

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA



**NIVEL DE CONOCIMIENTO DE LOS ALUMNOS DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO,
RESPECTO A LOS TIPOS DE METALES PESADOS QUE
CONTAMINAN EL MEDIO AMBIENTE - 2017.**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. PEDRO SUCASAIRE YANCACHAJLLA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ESTADÍSTICO E INFORMÁTICO

PUNO – PERÚ

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
FACULTAD DE INGENIERIA ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA

TESIS

NIVEL DE CONOCIMIENTO DE LOS ALUMNOS DE LA UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO, RESPECTO A LOS TIPOS DE
METALES PESADOS QUE CONTAMINAN EL MEDIO AMBIENTE - 2017.

PRESENTADA POR:

Bach. PEDRO SUCASAIRE YANCACHAJLLA

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ESTADÍSTICO E INFORMÁTICO



APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE

:

M.C. SANTOS OCTAVIO MORILLOS VALDERRAMA

PRIMER MIEMBRO

:

M.C. CONFESOR MILÁN VARGAS VALVERDE

SEGUNDO MIEMBRO

:

M.Sc. SAMUEL DONATO PÉREZ QUISPE

DIRECTOR / ASESOR

:

M.C. CÉSAR AUGUSTO LLUÉN VALLEJOS

Área : ESTADÍSTICA

Tema : ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA

Fecha de sustentación: 14 de setiembre 2018

DEDICATORIA

A DIOS

Por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por ser mi fortaleza, por darme la fuerza necesaria para salir adelante y por siempre cuidarme.

A la memoria y a la constancia de mis recordados padres *Fulgencio y Vicencia*.

A mis hijos Johann, Angeles, Arnold y mi esposa Bety, motores de desarrollo y realización.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS porque sin el nada de esto hubiera sido posible, por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera

A la Universidad Nacional del Altiplano-Puno

Especial reconocimiento a todos los docentes de la Facultad de Ingeniería Estadística e informática a quienes agradezco por brindarme sus conocimientos.

Un agradecimiento especial a los profesores: M.C. SANTOS OCTAVIO MORILLOS VALDERRAMA, M.C. CONFESOR MILÁN VARGAS VALVERDE y al M.Sc. SAMUEL DONATO PÉREZ QUISPE miembros del jurado de tesis y a mi director de tesis M.C. CÉSAR AUGUSTO LLUÉN VALLEJOS.

ÍNDICE

	Pág.
ÍNDICE DE FIGURAS	7
ÍNDICE DE TABLAS	9
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS.....	10
RESUMEN	11
ABSTRACT	12
CAPÍTULO I.....	13
INTRODUCCIÓN	13
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	15
1.3 OBJETIVOS	16
1.3.1 Objetivo General	16
1.3.2 Objetivos Específicos.....	16
1.4 HIPÓTESIS.....	16
1.5 JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACIÓN.....	16
CAPÍTULO II.....	18
REVISIÓN DE LITERATURA	18
2.1 ¿QUÉ ES LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL?.....	18
2.2. PROBLEMÁTICA AMBIENTAL Y CONTAMINANTES, METALES PESADOS	30
2.3. CONTAMINACIÓN POR METALES PESADOS	33
2.4. METALES PESADOS, AMBIENTE Y SALUD	35
2.5 ¿DE QUÉ ESTAMOS HECHOS? LOS ELEMENTOS DEL CUERPO HUMANO.....	48
2.6 MINERALES Y METALES EN EL CUERPO.....	53
2.7 ¿QUÉ ELEMENTOS SON METALES, NO METALES Y METALOIDES?	56

Características de los metaloides	58
Lista de metaloides.....	58
2.8. COMPOSICIÓN DEL AIRE.....	58
CAPÍTULO III.....	70
MATERIALES Y MÉTODOS	70
3.1 POBLACIÓN.....	70
3.2 MUESTRA	70
3.3 TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	71
3.4 INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS.....	71
CAPÍTULO IV	72
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	72
4.1. ESTADÍSTICAS SOBRE EL CONOCIMIENTO DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE	72
CONCLUSIONES	97
RECOMENDACIONES.....	99
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	100
ANEXOS.....	101
ANEXO 1	102
ANEXO 2	106
ANEXO 3	107

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Contaminación de MP	36
Figura 2. Desarrollo de MP	38
Figura 3. Átomo de hidrógeno.....	49
Figura 4. Calcio.....	50
Figura 5. Sal.....	51
Figura 6. Contaminaciones por las actividades humanas	62
Figura 7. Contaminación por las industrias	63
Figura 8. El smog	64
Figura 9. El efecto invernadero	66
Figura 10. El efecto de lluvias ácidas.....	67
Figura 11. La escala de cuantificadores.....	69
Figura 12. Fracción de estudiantes según el número de elementos químicos de la composición de aire que conocen	72
Figura 13. Fracción de estudiantes con conocimiento de qué elementos tóxicos está contaminado el aire.	73
Figura 14. Fracción de estudiantes con conocimiento de las fuentes que contaminan.....	75
Figura 15. Fracción de estudiantes con conocimiento sobre enfermedades que ocasionan el aire contaminado.....	76
Figura 16. Fracción de estudiantes con conocimiento de elementos tóxicos en la carne	77
Figura 17. Fracción de estudiantes con conocimiento de los vegetales contaminados.....	79
Figura 18. Fracción de estudiantes con conocimiento de que el aire contiene MP	80
Figura 19. Fracción de estudiantes con conocimiento de la composición química de nuestro cuerpo.....	81
Figura 20. Fracción de estudiantes con conocimiento de que nuestro cuerpo contiene MP	82

Figura 21. Fracción de estudiantes con conocimiento de cuáles son los metales pesados.....	84
Figura 22. Fracción de estudiantes con conocimiento de la contaminación con MP	85
Figura 23. Fracción de estudiantes con conocimiento de los MP que pueden estar en los alimentos	86
Figura 24. Fracción de estudiantes con conocimiento de los MP que pueden estar en el aire	87
Figura 25. Fracción de estudiantes con conocimiento de los MP que hacen daño a la salud.....	89
Figura 26. Fracción de estudiantes con conocimiento de qué los artículos en casa pueden contener MP	90
Figura 27. Fracción de estudiantes con conocimiento de MP que puede tener la basura que desechamos	91
Figura 28. Fracción de estudiantes con conocimiento de problemas ambientales con aire contaminado.....	93

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Fracción de estudiantes según el número de elementos químicos que conocen composición del aire	72
Tabla 2. Conocimiento de elementos tóxicos en el aire	73
Tabla 3. Conocimiento de las fuentes que contaminan.....	74
Tabla 4. Conocimiento sobre enfermedades que ocasionan	76
Tabla 5. Conocimiento de elementos tóxicos en la carne	77
Tabla 6. Conocimiento de fuentes de contaminación del aire ^{1/4}	78
Tabla 7. Conocimiento del aire que respiramos	80
Tabla 8. Conocimiento sobre la composición química de nuestro cuerpo	81
Tabla 9. Conocimiento de los MP en nuestro cuerpo.....	82
Tabla 10. Conocimiento de los metales pesados.....	83
Tabla 11. Conocimiento de la contaminación con MP	85
Tabla 12. Conocimiento de los MP que pueden estar en los alimentos.....	86
Tabla 13. Conocimiento de los MP que pueden estar en el aire	87
Tabla 14. Conocimiento de los MP que hacen daño a la salud.....	89
Tabla 15. Conocimiento de los artículos en casa que pueden contener MP... 90	90
Tabla 16. Conocimiento de MP que puede tener la basura que desechamos 91	91
Tabla 17. Conocimiento de problemas ambientales con aire contaminado 92	92
Tabla 18. Interpretación de la estadística	94
Tabla 19. Resumen del cuestionario.....	95

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

MP:	Metales Pesados
Hg:	Mercurio
Pb:	Plomo
Cd:	Cadmio
Tl:	Talio
Cu:	Cobre
Zn:	Zinc
Cr:	Cromo
Be:	Berilio
Al:	Aluminio
As:	Arsénico

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en razón de que se percibió que los estudiantes de la UNA-PUNO no tienen una buena cultura sobre la contaminación que a su vez es determinante para un buen manejo y clasificación de los residuos sólidos, por lo que, con esta investigación se planeó cumplir el objetivo para determinar medidas del nivel de conocimiento respecto de los principales indicadores de la contaminación ambiental en los alumnos de la UNA PUNO, con el fin de obtener estadísticas y estadísticos que midan el conocimiento sobre los principales tipos de metales pesados como elementos tóxicos que contaminan el aire y los alimentos animales y vegetales, de la manera como se contamina y de las fuentes de contaminación, a fin de que bajo estos estadísticos, las autoridades competentes propongan alternativas de mejoramiento de esta cultura del manejo de los desperdicios que contengan estos tipos de metales pesados. El tipo de investigación fue descriptiva para una población formada por el número total de alumnos de la UNA PUNO Semestre 2017-II, en un total de 18,027 de la cual se seleccionó una muestra aleatoria simple de 96 estudiantes, a la cual se le adecuó, validó y aplicó, un cuestionario de preguntas del problema materia de investigación. Finalmente se obtuvieron las estadísticas y estadísticos de percepción que se muestran en la sección de resultados, los cuales demuestran que el nivel de conocimiento de los alumnos de la UNA – Puno, respecto a los tipos de metales pesados que contaminan el medio ambiente, *es bajo*.

Palabras Clave: Metales pesados, contaminación del medio ambiente

ABSTRACT

The present research work was carried out because it was perceived that UNA-PUNO students do not have a good culture about pollution, which in turn is determinant for a good management and classification of solid waste, so, With this research, it was planned to meet the objective to determine measures of the level of knowledge regarding the main indicators of environmental pollution in UNA PUNO students, in order to obtain statistics and statistics that measure knowledge about the main types of metals heavy as toxic elements that pollute the air and animal and plant foods, the way it is contaminated and the sources of contamination, so that under these statistics, the competent authorities propose alternatives to improve this culture of the management of waste containing these types of heavy metals. The type of research was descriptive for a population formed by the total number of students of the UNA PUNO Semester 2017-II, in a total of 18,027 of which a simple random sample of 96 students was selected, to which it was adapted, validated and applied a questionnaire of questions of the research subject problem. Finally, the statistics and statistics of perception that are shown in the results section were obtained, which show that the level of knowledge of UNA - Puno students, regarding the types of heavy metals that pollute the environment, is low.

Keywords: Heavy metals, environmental pollution

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la contaminación del medio ambiente y la destrucción de los recursos naturales han suscitado una creciente preocupación en la sociedad, y su debate alcanza a todos los sectores de la comunidad. Ello ha obedecido, fundamentalmente, a la paulatina toma de conciencia acerca de los peligros que la degradación del ambiente entraña para el presente y el futuro de la humanidad, ya que en definitiva, lo que está en juego es la propia supervivencia de la especie humana. Esta preocupación actual por el deterioro ambiental se ve plasmada en diversas iniciativas adoptadas por la comunidad internacional a partir de la conferencia de las naciones unidas sobre el medio ambiente humano, y más recientemente la conferencia de las naciones unidas sobre el medio ambiente y el desarrollo, llevada a cabo en Rio de Janeiro entre 3 y el 14 de junio de 1992 donde se habló por primera vez de la protección y conservación de la biodiversidad. Como se puede apreciar, la preocupación por los problemas ambientales cobró un interés mundial destacándose la pérdida de la diversidad biológica, esa riqueza de genes, especies y ecosistemas. Por ello durante la conferencia de Rio de Janeiro de 1992 se incorporó como una sus actividades la firma del primer instrumento jurídico vinculante en el ámbito internacional: El convenio sobre biodiversidad biológica que protege a genes, especies, y ecosistemas. Sus tres principales objetivos son: la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa de los beneficios derivados de la utilización de los recursos genéticos. Dentro de nuestra perspectiva consideramos que en materia de regulación

ambiental debemos enfocarnos a la integración y adecuación de la normatividad existente, tanto nacional como internacional sin eludir el reto principal para nuestro país es garantizar el adecuado cumplimiento de las normas existentes. Para lo cual proponemos conocer el nivel de conocimiento de los alumnos de la Universidad Nacional del Altiplano-Puno, respecto a los tipos de metales pesados que contaminan el medio ambiente en 2017. Y a la vez conocer medidas del nivel de conocimiento general sobre la contaminación ambiental y medidas del nivel de conocimiento general sobre metales pesados que tiene un estudiante

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente la contaminación es concebida desde el punto de vista de la modificación de un ambiente natural por la añadidura de elementos que cambian este ambiente natural, hoy se habla de contaminación auditiva, contaminación electromagnética, contaminación ambiental, etc. En la antigüedad, cuando no existía la industrialización, el ambiente “puro” que se supone existía solo era contaminado por la propia naturaleza debido al humo que producían los incendios en los bosques o por el monóxido de carbón de las plantas en los bosques, los desperdicios de los animales, etc. Con la aparición del hombre apareció el peligro para este ambiente puro. Aparecieron las necesidades de las pocas personas que existían, esto es, en la transformación de la naturaleza para satisfacer las necesidades de dichas personas, con la depredación y la quema de árboles pero con poca incidencia sobre la contaminación. No era significativo el desbalance en la naturaleza. Fue pasando el tiempo y las poblaciones demográficamente fueron creciendo y como consecuencia de ellas, la necesidades también. Aparecieron las fábricas que eran productores de fuerte

contaminación y con una ambición económica sin límites, la naturaleza era depredada en forma desmedida, se sumaban las actividades domésticas, agrícolas y otras actividades que realizaban cotidianamente las personas. El agua de los ríos, de los sub suelos, las superficies de los suelos y como efecto el ambiente natural eran contaminados, tal vez aun no tan “dañinamente” con químicos tóxicos como lo es ahora pero fue ocurriendo la contaminación. Han transcurrido los años, las poblaciones han ido creciendo desmesuradamente, las necesidades igualmente, la industrialización también ahora con novedosas innovaciones químicas de mucho más efecto dañino sobre la naturaleza y como efecto de ello las diferentes manifestaciones y cambios que están afectando a lo que queda de la naturaleza actual del medio en donde vivimos: La tierra. De lo descrito se pone en evidencia que, el factor humano es un factor significativo de la problemática de todos los tipos de contaminación, no solo por la cantidad de contaminación que produce y donde la produce, sino además por el control de la natalidad, esto es, cuántas personas debemos ser a fin de reducir la contaminación necesitando para ello de una cultura sobre la contaminación. El presente trabajo tiene como fin explorar de cada cuantas personas una o más de ellas tienen conocimiento del significado de ciertos indicadores de la contaminación ambiental.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es el nivel de conocimiento de los alumnos de la Universidad Nacional del Altiplano-Puno, respecto a los tipos de metales pesados que contaminan el medio ambiente en 2017

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Determinar el nivel de conocimiento de los alumnos de la Universidad Nacional del Altiplano-Puno, respecto a los tipos de metales pesados que contaminan el medio ambiente en 2017.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Obtener medidas del nivel de conocimiento general sobre la contaminación ambiental que tiene un estudiante.
- Obtener medidas del nivel de conocimiento general sobre metales pesados que tiene un estudiante.

1.4 HIPÓTESIS

El nivel de conocimiento de los alumnos de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno respecto de los tipos metales pesados que contaminan el medio ambiente en el 2017, es bajo.

1.5 JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION

Somos conscientes del grado de contaminación que posee Puno y la región Puno y de las enfermedades a que nos exponemos diariamente. Las industrias, el parque automotor, la agricultura, la minería, etc. son productores de contaminación por metales pesados y esta tiene efecto en los peces, en el ganado, en el medio ambiente, en los productos agrícolas, etc. y que regresa vía el ciclo ambiental a la salud del mismo habitante por la respiración del aire, el consumo de los peces, del ganado, de las hortalizas, etc., estos son algunos motivos que nos impulsaron a realizar la presente investigación con la finalidad de encontrar en el estudiante, el

nivel de conocimiento que tiene respecto a los tipos de metales pesados que contamina el medio ambiente y el daño que le provoca a su salud, a la vez obtener estadísticos que permitan proyectar tomas de decisión gubernamentales de prevención, control, saneamiento y otras en bien del ecosistema. A través de este trabajo de campo lograremos concientizar en los estudiantes las formas y técnicas que uno debería de usar para protegerse de la contaminación ambiental por metales pesados, además servirá como ayuda académica a otros compañeros sobre el problema de la contaminación que amenaza a Puno.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ¿QUÉ ES LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL?

Se denomina contaminación ambiental a la presencia en el ambiente de cualquier agente (físico, químico o biológico) o bien de una combinación de varios agentes en lugares, formas y concentraciones tales que sean o puedan ser nocivos para la salud, la seguridad o para el bienestar de la población, o bien, que puedan ser perjudiciales para la vida vegetal o animal, o impidan el uso normal de las propiedades y lugares de recreación y goce de los mismos. La contaminación ambiental es también la incorporación a los cuerpos receptores de sustancias sólidas, líquidas o gaseosas, o mezclas de ellas, siempre que alteren desfavorablemente las condiciones naturales del mismo, o que puedan afectar la salud, la higiene o el bienestar del público.

A medida que aumenta el poder del hombre sobre la naturaleza y aparecen nuevas necesidades como consecuencia de la vida en sociedad, el medio ambiente que lo rodea se deteriora cada vez más. El comportamiento social del hombre, que lo condujo a comunicarse por medio del lenguaje, que posteriormente formó la cultura humana, le permitió diferenciarse de los demás seres vivos. Pero mientras ellos se adaptan al medio ambiente para sobrevivir, el hombre adapta y modifica ese mismo medio según sus necesidades.

El progreso tecnológico, por una parte y el acelerado crecimiento demográfico, por la otra, producen la alteración del medio, llegando en algunos casos a atentar contra el equilibrio biológico de la Tierra. No es que exista una incompatibilidad

absoluta entre el desarrollo tecnológico, el avance de la civilización y el mantenimiento del equilibrio ecológico, pero es importante que el hombre sepa armonizarlos. Para ello es necesario que proteja los recursos renovables y no renovables y que tome conciencia de que el saneamiento del ambiente es fundamental para la vida sobre el planeta

La contaminación es uno de los problemas ambientales más importantes que afectan a nuestro mundo y surge cuando se produce un desequilibrio, como resultado de la adición de cualquier sustancia al medio ambiente, en cantidad tal, que cause efectos adversos en el hombre, en los animales, vegetales o materiales expuestos a dosis que sobrepasen los niveles aceptables en la naturaleza.

