and passes little towards the steppe. Climate change forecasts for this region indicate rising temperatures and decreasing rainfall. Clouds were studied because they are a source of rainfall and are involved in air temperature. We ask ourselves the following: How does cloud cover influence air temperature? How do low clouds influence temperature? What clouds were the most common?

Cloud data was recorded using GLOBE Program protocols and the GLOBE Observer-Clouds application. Data from the GLOBE database were also used. Earth NullSchool and Meteoblue were used for temperature data and Worldview for satellite cloud images.

The days of overcast sky during September and October 2019 the temperature decreased with respect to the previous and subsequent days. On clear days the temperature increased.

The most common clouds were altocumulus (medium clouds) and stratus (low clouds) that reflect solar radiation to the outside, cooling the air under them locally.

Introduction/Research Questions:

Our research was conducted in the city of Junín de los Andes, which belongs to the North Patagonia region. (Fig. 1)

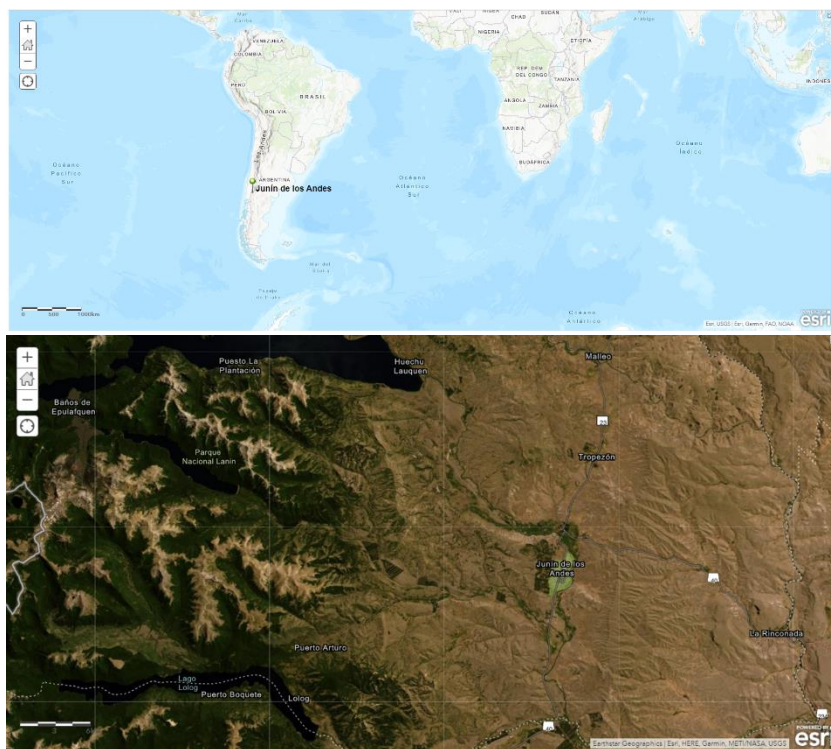


Fig. 1. Location of Junín de los Andes.

The city is close to the Andes mountain range that traps much of the moisture that travels from the West. Most of the rains are concentrated in autumn and winter while spring and summer is the dry season (with very little rain). Cloud cover is also greater during the rainy season. The prevailing winds are from the West. (Meteoblue, 2020)

