

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "TOMÁS FRÍAS"
FACULTAD de MEDICINA
SOCEMED - UATF



ABRIL 2024

BOLETIN N° 2



UNA ALERTA TEMPRANA CONSECUENCIAS GLOBALES DE LA CONTAMINACIÓN Y SUS EFECTOS EN LA SALUD

ROBERTO CARLOS VERA



DICIT
Dirección de Investigación Científica
e Innovación Tecnológica

MaxWell_{RyE}





BOLETIN N° 2/2024

**UNA ALERTA TEMPRANA
CONSECUENCIAS GLOBALES DE LA CONTAMINACIÓN Y SUS
EFECTOS EN LA SALUD**

AUTOR

Roberto Carlos Vera^{1a}

1^a Docente Facultad de Medicina, Universidad Autónoma “Tomas Frías” (UATF), Potosí, Bolivia.

ORCID: [hptt://orcid.org/0000-0002-3335-9832](https://orcid.org/0000-0002-3335-9832)

Email: robertormc@gmail.com

CO-AUTORES

María Elena Rocha Romero

Directora de Investigación Ciencia e Innovación Tecnológica, Universidad Autónoma Gabriel Rene Moreno, Santa Cruz, Bolivia.

mariarocha@uagrm.edu.bo

María Elena Céspedes Calatayud

Jefe de carrera de Medicina, Universidad Evangélica Boliviana, Santa Cruz, Bolivia

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-0761-9729>

coordinadormedicina@ueb.edu.bo

Rodrigo Humberto Trigo Rodríguez

Decano de la Facultad de Ciencias y Tecnología, Universidad Evangélica Boliviana, Santa Cruz, Bolivia

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-5482-3714>

decanotecnologia@ueb.edu.bo

Erika Suarez Eskulzer

Consultora Académica Empresa Maxwell RyE, Santa Cruz, Bolivia.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5691-2514>

eskulzer.erika@gmail.com

Alcira Ramos Quispe

Docente Carrera Ingeniería Agroindustrial. Universidad Autónoma “Tomas Frías” (UATF), Potosí, Bolivia.

Email: alciraramos@hotmail.com

COLABORADORES

Estudiantes de la Carrera de Medicina, miembros de la Sociedad Científica de Estudiantes de Medicina “SOCEMED-UATF”, Universidad Autónoma “Tomas Frías”, Potosí, Bolivia.

Univ. Cristian Álvaro Ledezma Gómez

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-9869-428X>

cristian.bloody@gmail.com

Univ. Lesly Adriana Zambrana Choque

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-7197-1893>

adrianazambranachoque@gmail.com

Univ. Dolly Nahir Cuellar Muruchi

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-7273-7596>

nahirmuruchi@gmail.com

Univ. Andrea Celeste Correa Basilio

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-6881-1824>

and.celeste.cb@gmail.com

Univ. Fernando Aldhair Salamanca Filippis

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-8186-1192>

fer7.salamanca@gmail.com

Univ. Victoria Guadalupe Subieta Cortez
ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-8832-197X>
victoriaguadalupesubietacortez@gmail.com

Univ. Yessica Nicole Inchauste Mamani
ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-5727-5023>
yessicainchauste111@gmail.com

Cómite Editorial SOCEMED-UATF
Diseño y Diagramación
Univ. Enrique Jeremy Guzmán Clemente
ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-5567-1287>
enriqueguzmancl@gmail.com

¿QUÉ OCURRE EN EL PLANETA CON LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA?

La contaminación atmosférica, un fenómeno omnipresente en el panorama global por diferentes acciones que realiza la mano del hombre, siendo la más incidente la contaminación industrial y el parque automotor que en los últimos años en Bolivia se incrementó en un 25% a 30%, siendo estos que accionan y liberan sustancias nocivas en el aire de la atmosfera de las diferentes regiones del país, que a pesar de las normas y leyes de protección ambiental se sigue evidenciando la gran cantidad de polución que afecta al ambiente de manera global. Por lo tanto, los contaminantes más comunes se encuentran el monóxido de carbono, dióxido de carbono, dióxido de azufre, los óxidos de nitrógeno, los compuestos orgánicos volátiles y las partículas en suspensión PM10, PM2,5 y PM1, siendo estos fenómenos que desarrollan diferentes procesos físicos y químicos, afectando a la atmosfera de todo el planeta, siendo transportados por las fuertes corrientes de viento que se llegan a grandes distancias, mismo que deterioran la calidad del aire y provocan efectos adversos en la salud humana, la biodiversidad, los ecosistemas y el clima global.