La contaminación puede surgir a partir de ciertas manifestaciones de la naturaleza (fuentes naturales) o bien debido a los diferentes procesos productivos del hombre (fuentes antropogénicas) que conforman las actividades de la vida diaria.

Las fuentes que generan contaminación de origen antropogénico más importantes son: industriales (frigoríficos, mataderos y curtiembres, actividad minera y petrolera), comerciales (envolturas y empaques), agrícolas (agroquímicos), domiciliarias (envases, pañales, restos de jardinería) y fuentes móviles (gases de combustión de vehículos). Como fuente de emisión se entiende el origen físico o geográfico donde se produce una liberación contaminante al ambiente, ya sea al aire, al agua o al suelo. Tradicionalmente el medio ambiente se ha dividido, para su estudio y su interpretación, en esos tres componentes que son: aire, agua y suelo; sin embargo, esta división es

meramente teórica, ya que la mayoría de los contaminantes interactúan con más de uno de los elementos del ambiente.

TIPOS DE CONTAMINACION AMBIENTAL

Contaminación del agua: es la incorporación al agua de materias extrañas, como microorganismos, productos químicos, residuos industriales, y de otros tipos o aguas residuales. Estas materias deterioran la calidad del agua y la hacen inútil para los usos pretendidos.

Contaminación del suelo: es la incorporación al suelo de materias extrañas, como basura, desechos tóxicos, productos químicos, y desechos industriales. La contaminación del suelo produce un desequilibrio físico, químico y biológico que afecta negativamente las plantas, animales y humanos.

Contaminación del aire: es la adición dañina a la atmósfera de gases tóxicos, CO, u otros que afectan el normal desarrollo de plantas, animales y que afectan negativamente la salud de los humanos.

CAUSAS DE LA CONTAMINACION AMBIENTAL

- Desechos sólidos domésticos
- Desechos sólidos industriales
- Exceso de fertilizante y productos químicos
- Tala
- Quema
- Basura
- El monóxido de carbono de los vehículos
- Desagües de aguas negras o contaminadas al mar o ríos

CONTAMINACION AMBIENTAL SEGUN EL CONTAMINANTE

Contaminación química: refiere a cualquiera de las comentadas en los apartados anteriores, en las que un determinado compuesto químico se introduce en el medio.

Contaminación radiactiva: es aquella derivada de la dispersión de materiales radiactivos, como el uranio enriquecido, usados en instalaciones médicas o de investigación, reactores nucleares de centrales energéticas, munición blindada con metal aleado con uranio, submarinos, satélites artificiales, etc., y que se produce por un accidente (como el accidente de Chernóbil), por el uso ó por la disposición final deliberada de los residuos radiactivos.

Contaminación térmica: refiere a la emisión de fluidos a elevada temperatura; se puede producir en cursos de agua. El incremento de la temperatura del medio disminuye la solubilidad del oxígeno en el agua.

Contaminación acústica: es la contaminación debida al ruido provocado por las actividades industriales, sociales y del transporte, que puede provocar malestar, irritabilidad, insomnio, sordera parcial, etc.

Contaminación electromagnética: es la producida por las radiaciones del espectro electromagnético que afectan a los equipos electrónicos y a los seres vivos.

Contaminación lumínica: refiere al brillo o resplandor de luz en el cielo nocturno producido por la reflexión y la difusión de la luz artificial en los gases y en las partículas del aire por el uso de luminarias o excesos de iluminación, así como

la intrusión de luz o de determinadas longitudes de onda del espectro en lugares no deseados.

Contaminación visual: se produce generalmente por instalaciones industriales, edificios e infraestructuras que deterioran la estética del medio.

- No quemar ni talar plantas
- Controlar el uso de fertilizantes y pesticidas
- No botar basura en lugares inapropiados
- Regular el servicio de aseo urbano
- Crear conciencia ciudadana
- Crear vías de desagües para las industrias que no lleguen a los mares Ni ríos utilizados para el servicio o consumo del hombre ni animales
- Controlar los derramamientos accidentales de petróleo
- Controlar los relaves mineros

EFFECTOS DE LA CONTAMINACION AMBIENTAL

Expertos en salud ambiental y cardiólogos de la Universidad de California del Sur (EE.UU), acaban de demostrar por primera vez lo que hasta ahora era apenas una sospecha: la contaminación ambiental de las grandes ciudades afecta la salud cardiovascular. Se comprobó que existe una relación directa entre el aumento de las partículas contaminantes del aire de la ciudad y el engrosamiento de la pared interna de las arterias (la “íntima media”), que es un indicador comprobado de aterosclerosis.

El efecto persistente de la contaminación del aire respirado, en un proceso silencioso de años, conduce finalmente al desarrollo de afecciones

cardiovasculares agudas, como el infarto. Al inspirar partículas ambientales con un diámetro menor de 2,5 micrómetros, ingresan en las vías respiratorias más pequeñas y luego irritan las paredes arteriales. Los investigadores hallaron que por cada aumento de 10 microgramos por metro cúbico de esas partículas, la alteración de la pared íntima media de las arterias aumenta un 5,9 %. El humo del tabaco y el que en general proviene del sistema de escape de los autos producen la misma cantidad de esas partículas. Normas estrictas de aire limpio contribuirían a una mejor salud con efectos en gran escala.

Otro de los efectos es el debilitamiento de la capa de ozono, que protege a los seres vivos de la radiación ultravioleta del Sol, debido a la destrucción del ozono estratosférico por Cl y Br procedentes de la contaminación; o el calentamiento global provocado por el aumento de la concentración de CO₂ atmosférico que acompaña a la combustión masiva de materiales fósiles. Lastimosamente los empresarios y sus gobiernos no se consideran parte de la naturaleza ni del ambiente que le rodean, ni toman ninguna conciencia de los daños que hacen al planeta, e indirectamente a sí misma, al mismo ritmo con que los produce; salvo el retirar sus contaminantes de sus regiones.

- Deteriora cada vez más a nuestro planeta
- Atenta contra la vida de plantas, animales y personas
- Genera daños físicos en los individuos
- Convierte en un elemento no consumible al agua
- En los suelos contaminados no es posible la siembra

EFFECTOS DE LA RADIATIVIDAD

Los efectos de la radiactividad en los seres vivos son dañinos para su integridad física. Pueden ser inmediatos o tardíos, según la dosis. Cuando el organismo humano recibe de golpe altas dosis de radiación, puede sobrevenir la muerte. Cantidades altas recibidas en fracciones pequeñas y espaciadas producen efectos tardíos, como la leucemia, cánceres, cataratas y otros procesos degenerativos. Dosis bajas y espaciadas en el tiempo pueden producir efectos tardíos o anomalías en las próximas generaciones.

El uso militar y comercial de la energía nuclear representa un peligro inaceptable tanto por sus emisiones rutinarias de radiactividad y los residuos que generan, como por el riesgo de accidente que su funcionamiento supone. Es preciso abandonar la energía nuclear.

CAMBIOS CLIMATICOS POR LA CONTAMINACION AMBIENTAL

El cambio climático, inducido por la actividad del ser humano, supone que la temperatura media del planeta aumentó 0,6 grados en el S.XX. La temperatura media del planeta subirá entre 1,4 y 5,8 grados entre 1990 y 2100. En el mismo período, el nivel medio del mar aumentará entre 0,09 y 0,88 metros. El aumento del S.XX no se ha dado en ninguno de los últimos diez siglos.

El cambio climático acelerará la aparición de enfermedades infecciosas, como las tropicales, que encontrarán condiciones propicias para su expansión, incluso en zonas del Norte. La Organización Mundial de la Salud advirtió que es probable que los cambios locales de temperaturas y precipitaciones creen condiciones más favorables para los insectos transmisores de enfermedades infecciosas, como la malaria o el dengue.

La atmósfera actúa como una trampa térmica y este efecto invernadero aumenta con la concentración de gases como el CO₂. La actividad humana, la deforestación y, sobre todo, la quema de combustibles fósiles incrementan la presencia de este gas en el aire. La concentración atmosférica de CO₂ se ha incrementado en un 31% desde 1750.

La cubierta de nieve y hielo ha disminuido en un 10% desde finales de los 60. Igualmente, se observa una reducción de los glaciares a lo largo del siglo XX. Ha aumentado la temperatura superficial del océano y el nivel del mar entre 0,1 y 0,2 m. en el siglo XX (y que irá en aumento amenazando de inundar a ciertos países). También se registran cambios en el régimen de lluvias, en la cubierta de nubes y en el patrón de ocurrencia de fenómenos como la corriente cálida de El Niño, que se ha vuelto más frecuente. Tal aumento puede conducir a una mayor incidencia de enfermedades transmitidas por el agua, como el cólera, y de las relacionadas con toxinas, como el envenenamiento por mariscos.

La única forma de frenar la modificación del clima es reducir drásticamente las emisiones de gases invernadero, como el CO₂. Es necesario presionar a los gobiernos y empresas mundiales, básicamente, para que reduzcan las emisiones de CO₂.

La incineración de los residuos es una fuente muy importante de contaminación ambiental pues emite sustancias de elevada toxicidad, a la atmósfera y genera cenizas también tóxicas. Al contaminar, pues, el aire que respiramos, el agua que bebemos y nuestros alimentos, la incineración afecta gravemente a nuestra salud.

Entre los compuestos tóxicos destacan –principalmente- metales pesados y las dioxinas. Estas últimas son extremadamente tóxicas, persistentes y acumulativas en toda la cadena alimentaria. Son sustancias cancerígenas y que alteran los sistemas inmunitario, hormonal, reproductor y nervioso.

En consecuencia, las empresas y las Administraciones deben invertir sus esfuerzos económicos y personales en desarrollar otras alternativas.

DESTRUCCION DEL OZONO

El dióxido de carbono y el efecto invernadero están calentando el planeta. La destrucción del ozono debido a las actividades humanas ha llegado ya al punto en que los dañinos rayos solares, los ultravioletas B, llegan, en grandes zonas de la superficie terrestre, a niveles capaces de causar extensos daños a la vida.

Las dosis cada vez mayores de UV-B amenazan la salud y el bienestar humano, las cosechas, los bosques, las plantas, la vida salvaje y marina. Se ha producido una elevación de la tasa de cáncer de piel. La exposición a la radiación UV-B reduce la efectividad del sistema inmunológico.

Hay que prohibir la fabricación y uso de todos los compuestos destructores del ozono. La falta de agua, efecto del calentamiento del planeta, amenaza seriamente los medios de subsistencia de más de 1200 millones de personas, la cuarta parte de la población mundial. A pesar de las crecientes preocupaciones respecto a estos temas, las medidas de ámbito internacional encuentran escollos insalvables para su aplicación a causa del desarrollismo incontrolado, del consumismo y la miopía de los dirigentes políticos, cautivos de los intereses y la codicia de los clanes financieros.

CONTAMINACION AMBIENTAL INDUSTRIAL

La apertura de galerías mineras que favorecen las infiltraciones de sal potasa, por ejemplo, en el terreno; los gases tóxicos que se disuelven en el agua de las precipitaciones y la potencial ruptura accidental de las canalizaciones de las industrias de transformación; los vertidos de aguas con metales pesados, cadmio, plomo, arsénico y compuestos orgánicos de síntesis; el almacenamiento deficiente de productos químicos; los gases de los escapes y aceites en la carretera de los transportes; la polución térmica por agua caliente de las centrales nucleares; el arrojado de desperdicios en el mar de los buques.

CONTAMINACION AMBIENTAL URBANA

La relación del hombre con su ambiente se a visto afectada también por el proceso urbanístico, lo que ha llevado a la destrucción de áreas verdes para dar paso a nuevas construcciones habitacionales, donde las áreas recreativas son cada vez más escasas.

La migración del campo a la ciudad trae consigo insuficiencia de servicios públicos (agua, luz, transporte) y bajo nivel de vida de un elevado porcentaje de la población urbana. La contaminación sónica en algunas ciudades es muy aguda: vehículos, aviones, maquinarias. Etc... El ruido produce efectos psicológicos dañinos como son interrumpir el sueño (cuando la intensidad supera los 70 decibelios), disminuir el rendimiento laboral y provocar un constante estado de ansiedad. Se dice que las generaciones jóvenes de hoy serán futuros sordos, pues cada vez es mayor el ruido de las ciudades.

La contaminación del agua depurada por canalizaciones obsoletas y a la disolución de barros de depuración en el tratamiento del agua; la contaminación

de las aguas domésticas; la fuga de materia orgánica fermentable de las fosas sépticas; el vertido de aguas usadas no depuradas del alcantarillado; los vertidos de aguas de las coladas (fosfatos); el lavado de los suelos urbanos saturados de contaminantes diversos; la filtración de productos nocivos debida a descargas incontroladas...

RESIDUOS NO BIODEGRADABLES

Los desechos que en la actualidad han cobrado más relevancia son los derivados de la Energía Atómica. Los desechos radiactivos constituyen una amenaza para el hombre porque no pueden ser eliminados; la única forma de salir de ellos es almacenándolos en depósitos especiales, pero como la vida radiactiva de esos desechos es larga continúan siendo un peligro. En la actualidad se piensa evacuar estos productos en pozos perforados en el suelo, dentro de cajas de paredes fuertes de plomo, de modo que puedan ser incorporados a los ciclos biológicos.

Actualmente para la eliminación de basura se utiliza:

- El relleno sanitario: enterrando la basura comprimida en grandes desniveles
- Incineración: este método es muy útil, puede generar electricidad y calor, tiene la desventaja de que produce residuos incombustibles y además contamina el aire.
- Reciclaje: es el más conveniente, por este medio se recuperan materiales como: el vidrio, el papel, el cartón, la chatarra y los envases de metal. También se pueden producir a partir del reciclaje de la basura alimentos

para animales y abonos agrícolas, utilizando los desechos de origen orgánico previamente escogidos, como: grasa, huesos, sangre.

EL EQUILIBRIO ECOLÓGICO

Es el resultado de la interacción de los diferentes factores del ambiente, que hacen que el ecosistema se mantenga con cierto grado de estabilidad dinámica. La relación entre los individuos y su medio ambiente determinan la existencia de un equilibrio ecológico indispensable para la vida de todas las especies, tanto animales como vegetales.

Los efectos más graves han sido los ocasionados a los recursos naturales renovables: El Agua, El Suelo, La Flora, La Fauna y El Aire.

El gran desarrollo tecnológico e industrial ha sobrepasado la capacidad de la naturaleza para restablecer el equilibrio natural alterado y el hombre se ha visto comprometido.

El mayor problema de las comunidades humanas es hoy en día la basura, consecuencia del excesivo consumo. Los servicios públicos se tornan insuficientes y la cantidad de basura como desecho de esa gran masa poblacional adquiere dimensiones críticas y ha perturbado los ecosistemas.

Los desperdicios de los alimentos y materias orgánicas contenidos en la basura, constituyen un problema de salud porque son criaderos de insectos, responsables de la transmisión de enfermedades como Gastroenteritis, Fiebre Tifoidea, Paludismo, Encefalitis, etc...; atrae las ratas que intervienen en la propagación de la Peste Bubónica, el tifus, Intoxicaciones Alimenticias y Otras.

ACTIVIDADES ECONOMICAS Y CONTAMINACION AMBIENTAL

Las actividades económicas son parte esencial de la existencia de las sociedades, ellas permiten la producción de riquezas, el trabajo de los individuos y generan los bienes y servicios que garantizan su bienestar social. Las actividades económicas son cada día más complejas y requieren del uso y tecnologías más avanzadas, con el objeto de mantener la productividad competitiva en un mercado cada vez más exigente. En la actualidad, muchas actividades económicas son fuente permanente de contaminación.

De esta forma se nos presenta el problema de la necesidad de mantener y ampliar nuestras actividades económicas por el significado social que ellas tienen en la generación de riquezas; pero al mismo tiempo debemos tomar conciencia sobre la contaminación ambiental que éstas causan, para buscar soluciones y mantener el equilibrio ecológico y ambiental.

2.2. PROBLEMÁTICA AMBIENTAL Y CONTAMINANTES, METALES PESADOS

PROBLEMÁTICA AMBIENTAL Y CONTAMINANTES

La contaminación atmosférica es un problema tanto local como global provocado por la emisión de determinadas sustancias que, bien por sí solas, bien por las resultantes de sus reacciones químicas, provocan efectos perjudiciales para el medio ambiente y la salud.

En relación con la salud, el ozono troposférico y las partículas (“polvo fino”) son los contaminantes más preocupantes dado que la exposición a los mismos

puede acarrear consecuencias que van desde leves efectos en el sistema respiratorio a alergias o incluso mortalidad prematura.

El ozono no se emite directamente, sino que se forma a partir de la reacción de los compuestos orgánicos volátiles (COV) y los óxidos de nitrógeno (NOx) en presencia de luz solar.

Las partículas pueden emitirse directamente a la atmósfera (las llamadas partículas primarias) o formarse en ella como “partículas secundarias” a partir de gases como el dióxido de azufre (SO₂), los óxidos de nitrógeno (NOx) y el amoníaco (NH₃).

Los ecosistemas resultan asimismo dañados por:

- 1) los depósitos de sustancias acidificantes como los óxidos de nitrógeno, el dióxido de azufre y el amoníaco, que provocan alteraciones ecológicas y pérdida de biodiversidad;
- 2) el exceso de nutrientes de nitrógeno en forma de amoníaco y óxidos de nitrógeno, que pueden perturbar a las comunidades vegetales y filtrarse a las aguas dulces, lo que provoca un fenómeno denominado “Eutrofización” generado por un exceso de nutrientes que genera una alteración de los ecosistemas acuáticos, y una pérdida de su biodiversidad;
- 3) el ozono troposférico, que ocasiona daños físicos a los cultivos agrícolas, los bosques y las plantas, además de frenar su crecimiento.

La contaminación atmosférica también deteriora los materiales con la consiguiente degradación de edificios y monumentos.

Además, los metales pesados y los contaminantes orgánicos persistentes afectan al funcionamiento de los seres vivos y a su reproducción, tendiendo a bioacumularse y a biomagnificarse a medida que ascendemos en la cadena trófica.

Por otro lado también es importante mencionar también la existencia de una serie de contaminantes que tienen una influencia directa en el calentamiento global, ya que poseen un Potencial de Calentamiento Global muy elevado, así como la existencia contaminantes implicados directamente en la destrucción del ozono estratosférico con la consiguiente reducción de la capa de ozono.

METALES PESADOS

Existen varias maneras de definir el término “metal pesado”, una de ellas es referida al peso atómico y definiría un metal pesado como un elemento químico comprendido entre 63.55 (Cu) y 200.59 (Hg); otra manera se refiere a los metales de densidad entre 4 g/cm³ hasta 7 g/cm³ y también hay otra clasificación referida al número atómico.