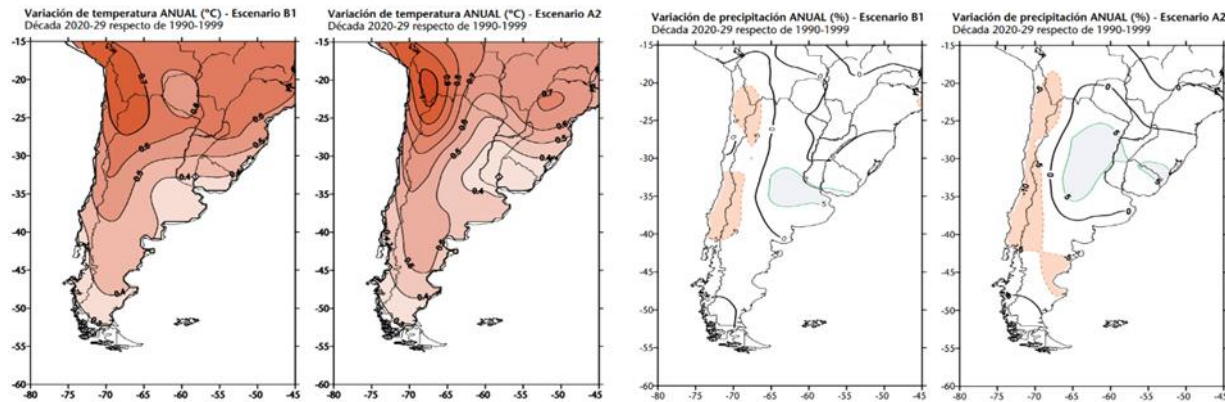


Fig. 2. Temperature and rainfall perspectives for the coming years in South America. (Camilloni, I. 2008).

This is a transition zone between the forest (in the western mountain range) and the steppe to the east. Climate change trends for this region indicate an increase in temperatures and a decrease in rainfall. (Fig. 2)

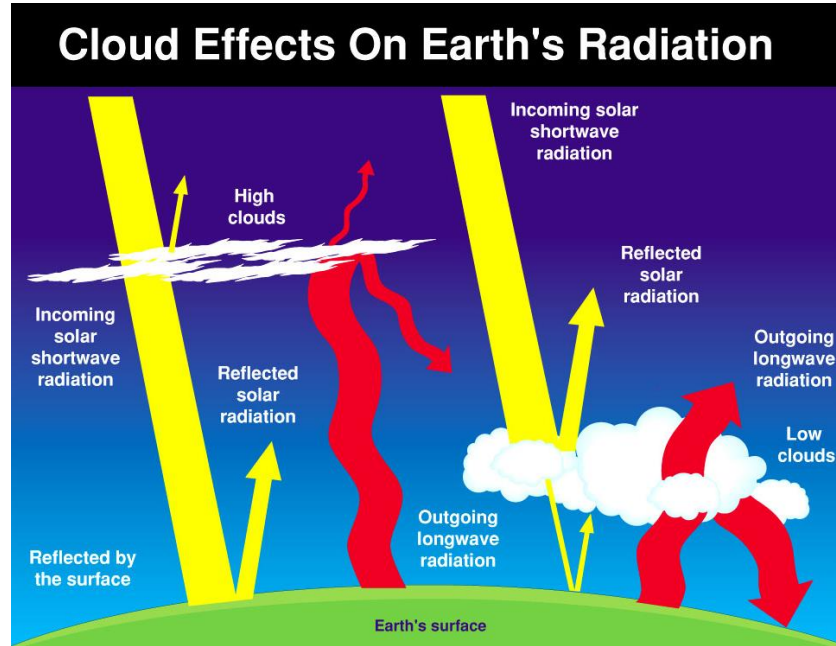


Fig. 3. Effect of clouds on Earth's temperature. NASA Langley Research Center.

<http://visibleearth.nasa.gov/view.php?id=54219>

We focus on studying the types of clouds and coverage in our city because they provide rainfall and intervene in the temperature of the area. According to (The GLOBE Program, 2019a) clouds

are a key factor that influence the local climate, as well as the terrestrial climate system affecting the balance of temperature and energy. Clouds also have an important role in controlling the planet's climate in the long term.

Low clouds reflect much of the solar radiation that comes to them by cooling an area locally. High clouds reflect less energy, but trap more of the energy emitted by the surface. (Fig. 3).

Clouds are key in the exchange of heat in the atmosphere and any change in cloud type or coverage can have significant climatic impacts. In addition, they affect the amount of sunlight that reaches the ground and the amount of heat that escapes into space. They are also the source of rainfall. Ice crystals and water droplets scatter light differently. Thick clouds absorb more sunlight than thin clouds. The types of clouds (Fig. 4), the phases of water and the amount of clouds, ice and drops of water affect the amount of sunlight that passes through the atmosphere to heat the Earth's surface. The temperature of the cloud also affects the amount of heat emitted from the surface that the atmosphere returns to the earth. Human activities can also affect cloud conditions such as the formation of contrails that form when a jet plane passes through a portion of the atmosphere that has the right combination of humidity and temperature. In some areas, jet air traffic causes a noticeable change in cloudiness. (The GLOBE Program, 2019a)