Un tema importante que se debe tomar en cuenta en este tiempo es la contaminación por las acciones de los conflictos armados que se desarrollan en oriente, desde fines del 2022 las consecuencias de las guerras que se suscitan entre Rusia-Ucrania y Israel-Hamas, siendo las más relevantes que hasta la fecha han dejado cientos de muertos y un daño al medio ambiente, con una alta huella de carbono de los ejércitos en conflicto, donde no existe un registro para contabilizar las emisiones de gases de efecto invernadero que se están generando y dañando a la atmosfera con un alto riesgo a nivel global. El efecto de los bombardeos que destruyeron una gran cantidad de industrias siendo estos la emanación de residuos tóxicos que inciden en el suelo, agua y aire, los mismos que interaccionan con las corrientes de aire y los fenómenos meteorológicos que dispersan estos contaminantes a grandes distancias. Por lo tanto, los conflictos armados que se desarrollan contaminan de gran manera y coloca en serios riesgos a la estabilidad de la atmosfera, donde con el transcurrir del tiempo los fenómenos climáticos serán oscilantes originando riesgos a la salud de la población. Es importante considerar que los estudios realizados hasta fines del 2023 en Science of The Total Environment habla de un impacto de 77 millones de tCO₂-eq en los primeros 18 meses en Ucrania; es decir, que este peligro es inminente para la atmosfera de todo el planeta, afectando en gran manera al clima y las variables meteorológicas del planeta, con las consecuencias que afectaran a la salud de las personas.

El mundo atraviesa el problema de la deforestación de forma creciente y que aparenta ser incontrolable, ya que en la actualidad, se deforesta 9.4 millones de hectáreas por año según datos oficiales de las Naciones Unidas, además, el área forestal actual representa solo el 27 por ciento de la superficie del planeta, el cual era del 50 por ciento hace 10.00 años; en la década de los 90 el crecimiento poblacional y la actividad humana dio como resultado, la deforestación de 146 millones de hectáreas, desde entonces se suman esfuerzos a nivel mundial para paliar este problema con diversas estrategias de reforestación por el gran impacto negativo de estos hechos ante la calidad de aire y su impacto negativo en la salud humana, sin embargo no se tienen

aún los resultados esperados que minimicen estos riesgos.

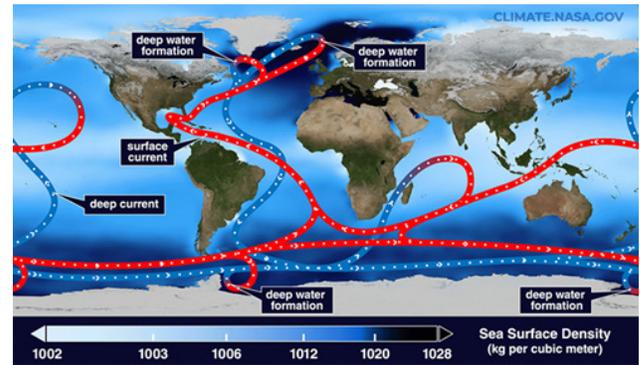


Figura 1: Desplazamiento de las corrientes de aire contaminados 2023
Fuente: <https://phys.org/news/2020-02-jet-stream-wavier-arctic.html>

¿CUÁLES SON LAS POSIBLES CONSECUENCIAS DE LA CONTAMINACIÓN GLOBAL PARA LA REGIÓN DE BOLIVIA?

- Impacto en la salud humana: La contaminación atmosférica está asociada con la liberación de contaminantes, que anteriormente señalamos los cuales pueden penetrar en el sistema respiratorio humano y causar una serie de problemas de salud, incluyendo enfermedades respiratorias crónicas como la bronquitis y el enfisema, así como exacerbación de condiciones preexistentes como el asma y otros cuadros por hipersensibilidad como: (bronquitis y rinitis alérgica). Además, la variación de la temperatura origina una relación con otras enfermedades como: las cardiovasculares, neurológicas (musculares y articulares), inclusive el riesgo de cáncer pulmonar entre otros efectos adversos que va en contra de la salud humana, determinada por la oscilación del clima y la calidad de aire que respiramos.