No todos los metales de densidad alta son especialmente tóxicos en concentraciones normales (algunos de ellos son necesarios para el ser humano). No obstante hay una serie de metales pesados más conocidos por su tendencia a representar serios problemas medioambientales el mercurio (Hg), el plomo (Pb), el cadmio (Cd) y el talio (Tl), así como el cobre (Cu), zinc (Zn) y cromo (Cr). En ocasiones se incluye al hablar de contaminación por metales pesados a otros elementos tóxicos ligeros como el berilio (Be) o el aluminio (Al), o algún semimetal como el arsénico (As).

La peligrosidad de los metales pesados reside en que no pueden ser degradados (ni química, ni biológicamente) y, además, tienden a bioacumularse y a biomagnificarse (que significa que se acumulan en los organismos vivos alcanzando concentraciones mayores que la que alcanzan en los alimentos o medioambiente, y que estas concentraciones aumentan a medida que ascendemos en la cadena trófica), provocando efectos tóxicos de muy diverso carácter. En el ser humano se han detectado infinidad de efectos físicos (dolores crónicos, problemas sanguíneos, etc) y efectos psíquicos (ansiedad, pasividad, etc).

En cuanto a normativa cabe destacar el Protocolo de Aarhus (Dinamarca) sobre contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia en materia de metales pesados, que deriva del Convenio de Ginebra sobre contaminación transfronteriza a larga distancia de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (UNECE).

Fuentes emisoras de metales pesados:

- Grandes Instalaciones de Combustión
- Transporte
- Cementeras
- Instalaciones de incineración y co-incineración de residuos

2.3. CONTAMINACIÓN POR METALES PESADOS

Se ha demostrado científicamente que, además de causar algunos de los **problemas ambientales más graves**, la exposición a metales pesados en

determinadas circunstancias es la causa de la **degradación y muerte de vegetación, ríos, animales** e, incluso, de daños directos en el hombre.

De los 106 elementos conocidos por el hombre, **84 son metales**, por lo que no es de extrañar que las posibilidades de **contaminación metálica en el ambiente** sean numerosas. Hay que tener presente que los metales son materias naturales que han desempeñado un papel fundamental en el desarrollo de las civilizaciones. El problema surge cuando prolifera su uso industrial. Y su empleo creciente en la vida cotidiana termina por afectar a la salud. De hecho, el crecimiento demográfico en zonas urbanas y la rápida industrialización han provocado serios problemas de contaminación y deterioro del ambiente, sobre todo, en los países en vías de desarrollo.

Entre los **metales más contaminantes** destacan el **plomo y el mercurio**, seguidos por el berilio, el bario, el cadmio, el cobre, el manganeso, el níquel, el estaño, el vanadio y el cinc. La **actividad industrial y minera** arroja al ambiente metales tóxicos como plomo, mercurio, cadmio, arsénico y cromo, muy dañinos para la salud humana y para la mayoría de formas de vida. Además, los metales originados en las fuentes de emisión generadas por el hombre, incluyendo la combustión de nafta con plomo, se encuentran en la atmósfera como material suspendido que respiramos. Por otro lado, las aguas residuales no tratadas, provenientes de **minas y fábricas**, llegan a los ríos, mientras los desechos contaminan las aguas subterráneas. Cuando se abandonan **metales tóxicos en el ambiente**, contaminan el suelo y se acumulan en las plantas y los tejidos orgánicos.

La **peligrosidad de los metales pesados es mayor al no ser química ni biológicamente degradables**. Una vez emitidos, pueden permanecer en el ambiente durante cientos de años. Además, su concentración en los seres vivos aumenta a medida que son ingeridos por otros, por lo que la ingesta de plantas o animales contaminados puede provocar **síntomas de intoxicación**. De hecho, la toxicidad de estos metales ha quedado documentada a lo largo de la historia: los médicos griegos y romanos ya diagnosticaban síntomas de envenenamientos agudos por plomo mucho antes de que la toxicología se convirtiera en ciencia.

A pesar de las **abundantes pruebas de estos efectos nocivos para la salud**, la exposición a los metales pesados continúa y puede incrementarse por la falta de una política consensuada y concreta. El mercurio todavía se utiliza profusamente en las minas de oro de América Latina. El arsénico, junto con los compuestos de cobre y cromo, es un ingrediente muy común en los conservantes de la madera. El aumento del uso del carbón incrementará la exposición a los metales porque las cenizas contienen muchos metales tóxicos que pueden ser aspiradas hasta el interior de los pulmones.

2.4. METALES PESADOS, AMBIENTE Y SALUD

Introducción

Quienes consultan habitualmente textos, artículos y legislación vinculados con temas ambientales relativos a la contaminación, los riesgos de la utilización y liberación al ambiente de diversas sustancias químicas y otros asuntos conexos, habrán observado, seguramente, que desde hace tiempo, la expresión "metales%20pesados" [title='Más artículos acerca de 'Metales](#)

Pesados">Metales Pesados" o Heavy Metals, en inglés, (MP en lo sucesivo, en este artículo) ha venido usándose con mayor frecuencia.

Como es sabido, la frase MP se emplea para referirse, describir o definir de modo genérico a un conjunto de diversos elementos químicos, a los que se atribuyen diferentes efectos de contaminación, toxicidad y/o ecotoxicidad. (Se emplea, a propósito, el término "conjunto", entendido como agregado, para evitar el uso de la palabra grupo, que podría implicar alguna relación con la Tabla Periódica).



Figura 1. Contaminación de MP

Fuente: Recopilado de la web

Al profundizar el estudio del conjunto de los MP para intentar establecer un marco de referencia emergen, entre otros, algunos interrogantes/descriptores básicos, relacionados con sus propiedades, los elementos y/o compuestos involucrados, su definición y otros, que se presentan en el cuadro siguiente. (Se usa el giro "interrogantes/descriptores" porque las respuestas concretas a esos interrogantes resultarán útiles como descriptores generales de los MP).

- » ¿Cuál es su definición?
- » ¿Cuáles son sus principales propiedades, particularmente como contaminantes?
- » ¿Qué elementos componen ese conjunto?

- » ¿Se trata sólo de ciertos elementos, o también de algunos de sus compuestos?
- » ¿Son sólo metales o también semi-metales?

Ponencia

Este artículo intenta, desde un enfoque formativo y pedagógico, asociando aspectos ambientales y de química, examinar y aportar ciertas ideas tendientes a dar respuestas a los interrogantes-descriptores anteriores, clarificar el tema de los "metales pesados" y profundizar tanto sobre los elementos y algunos de sus compuestos que suelen citarse como integrantes de ese conjunto, sus propiedades con respecto al ambiente y la salud humana y otros asuntos relacionados, como así también sobre la aplicabilidad de esa denominación conjunta.

Además, se formulan sugerencias para dar mayor objetividad a la información científica vinculada con temas de contaminación ambiental, toxicidad y ecotoxicidad por elementos o compuestos.

Metales y desarrollo de la civilización

La corteza terrestre contiene utilísimos elementos químicos, entre ellos muchos metales que, desde tiempos remotos, han resultado de gran importancia para el desarrollo y progreso de las civilizaciones, a tal punto que sería muy difícil imaginar nuestra sociedad actual sin un extenso empleo de utensilios y herramientas elaborados con metales. De los elementos químicos que hoy conocemos, aproximadamente un 75 % son metales.



Figura 2. Desarrollo de MP

Fuente: Recopilado de la web

Para los químicos y ambientalistas, resulta tal vez relevante y curioso que dos lejanos e importantes períodos históricos de la humanidad se identifiquen de acuerdo con los metales que en ellos se empleaban predominantemente.

En efecto, muy atrás en tiempo, la edad de bronce (producido tradicionalmente por aleación del cobre con el estaño), siguió a la edad de piedra y precedió a la más reciente edad de hierro. Esta antelación se debe a que el cobre puede encontrarse en muchos lugares en estado libre, es decir como elemento químico no combinado, mientras que prácticamente no se halla hierro libre sino combinado con otros elementos.

Algunos historiadores estiman que unos diez mil años atrás, en algunas regiones de Asia ya se empleaba el cobre. Este metal, de un atractivo color rojizo, solía encontrarse libre, en vetas entre ciertas rocas, y podía ser extraído con paciencia y esfuerzo. Fue utilizado para construir instrumentos de labranza, armas y objetos de adorno que, por el elevado costo del metal, se guardaban en lugares ocultos.

También es sabido que hace más de cinco mil años, nuestros ancestros ya habían comenzado a emplear el oro y la plata. Esto se debía, precisamente, a

que esos metales, al igual que el cobre, se encontraban a veces en estado libre, y podían extraerse con cierta facilidad. Además, hay también evidencias acerca del uso de utensilios primitivos de hierro hace unos 4500 años.

Como notas de interés conexas con la temática de este trabajo, recordemos que tanto el hierro, como el cobre y el estaño (constituyentes del bronce), son generalmente considerados actualmente MP.

Por otra parte, debido a su extenso uso, se van agotando las reservas conocidas de ciertos elementos usualmente conceptuados como MP, tales como cobre, estaño, mercurio, plata, plomo y zinc.

Metales, salud y ambiente

Como veremos seguidamente, desde hace mucho tiempo fueron notados diversos problemas de contaminación, toxicidad y ecotoxicidad atribuidos a ciertos metales y a algunos de sus compuestos. Acerca de los problemas asociados con algunos metales y su metalurgia, el historiador griego Plutarco relataba, hace más de 1900 años, lo que ahora denominaríamos severos efectos nocivos ambientales y sanitarios provocados por la exposición que experimentaban los trabajadores de las minas y fundiciones.

Al mismo tiempo, corresponde enfatizar que numerosos MP son necesarios para los seres vivos. Efectivamente, vestigios (cantidades pequeñísimas) de cadmio, cobre, cromo y zinc, son esenciales para la vida.

Además, algunos de los denominados MP ingresan habitualmente a nuestro organismo en porciones menores, vehiculizados por los alimentos, el agua o el

aire que respiramos. Varios persisten o se bioacumulan durante largo tiempo en los organismos vivos.

Presentemente, los principales MP calificados como contaminantes ambientales son el cadmio, mercurio y plomo, que resultan nocivos para el hombre, los animales, las plantas y el ambiente.

Al mismo tiempo, se atribuye a algunos compuestos de cromo ser carcinógenos y provocar daño genético. El mercurio es considerado un contaminante universal. El plomo, que es el metal con propiedades tóxicas que más se ha propagado en el ambiente, fue ampliamente usado por los romanos para construir tuberías para conducir agua, vasijas para vino y objetos similares. Hasta la década de 1970 fue muy utilizado en pinturas, conductos para agua en las viviendas y hasta no hace mucho tiempo en algunos combustibles para automotores.

Metales pesados, propiedades y definición

Como se anticipó más arriba, la expresión MP se usa para aludir de un modo no muy preciso a ciertos elementos metálicos, y también a algunos de sus compuestos, a los que se atribuyen determinados efectos de contaminación ambiental, toxicidad y eco toxicidad.

Asimismo, es de destacar que hasta el presente (junio de 2004), no se dispone de una definición oficial generalmente aceptada, ni de un listado de esos elementos, ni de una referencia clara y exacta de las propiedades o caracteres de los MP que provenga de alguna sociedad científica u organismo referente de alto nivel, como podría ser la IUPAC (Unión Internacional de Química Pura y

Aplicada) o la US EPA, (Agencia de Protección Ambiental de los EUA), por ejemplo.

Como consecuencia, en muchos artículos y documentos no se definen los MP en su conjunto, o se los presenta acotados, de un modo válido sólo en el contexto del propio documento.

Otro aspecto notable es que diversas fuentes bibliográficas mencionan entre los MP a distintos elementos, metales y semimetales y, además, a algunos de sus compuestos. También se implica, a veces, a un no metal. Todo esto puede contribuir a causar cierta confusión sobre este tema.

Algunos elementos considerados Metales Pesados

Entre los elementos que suelen citarse como "metales pesados", se cuentan principalmente los referidos en el cuadro siguiente, en orden alfabético. Su estudio nos muestra que se trata de metales, semimetales y, sorprendentemente, también un no metal.

Metales Pesados

Algunos elementos que suelen citarse bajo esta denominación, en orden alfabético

Aluminio, arsénico*, bario, berilio, cadmio, cobalto, cobre, cromo, estaño, hierro, manganeso, mercurio, molibdeno, níquel, plata, plomo, selenio**, talio, vanadio, zinc.

Nota: *As es un semimetal; **Se es un no metal; los restantes son metales.

Veamos, en el cuadro siguiente esos mismos elementos, ordenados según su número atómico; se incluyen también sus símbolos.

Algunos elementos que suelen citarse bajo esta denominación, ordenados por número atómico Ref.: (Número atómico); [Símbolo]				
Berilio (4) [Be]	Aluminio (13) [Al]	Vanadio (23) [V]	Cromo (24) [Cr]	Manganeso (25) [Mn]
Hierro (26) [Fe]	Cobalto (27) [Co]	Níquel (28) [Ni]	Cobre (29) [Cu]	Zinc (30) [Zn]
Arsénico (33) [As]	Selenio (34) [Se]	Molibdeno (42) [Mo]	<u>Plata</u> (47) [Ag]	Cadmio (48) [Cd]
Estaño (50) [Sn]	Bario (56) [Ba]	Mercurio (80) [Hg]	Talio (81) [Tl]	Plomo (82) [Pb]
*As es un semimetal; **Se es un no metal; los restantes son metales.				

Criterios empleados para definir los metales pesados

Como veremos seguidamente, se han empleado diversos criterios o pautas para definir los MP. Entre las principales propiedades consideradas para ello, se cuentan, respectivamente, la densidad, el peso atómico y la masa atómica.

En general, esas definiciones no resultan claras, específicas o completas. Para facilitar su comparación, en la siguiente tabla se acumulan algunas definiciones, clasificadas según las distintas propiedades consideradas. Se nota que algunas no coinciden entre sí y que las definiciones sólo se refieren a metales, y no a semimetales.

"Metales Pesados"	
Algunas definiciones según las propiedades consideradas	
Propiedad considerada	Definición
Densidad	Metales con una densidad mayor que 4 g/cm ³ .
	Metales con una densidad mayor que 4,5 g/cm ³ .
	Metales con una densidad mayor que 5 g/cm ³ .
	Metales con una densidad mayor que 6 g/cm ³ .
	Metales con una densidad de 3,5 a 5 g/cm ³ .
	Metales con una densidad relativamente alta, <u>tóxicos</u> o venenosos a bajas concentraciones.
Peso atómico	Metales con un elevado peso atómico.
	Metales con un peso atómico mayor que el del Na (23).
	Metales con un peso atómico mayor que el del Na (23), que forman jabones con ácidos grasos.
	Metales con un peso atómico mayor que 40, excluyendo los alcalino-térreos, alcalinos, lantánidos y ac-tínidos.
	Metales con un peso atómico relativamente alto, tales como cadmio, estaño, mercurio y plomo.
	Metales con un elevado peso atómico, que pueden dañar a los seres vivos y tienden a acumularse en la cadena alimentaria, tales como As, Cd, Hg y Pb.
Masa atómica	Metales de masa atómica elevada.
	Metales de alta masa atómica, particularmente los de transición que son <u>tóxicos</u> y no son metabolizados por los organismos vivos, tales como Cd, Cr, Hg y Pb.
	Cualquier metal, en cualquier forma química, con masa atómica bastante alta, en especial los que son <u>tóxicos</u> (como Cd, Hg y Pb), persisten en el ambiente y pueden acumularse en tejidos vegetales y animales.
	Metales con una elevada masa atómica y densidad superior a 4,5 g/cm ³ , como Cd, Cu, Cr, Hg y Pb; como <u>contaminantes</u> se metabolizan mal y presentan toxicidad para los seres vivos, incluido el hombre.

Aplicabilidad de las definiciones

En muchos casos, al mencionar un determinado "metal pesado", no se deslinda si se trata de ese elemento puro, o de algunos o la totalidad de sus diversos

compuestos, los que no presentan las mismas propiedades físicas, químicas, tóxicas ni ecotóxicas.

Como ejemplo aclaratorio, tengamos presente que algunos compuestos de cromo hexavalente (Cr VI) son citados como carcinógenos humanos, pero prácticamente no se encuentra información sobre cánceres ocasionados por exposición a ese metal puro. Además, el cromo y algunas de sus aleaciones se emplean sin problemas, desde hace tiempo, en prótesis médicas y dentales.

Propiedades de algunos elementos considerados generalmente como metales pesados

Para mayor ilustración, en la tabla siguiente se presentan algunas propiedades vinculadas con aspectos ambientales, actualmente aceptadas, de ciertos elementos mencionados frecuentemente como MP y de algunos de sus compuestos.