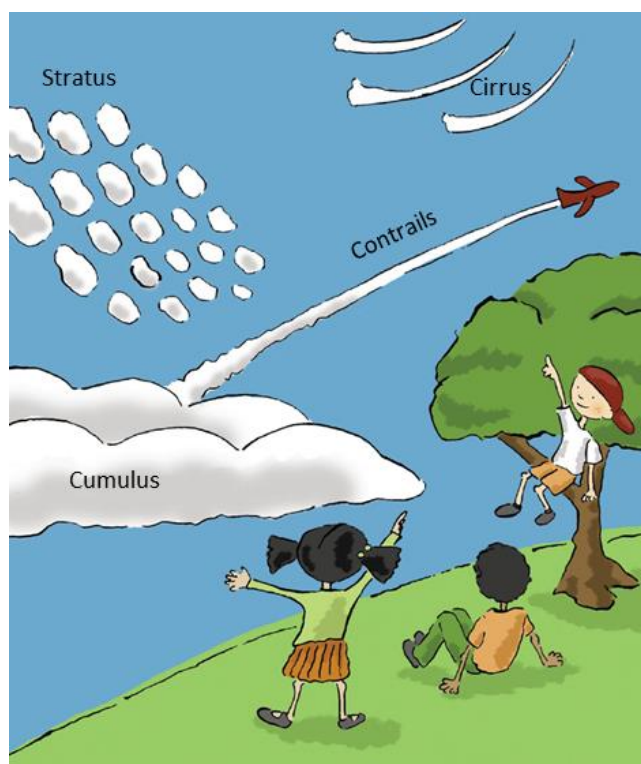


Fig. 4. Basic types of clouds. (Hatheway et.al., 2017)

Research questions:

How does cloud cover influence air temperature in Junín de los Andes?

How did low and dense clouds influence air temperature in September and October 2019?

Which clouds were the most common during September and October 2019?

Hypothesis:

H₁. When the sky is covered with clouds, the air temperature is lower than when it is clear or cloudless.

H₂. Low and medium clouds influenced the decrease in air temperature in September and October 2019.

H₃ The most common clouds were the strata and altocumulus.

Research Methods:

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

Cloud types, coverage, visibility and sky color were identified with the Cloud Identification Chart (The GLOBE Program, 2019b) and with the GLOBE Observer - Clouds application. (NASA, 2019a). Manual and digital records were also taken with GLOBE Observer, and data taken by other institutions in the same city were also downloaded.

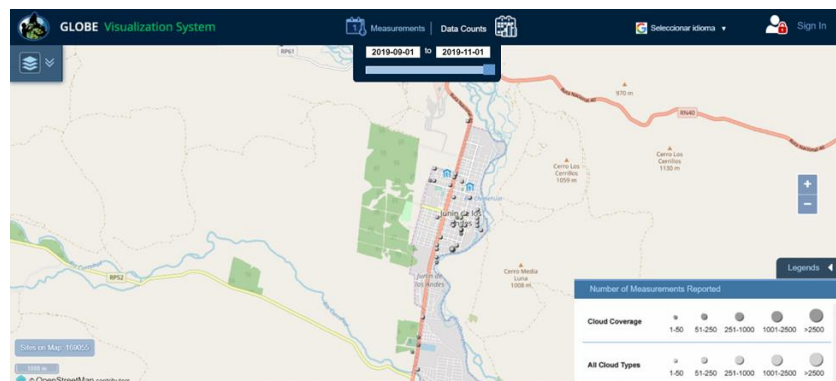


Fig. 5. Type sampling sites and cloud cover in September and October 2019. Source: GLOBE Visualization System.