- Impacto en la biodiversidad: La contaminación atmosférica puede afectar directa e indirectamente a la biodiversidad en el territorio boliviano con deposiciones de contaminantes ácidos que dañan los suelos, afectando a la flora y fauna y a los organismos que dependen de ellas. Además, puede alterar también los ecosistemas acuáticos a través de la deposición de contaminantes en cuerpos de agua, lo que puede afectar a la flora y fauna acuática.

- Impacto en el clima regional: Los contaminantes atmosféricos pueden influir en la oscilación del clima que hoy se evidencia en distintas ciudades capitales del país, los cuales perjudican el buen desarrollo de la población siendo este la principal consecuencia de las enfermedades respiratorias las cuales pueden ser agudizadas con el tiempo. Es importante señalar que si los cambios de clima son bruscos estos pueden cambiar el estado de una molécula o de un virus que puede propagarse de manera muy repentina. Es por esta situación que se debe controlar de manera permanente las variables meteorológicas donde la población evidencie los cambios a los cuales estará expuesto en el día.

- La deforestación en Bolivia no es un hecho aislado, al contrario, es un factor negativo importante y determinante de la calidad de aire que se respira, esto es debido al gran crecimiento poblacional sobre todo en la región del oriente boliviano, la cual carece de la conciencia social y política, respecto a su importancia y repercusión en la salud en general.

Es así que, de esta manera dentro del contexto específico de ciudades de gran altura como es el altiplano boliviano, la contaminación atmosférica adquiere una dimensión crítica debido a la concentración de contaminantes, considerando que la densidad de aire es menor a comparación de las ciudades del valle y del oriente boliviano. Por esta razón, los fenómenos climatológicos son diferentes donde la temperatura juega un rol determinante para la salud de la población, mismo que pueden ocasionar riesgos serios en la epidemiología de las regiones, originando las infecciones respiratorias comunes del altiplano y enfermedades transmisibles como: el dengue causado por un vector de transmisión, mosquitos *Aedes Aegypti*, intrínsecos de la región del oriente boliviano.

Estos hechos afectan de manera significativa la calidad de vida de los habitantes ciudadanos, especialmente a poblaciones vulnerables como niños, ancianos y personas con otras comorbilidades.

pública, que deben hacer hincapié en el análisis de la contaminación del aire atmosférico; la cual se centrara en minimizar los riesgos de salud, sobre todo en las enfermedades respiratorias resultantes o agravantes de esta problemática; además de su impacto y/o adaptación con el ser humano.

Tomando en cuenta los antecedentes de esta problemática, se realizó un estudio comparativo entre dos regiones de Bolivia con estudiantes de las universidades de la UATF y de la Universidad Evangélica, con un grupo etario de 16 a 19 años de edades de la ciudad de Potosí, la cual se encuentra a una altura promedio de 4000 metros sobre el nivel del mar y la ciudad de Santa Cruz de la Sierra que se encuentra a una altura promedio de 600 Metros sobre el nivel del mar.



Figura 2: (a) Imagen nevada del departamento de Potosí, (b) Comportamiento de la temperatura en Santa Cruz

Fuente: <https://hikersbay.com/climate/bolivia/santacruzdelasierra?lang=es>

¿QUÉ ACCIONES SE DEBEN REALIZAR PARA CONTROLAR LA CONTAMINACIÓN QUE PERJUDICA A LA ATMÓSFERA Y LA SALUD DE LAS PERSONAS?

Para abordar eficazmente la contaminación atmosférica y sus efectos adversos, es esencial implementar medidas integrales a nivel individual, comunitario y gubernamental y global. Es importante conocer y señalar que la exposición permanente a la contaminación atmosférica supone un enorme riesgo para la salud pública en general, considerando que el aire contaminado en la atmósfera puede ser responsable de un sin número de patologías tanto agudas como crónicas que alteran la calidad de vida de la población en general, e incrementan los costos de Salud. Un factor determinante para la propagación de la contaminación son las condiciones meteorológicas y climáticas de las regiones, las cuales pueden analizarse hoy en día por medio de imágenes satelitales los cuales pudieran contribuir a la prevención de los posibles riesgos de salud relacionados a dichos factores, es por ello; que ante esta situación es importante conocer las fechas en donde existe variación del clima de calor a frío o viceversa, estos fenómenos físicos, determinan la duración de los días y noches con la luz solar que se percibe en función a la declinación del ángulo donde inciden los rayos de la luz solar.