Metales Pesados	
Propiedades principales de algunos elementos (y sus compuestos) que suelen agruparse bajo esta denominación	
Cadmio Cd	Es un micronutriente esencial para los humanos, animales y plantas. Sus propiedades tóxicas son similares a las del zinc. Proviene principalmente de la refinación del zinc. Es persistente en el ambiente y si es absorbido por el organismo humano puede persistir por décadas antes de ser excretado. En humanos, la exposición prolongada se relaciona con la disfunción renal. También puede llevar a enfermedades pulmonares, se la ha relacionado con el cáncer de pulmón y puede provocar osteoporosis en humanos y animales. El ingreso medio diario, para humanos se estima en 0,15 µg

	<p>procedente del aire y 1 μg del agua. Fumar unos 20 cigarrillos puede provocar la inhalación de unos 2 a 4 μg.</p>
Cobre Cu	<p>Es un elemento esencial para la vida humana, pero en dosis elevadas puede provocar anemia, irritación del estómago e intestino y daño renal y hepático. Los pacientes con la enfermedad de Wilson, pueden tener mayores riesgos en caso de sobreexposición al cobre. El cobre puede encontrarse en el agua potable, procedente de las cañerías de ese metal o de aditivos empleados para evitar la proliferación de algas.</p>
Cromo Cr	<p>Se usa en aleaciones y pigmentos para cemento, papel, pinturas, caucho y otras aplicaciones. Frecuentemente se acumula en ambientes acuáticos, por lo que existe cierto riesgo de ingerir pescado contaminado. Los bajos niveles de exposición pueden provocar irritación de la piel y úlceras, mientras que la exposición prolongada puede causar daños hepáticos y renales, al tejido nervioso y al sistema circulatorio.</p>
Mercurio Hg	<p>Es un contaminante global. Proviene principalmente de la desgasificación de la corteza terrestre, las emisiones volcánicas y la evaporación de las masas de agua. Es utilizado en pilas, lámparas y termómetros. También se lo usa en odontología, en las amalgamas para obturación de caries, (muchos autores han señalado que esto no es conveniente) y en la industria farmacéutica. Las principales fuentes de emisión de mercurio son la fabricación de cloro en celdas de mercurio, producción de metales no ferrosos, combustión de carbón mineral y crematorio. Es tóxico y no se lo encuentra naturalmente en organismos vivos. Las intoxicaciones con mercurio pueden provocar temblores, gingivitis, alteraciones psicológicas y aborto espontáneo. Algunos procesos biológicos naturales pueden generar compuestos metilados de mercurio que se bioacumulan en los organismos vivos, especialmente en peces. El mono y el dimetilmercurio son muy <u>tóxicos</u> y provocan enfermedades neurológicas. La principal</p>

	ruta de ingreso a los seres humanos es por la cadena alimentaria y no por inhalación.
Níquel Ni	El níquel es necesario para la formación de glóbulos rojos, pero en exceso es medianamente tóxico. No se conocen efectos de la sobreexposición de corto plazo, pero en el largo plazo puede provocar disminución del peso corporal, irritación de la piel y problemas cardíacos y hepáticos. Puede acumularse en ambientes acuáticos, pero no experimenta biomagnificación en la cadena alimentaria.
Plomo Pb	Proviene de fuentes naturales y antropogénicas. Puede ingresar al organismo por el agua, alimentos, tierra y polvillo desprendido de viejas pinturas conteniendo plomo. Es maleable, dúctil y se le puede dar forma con facilidad. Asimismo, es uno de los metales no ferrosos que más se recicla. Se lo emplea en aleaciones, baterías, compuestos y pigmentos, revestimientos para cables, proyectiles y municiones. La exposición puede tener diversos efectos en humanos. Los niveles altos de exposición pueden afectar la síntesis de hemoglobina, la función renal, el tracto gastrointestinal, las articulaciones y el sistema nervioso.
Selenio Se	Es un no metal necesario en pequeñas cantidades para los seres humanos y ciertos animales, pero en exceso puede provocar fatiga, irritabilidad, caída del cabello y las uñas y daño hepático, renal y daño severo del sistema nervioso. Se acumula en los tejidos vivos, especialmente en los peces.

Conclusión

Como hemos visto, aunque ampliamente usada, la expresión “metales pesados”, no es muy precisa, ni se dispone de una definición unívoca, ni de un listado oficial o generalmente aceptado de los elementos que los componen, ni una referencia clara y exacta de sus propiedades.

Entonces, sería muy útil e importante, en primer término, que algún organismo o entidad con gran autoridad científica estudie la posibilidad de emitir una definición concreta.

Por ahora, hasta que dispongamos de esa definición, como aporte para lograr una mayor claridad y objetividad en la comunicación de resultados o información científica y ambiental, se sugiere la conveniencia de que los artículos, documentos, legislación o similares que hagan referencia a temas de contaminación ambiental, toxicidad o ecotoxicidad por determinados elementos químicos, eviten la expresión generalizada tales como "metales pesados" y especifiquen claramente aquellos elementos o compuestos y sus propiedades y efectos de los que se trata.

Por último, se presentan algunos descriptores generales de los MP, que se desprenden de las respuestas a los interrogantes/descriptores presentados al comienzo.

Correspondientes a algunos elementos (y/o sus compuestos) que suelen mencionarse bajo esta denominación	
Elementos generalmente citados como MP	Aluminio, arsénico, bario, berilio, cadmio, cobalto, cobre, cromo, estaño, hierro, manganeso, mercurio, molibdeno, níquel, plata, plomo, selenio, talio, vanadio, zinc.
Definición	No se dispone actualmente de una definición "oficial" o, al menos, de una definición unívoca generalmente aceptada.
Propiedades principales	Se les se atribuyen, en general, efectos de contaminación ambiental, toxicidad y/o ecotoxicidad.

¿Son sólo los elementos o también sus compuestos?	Elementos y algunos de sus compuestos.
¿Se trata sólo de metales?	La mayoría son metales; As es un semimetal; se cita también al sé que es un no-metal.

2.5 ¿DE QUÉ ESTAMOS HECHOS? LOS ELEMENTOS DEL CUERPO HUMANO

El cuerpo humano parece la máquina perfecta (aunque tiene sus derroches, como ya vimos en el artículo de las **partes del cuerpo que no nos sirven**), tan compleja a simple vista y, si miramos el interior, ya para qué decir nada. Sin embargo, **es más sencillo de lo que parece si lo descomponemos en sus elementos más simples**. ¿Quieres saber de qué está compuesto tu cuerpo? Echa un vistazo entonces.

¿De qué se compone nuestro cuerpo?

Prácticamente la totalidad de la tabla periódica que hemos estudiado en el instituto aparece en nuestro cuerpo, aunque en la mayoría de casos la cantidad presente es ínfima. Sin embargo, algunos elementos están más presentes de lo que piensas, de hecho, **el 96% de nuestro cuerpo es fruto de únicamente 4 elementos químicos**. Si cogemos 6, ya sumamos el 99% de todo lo que somos, y si no lo crees, a continuación enumeraré los elementos más comunes que conforman la totalidad de nuestro cuerpo, ordenados por cantidad, suponiendo que hablamos de una persona media de 70 Kg de peso. ¿Qué encontramos en él?

Oxígeno: De los 70 Kg, 45,5 serían únicamente oxígeno. Si imaginamos una planta de las que podemos tener en casa, ésta tardaría 23 años en producir la cantidad de oxígeno que compone nuestro cuerpo. Obviamente, no podemos pensar en el oxígeno como aire, sino que éste aparece en nuestro organismo combinado con otros componentes. Este elemento aparece en todos los órganos, tejidos y células de nuestro cuerpo.

Representación de un átomo de Hidrógeno.

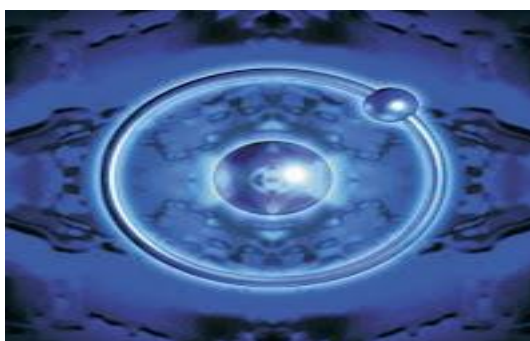


Figura 3. Átomo de hidrógeno

Fuente: recopilado de la web

Carbono: Más de 12 kilos y medio es lo que encontramos de este elemento en nuestro interior (y exterior). Si tenemos en cuenta que el diamante es puro carbono con una disposición peculiar, ahora entiendo por qué mi abuela dice que soy una "joya" de chico. Sin embargo, no se encuentra dentro de nosotros en forma de piedra preciosa, sino **formando casi la totalidad del esqueleto estructural de las moléculas** de nuestro cuerpo (proteínas, lípidos, glúcidos...).

Hidrógeno: el número 1 de la tabla periódica es el número 3 en cuanto a proporción en nuestro cuerpo, un 10% ni más ni menos. Pero como ocurre con el oxígeno, aparece combinado con otros elementos, sobre todo con los dos anteriores, y no en forma de gas, sino, sería difícil mantenernos sobre la tierra y

no volarnos por ahí. Y también, como ocurre con los dos anteriores, aparece en cualquier lugar de nuestro cuerpo formando moléculas y cumpliendo un sin fin de funciones, gracias también a su carácter positivo de protón (H+).

Nitrógeno: De momento, todo no metales. Más de 2 Kg de este elemento, también presente en la atmósfera, podríamos sacar de nuestro cuerpo. También es muy importante y está muy presente en el organismo, pero cabe destacar su función indispensable en la formación de las bases nitrogenadas (que forman nuestro ADN) y también forman parte del esqueleto estructural de las proteínas.

Calcio: Poco más de **un kilo de calcio aparece en nuestro cuerpo**, como bien sabemos, formando parte de nuestros huesos y dientes, pero también para coagular la sangre, recibir las señales del sistema nervioso o en la contracción muscular. Importante, ¿verdad?



Figura 4. Calcio

Fuente: recopilado de la web

Fósforo: El 1% de nuestro peso es todo fósforo, aunque principalmente en forma de fosfatos, rodeado de 4 átomos de oxígeno, participando en moléculas tan importantes como los nucleótidos del ADN o las moléculas de ATP (la energía del cuerpo). También es un componente fundamental en los huesos.

Potasio: Aunque parezca poco, 245 gramos de potasio en nuestro cuerpo es muchísimo, pero es muy necesario, en la formación de proteínas y en la regulación del pH corporal, el ritmo cardíaco y favorece la buena digestión y eliminación de desechos. Junto al sodio y al cloro es esencial para la correcta transmisión de impulsos nerviosos

Azufre: Sí, el azufre **es tóxico, pero en nuestro cuerpo es esencial para la formación de algunos aminoácidos** que componen las proteínas y participan en el correcto plegamiento de éstas. Tanto es así, que podríamos sacar hasta 175 gramos de este mineral si pretendiéramos extraerlo.

Sodio: Uno de los electrolitos más importantes de nuestro organismo, que ayuda a mantener la correcta distribución de agua en el cuerpo, y muy necesaria para producir y transmitir las señales eléctricas de nuestras neuronas. Su porcentaje es de 0,15 % del peso total de nuestro cuerpo.

Cloro + Sodio: componentes de la sal común.



Figura 5. Sal

Fuente: recopilado de la web

Cloro: El otro componente de la sal común junto al elemento anterior y, como era de esperar, su proporción en el organismo es bastante similar, poco más del 14 % (unos 100 gramos). Sus funciones son también muy similares a las del

sodio, apareciendo en todos los líquidos corporales e presente en la formación de ácido clorhídrico (HCl), que tenemos en el estómago para ayudar a la digestión.

Magnesio: Los 35 gramos de magnesio de nuestro cuerpo tienen funciones relacionadas con el mantenimiento de la estructura del hueso y participa en las reacciones metabólicas como cofactor de las proteínas.

Hierro: Tenemos el equivalente a un clavo estándar de hierro en nuestro cuerpo, es decir, unos 4 gramos (0,006% de total). Y aunque aparezca el último en la lista, no es el menos importante, ya que es el que permite que se transporte el oxígeno por nuestro cuerpo, ya que es el núcleo de **la hemoglobina de la sangre.**

Aunque estos son los más representativos y abundantes, hay varias docenas más de elementos químicos en nuestro cuerpo, solo que en cantidades minúsculas aunque, como ocurre con el hierro, el que sean tan escasos, no significa que no sean vitales y, sin los cuales, nuestro organismo dejaría de funcionar. **Prácticamente la totalidad de los elementos conocidos que aparecen en la tabla periódica están en nuestro organismo:** yodo, arsénico, molibdeno, aluminio, cobre, litio, silicio, etc.

Todos estos elementos se encuentran sobre la superficie terrestre, siendo el oxígeno el más abundante en ella, al igual que en nosotros, haciéndonos ver que el cuerpo humano no es más que un pedacito que compone la Tierra y ésta, a su vez, lo es del universo. Así que si eres de los que se creen el centro del mundo por ser un animal "superior", no te lo creas tanto, pues estás compuesto por los mismos elementos de todo aquello que te rodea.

2.6 MINERALES Y METALES EN EL CUERPO

El exceso o deficiencia de ellos repercute directamente en la salud. Según explica la doctora Yaisy Picrin, en nuestro cuerpo están presentes minerales y metales pesados que si están en desequilibrio, pueden incidir directamente en la salud. Así, por ejemplo, si alguien tiene plomo o mercurio en mucha cantidad, probablemente sufrirá de una depresión, porque esos metales se acumulan en el cerebro dificultando el trabajo de las neuronas. O bien, si presenta exceso de zinc puede que tenga problemas de estreñimiento.

¿Cómo es posible determinar esto? La respuesta la da un examen denominado mineralograma, el cual mediante fotometría entrega un diagnóstico del estado en que se encuentran todos los minerales y metales que intervienen y participan en el metabolismo. En otras palabras, indica qué está alto y qué está bajo, de manera de diseñar un tratamiento para ponerlos en equilibrio.

Para tener una idea del impacto que tienen los minerales y metales en nuestro cuerpo, la doctora Picrin seleccionó algunos de ellos, explicando de dónde se obtienen y qué podría ocurrir si están en desequilibrio. ¡Toma nota!

Minerales

Selenio: Es un oligoelemento esencial y el cuerpo sólo lo necesita en pequeñas cantidades. Ayuda a producir proteínas esenciales (enzimas antioxidantes) que juegan un papel importante en la prevención del daño celular. Asimismo, estimula el sistema inmune e interviene en el funcionamiento de la tiroides. Se puede encontrar en vegetales, pescados, carnes rojas, mariscos, granos, huevos, pollo y ajo. Su deficiencia se asocia al aumento del riesgo de enfermedades cardiovasculares, cáncer y función inmunitaria deficiente.

Zinc: Está relacionado con el sistema de defensa del organismo, además de jugar un papel fundamental en la división y crecimiento de las células, la cicatrización de heridas y el metabolismo de los carbohidratos. Se encuentra en carnes de res, cerdo y cordero; nueces, legumbres y levadura. Su deficiencia se asocia con infecciones frecuentes, hipogonadismo en hombres, caída de cabello, alteraciones del gusto y olfato; crecimiento lento, ceguera nocturna y mala cicatrización. El exceso, en cambio, puede producir estreñimiento.

Yodo: Es fundamental para el metabolismo y homeostasis de la glándula tiroidea. Se encuentra principalmente en la sal yodada, pero también en mariscos y algunos pescados (bacalao, róbalo), algas marinas y plantas que crecen en suelos ricos en yodo. Su deficiencia se asocia con hipotiroidismo y función mental deteriorada. En los niños se relaciona con retardo del crecimiento, y en fetos con abortos espontáneos y cretinismo.

Cobre: Contribuye a la formación de glóbulos rojos y al mantenimiento de los vasos sanguíneos, nervios, sistema inmunitario y huesos. Se encuentra en ostras, mariscos, legumbres, carnes, nueces y agua potable. El desequilibrio de cobre ocasiona la enfermedad de Wilson, una alteración hepática que se produce por una sobrecarga del mineral.

Cromo: Es necesario para mantener normales los niveles de colesterol y glucosa, ya que potencia la funcionalidad de la insulina. Se encuentra en granos, cereales, frutas, vegetales y carnes procesadas. Su deficiencia se relaciona con la hiperglicemia, aceleración de procesos ateroscleróticos, riesgo de enfermedades cardiovasculares, necesidad aumentada de insulina y respuesta al estrés debilitada.

Metales pesados

Yaisy Picrin explica que estos elementos ingresan al cuerpo por diferentes vías, como la respiración (a través del smog, el cigarrillo, etc.), la piel (tintes, cosméticos, protectores solares, etc.) o la boca (agua, alimentación).

“Los metales entran, se acumulan y se depositan en los diferentes lugares a los cuales son afines, afectando a los nutrientes y minerales ya sea porque los consumen o los desplazan, con el consiguiente daño para la salud”, sostiene.

Es por esto que es importante eliminarlos, ya sea modificando la alimentación de la persona o realizando terapias de quelación, en las que cada semana se aplica al paciente un suero selectivo que “arrastra” a los metales fuera del organismo.

Según la especialista, el patrón que más predomina en cuanto a metales pesados en el cuerpo, es el siguiente:

Mercurio: Es tóxico tanto en animales como en humanos, ya que es capaz de suprimir la función biológica del selenio y con ello contribuir a provocar una desregularización del sistema inmunitario en personas muy sensibles. Algunos de los síntomas de su exceso son: pérdida de apetito; disminución del sentido del tacto, auditivo y visión; gusto metálico en la boca, fatiga, depresión, inestabilidad emocional y pérdida de memoria.

Plomo: Tiene efectos neurotóxicos y nefrotóxicos, y puede interferir en la utilización de minerales como calcio, magnesio y zinc. Niveles moderados de exceso de plomo en el organismo puede provocar efectos adversos en la memoria, funciones cognitivas, conducción nerviosa y anemia, entre otros.

Aluminio: La excesiva exposición a este metal -que puede encontrarse en ollas y utensilios para cocinar, embalajes para alimentos, etc.- puede causar serios problemas a la salud, sobre todo para personas que son más propensas a desarrollar toxicidad por aluminio. Este metal puede acumularse en las neuronas e incidir en la aparición de males como el Alzheimer. También puede provocar fatiga, baja de fósforo en la sangre y porfiria.

Arsénico: Una exposición prolongada a este metal afectaría al sistema nervioso periférico, y a los sistemas cardiovasculares y hematopoyético. Asimismo, podría provocar osteomalacia, debilitamiento muscular, vómitos, diarreas, dermatitis y cáncer de piel.

Cadmio: Sus efectos dañinos se pueden ver a nivel neuronal, respiratorio, cardiovascular y óseo. La retención de este mineral produce hipertensión, anemia microcítica hipocrómica (que no responde a la administración de fierro) y proteinuria con excreción anormalmente elevada de B-2 microglobulina.

2.7 ¿QUÉ ELEMENTOS SON METALES, NO METALES Y METALOIDES?¹

La tabla periódica de los elementos, una de las primeras cosas que te introducen en química en la escuela, es una tabla organizada de todos los elementos conocidos. Los elementos son materiales que se componen de una sola sustancia, y están divididos en tres grandes grupos: metales, no metales y metaloides. Cada uno de estos grupos tiene su propio conjunto único de características que lo distinguen de los demás.

¹ HOW en Español. ¿Qué elementos son metales, no metales y metaloides. Recuperado el 14 de Setiembre 2015 de:
http://www.ehowenespanol.com/elementos-son-metales-metales-metaloides-info_138126/

Características de los metales

Los metales constituyen la gran mayoría de la tabla periódica (88 elementos en total) y tienen características únicas. La característica más obvia es que, a excepción del mercurio, son sólidos a temperatura ambiente. También son relativamente densos, susceptibles a la corrosión, conducen la electricidad y calor, son dúctiles (se pueden convertir en los cables) y maleables (pueden convertirse en láminas).