Temperature data were taken from Earth NullSchool, Air, Surface, Temp (Beccario, 2015) and Meteoblue. Cloud coverage data (from satellite) were taken from NASA Worldview (NASA, 2019b). (Fig. 6)

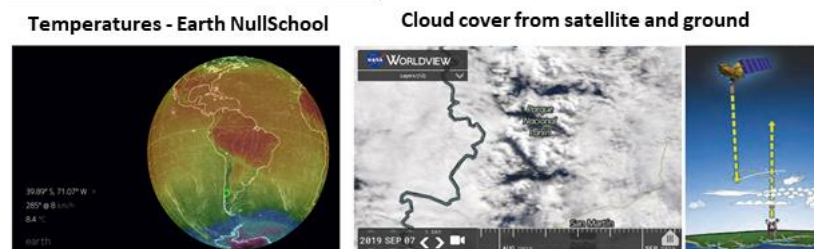


Fig. 6. Source of air temperature and cloud cover data (from satellite and from the earth's surface).

The observations of contrails were compared with real-time flight data. (Flightradar24, 2019). For quick satellite image consultations, the HoloGLOBE augmented reality application was used (Dorofy, P. 2018). (Fig. 7)

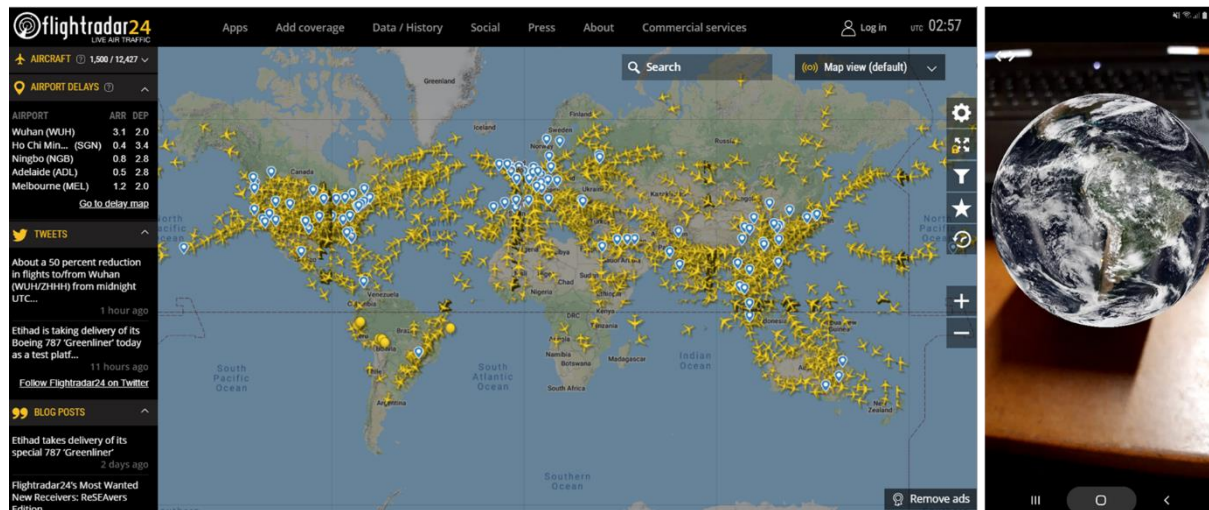


Fig. 7. Flightradar24 air traffic (left). Visualization with augmented reality (using Merge Cube) in the HoloGLOBE application (right). In this case, cloud cover images are observed. (Dorofy, P. 2018).

To interpret the effect of cloud cover on air temperature, the experiment was carried out with spotlights simulating the sun and the cloud-covered atmosphere without coverage. (Smith, & Owens, 2003). A temperature sensor was placed in each one (see Fig. 8).



Fig. 8. Experiment to simulate the effect of clouds on the temperature of the atmosphere. (Smith, & Owens, 2003)

To analyze some results and ask questions, a videoconference was made with PhD Marilé Robles, scientist of the NASA GLOBE Clouds project based on the Science Directorate of the Langley Research Center of NASA. (Montanaro, 2019; HMA, 2019).

Results:

The data from the experiment in Fig. 7 shows that the air temperature decreases when cloud cover increases in coincidence with field observations (Fig. 9).