En base a esta descripción, este documento analiza distintos factores para buscar y plantear estrategias claves para la salud

Estas gráficas (Figura 3) representan el comportamiento del análisis de un grupo etario de sexo masculino de 20 personas observando las variables del peso, talla, IMC, resaltando el análisis entre el cálculo de Superficie Corporal (S.C.) y la ventilación pulmonar en dos ciudades diferentes de Bolivia como son las regiones de Potosí y Santa Cruz, donde podemos inferir que las diferencias en las curvas podrían estar relacionadas con las condiciones atmosféricas, la altitud y posiblemente otros factores ambientales como es el caso de la contaminación que existe en el aire que difieren entre estas dos ubicaciones.

Es evidente que la superficie corporal (S.C.) grafico (a), es importante en el cálculo de la fórmula de Du Bois y Du Bois porque proporciona una manera de estimar la cantidad total de piel y tejido corporal que cubre una persona. Esta estimación es útil en una variedad de aplicaciones médicas y clínicas, como la dosificación de medicamentos, la determinación de las necesidades calóricas y la evaluación del tamaño del corazón y otros órganos. Además, esta fórmula se ha utilizado ampliamente en la práctica clínica durante décadas debido a su simplicidad y precisión razonable en la estimación de la superficie corporal en adultos. Asimismo, la S.C. es importante en la medicina porque está relacionada con el metabolismo basal, la distribución de medicamentos en el cuerpo y la pérdida de calor, funciones en la que nos interesa entender la interacción con la contaminación que se evidencia en esta época del año. Por lo tanto, tener una estimación precisa de la superficie corporal puede ayudar a los médicos y profesionales de la salud, a tomar decisiones clínicas y terapéuticas más precisas en las diversas situaciones médico – quirúrgicas terapéuticas y preventivas.