Lista de metales

Los metales son litio, sodio, potasio, rubidio, cesio, francio, berilio, magnesio, calcio, estroncio, bario, radio, aluminio, galio, indio, estaño, talio, plomo, bismuto, escandio, titanio, vanadio, cromo, manganeso, hierro, cobalto, níquel, cobre, zinc, itrio, circonio, niobio, molibdeno, tecnecio, rutenio, rodio, paladio, plata, cadmio, lantano, hafnio, tántalo, tungsteno, renio, osmio, iridio, platino, oro, mercurio, actinio, rutherfordio, dubnio, seaborgio, bohrio, hassio, meitnerio, darmstadtio, roentgenio, cerio, praseodimio, neodimio, prometio, samario, europio, gadolinio, terbio, disprosio, holmio, erbio, tulio, iterbio, lutecio, torio, protactinio, uranio, neptunio, plutonio, americio, curio, berkelio, californio, einstenio, fermio, mendelevio, nobelio y laurencio.

Características de los no metales

Los no metales se encuentran en el extremo derecho de la tabla periódica. Estos elementos son bien gaseosos o sólidos a temperatura ambiente y no comparten características comunes con los metales. Ellos no conducen calor o electricidad

y tienen bajas densidades. Los no metales sólidos también se rompen fácilmente, y no se pueden convertir en cables o láminas.

Lista de los no metales

Los no metales son carbono, fósforo, selenio, yodo, nitrógeno, azufre, bromo, oxígeno, flúor, cloro, hidrógeno, helio, neón, argón, kriptón, xenón y radón.

Características de los metaloides

Los metaloides están entre los metales y no metales en la tabla periódica, ya que comparten algunas de las propiedades de cada uno. Son sólidos, y se puede hacer en los alambres y láminas, pero no conducen la electricidad y calor, así como los metales.

Lista de metaloides

Los metaloides son boro, silicio, arsénico, antimonio, telurio, astato y germanio.

2.8. COMPOSICIÓN DEL AIRE

Los filósofos griegos (A.C) tuvieron distintas ideas para explicar el significado del aire. Según Anaxímenes, el aire era el principio de todas las cosas, para Empédocles era uno de los cuatro elementos primordiales junto con el agua, el fuego y la tierra. Pero sólo fue hasta mediados del siglo XVII que Lavoisier junto con otros científicos demostró que el aire era una mezcla de varios elementos. El aire es un componente natural esencial para el desarrollo de la vida en la tierra, sin él, nuestro planeta estaría muerto y no podrían existir las plantas, los animales ni los seres humanos.

¿Qué es el aire?

El aire es una mezcla gaseosa que forma la atmósfera de la tierra. El aire se encuentra presente en todas partes, no se puede ver, oler, ni oír. Conozcamos sus propiedades físicas y químicas.

Propiedades Físicas

- Es de menor peso que el agua.
- Es de menor densidad que el agua.
- No tiene volumen definido.
- No existe en el vacío.
- Es un fluido transparente, incoloro, inodoro e insípido.
- Es un buen aislante térmico y eléctrico.
- Un (1) litro de aire pesa 1,29 gramos, en condiciones normales.

Propiedades Químicas

- Reacciona con la temperatura, condensándose en hielo a bajas temperaturas y produce corrientes de aire.
- Está compuesto por varios elementos básicos para la vida.

Componentes del aire

Los componentes del aire pueden dividirse en constantes y variables. **Los componentes constantes** del aire son alrededor de 78% de nitrógeno, 21% de oxígeno y el 1% restante se compone de gases como el dióxido de carbono, argón, neón, helio, hidrógeno, otros gases y vapor de agua.

Los componentes variables son los demás gases y vapores característicos del aire de un lugar determinado, como por ejemplo, los óxidos de nitrógeno provenientes de las descargas eléctricas durante las tormentas o el óxido de carbono que viene de los escapes de los motores. El aire puro y limpio, forma una capa de aproximadamente 500.000 millones de toneladas que rodea la tierra. La composición del aire puro se muestra en la Tabla 5. A medida que se aleja y aumenta la distancia de la superficie de la tierra, la densidad del aire va disminuyendo y su composición varía en las capas altas debido a las constantes mezclas producidas por las corrientes de aire.

La composición del aire puro

Componentes	Símbolo químico	Concentración aproximada
Nitrógeno	N	78.03 %
Oxígeno	O	20.99 %
Dióxido de carbono	CO ₂	0.03 %
Argón	Ar	0.94 %
Neón	Ne	0.00123 %
Helio	He	0.0004 %
Criptón	Kr	0.00005 %
Xenón	Xe	0.000006 %
Hidrogeno	H	0.01 %
Metano	CH ₄	0.0002 %
Oxígeno nitroso	N ₂ O	0.00005 %
Vapor de agua	H ₂ O	Variable
Ozono	O ₃	Variable
Partículas		Variable

¿Por qué es importante el aire?

El aire es muy importante para la vida en el planeta porque:

- Proporciona el oxígeno indispensable para que podamos respirar.
- El dióxido de carbono es la base de la fotosíntesis vegetal.

- El ozono sirve para filtrar la mayor parte de los rayos ultravioletas provenientes del sol.
- El argón se utiliza para llenar el interior de casi todas las clases de bombillos.
- El neón se utiliza en los tubos fluorescentes y anuncios luminosos.
- El helio es muy ligero, con él se inflan globos y se utiliza en diversos trabajos e investigaciones.

Es importante evitar la contaminación del aire, porque la contaminación altera los elementos que lo componen, afectando la vida, sin el aire sería imposible la vida como la conocemos. Debemos aprovechar los fines de semana o alguna ocasión especial con los compañeros de la escuela para organizar paseos o excursiones al aire libre que nos permitan disfrutar del aire puro y apreciar su importancia.

Recuerda: El aire es muy importante para la vida y debe aprovecharse de manera sana. Es una mezcla de gases que tiene propiedades físicas y químicas. Sus componentes principales son nitrógeno, oxígeno y otros elementos.

Contaminación del aire

Se entiende por contaminación cualquier alteración de las condiciones naturales de un ambiente determinado. De esta manera se pueden identificar distintos tipos de contaminación: del agua, del aire, acústica y visual. La contaminación del aire es cualquier alteración de su composición natural, por la presencia en la atmósfera de compuestos que tienen efectos adversos sobre el ser humano y sus bienes materiales, así como también sobre los animales y las plantas.

¿Cómo se contamina el aire?

El aire que se respira se contamina cuando se introducen sustancias distintas a su composición natural, o bien, cuando se modifican las cantidades de sus componentes naturales. En sentido amplio, la contaminación del aire puede ser producto de factores naturales como emisiones de gases y cenizas volcánicas, el humo de incendios no provocados, el polvo y el polen y esporas de plantas, hongos y bacterias.

Sin embargo, la contaminación derivada de las actividades del ser humano, llamada contaminación antropogénica, es la que representa el riesgo más grave para la estabilidad de la biosfera en general.



Figura 6. Contaminaciones por las actividades humanas

Fuente: Recopilado de la web

Esta contaminación es provocada por diversas causas, pero el mayor índice se debe a las actividades industriales, comerciales, domésticas, agropecuarias y a los motores de los vehículos, por el impacto que tienen las sustancias que arrojan a la atmósfera. Los vehículos motorizados, por ejemplo, contaminan con

monóxido de carbono, dióxido de azufre, ozono y partículas suspendidas de plomo.

En toda ciudad industrializada, se pueden identificar distintos contaminantes, pero predominan los productos derivados del petróleo, los motores de distintas industrias así como los de vehículos, realizan la combustión,



Figura 7. Contaminación por las industrias

Fuente: Recopilado de la web

Condiciones geográficas y urbanísticas que propician la contaminación

Existen diversas condiciones que facilitan la contaminación atmosférica. Hay condiciones geográficas, como la altitud y los accidentes geográficos. Por ejemplo, en ciudades como Caracas o Santiago de Chile, por estar ubicadas en valles rodeadas de montañas, se facilita la acumulación y concentración de contaminantes en el aire.

Pero también existen condiciones urbanísticas, como la distribución y cantidad de calles, industrias, jardines y parques. En ciudades cuyo crecimiento no ha sido planificado, las zonas industriales se rodean cada vez más de conjuntos residenciales o habitacionales, esto provoca un efecto de contaminación directa a las personas que residen en estos lugares.

Consecuencias de la contaminación del aire

En las personas: a nivel pulmonar como el asma, el enfisema, el cáncer pulmonar, la bronquitis. A nivel de la piel, manchas, cáncer en la piel, afecciones en las mucosas de la nariz, irritaciones en los ojos, conjuntivitis, además agrava las afecciones cardiovasculares, entre otras enfermedades.

En los materiales: deterioro en los materiales que se utilizan en las construcciones y otras superficies.

En las plantas: altera el proceso de la fotosíntesis.

Problemas ambientales: entre los problemas más dramáticos se tienen el smog de las grandes ciudades, cambios de clima a escala global y regional, el efecto invernadero, la lluvia ácida y la disminución de la capa de ozono.

El smog

En grandes ciudades como México, Nueva York, Santiago de Chile y otras, se puede observar una nube gris en el cielo que cubre generalmente toda la ciudad, a esta nube se le llama "smog" y se forma por la acumulación de agentes contaminantes en la atmósfera. Entre estos agentes contaminantes están:



Figura 8. El smog

Fuente: Recopilado de la web

- Monóxido de carbono, expulsado por los vehículos.
- Óxido de azufre, expulsado por las chimeneas de las fábricas.
- Carbón, polvo negro que se forma por la quema incompleta de la gasolina y otros productos derivados del petróleo.

El efecto invernadero

Los invernaderos son cálidos porque el vidrio permite la entrada de la luz solar, pero a su vez impide que salga el aire caliente. Lo mismo sucede con la tierra, el dióxido de carbono y otros gases de la atmósfera, permiten el paso de los rayos solares, pero impiden que la mayor parte del calor de la tierra escape hacia el espacio. A este fenómeno se le llama Efecto Invernadero Natural. Si no existiera este efecto, la tierra sería demasiado fría para ser habitable. Pero, si el efecto invernadero se incrementa por la intervención humana, se produce el calentamiento.

El Panel Internacional para los Cambios Climáticos (IPCC), organismo científico establecido para coordinar y evaluar las investigaciones climáticas, ha señalado que la acumulación de gases por el efecto invernadero ya ha producido un cambio en el clima actual. La concentración de dióxido de carbono se ha incrementado en 6,25 millardos de toneladas y la temperatura aumentó 0,6°C en el siglo XX. Además, el calentamiento empieza a notarse por el aumento e intensidad de fenómenos extremos como incendios, inundaciones y huracanes.

Dado que los gases del efecto invernadero permanecen en el aire durante largos períodos y los océanos almacenan una gran cantidad de calor, el calentamiento del planeta continuará y permanecerá irreversible durante siglos, aun después de que se detenga la acumulación.



Figura 9. El efecto invernadero

Fuente: Recopilado de la web

Desafortunadamente, el cambio en el clima implica mucho más que un aumento gradual de temperatura: es probable que las lluvias y las nevadas, el viento y las corrientes marinas, los niveles de evaporación, el flujo de agua en ríos y lagos y otros aspectos del clima también experimenten cambios considerables. Si ocurren estos cambios entonces:

Entre un tercio y la mitad de los casquetes polares se fundirían.

La precipitación global aumentará entre 3 y 15%.

Serían muchos los lugares que se inundarían.

La única manera de evitar estos riesgos consiste en estabilizar las concentraciones de gases que contribuyen al efecto de invernadero. Dicha estabilización implica la reducción de la emisión de gases de un 50 a un 60% durante el siglo actual. Esta es una tarea difícil por cuanto implica la utilización de gas natural, combustibles de bajo contenido de carbono y fuentes de energía hidroeléctrica, solar y nuclear. Además, tendrían que rediseñarse los edificios, los sistemas de transporte y los procesos industriales con el objeto de utilizar la energía de manera más eficiente.

La lluvia ácida

El dióxido de azufre y los óxidos de nitrógeno son los principales contaminantes responsables de la lluvia ácida. Parte de estos compuestos caen directamente sobre la superficie de las plantas, suelos y edificaciones, constituyendo lo que se conoce como "deposición seca".

Por otra parte, el vapor de agua atmosférico transforma los compuestos de azufre y nitrógeno en ácidos sulfúrico y nítrico respectivamente, los cuales son depositados como lluvia, nieve o granizo. Esto es lo que se conoce como "deposición húmeda" o "lluvia ácida".

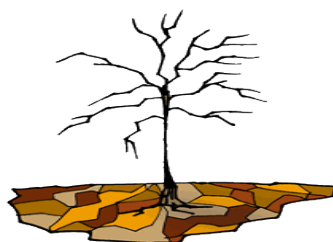


Figura 10. El efecto de lluvias ácidas

Fuente: Recopilado de la web

El fenómeno de la lluvia ácida ha traído graves daños a los bosques de Europa, Canadá y Estados Unidos. Ha perturbado el equilibrio biótico ([link con biótico](#)) en ríos y lagos europeos, también ha puesto en peligro la vida silvestre y deteriorado monumentos históricos importantes.

Disminución de la capa de ozono

La capa de ozono de la atmósfera es una especie de sombrilla o escudo que protege la superficie del planeta contra la radiación ultravioleta, la cual deteriora la biosfera.

Los clorofluorocarbonos son los compuestos implicados directamente en la destrucción de la capa de ozono y están presentes en las bombas de spray como desodorantes, lacas, ambientadores y aerosoles en general.

Con la contaminación del aire, la capa de ozono va desapareciendo progresivamente, desaparición que no se ve ni se oye, pero se va sintiendo en el medio ambiente.

La disminución de la capa de ozono, tiene como resultado la penetración de grandes cantidades de rayos ultravioleta que provocan una fuerte radiación nociva para personas, fauna silvestre, vegetación y organismos acuáticos. De acuerdo con los especialistas, esta capa disminuye cada año en un 0,3%, de mantenerse esta tendencia, en unos sesenta años, la humanidad se verá al borde de una catástrofe ecológica. A pesar del peligro que se cierne sobre la tierra, las investigaciones no tienen el alcance que debieran, ni la suficiente colaboración internacional para lograr la permanencia de la vida en la tierra.

Recuerda:

1. La contaminación del aire se refiere a cualquier alteración de su composición natural.
2. La contaminación del aire puede ser producto de factores naturales o producto de las actividades del ser humano inconsciente.
3. La contaminación del aire trae consecuencias para los seres humanos, animales, plantas, materiales y problemas ambientales como: el smog, efecto invernadero, lluvia ácida y disminución de la capa de ozono.
4. Los automóviles son grandes contaminantes del aire. Pero esta contaminación la podemos disminuir cuando tomamos medidas.

ESCALA DE MEDICIÓN

En el caso de técnicas que cuantifican los datos de una variable se dispone de la escala de cuantificadores que se muestra a continuación:



Figura 11. La escala de cuantificadores

Fuente: Recopilado de la web

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 POBLACIÓN

La población estuvo constituida por 18027 estudiantes de la Universidad Nacional del Altiplano – PUNO en diciembre del 2017.

3.2 MUESTRA

La investigación fue realizada en una muestra aleatoria simple para proporciones determinada de la población bajo investigación. El proceso que se siguió para determinar el tamaño de muestra fue el siguiente:

- i) Se calculó un primer tamaño de muestra con la fórmula:

$$n_0 = \frac{PQZ_{1-\alpha/2}^2}{d^2}$$

Como la fórmula considera conocer la proporción de casos de la variable de interés P , se seleccionó una muestra piloto de 20 estudiantes con el fin de estimarla. El valor que resultó de la muestra piloto fue de $P = 0.5 = 1/2$, es decir, de cada dos uno conocía de metales pesados. Se asumió una confianza del 95% cuyo valor normal es de 1.96 y un error de estimación del 10 %. Reemplazando se obtuvo:

$$n_0 = \frac{(0.5)(0.5)(1.96^2)}{0.1^2} = 96.04$$

- ii) A fin de determinar el tamaño de muestra definitivo, se calculó la fracción de muestreo f con la fórmula $f = \frac{n_0}{N}$ la cual debe ser

menor del 5% para aceptar a n_0 como tamaño de muestra definitivo.

Reemplazando se obtuvo:

$$f = \frac{96.04}{18027} = 0.00532756 \quad \text{La cual es menor del 5\%, por tanto, el}$$

tamaño de muestra definitivo, fue de 96 estudiantes que deberían ser investigados.

3.3 TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Se utilizó la técnica de la encuesta por muestreo.

3.4 INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

Como instrumento de recolección de datos se utilizó el cuestionario. A fin de que sea válido y confiable, fue estructurado luego de tres pruebas en los encuestados, con preguntas cerradas que fueron confrontadas con respuestas para validarlas. (Ver anexo 1)

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ESTADÍSTICAS SOBRE EL CONOCIMIENTO DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE

Las estadísticas que reportaron las preguntas, en la aplicación del cuestionario a la muestra son:

P1. Sabe Ud., ¿de qué elementos químicos está compuesto el aire que respiramos?

Tabla 1. Fracción de estudiantes según el número de elementos químicos de la composición del aire que conocen

P1	Frecuencia	hi	Pi
Sé poco	33	0.34	7/20
Sé más o menos	49	0.51	5/10
Sé bastante	14	0.15	3/20
Total	96	1.00	

Fuente: Base de Datos (Anexo 3)

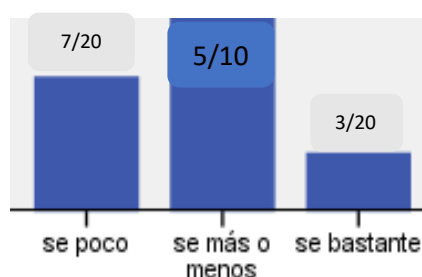


Figura 12. Fracción de estudiantes según el número de elementos químicos de la composición de aire que conocen

Fuente: Base de Datos (Anexo 3)

Tal como se observa en la Tabla 1 y en el Figura 12, la estadística de la primera pregunta deriva las siguientes interpretaciones en cifras probabilísticas hacia la población estudiantil indicando que:

De cada veinte estudiantes siete indicaron que conocen poco de los elementos químicos del aire; de cada diez cinco indicaron que conoce más o menos elementos químicos y de cada veinte tres indicará que conoce bastantes elementos químicos. Como conclusión a esta pregunta y sobre la base de las respuestas anotadas en los cuestionarios se puede inferir a la población que aproximadamente, de cada diez personas siete indicarán conocer el Oxígeno, el Nitrógeno e Hidrógeno que son los componentes del aire puro. ($0.51 + 0.15 = 0.66 = 7/10$). No se puede decidir si es una fracción baja o alta por no tener un estándar de comparación.