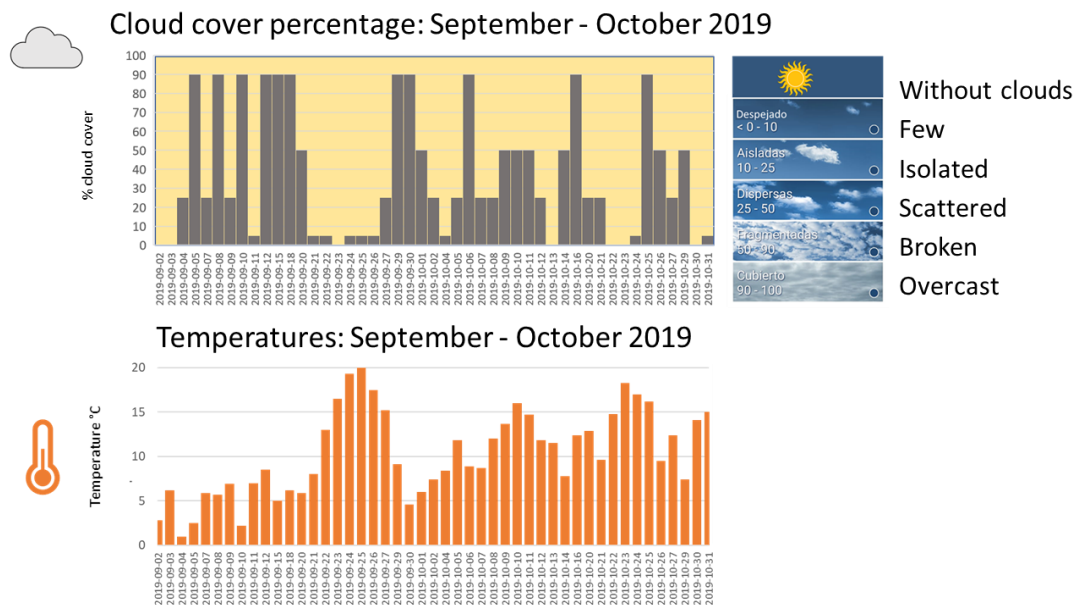


Fig. 9. Cloud cover (upper graph) and air temperature (lower graph) in Junín de los Andes during the months of September and October 2019.

The air temperature increased during the period studied, with lower values in September and higher in October due to the advance of spring. (Fig. 9)

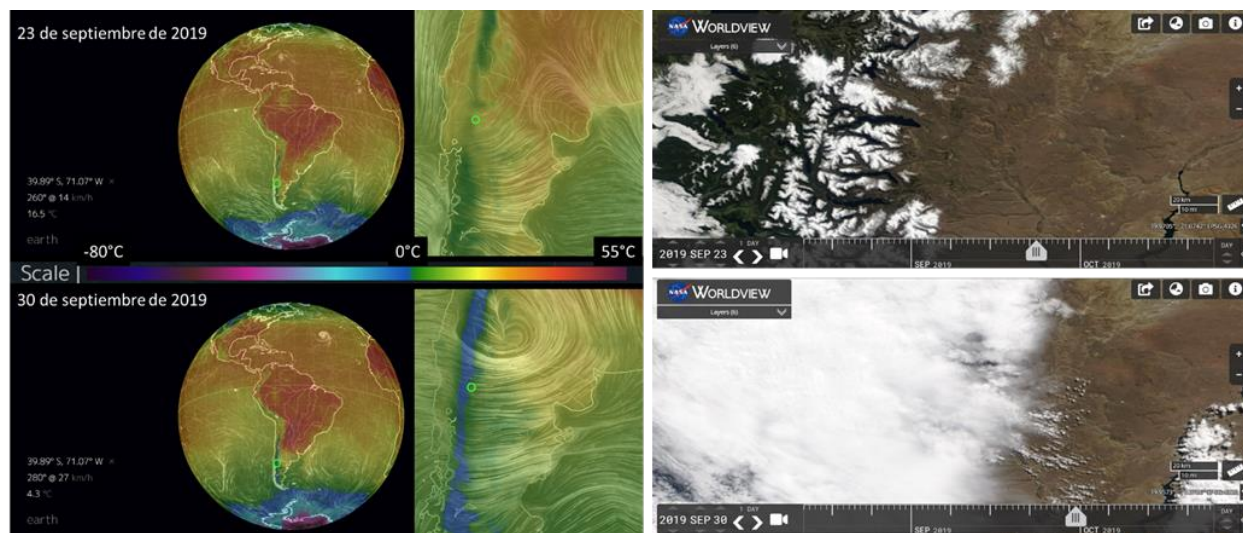


Fig. 10. Air temperature in Junín de los Andes on September 23 with little cloud cover and on September 30 with more than 90% cloud cover. Sources: Earth NullSchool, Air, Surface, Temp (Beccario, 2015). NASA Worldview (NASA, 2019b)