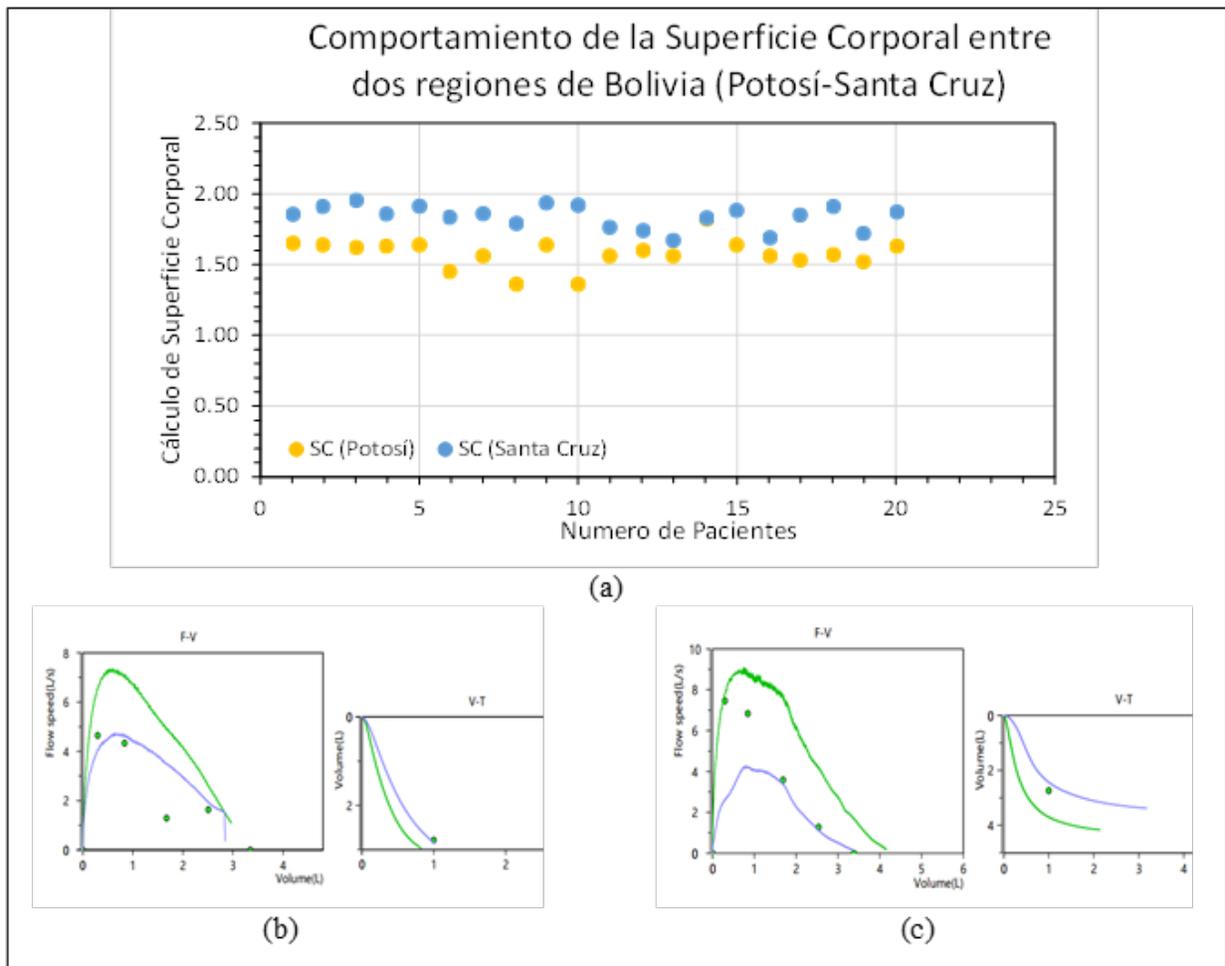


Figura 3: Análisis de variables (a) S.C., comportamiento de la espirometría (b) Potosí y (c) Santa Cruz
 Fuente: Instituto de Investigación de la Facultad de Medicina-UATF Potosí, Ing. Tecnológica UEV Santa Cruz

En las gráficas (b) y (c) muestran datos de espirometría, que es una prueba utilizada para evaluar las capacidades pulmonares, midiendo los volúmenes de aire que se puede inhalar y exhalar, así como qué tan rápido pueden hacerlo, en ambas gráficas, se observan dos tipos de curvas que permiten evidenciar la información sobre cómo funcionan los pulmones de personas en dos escenarios diferentes y bajo las siguientes consideraciones:
 Curva Flujo-Volumen (F-V):

- Esta curva es como un gráfico que demuestra la velocidad en la que el aire puede entrar y salir de los pulmones en relación con la cantidad de aire que hay dentro de ellos.
- La línea verde representa cómo funcionan los pulmones en un lugar, y la línea azul representa cómo funcionan en otro lugar diferente.
- Si la línea es más inclinada hacia arriba, significa que los pulmones pueden llenarse y vaciarse más rápido.

Curva Volumen-Tiempo (V-T):

- Esta curva es como un gráfico que muestra cuánto aire hay en los pulmones en diferentes momentos.
- La línea verde muestra cómo cambia la cantidad de aire en los pulmones con el tiempo en un lugar, y la línea azul muestra lo mismo en otro lugar.
- Si la línea es más alta al principio y luego baja rápidamente, significa que los pulmones se llenan rápido pero también se vacían rápido.

Por lo tanto, las gráficas nos muestran cómo los pulmones de las personas funcionan de manera diferente en dos escenarios distintos, determinados por la altura en relación al nivel del mar, además del clima y la calidad de aire que se respira; es posible que los pulmones funcionen mejor en un lugar que en otro debido a estos factores, por lo tanto estas situaciones nos permiten analizar que además de las condiciones atmosféricas que afectan la fisiología respiratoria, la contaminación del aire es un condicionante preponderante en la salud humana, más aun cuando estas tienen grandes cantidades de contaminación industrial como es de esperarse en las ciudades industrializadas como Santa Cruz de la Sierra, la cual condiciona la calidad de vida del ciudadano.

DISCUSIONES

En base a este documento podemos mencionar los siguientes puntos más relevantes para considerar las acciones de prevención.

- La contaminación atmosférica, causada principalmente por actividades humanas como la contaminación industrial y el uso de vehículos automotores, tiene efectos adversos significativos en la calidad del aire en todo el mundo.
- Los contaminantes comunes, como el monóxido de carbono, dióxido de carbono, dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno y partículas en suspensión, contribuyen a la degradación de la calidad del aire y tienen efectos adversos en la salud humana, la biodiversidad, los ecosistemas y el clima global.
- Los conflictos armados también pueden tener un

impacto considerable en la contaminación atmosférica, con emisiones significativas de gases de efecto invernadero y la liberación de residuos tóxicos que afectan la calidad del aire y el medio ambiente.