P2. Sabe Ud. ¿de qué elementos tóxicos está contaminado el aire que respiramos y que son dañinos para nuestra salud?

Tabla 2. Fracción de estudiantes con conocimiento de qué elementos tóxicos está contaminado el aire

P2	Frecuencia	hi	Pi
No sé nada	10	0.10	1/10
Sé poco	49	0.51	1/2
Sé más o menos	35	0.36	1/5
Sé bastante	02	0.02	1/50
Total	96	1.00	

Fuente: Base de Datos (Anexo 3)

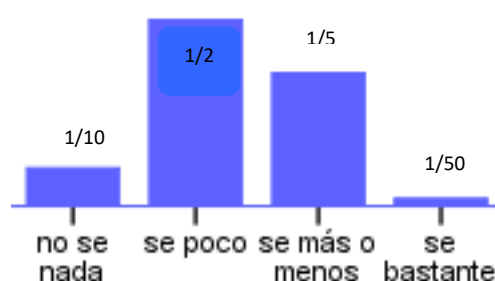


Figura 13. Fracción de estudiantes con conocimiento de qué elementos tóxicos está contaminado el aire.

Fuente: Base de Datos (Anexo 3)

Estadísticas de la segunda pregunta (Tabla 2 y el Figura 13), se inferencia a la población dando las siguientes interpretaciones en cifras probabilísticas:

De cada diez estudiantes que se encuesten respecto de si conocen cuáles son los elementos tóxicos de que está contaminado el aire uno de ellos respondió que no conocen nada; de cada dos uno indicó que conoce poco de elementos tóxicos del aire; de cada cinco uno indicó que conoce más o menos elementos tóxicos y de cada cincuenta uno indicó que conoce bastantes elementos químicos. Como conclusión a esta pregunta y sobre la base de las respuestas anotadas en los cuestionarios se puede inferir a la población que aproximadamente, de cada ocho estudiantes siete indicaron conocer que el Monóxido de Carbono y el Carbón son los elementos tóxicos del aire ($0.51 + 0.36 = 0.87 = 7/8$) No se puede decidir si es una fracción baja o alta por no tener un estándar de comparación.

P3. Sabe Ud. ¿qué fuentes contaminan el aire que respiramos?

Tabla 3. Fracción de estudiantes con conocimiento *de las fuentes que contaminan*

P3	Frecuencia	hi	pi
No sé nada	7	0.07	1/10
Sé poco	39	0.41	2/5
Sé más o menos	42	0.44	2/5
Sé bastante	8	0.08	1/10
Total	96	1.00	

Fuente: Base de Datos (Anexo 3)

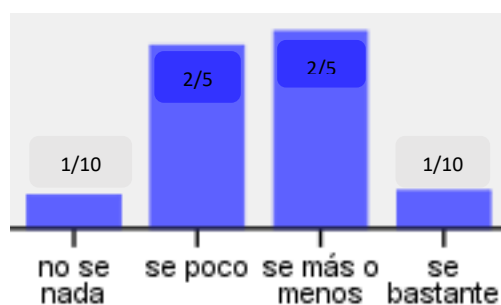


Figura 14. Fracción de estudiantes con conocimiento de las fuentes que contaminan

Fuente: Base de Datos (Anexo 3)

La estadística de la tercera pregunta (Tabla 3 y Figura 14), la estadística de la tercera pregunta infiere a la población las siguientes interpretaciones en cifras probabilísticas:

De cada diez estudiantes que se encuesten respecto de si conocen cuáles son las fuentes que contaminan el aire una de ellas respondió que no conoce de ninguna; de cada cinco dos indicaron que conocen pocos fuentes de contaminación del aire; de cada cinco dos indicaron que conocen fuentes y de cada diez una indicó que conoce bastante. Como conclusión a esta pregunta y sobre la base de las respuestas anotadas en los cuestionarios se puede inferir a la población que aproximadamente, de cada siete personas seis indicarán conocer que las fuentes de contaminación del aire, la basura y los pesticidas son las fuentes de contaminación del aire ($0.41 + 0.44 = 0.85 = 6/7$). No se puede decidir si es una fracción baja o alta por no tener un estándar de comparación.

P4. Sabe Ud. ¿qué enfermedades puede ocasionar el aire contaminado?

Tabla 4. Fracción de estudiantes con conocimiento sobre enfermedades que ocasionan el aire contaminado

P4	Frecuencia	hi	Pi
No sé nada	15	0.15	1/5
Sé poco	37	0.39	2/5
Sé más o menos	39	0.41	2/5
Sé bastante	5	0.05	1/10
Total	96	1.00	

Fuente: Base de Datos (Anexo 3)

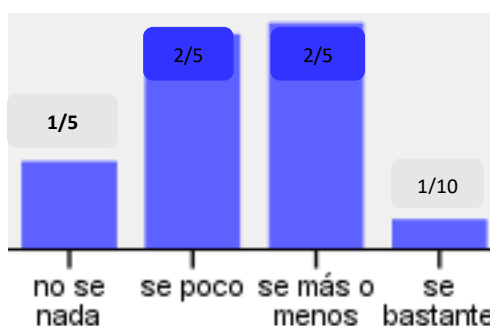


Figura 15. Fracción de estudiantes con conocimiento sobre enfermedades que ocasionan el aire contaminado

Fuente: Base de Datos (Anexo 3)

La estadística de la cuarta pregunta (Tabla 4 y Figura 15) infiere a la población las siguientes interpretaciones en cifras probabilísticas:

De cada cinco estudiantes que se encuesten respecto de si conocen cuáles son las enfermedades que pueden ocasionar el aire contaminado una de ellas respondió que no conoce de ninguna; de cada cinco dos indicaron que conoce poco; de cada cinco dos indicaron que conoce más o menos y de cada diez una indicó que conoce bastante enfermedades. Como conclusión a esta pregunta y sobre la base de las respuestas anotadas en los cuestionarios se puede inferir a la población que aproximadamente, de cada ocho estudiantes siete indicaron conocer que las enfermedades que puede ocasionar el aire contaminado son:

enfermedades oculares, enfermedades a las vías respiratorias, enfermedades a la piel y enfermedades gastrointestinales ($0.39 + 0.49 = 0.88 = 7/8$). No se puede decidir si es una fracción baja o alta por no tener un estándar de comparación.

P5. Las carnes que ingerimos pueden estar contaminadas con elementos tóxicos, sabe Ud. ¿cuáles son estos elementos tóxicos?

Tabla 5. Fracción de estudiantes con conocimiento de elementos tóxicos en la carne

P5	Frecuencia	hi	Pi
No sé nada	34	0.35	2/5
Sé poco	38	0.40	2/5
Sé más o menos	19	0.20	1/5
Sé bastante	5	0.05	1/10
Total	96	1.00	

Fuente: Base de Datos (Anexo 3)



Figura 16. Fracción de estudiantes con conocimiento de elementos tóxicos en la carne

Fuente: Base de Datos (Anexo 3)

La estadística de la quinta pregunta (Tabla 5 y Figura 16) infiere a la población las siguientes interpretaciones en cifras probabilísticas:

De cada cinco estudiantes que se encuesten respecto de si conocen que las carnes que ingerimos pueden estar contaminadas con elementos tóxicos del aire dos de ellas respondieron que no conoce de ninguna; de cada cinco dos

indicaron que conoce poco; de cada cinco una indicó que conocen más o menos y de cada diez una indicó que conoce bastantes elementos tóxicos. Como conclusión a esta pregunta y sobre la base de las respuestas anotadas en los cuestionarios se puede inferir a la población que aproximadamente, de cada cinco personas tres indicaron conocer que los elementos tóxicos de que podrían estar contaminadas las carnes que ingerimos son por mercurio a causa de la minería y por bacterias, parásitos y lombrices, etc. a causa de la basura que contaminan los pastos de que se alimentan los peces, ganado vacuno y ovino ($0.40 + 0.20 = 0.60 = 3/5$). No se puede decidir si es una fracción baja o alta por no tener un estándar de comparación.

P6. Los vegetales que ingerimos pueden estar contaminados con elementos tóxicos, sabe Ud. ¿cuáles son estos elementos tóxicos?

Tabla 6. Fracción de estudiantes con conocimiento de los vegetales contaminados

P6	Frecuencia	hi	Pi
No sé nada	38	0.40	2/5
Sé poco	32	0.33	3/10
Sé más o menos	24	0.25	1/4
Sé bastante	2	0.20	1/5
Total	96	1.00	

Fuente: Base de Datos (Anexo 3)



Figura 17. Fracción de estudiantes con conocimiento de los vegetales contaminados

Fuente: Base de Datos (Anexo3)

La estadística de la sexta pregunta (Tabla 6 y Figura 17) infiere a la población las siguientes interpretaciones en cifras probabilísticas:

De cada cinco estudiantes que se encuesten respecto de que si conocen que los vegetales que ingerimos pueden estar contaminadas con elementos tóxicos del aire dos de ellas respondieron que no conoce de ninguna; de cada diez tres indicaron que conoce pocos elementos tóxicos; de cada cuatro una indicó que conoce más o menos y de cada cinco una indicó que conoce bastantes elementos tóxicos. Como conclusión a esta pregunta y sobre la base de las respuestas anotadas en los cuestionarios se puede inferir a la población que aproximadamente, de cada siete estudiantes cuatro indicaron conocer que los elementos tóxicos de que podrían estar contaminados los vegetales que ingerimos son por el dióxido de azufre (SO_2) y el smog (niebla tóxica) ($0.33 + 0.25 = 0.58 = 4/7$). No se puede decidir si es una fracción baja o alta por no tener un estándar de comparación.

ESTADÍSTICAS SOBRE EL CONOCIMIENTO DE LOS METALES PESADOS

P7. El aire que respiramos contiene metales y nosotros los aspiramos con la respiración, sabe Ud. ¿cuáles son estos metales?

Tabla 7. Fracción de estudiantes con conocimiento de que el aire contiene MP

P7	Frecuencia	hi	Pi
No sé nada	39	0.41	2/5
Sé poco	34	0.35	7/20
Sé más o menos	22	0.23	1/5
Sé bastante	1	0.01	1/100
Total	96	1.00	

Fuente: Base de Datos (Anexo 3)



Figura 18. Fracción de estudiantes con conocimiento de que el aire contiene MP

Fuente: Base de Datos (Anexo 3)

La estadística de la séptima pregunta (Tabla 7 y Figura 18) infiere a la población las siguientes interpretaciones en cifras probabilísticas:

De cada cinco estudiantes que se encuesten respecto de que si conocen que el aire contiene metales dos de ellas respondieron que no conocen de ninguno; de cada veinte siete indicaron que conoce pocos metales; de cada cinco uno indicó que conoce de tres a cuatro y de cada cien una indicó que conoce bastantes metales. Como conclusión a esta pregunta y sobre la base de las respuestas anotadas en los cuestionarios se puede inferir a la población que aproximadamente, de cada siete estudiantes cuatro indicaron conocer que el

aire contiene mercurio, cadmio, níquel y litio ($0.35 + 0.23 = 58 = 4/7$). No se puede decidir si es una fracción baja o alta por no tener un estándar de comparación.

P8. Nuestro cuerpo es una composición de elementos químicos, sabe Ud. ¿Cuáles son estos elementos químicos?

Tabla 8. Fracción de estudiantes con conocimiento de la composición química de nuestro cuerpo

P8	Frecuencia	hi	Pi
No sé nada	47	0.49	1/2
Sé poco	27	0.28	7/25
Sé más o menos	20	0.21	1/5
Sé bastante	2	0.02	1/50
Total	96	1.00	

Fuente: Base de Datos (Anexo 3)



Figura 19. Fracción de estudiantes con conocimiento de la composición química de nuestro cuerpo

Fuente: Base de Datos (Anexo 3)

La estadística de la octava pregunta (Tabla 8 y Figura 19) infiere a la población las siguientes interpretaciones en cifras probabilísticas:

De cada dos estudiantes que se encuesten respecto de que si conocen de los elementos químicos que componen nuestro cuerpo una de ellas respondió que no conoce de ninguno; de cada veinte y cinco siete indicaron que conoce pocos elementos químicos; de cada cinco uno indicó que conoce más o menos y de

cada cincuenta una indicó que conocen bastantes elementos químicos. Como conclusión a esta pregunta y sobre la base de las respuestas anotadas en los cuestionarios se puede inferir a la población que aproximadamente, de cada dos estudiantes uno indicó conocer que nuestro cuerpo está formado de oxígeno, nitrógeno, hidrógeno, calcio y carbono ($0.28 + 0.21 = 0.49 = 1/2$). No se puede decidir si es una fracción baja o alta por no tener un estándar de comparación.

P9. Nuestro cuerpo contiene metales donde alguno de ellos son necesarios para nuestra salud y otros nos contaminan, sabe Ud. ¿Cuáles son los que nos contaminan?

Tabla 9. . Fracción de estudiantes con conocimiento de que nuestro cuerpo contiene MP

P9	Frecuencia	hi	pi
No sé nada	47	0.49	1/2
Sé poco	27	0.28	3/10
Sé más o menos	20	0.21	1/5
Sé bastante	2	0.02	1/50
Total	96	1.00	

Fuente: Base de Datos (Anexo 3)



Figura 20. Fracción de estudiantes con conocimiento de que nuestro cuerpo contiene MP

Fuente: Base de Datos (Anexo 3)

La estadística de la novena pregunta (Tabla 9 y Figura 20) infiere a la población las siguientes interpretaciones en cifras probabilísticas:

De cada dos estudiantes que se encuesten respecto de que si conocen que metales nos contaminan una de ellas respondió que no conocen de ninguno; de cada diez tres indicaron que conoce pocos metales; de cada cinco una indicó que conoce más o menos y de cada cincuenta uno indicó que conoce bastantes elementos químicos. Como conclusión a esta pregunta y sobre la base de las respuestas anotadas en los cuestionarios se puede inferir a la población que aproximadamente, de cada dos personas una indicó conocer que nuestro cuerpo puede contaminarse con los metales mercurio, plomo, aluminio, arsénico ($0.28 + 0.21 = 0.49 = 1/2$). No se puede decidir si es una fracción baja o alta por no tener un estándar de comparación.

P10. Sabe Ud. ¿Cuáles son los metales pesados?

Tabla 10. Fracción de estudiantes con conocimiento de cuáles son los metales pesados

P10	Frecuencia	hi	Pi
No sé nada	47	0.49	1/2
Sé poco	19	0.20	1/5
Sé más o menos	19	0.20	1/5
Sé bastante	11	0.11	3/25
Total	96	1.00	

Fuente: Base de Datos (Anexo 3)

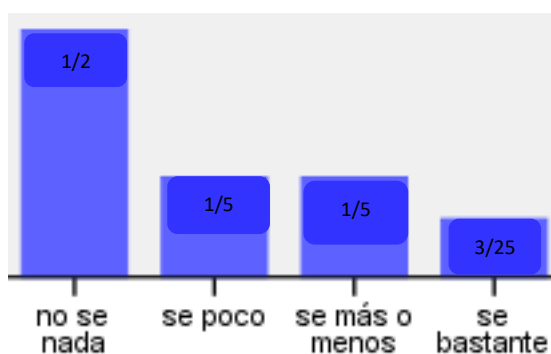


Figura 21. Fracción de estudiantes con conocimiento de cuáles son los metales pesados

Fuente: Base de Datos (Anexo 3)

La estadística de la décima pregunta (Tabla 10 y Figura 21) infiere a la población las siguientes interpretaciones en cifras probabilísticas:

De cada dos estudiantes que se encuesten respecto de que si conocen cuáles son los metales pesados una de ellas respondieron que no conocen de ninguno; de cada cinco una indicó que conoce pocos metales; de cada cinco una indicó que conoce más o menos y de cada diez una indicó que conoce bastantes metales pesados. Como conclusión a esta pregunta y sobre la base de las respuestas anotadas en los cuestionarios se puede inferir a la población que aproximadamente, de cada cinco estudiantes dos indicaron conocer los metales pesados el mercurio, el arsénico, el plomo, el zinc, el cobre, el cromo ($0.20 + 0.20 = 0.40 = 2/5$). No se puede decidir si es una fracción baja o alta por no tener un estándar de comparación.

P11. Sabe Ud. ¿Cuáles son las principales fuentes de contaminación de los metales pesados?

Tabla 11. Fracción de estudiantes con conocimiento de la contaminación con MP

P11	Frecuencia	hi	Pi
No sé nada	52	0.54	1/2
Sé poco	20	0.20	1/5
Sé más o menos	19	0.20	1/5
Sé bastante	5	0.02	1/50
Total	96	1.00	

Fuente: Base de Datos (Anexo 3)



Figura 22. Fracción de estudiantes con conocimiento de la contaminación con MP

Fuente: Base de Datos (Anexo 3)

La estadística de la onceava pregunta (Tabla 11 y Figura 22) infiere a la población las siguientes interpretaciones en cifras probabilísticas:

De cada dos personas que se encuesten respecto de que si conocen cuáles son las fuentes de los metales pesados una de ellas respondió que no conoce de ninguna; de cada cinco una indicó que conoce pocas fuentes; de cada dos uno indicó que conoce más o menos y de cada cincuenta uno indicó que conoce de bastantes metales pesados. Como conclusión a esta pregunta y sobre la base de las respuestas anotadas en los cuestionarios se puede inferir a la población que aproximadamente, de cada cinco personas dos indicaron conocer las

fuentes de los metales pesados como son los ríos, la basura, el aire, los focos, los tubos de los televisores y los termómetros ($0.20 + 0.20 = 0.40 = 2/5$). No se puede decidir si es una fracción baja o alta por no tener un estándar de comparación.

P12. Estudios indican que los metales pesados pueden estar contenidos en nuestros alimentos, animales, vegetales y minerales, ¿sabe Ud. Cuales?

Tabla 12. Fracción de estudiantes con conocimiento de los MP que pueden estar en los alimentos

P12	Frecuencia	hi	Pi
No sé nada	62	0.64	6/10
Sé poco	15	0.16	1/5
Sé más o menos	14	0.15	3/20
Sé bastante	5	0.05	1/20
Total	96	1.00	

Fuente: Base de Datos (Anexo 3)



Figura 23. Fracción de estudiantes con conocimiento de los MP que pueden estar en los alimentos

Fuente: Base de Datos (Anexo 3)

La estadística de la doceava pregunta (Tabla 12 y Figura 23) infiere a la población las siguientes interpretaciones en cifras probabilísticas:

De cada diez estudiantes que se encuesten respecto de que si conocen que los metales pesados pueden estar contenidos en los alimentos seis de ellas

respondieron que no conoce de ninguno; de cada cinco uno indicó que conoce pocos metales; de cada veinte uno indicó que conoce más o menos y de cada veinte uno indicó que conoce bastantes metales pesados que pueden estar contenidos en los alimentos. Como conclusión a esta pregunta y sobre la base de las respuestas anotadas en los cuestionarios se puede inferir a la población que aproximadamente, de cada tres estudiantes uno indicó conocer que el mercurio, el plomo y el arsénico pueden estar contenidos en los alimentos ($0.16 + 0.15 = 0.31 = 1/3$). No se puede decidir si es una fracción baja o alta por no tener un estándar de comparación.