When the cloud cover was 90% or more the temperature decreases in relation to the previous and subsequent days. On the contrary, the days that were clear the temperature increases with respect to the nearby dates. In figure 10 two examples can be visualized. September 23 with 16.5 ° C and clear sky (Fig. 10 above). September 30 with 4.3 ° C and overcast sky (Fig. 10 below).

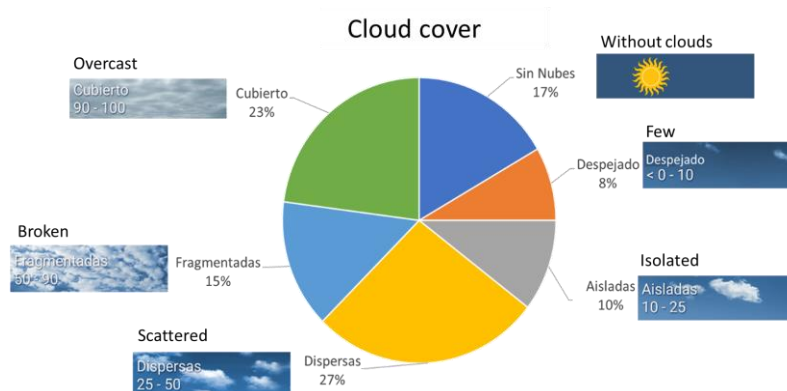


Fig. 11. Percentages of days with different cloud coverings during the months of September and October 2019 in Junín de los Andes.

During the period observed 65% of the days had cloud cover (adding scattered, broken and overcast). The coverage of scattered clouds was the highest with 27%, followed by sky covered with 23% of the days observed. Only 17% of the days were without clouds and 8% few. (Fig. 11).

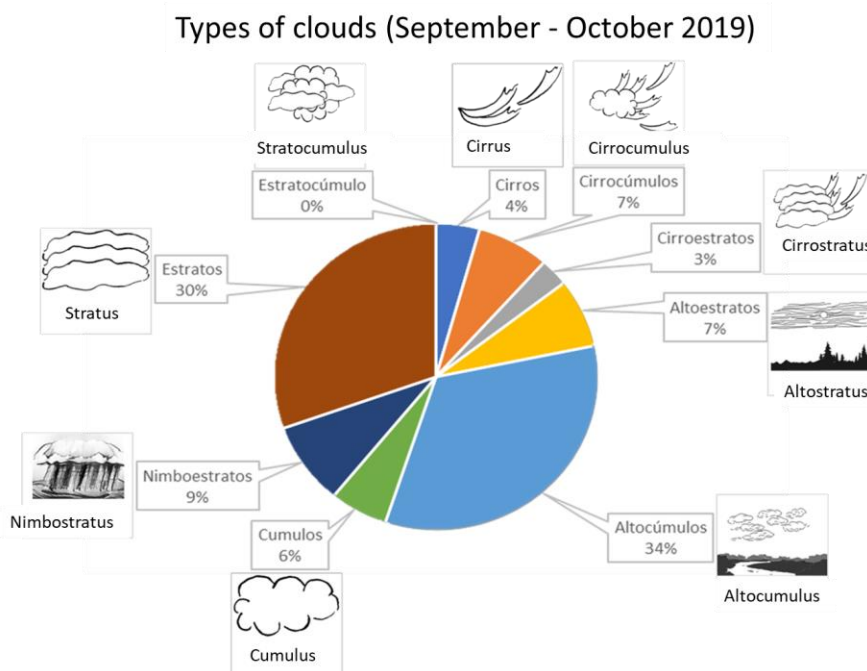


Fig. 12. Percentage of cloud types during the months of September and October 2019 in Junín de los Andes

The most common clouds in the period studied were: altocumulus (34% of days), a medium-height cloud type and stratus (30%), a low cloud type. The rest of the clouds were observed for a few days. (Fig. 12)

Low clouds (stratus, nimbostratus and cumulus) totaled 45%. The middle clouds (altocumulus and altostratus) were present 41% of the days.