- Bolivia, como muchos otros países en desarrollo, enfrenta desafíos significativos debido al cambio climático y la contaminación atmosférica además del crecimiento poblacional que propicia a la deforestación.

- El cambio climático, influenciado por las emisiones globales de gases de efecto invernadero, puede tener efectos graves en la agricultura, la seguridad alimentaria, la infraestructura y la salud de la población boliviana.

- La contaminación atmosférica también puede afectar la distribución de la radiación solar, influir en los patrones de precipitación y temperatura, y generar microclimas que tienen consecuencias para la salud y el bienestar de la población.

- Es crucial implementar medidas locales, globales, integrales a nivel individual, comunitario y gubernamental para abordar la contaminación atmosférica y sus efectos adversos.

- La calidad de aire atmosférica determina la fisiología respiratoria del ser humano, pudiendo ser un factor de riesgo para la salud en general.

- Se deben promover políticas y regulaciones ambientales más estrictas para reducir las emisiones contaminantes y proteger la calidad del aire.

- Es importante monitorear de cerca las condiciones meteorológicas y climáticas para comprender mejor la interacción entre la contaminación atmosférica y el clima, así como para prevenir y mitigar los impactos negativos en la salud pública.

- Se requiere una colaboración internacional coordinada para abordar eficazmente la contaminación atmosférica y combatir el cambio climático.

- Es fundamental educar a la población sobre los riesgos asociados con la contaminación atmosférica y promover comportamientos y prácticas más sostenibles y respetuosos con el medio ambiente.

- La conciencia pública y la participación activa son claves para impulsar cambios positivos promoviendo un mayor compromiso con la protección del medio ambiente y la salud pública.

Finalmente, abordar la contaminación atmosférica, sus causas y efectos adversos en la salud pública requiere un enfoque integral y colaborativo a nivel local, nacional e internacional. Es fundamental tomar medidas urgentes para proteger la calidad del aire para la calidad de vida de las generaciones presentes y futuras.

REFERENCIAS

Instituto Nacional de Gestión Sanitaria. (Septiembre de 2020). Guía del Curso de Metodología de Investigación en Ciencias de la Salud. Obtenido de https://ingesa.sanidad.gob.es/bibliotecaPublicaciones/publicaciones/internet/docs/Guia_Metodologica_Inv_CCSS.pdf

Ministerio de Educación de Ecuador; Policy Brief. (13 de Febrero de 2023). Obtenido de https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2023/07/educacion_competencias.pdf

Naciones Unidas-CEPAL. (20 de Diciembre de 2019). Cambio Climático y

Derechos Humanos. Obtenido de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44970/4/S1901157_es.pdf

OMS/OPS. (2022). Recuperado el 17 de junio de 2022, de Agua y Salud: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water#:~:text=El%20agua%20contaminada%20y%20el,fièvre%20tifoidea%20y%20la%20poliomielitid>.

ONU. (8 de Enero de 2024). Cumbre sobre la Ambición Climática. Obtenido de <https://www.un.org/es/climatechange/climate-ambition-summit>

UNESCO. (17 de Marzo de 2023). Desglosar el Objetivo de Desarrollo Sostenible 4: Educación 2030. Obtenido de https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000246300_spa

UNESCO. (20 de Marzo de 2023). Educación para los Objetivos de Desarrollo Sostenible: objetivos de aprendizaje. Obtenido de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000252423>

UNESCO. (15 de marzo de 2023). Guía Abreviada de Indicadores de la Educación para el ODS4. Obtenido de https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000265396_spa

Vera, R. (Agosto de 2023). Las Olas de Calor en Bolivia y su afección en la Salud: Medidas de Prevención. Obtenido de <https://www.facebook.com/share/p/iuXewKp6wRXEBWrP/?mibextid=oFDknk>

Vera, R. C., Parra Rojas, P. M., Suarez Eskulzer, E., & Quinteros Chavez, G. (febrero de 2024). Boletín 1: El Clima Frío Un Problema De Salud Que Se Avecina. Obtenido de https://files.uagrm.edu.bo/entidad/154/file/Boletin_1_TOMAS_FRIAS_2024.pdf

ABRIL 2024

BOLETIN N° 2

UNA ALERTA TEMPRANA

CONSECUENCIAS GLOBALES DE LA CONTAMINACIÓN Y SUS EFECTOS EN LA SALUD



CIUDAD DE POTOSÍ



DICIT
Dirección de Investigación Científica
e Innovación Tecnológica

MaxWell RVE