P13. Estudios indican que los metales pesados pueden estar contenidos en el aire, ¿sabe Ud. Cuales?

Tabla 13. Fracción de estudiantes con conocimiento de los MP que pueden estar en el aire

P13	Frecuencia	hi	Pi
No sé nada	61	0.64	6/10
Sé poco	18	0.18	1/5
Sé más o menos	16	0.16	4/25
Sé bastante	1	0.01	1/100
Total	96	1.00	

Fuente: Base de Datos (Anexo3)

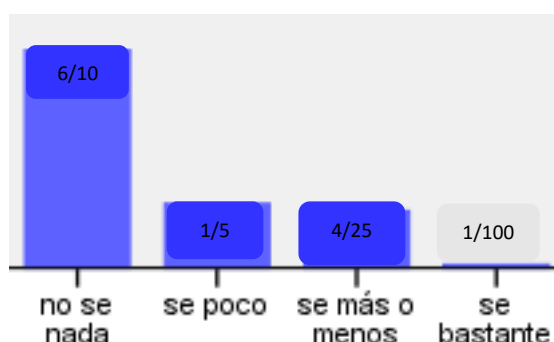


Figura 24. Fracción de estudiantes con conocimiento de los MP que pueden estar en el aire

Fuente: Base de Datos (Anexo 3)

La estadística de la treceava pregunta (Tabla 13 y Figura 24) infiere a la población las siguientes interpretaciones en cifras probabilísticas:

De cada diez estudiantes que se encuesten respecto de que si conocen que los metales pesados pueden estar contenidos en el aire seis de ellas respondieron que no conoce de ninguno; de cada cinco uno indicó que conoce pocos metales; de cada veinte y cinco cuatro indicaron que conoce más o menos y de cada cien uno indicó que conoce bastantes metales pesados que pueden estar contenidos en el aire. Como conclusión a esta pregunta y sobre la base de las respuestas anotadas en los cuestionarios se puede inferir a la población que aproximadamente, de cada tres estudiantes uno indicó conocer que en el aire está el mercurio, el plomo y el arsénico ($0.18 + 0.16 = 0.34 = 1/3$). No se puede decidir si es una fracción baja o alta por no tener un estándar de comparación.

P14. Los metales pesados son elementos dañinos para la salud, ¿sabe Ud. Cuales?

Tabla 14. Fracción de estudiantes con conocimiento de los MP que hacen daño a la salud

P14	Frecuencia	hi	Pi
No sé nada	55	0.57	3/5
Sé poco	21	0.22	2/10
Sé más o menos	17	0.18	1/5
Sé bastante	3	0.03	3/100
Total	96	1.00	

Fuente: Base de Datos (Anexo 3)

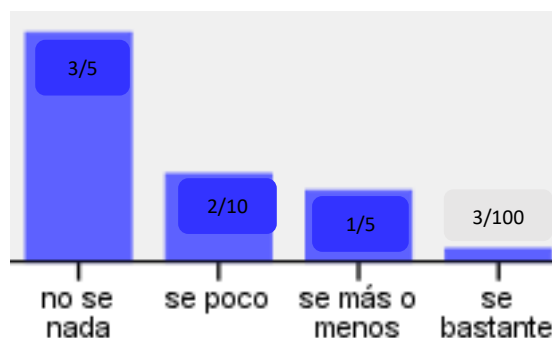


Figura 25. Fracción de estudiantes con conocimiento de los MP que hacen daño a la salud

Fuente: Base de Datos (Anexo 3)

La estadística de la catorceava pregunta (Tabla 14 y Figura 25) infiere a la población las siguientes interpretaciones en cifras probabilísticas:

De cada cinco personas que se encuesten respecto de que si conocen que los metales pesados pueden ser dañinos para la salud tres de ellas respondieron que no conoce de ninguno; de cada diez dos indicaron que conocen pocos metales pesados; de cada cinco uno indicó que conoce más o menos y de cada cien uno indicó que conoce bastantes metales pesados que pueden hacer daño a la salud. Como conclusión a esta pregunta y sobre la base de las respuestas anotadas en los cuestionarios se puede inferir a la población que

aproximadamente, de cada cinco personas dos indicaron conocer que en el aire está el mercurio, el plomo, el cromo y el arsénico ($0.22 + 0.18 = 0.40 = 2/5$). No se puede decidir si es una fracción baja o alta por no tener un estándar de comparación.

P15. Ciertos artículos que utilizamos en casa pueden contener metales pesados, ¿sabe Ud. Cuales?

Tabla 15. Fracción de estudiantes con conocimiento de los artículos en casa que pueden contener MP

P15	Frecuencia	hi	pi
No sé nada	58	0.60	3/5
Sé poco	18	0.19	2/10
Sé más o menos	15	0.17	1/10
Sé bastante	5	0.05	1/20
Total	96	1.00	

Fuente: Base de Datos (Anexo 3)

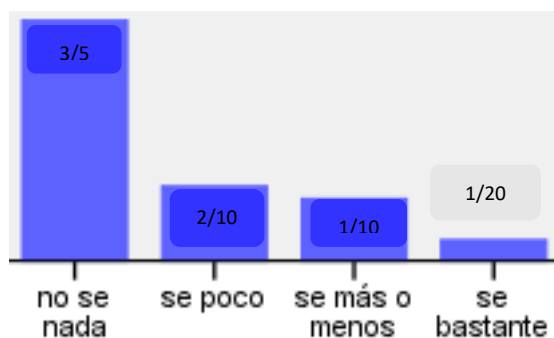


Figura 26. Fracción de estudiantes con conocimiento de qué los artículos en casa pueden contener MP

Fuente: Base de Datos (Anexo 3)

La estadística de la quinceava pregunta (Tabla 15 y Figura 26) infiere a la población las siguientes interpretaciones en cifras probabilísticas:

De cada cinco estudiantes que se encuesten respecto de que si conocen que artículos de casa pueden contener metales pesados tres de ellas respondieron

que no conoce de ninguno; de cada diez dos indicaron que conocen pocos artículos; de cada diez uno indicó que conoce más o menos y de cada veinte uno indicó que conoce bastantes artículos. Como conclusión a esta pregunta y sobre la base de las respuestas anotadas en los cuestionarios se puede inferir a la población que aproximadamente, de cada tres estudiantes uno indicó conocer que los artículos que contienen metales pesados son los focos, las ollas, el termómetro, los tubos de los televisores ($0.19 + 0.17 = 0.36 = 1/3$). No se puede decidir si es una fracción baja o alta por no tener un estándar de comparación.

P16. Indique si conoce ¿Qué metales pesados pueden tener la basura que desecharmos?

Tabla 16. Fracción de estudiantes con conocimiento de MP que puede tener la basura que desecharmos

P16	Frecuencia	hi	Pi
No sé nada	66	0.68	7/10
Sé poco	13	0.14	1/10
Sé más o menos	15	0.16	2/10
Sé bastante	2	0.02	2/100
Total	96	1.00	

Fuente: Base de Datos (Anexo 3)

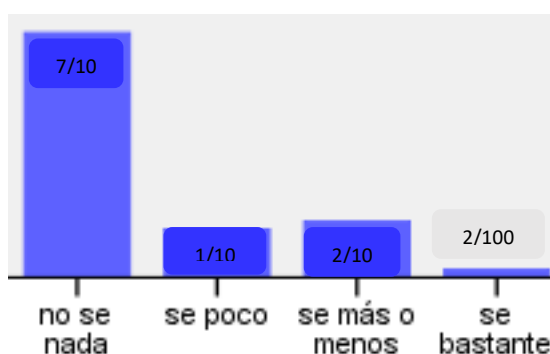


Figura 27. Fracción de estudiantes con conocimiento de MP que puede tener la basura que desecharmos

Fuente: Base de Datos (Anexo 3)

La estadística de la dieciseisava pregunta (Tabla 16 y Figura 27) infiere a la población las siguientes interpretaciones en cifras probabilísticas:

De cada diez estudiantes que se encuesten respecto de que si conocen que metales pesados pueden tener la basura siete de ellas respondieron que no conoce de ninguno; de cada diez uno indicó que conoce pocos artículos; de cada diez dos indicaron que conocen más o menos y de cada cien dos indicaron que conocen bastantes metales pesados. Como conclusión a esta pregunta y sobre la base de las respuestas anotadas en los cuestionarios se puede inferir a la población que aproximadamente, de cada siete estudiantes dos indicaron conocer que los artículos que la basura contiene los metales pesados mercurio, plomo, el cromo y el arsénico ($0.14 + 0.16 = 0.30 = 2/7$). No se puede decidir si es una fracción baja o alta por no tener un estándar de comparación.

P17. Indique si sabe ¿Cuáles son los problemas ambientales que trae consigo la contaminación del aire?

Tabla 17. Fracción de estudiantes con conocimiento de problemas ambientales con aire contaminado

P17	Frecuencia	Hi	Pi
No sé nada	53	0.55	3/5
Sé poco	15	0.16	4/25
Sé más o menos	25	0.26	3/10
Sé bastante	3	0.03	3/100
Total	96	1.00	

Fuente: Base de Datos (Anexo 3)

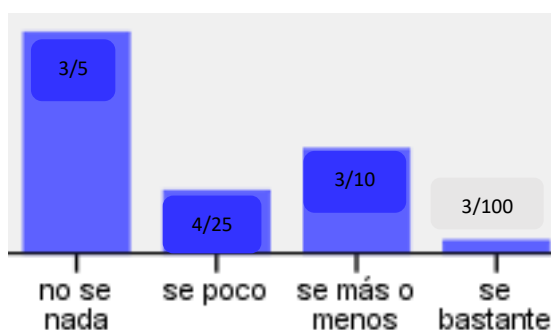


Figura 28. Fracción de estudiantes con conocimiento de problemas ambientales con aire contaminado

Fuente: Base de Datos (Anexo 3)

La estadística de la diecisieteava pregunta (Tabla 17 y Figura 28) infiere a la población las siguientes interpretaciones en cifras probabilísticas:

De cada cinco estudiantes que se encuesten respecto de que si conocen que problemas ambientales trae consigo la contaminación del aire tres de ellas respondieron que no conoce de ninguno; de cada veinte y cinco cuatro indicaron que conocen pocos problemas; de cada diez tres indicaron que conocen más o menos y de cada cien tres indicaron que conocen bastantes problemas ambientales. Como conclusión a esta pregunta y sobre la base de las respuestas anotadas en los cuestionarios se puede inferir a la población que aproximadamente, de cada dos estudiantes uno indicó conocer que los problemas ambientales que trae consigo la contaminación del aire son el smog, el cambio de clima, la lluvia ácida y la reducción de la capa de ozono ($0.16 + 0.26 = 0.46 = 1/2$). No se puede decidir si es una fracción baja o alta por no tener un estándar de comparación.

INTERPRETACIÓN DE LAS ESTADÍSTICAS SOBRE EL CONOCIMIENTO DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE

El resumen de las estadísticas de las preguntas de la encuesta proporciona los indicadores de la tabla:

Tabla 18. Interpretaciones estadísticas

Conoc.pregunta	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17
No sé nada	0/0	1/10	1/10	1/5	2/5	2/5	2/5	1/2	1/2	1/2	1/2	6/10	6/10	3/5	3/5	7/10	3/5
Se poco	7/20	1/2	2/5	2/5	2/5	3/10	7/20	7/25	3/10	1/5	1/5	1/5	1/5	2/10	9/50	1/10	4/25
Se mas o menos	5/10	1/5	2/5	2/5	1/5	1/4	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	3/20	4/25	1/5	4/25	2/10	3/10
Se bastante	3/20	1/5	1/10	1/10	1/10	1/5	1/10	1/5	1/5	3/20	1/5	1/2	1/10	3/10	1/2	2/10	3/10

Fuente: Base de Datos (Anexo 3)

Si se asume que todos los estudiantes deben tener el mínimo conocimiento de lo que ocurre con la contaminación del aire, entonces, para la opción **No sé de ninguno** debe obtenerse una fracción mínima por ejemplo de 1/100 la cual indica que de 100 personas una no debe tener conocimiento, controlando algunos factores intrínsecos que pueden influir en esta cifra. Se aprecia en la tabla que las cifras obtenidas para las 17 preguntas están muy por encima de la del ejemplo (1/100), indicando la falta de conocimiento respecto de muchos factores que contaminan en el aire. Si se continua interpretando las opciones Se de uno a dos, Se de tres a cuatro y Se de cinco a seis, en la reducción de la primera opción su cifra se irá repartiendo a los niveles siguientes a fin de elevar el conocimiento. Cuando se eleve al nivel Se de cinco a seis el conocimiento será suficiente para indicar un conocimiento de lo que ocurre con la contaminación del aire. La tabla indica que las fracciones obtenidas para las preguntas del

cuestionario refleja un bajo conocimiento de la contaminación, donde el valor óptimo debe ser **Se de cinco a seis** con una cifra por ejemplo la fracción de 95/100.

Los estadísticos que resumen las 17 preguntas del cuestionario respecto del conocimiento de la contaminación del aire se dan en la tabla siguiente:

Tabla 19. Resumen de estudiantes encuestados

Opciones de respuesta	Proporción	Li	Ls	Li	Ls
No sé nada	4/10	1/10	7/10	10%	70%
Sé poco	3/10	1/10	1/2	10%	50%
Sé más o menos	2/10	1/10	1/2	10%	50%
Sé bastante	3/50	1/100	1/5	1%	20%

Fuente: Base de Datos (Anexo 3)

La proporción de la pregunta **No sé de ninguno** es igual a 4/10, el de la pregunta **Se de una a dos** es de 3/10, el de la pregunta **Se de tres a cuatro es** de 2/10 y el de la pregunta **Se de cinco a seis** es de 3/50. Estas proporciones resumen respectivamente, el no tener nada de conocimiento, el tener poco o un mínimo conocimiento, el tener algo de conocimiento, el tener un moderado conocimiento. Estas proporciones generalizándolas a la población estudiantil, hacen referencia a que, en caso de encuestar a un número de estudiantes respecto del conocimiento sobre la contaminación del aire, de la manera como se contamina, de las fuentes de contaminación y de los metales pesados como elementos tóxicos que contaminan el aire y los alimentos animales y vegetales, un número promedio de ellas responderán la cantidad de conocimiento que tienen respecto de la contaminación del aire.

Por tanto, la proporción de la pregunta **No sé de ninguno** que es de 4/10 indicará que en caso de encuestar a un promedio de diez estudiantes cuatro de ellas en

promedio indicaron no tener ningún conocimiento cifra que fluctúa entre 1/10 y 7/10 (que representan el 10% y el 70% de estudiantes). El promedio de la pregunta **Sé poco** que es igual a 3/10 resume la información de que en caso de encuestar en promedio a diez estudiantes tres en promedio tendrán un mínimo de conocimiento cifra que fluctúa entre 1/10 y 1/2 (que representan el 10% y el 50% de estudiantes). El promedio de la pregunta **Sé más o menos** que es igual a 2/10 resume la información de que en caso de encuestar en promedio a diez estudiantes dos en promedio tendrá algo de conocimiento cifra que fluctúa entre 1/10 y 1/2 (que representan el 10% y el 50% de estudiantes). El promedio de la pregunta **Sé bastante** que es igual a 3/50 resume la información de que en caso de encuestar en promedio a cincuenta estudiantes tres en promedio tendrán un moderado conocimiento cifra que fluctúa entre 1/100 y 1/5 (que representan el 1% y el 20% de estudiantes).

CONCLUSIONES

La realización del presente trabajo de investigación, ha sido importante ya que nos ha permitido vislumbrar el conocimiento que los estudiantes tienen acerca de la contaminación del aire respecto de los elementos que lo contaminan. Siendo el factor humano la principal fuente de producción de contaminación del aire, el conocimiento de esta problemática es un indicador del nivel de conciencia que el humano tiene en la producción de esta contaminación. Al respecto se obtienen las siguientes conclusiones:

El resumen de las 17 preguntas del cuestionario pueden ser generalizadas a los estudiantes respecto del conocimiento sobre la contaminación del aire, de la manera como se contamina, de las fuentes de contaminación y de los metales pesados como elementos tóxicos que contaminan el aire y los alimentos animales y vegetales, un número promedio de ellas responderán la cantidad de conocimiento que tienen respecto de la contaminación del aire. La proporción de la pregunta **No sé de ninguno** que es de 4/10 indicará que en caso de encuestar a diez estudiantes cuatro de ellas indicarán no tener ningún conocimiento cifra que fluctúa entre 1/10 y 7/10 (que representan el 10% y el 70% de estudiantes). La proporción de la pregunta **Sé poco** que es igual a 3/10 resume la información de que en caso de encuestar a diez estudiantes tres tendrá un mínimo de conocimiento cifra que fluctúa entre 1/10 y 1/2 (que representan el 10% y el 50% de estudiantes). El promedio de la pregunta **Sé más o menos** que es igual a 2/10 resume la información de que en caso de encuestar a diez estudiantes dos tendrán algo de conocimiento, cifra que fluctúa entre 1/10 y 1/2 (que representan el 10% y el 50% de estudiantes). La proporción de la pregunta **Sé bastante** que es igual a 3/50 resume la información de que en caso de encuestar a cincuenta

estudiantes tres tendrán un moderado conocimiento cifra que fluctúa entre 1/100 y 1/5 (que representan el 1% y el 20% de estudiantes).

RECOMENDACIONES

PRIMERA:

Siendo la contaminación del aire un fenómeno global causado por las actividades humanas, por la producción industrial desmedida de las fábricas que va acorde con el crecimiento demográfico de la población, se ha convertido en la fuente de los problemas ambientales por lo que los gobiernos locales, regionales y nacionales deben asumir el reto de crear conciencia ambiental y demográfica para controlarla y en lo posible evitarla.

SEGUNDA:

Se sugiere a la autoridad Universitaria organizar eventos de información sobre el tema de contaminación y el conocimiento sobre metales pesados y sus consecuencias para evitar las lamentaciones futuras, y desde luego concientizar con frecuencia a la comunidad universitaria y su población en su entorno a través de sus entidades competentes.