Conclusion:

The higher the cloud cover, the air temperature decreases in relation to the previous and subsequent days. When the sky is cloudless or clear the temperature tends to be higher than in the previous and subsequent days.

During the months studied most of the days were cloudy, with low and middle clouds predominantly coinciding with low temperatures.

The most common clouds were stratus (low clouds) and altocumulus (middle clouds). According to NASA Langley Research Center (2000) and The GLOBE Program (2019a) this is because low clouds reflect solar radiation at the top, cooling an area under them locally.

If the forecasted temperature and rainfall trends for the region are considered based on climate change models, this research can serve as a basis for comparing with other measurements in the future.

It would also be interesting to carry out this same research in different seasons of the year to learn more about the type of clouds and their coverage as well as their incidence on air temperature.

Repeating this research again in the same period would allow us to understand the interannual changes.

These data can also help scientists to validate satellite cloud images, since some types of clouds are difficult to identify from the satellite image due to different colors and reflections from the ground.

Bibliography:

Beccario, C. (2015). Earth wind map. Air, Surface, Temp. URL: <http://earth.nullschool.net>, Retrieved 17 November 2019, from <https://bit.ly/35fsufi>

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

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

Flightradar24. (2019). Live Flight Tracker - Real-Time Flight Tracker Map | Flightradar24. Retrieved 17 November 2019, from <https://www.flightradar24.com/>

Hatheway, B., Zarlengo, K., & LeMone, P. (2017). Elementary GLOBE Unit: Do you know that clouds have names?. 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/>

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). NASA Worldview. Available online at: <https://worldview.earthdata.nasa.gov> 17 November 2019, from <https://go.nasa.gov/2pqb68c>

NASA Langley Research Center (2000). Cloud Effects on Earth's Radiation. Available online at: <https://visibleearth.nasa.gov/images/54219/cloud-effects-on-earths-radiation> 17 November 2019

Smith, S. M., & Owens, H. B. (2003). Clouds and the Earth's Radiant Energy System. Investigating the Climate System. Problem-Based Classroom Modules. National Aeronautics and Space Administration (NASA). <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED510838.pdf>

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>

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. Tamara Hinostroza 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. Nancy Pacheco and her 3° B students for sharing and collaborating in our research. Also, for letting us participate in their research work on aerosols and sky color. 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 (from their measurements) and from measurements taken by others in the same city. They were able to analyze bar charts and pie charts to interpret the data. They analyzed percentages. They also analyzed satellite image data, could relate them to the data in the field. They also became aware of the limitations of the data, could only draw conclusions for the months studied and make inferences for other periods in the future.

From the data analysis, the students answered their research questions and made suggestions for future research.

Hurricanes occurred during the period studied. Students were able to analyze wind temperature and speed data and compare it with their own place. This was an emerging that was not foreseen in his research, but generated interest in analyzing satellite images.



Be a STEM Professional

Thanks to the work with a STEM mentor, students improved their research methods, improved accuracy in data collection, included satellite images that helped them interpret the data obtained in the field. They also used specialized equipment such as infrared thermometers and temperature sensors.

For the first time they participated in a videoconference with a NASA scientist who helped them interpret some types of clouds and discussed the effect of clouds on air temperature. In addition to writing their research report, they were also able to record it on video.



Make an Impact

Climate change is causing a decrease in rainfall, particularly snow and increasing temperatures in this region that is in a transition between the forest (wet) and the steppe (arid). This aggravates the aridity of the area. The research helped students and the community recognize the effect of clouds on air temperature.

In addition to taking measurements at school, students also disseminated their knowledge among family and friends. Many adults for the first time began observing clouds and consulting 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.

Finally, students made recommendations for future research in other periods of time and in the same period to better understand the effect of clouds and variability during the different seasons of the year such as interannual variations.