TERCERA:

La investigación del conocimiento de la contaminación del aire no es una práctica frecuente y al realizarla contribuye a crear un efecto multiplicador, esto es, a reproducir el conocimiento y en caso de desconocimiento a tomar conciencia de alcanzar este conocimiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adame Romero, A. (2012). Contaminacion Ambiental Y Contaminacion Global. Colombia: Trillas.
- Armas T., Castro D., (2007) "Impacto De La Contaminación Ambiental Sobre Los Cultivos: Trillar. Metales Pesados.
- Aurora, A. R. (2012). Contaminacon Ambiental Y Calentamiento Global. Colombia: Trillas.
- Beltrán, F.F.D., Palomino, C.P.R., Moreno, T.E.G., Peralta, G.C. Montesinos, T.D.B. (2015). Calidad de agua de la bahía interior de Puno, lago Titicaca durante el verano del 2011. Revista peruana de biología, 22(3), 335-340.
- Fernandez Sampiere, R. F. (2002). Metodologia De La Investigacion. Mexico: Compañía Ultra S.A.
- Huanca R. E., (2014) Doctorado en Salud Pública III Semestre. Puno-Perú
- Londoño Franco, L. F., Londoño Muñoz, P. T., & Muñoz Garcia, F. G. (2016). Los Riesgos De Los Metales Pesados En La Salud Humana Y Animal. Biotecnología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial, 14(2), 145.
- Malhotra , N. K. (1997). Investigaion De Mercados. Segunda Edicion. Mexico: Prentice Hall.
- Proyecto Binacional Lago Titicaca: PELT. (2000). Descontaminación de la Bahía Interior de Puno, Ministerio de la Presidencia del Perú/ INADE, Puno Perú. Pp 67
- Sanchez Carboni, H., & Rojas Meza, C. (1998). Metodologia Y Diseños En La Investigacion Cientifica. Mexico.
- Strauss W., & Mainwaring S.J. (2012). Contaminacion Del Aire. Colombia: Trillas.
- Ullola Vasquez , I. (S.F.). La Contaminacion Ambiental, Plan De Clase Desarrollado Segunsegun El Esquema De Planificacion Assure. Educacion.
- Garcia F. G., (2016). Loa Riesgos De Los Metales Pesados En La Salud Humana Y Animal.
- Rodriguez H. D., Cordova R. V., & Perez M. O. (2015) Educación Ambiental VS baja percepción acerca de la Contaminación por metales pesados en comunidades costeras.
- Kunth Trin. ex Steud. (Poaceae)., & Myriophyllum Kunth quitense (Haloragaceae) Acumulación de metales pesados en calamagrostis rigida.

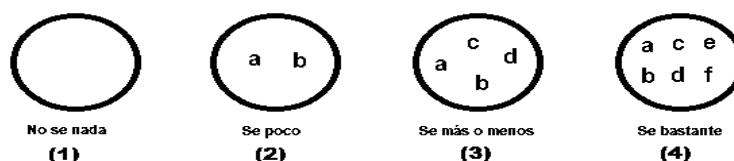
ANEXOS

ANEXO 1

CUESTIONARIO DE PREGUNTAS SOBRE EL CONOCIMIENTO DE CONTAMINACIÓN

El presente cuestionario tiene por finalidad obtener información del conocimiento que Ud. tiene acerca de la contaminación por metales pesados, por lo que se agradece de antemano su colaboración.

Para que marque las respuestas, relacione los siguientes cuantificadores:



SEXO: _____ **EDAD:** _____ **FACULTAD:** _____

MASCULINO

FEMENINO

LUGAR DE PROCEDENCIA: _____

1.	Sabe Ud., ¿de qué elementos químicos está compuesto el aire que respiramos?	1	2	3	4
----	---	---	---	---	---

Indique algunos de ellos:

2.	Sabe Ud. ¿de qué elementos tóxicos está contaminado el aire que respiramos y que son dañinos para nuestra salud?	1	2	3	4
----	--	---	---	---	---

Indique algunos de ellos:

3.	Sabe Ud. ¿qué fuentes contaminan el aire que respiramos?	1	2	3	4
----	--	---	---	---	---

Indique las fuentes:

4.	Sabe Ud. ¿qué enfermedades puede ocasionar el aire contaminado?	1	2	3	4
----	---	---	---	---	---

Indique las fuentes:

5.	Las carnes que ingerimos pueden estar contaminadas con elementos tóxicos, sabe Ud. ¿cuáles son estos elementos tóxicos?	1	2	3	4
----	---	---	---	---	---

Indique cuales: _____

6.	Los vegetales que ingerimos pueden estar contaminados con elementos tóxicos, sabe Ud. ¿cuáles son estos elementos tóxicos?	1	2	3	4
----	--	---	---	---	---

Indique cuales: _____

7.	El aire que respiramos contiene metales y nosotros los aspiramos con la respiración, sabe Ud. ¿cuáles son estos metales?	1	2	3	4
----	--	---	---	---	---

Indique cuales: _____

Si su última respuesta fue de 2 a 4 siga contestando.

8.	Nuestro cuerpo es una composición de elementos químicos, sabe Ud. ¿cuáles son estos elementos químicos?	1	2	3	4
----	---	---	---	---	---

Indique cuales: _____

9.	Nuestro cuerpo contiene metales donde algunos de ellos son necesarios para nuestra salud y otros nos contaminan, sabe Ud. ¿cuáles son los que nos contaminan?	1	2	3	4
----	---	---	---	---	---

Indique cuales: _____

10.	Sabe Ud. ¿cuáles son los metales pesados?	1	2	3	4
-----	---	---	---	---	---

Indique cuáles: _____

Siga contestando si respondió en la pregunta 10 las opciones de 2 a 4

11.	Sabe Ud. ¿cuáles son las principales fuentes de contaminación de los metales pesados?	1	2	3	4
-----	---	---	---	---	---

Indique cuáles: _____

12.	Estudios indican que los metales pesados pueden estar contenidos en nuestros alimentos animales, vegetales y minerales, ¿sabe Ud. cuáles?	1	2	3	4
-----	---	---	---	---	---

Indique en donde:

13.	Estudios indican que los metales pesados pueden estar contenidos en el aire, ¿sabe Ud. cuáles?	1	2	3	4
-----	--	---	---	---	---

Indique cuáles: _____

14.	Los metales pesados son elementos dañinos para la salud, ¿sabe Ud. cuáles?	1	2	3	4
-----	--	---	---	---	---

Indique a que afectarán:

15.	Ciertos artículos que utilizamos en casa pueden contener metales pesados, ¿sabe Ud. cuáles?	1	2	3	4
-----	---	---	---	---	---

Indique cuáles: _____

16.	Indique si conoce ¿qué metales pesados puede tener la basura que desechamos?	1	2	3	4
-----	--	---	---	---	---

Indique cuáles: _____

17.	Indique si sabe ¿cuáles son los problemas ambientales que trae consigo la contaminación del aire?	1	2	3	4
-----	---	---	---	---	---

Indique cuáles: _____

ANEXO 2

VISTA DE VARIABLES

ID	Numérico	8	0	Identificado	Ninguna	Ninguna	8	Centrado	Ordinal
FACULTAD	Cadena	31	0	facultad	Ninguna	Ninguna	16	Centrado	Nominal
EDAD	Numérico	8	0	edad del est	Ninguna	Ninguna	8	Centrado	Escala
SEXO	Numérico	8	0	sexo del estu	{1, mujer}...	Ninguna	8	Centrado	Nominal
PROCEDENCIA	Cadena	20	0	lugar de proced	Ninguna	Ninguna	12	Centrado	Nominal
PREGUNTA_1	Numérico	8	0	sabe Ud. ¿de	{1, no se nad	Ninguna	8	Centrado	Nominal
PREGUNTA_2	Numérico	8	0	sabe Ud. ¿de	{1, no se nad	Ninguna	8	Centrado	Nominal
PREGUNTA_3	Numérico	8	0	sabe Ud. ¿qu	{1, no se nad	Ninguna	8	Centrado	Nominal
PREGUNTA_4	Numérico	8	0	sabe Ud. ¿qu	{1, no se nad	Ninguna	8	Centrado	Nominal
PREGUNTA_5	Numérico	8	0	Las carnes qu	{1, no se nad	Ninguna	8	Centrado	Nominal
PREGUNTA_6	Numérico	8	0	Los vegetale	{1, no se nad	Ninguna	8	Centrado	Nominal
PREGUNTA_7	Numérico	8	0	El aire que re	{1, no se nad	Ninguna	8	Centrado	Nominal
PREGUNTA_8	Numérico	8	0	Nuestro cue	{1, no se nad	Ninguna	8	Centrado	Nominal
PREGUNTA_9	Numérico	8	0	Nuestro cue	{1, no se nad	Ninguna	8	Centrado	Nominal
PREGUNTA_10	Numérico	8	0	sabe Ud. ¿cu	{1, no se nad	Ninguna	8	Centrado	Nominal
PREGUNTA_11	Numérico	8	0	sabe Ud. ¿cu	{1, no se nad	Ninguna	8	Centrado	Nominal
PREGUNTA_12	Numérico	8	0	Estudios indi	{1, no se nad	Ninguna	8	Centrado	Nominal
PREGUNTA_13	Numérico	8	0	Estudios indi	{1, no se nad	Ninguna	8	Centrado	Nominal
PREGUNTA_14	Numérico	8	0	Los element	{1, no se nad	Ninguna	8	Centrado	Nominal
PREGUNTA_15	Numérico	8	0	Ciertos articu	{1, no se nad	Ninguna	8	Centrado	Nominal
PREGUNTA_16	Numérico	8	0	Indique se co	{1, no se nad	Ninguna	8	Centrado	Nominal
PREGUNTA_17	Numérico	8	0	Indique se sa	{1, no se nad	Ninguna	8	Centrado	Nominal

ANEXO 3

VISTA DE DATOS

FACULTAD	EDAD	SEXO	PROCEDENCIA	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17
M.V.Z.	20	2	Puno	4	2	2	3	1	2	1	3	1	1	1	1	1	1	2	1	1
C. Biológicas	19	2	Juliaca	4	2	4	4	1	1	1	3	1	1	1	1	1	2	1	1	1
C Biológicas	19	1	Juliaca	2	2	3	3	2	2	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1
M.V.Z.	21	1	Ayaviri	4	3	3	3	3	2	2	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1
M.V.Z:	22	1	Juliaca	3	2	2	3	1	1	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	2
Educaión	19	2	Lampa	4	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
M.V.Z.	22	2	Huancané	3	2	3	3	2	3	3	4	3	3	1	2	2	2	2	2	3
M.V.Z.	22	2	Cusco	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	2
M.V.Z.	20	1	Juliaca	3	3	4	4	4	4	3	4	3	4	4	4	3	3	3	3	3
Ingenieria Civil	24	1	Juliaca	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3
Ingenieria Civil	25	2	Azangaro	3	3	3	3	2	2	3	3	2	3	2	1	1	3	3	3	3
Ingenieria Civil	22	2	Puno	4	3	4	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	4	4	4	4
Ingenieria Civil	18	2	Puno	3	2	2	2	2	2	2	3	1	2	2	1	3	1	2	1	2
Ingenieria Civil	18	2	Puno	3	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ingenieria Civil	19	2	Ilave	3	2	3	1	1	1	1	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1
Ingenieria Civil	17	2	Puno	4	2	3	2	2	2	4	4	2	4	1	1	1	1	1	1	1
Ingenieria Civil	17	2	Puno	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ingenieria Sistemas	20	2	Cusco	4	3	3	2	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	3
Ingenieria Mecánica Ele	25	2	Ayaviri	3	2	3	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	3	3	3
Ingenieria Mecánica Ele	22	2	Paucarcolla	3	3	3	3	1	1	2	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1
Ingenieria Mecánica Ele	20	2	Chucuito	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ingenieria Mecánica Ele	21	2	Ayaviri	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	3
Ingenieria Mecánica Ele	19	2	Puno	3	3	3	2	1	2	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ingenieria Mecánica Ele	23	2	Ilave	2	2	2	1	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ingenieria Mecánica Ele	25	2	Ayaviri	2	2	3	1	1	1	2	1	2	2	1	1	1	1	2	1	1
Ingenieria Agrícola	20	1	Puno	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1	3
Ingenieria Agronómica	22	2	Cusco	2	3	2	2	2	3	3	3	3	2	3	1	1	1	1	1	1
Ingenieria Mecánica Ele	20	2	Puno	3	3	3	3	3	3	3	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1
Ingenieria Mecánica Ele	20	2	Azangaro	3	1	2	2	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ingenieria Mecánica Ele	16	2	Azangaro	2	2	2	3	2	3	3	4	2	2	2	2	2	2	2	1	1
Ingenieria Metalúrgica	23	2	Azangaro	3	3	3	3	3	2	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	1
Ingenieria de Minas	22	2	Cusco	3	2	3	3	1	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Ingenieria de Minas	18	2	Ayaviri	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	1	2
Ingenieria Mecánica Ele	24	2	Azangaro	3	3	1	3	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ingenieria Mecánica Ele	18	2	Ayaviri	3	3	3	2	2	3	3	2	4	1	1	1	1	1	1	1	1
Ingenieria Mecánica Ele	20	2	Huancané	3	2	4	2	2	3	3	2	3	4	3	3	2	3	3	3	3
Ingenieria de Minas	23	2	Huancané	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3
Ciencias Sociales	18	1	Juliaca	2	2	2	2	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	3
Ingenieria Económica	20	1	Juli	2	2	3	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ingenieria Económica	20	2	Juliaca	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ingenieria Económica	22	2	Puno	3	1	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ciencias Sociales	19	1	Juliaca	3	3	2	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1	2
Ingenieria de Minas	20	2	Puno	4	4	4	4	2	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4
Ingenieria de Minas	30	2	Juliaca	3	4	4	2	3	2	2	3	3	4	3	4	4	3	3	4	3
Ingenieria de Minas	26	2	Juliaca	3	3	3	1	1	2	1	2	1	2	1	2	3	3	2	2	2

Ingeniería de Minas	21	2	Puno	3	3	3	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	1	2	3	
Ingeniería de Minas	23	2	Sandía	4	3	2	1	4	2	2	4	2	4	4	2	3	4	4	3	2
Ingeniería geológica	18	2	Azangaro	2	2	2	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	2	2	1	1
Ingeniería Mecánica Eléctrica	24	2	Putina	3	2	2	3	3	2	2	3	2	2	3	1	2	2	2	3	
Ingeniería Química	17	1	Juliaca	3	2	3	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	
Ingeniería Agrícola	23	1	Ayaviri	2	1	1	2	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	
Ingeniería Económica	23	1	Ayaviri	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Ingeniería Agrícola	20	2	Puno0	4	2	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	1	2	3	
Ingeniería Química	21	2	Puno	3	2	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Ingeniería Química	18	2	Ilave	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Ingeniería Química	20	2	Puno	3	3	3	3	2	2	3	3	2	4	2	2	2	2	4	4	
Ingeniería Química	20	2	Huancané	4	3	4	4	4	1	3	4	2	4	3	2	3	3	3	3	
Ingeniería Química	18	2	Puno	3	3	3	3	3	1	2	3	3	1	1	1	1	1	1	1	
Ingeniería Química	21	2	Putina	3	3	3	3	2	3	2	2	2	2	2	1	1	2	2	1	
Ingeniería Química	22	2	Puno	4	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	1	3	3	3	
Ingeniería Agronómica	19	1	Puno	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Ingeniería Agronómica	19	1	Puno	2	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Ingeniería Química	20	2	Juliaca	3	2	1	2	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	
Ingeniería Agrícola	25	2	Puno	2	2	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Ingeniería Agrícola	25	2	Acora	3	2	3	2	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Ingeniería Agronómica	33	2	Puno	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1	
Ingeniería Agrícola	25	1	Lampa	3	2	2	2	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Ingeniería Agrícola	19	1	Juli	3	2	2	2	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Ingeniería Agronómica	21	2	Putina	4	3	3	3	3	3	2	3	3	3	4	3	2	3	3	3	
Ingeniería Económica	21	1	Juli	2	2	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Ingeniería Económica	24	2	Lampa	2	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Ingeniería Económica	20	1	Azángaro	2	1	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Educación	18	2	Putina	3	2	2	3	1	1	2	2	2	2	3	1	2	2	1	3	
Educación	22	1	Juliaca	3	2	3	3	2	3	2	3	2	3	3	3	3	2	3	3	
Educación	20	1	Puno	2	2	3	3	2	2	2	3	2	3	2	2	3	2	3	3	
Educación	19	1	Juliaca	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Educación	20	1	Azángaro	2	3	3	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Educación	20	1	Juliaca	3	2	3	3	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Educación	19	2	Azángaro	3	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Educación	21	1	Lampa	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Educación	20	2	Juliaca	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Educación	20	1	Azángaro	3	2	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	2	3	4	3	
Trabajo Social	25	1	Juliaca	3	3	3	3	2	3	3	4	3	3	2	2	2	2	2	2	
Trabajo Social	24	1	Puno	3	2	3	4	4	3	3	4	3	4	4	4	2	1	1	3	
Ingeniería Química	24	2	Juliaca	4	3	4	3	3	3	3	4	3	2	3	3	2	2	2	3	
Ingeniería Civil	25	2	Puno	3	3	3	3	2	3	3	4	3	3	2	3	2	2	2	3	
Ingeniería Metalúrgica	22	2	Juliaca	3	3	3	2	3	3	3	2	2	3	3	2	3	3	3	3	
Sociales	21	2	Azángaro	2	3	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Sociales	22	2	Azángaro	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Enfermería	19	1	Puno	2	1	2	3	2	2	1	2	1	2	2	1	1	1	1	1	
Ingeniería de Minas	20	2	Putina	3	3	2	2	2	1	2	3	2	2	3	1	3	2	1	2	
Ciencias Contables	22	2	Juliaca	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1	2	



Ingeniería de Minas	20	2	Putina	3	3	2	2	2	1	2	3	2	2	3	1	3	2	1	1	2
Ciencias Contables	22	2	Juliaca	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1	1	2
Ingeniería geológica	23	2	Azángaro	3	3	3	3	3	1	2	3	3	4	2	1	2	3	1	1	2
Educación	20	1	Ayaviri	3	3	3	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	3	2	3
Ingeniería de Sistemas	19	2	Juliaca	2	2	2	2	1	1	2	3	2	2	2	1	1	2	1	1	2