

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE HUMANIDADES Y CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN  
CARRERA CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN



## **TESIS DE GRADO**

**PROCESO DE FORMACIÓN SOBRE EL TRATAMIENTO DE FILTRACIÓN  
DE AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO EN SITUACIONES DE SEQUIA  
Y RACIONAMIENTO DEL LIQUIDIO ELEMENTO**

**(En estudiantes de 5to de Secundaria de la Unidad Educativa “San  
José” de la zona de Bajo Llojeta de la ciudad de La Paz)**

**TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
LICENCIATURA EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN**

**POSTULANTE:** Univ. Wilson Casto Apaza

**TUTOR:** Lic. Orlando Huanca Rodríguez

LA PAZ - BOLIVIA  
2021

## **DEDICATORIA**

A mi mamita Gumersinda Apaza (QEPD) quien me dio las primeras clases de vida hasta mis 9 años, los cuales son el cimiento de mi ser, los principios y valores que me dejo como herencia, inculcados en mi infancia como la humildad, la honradez, el respeto hacia los demás, la solidaridad, a nunca decaer ante cualquier adversidad...

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecido a Dios por sobre todas las cosas, a los docentes de la Carrera Ciencias de La Educación en especial al Lic. Orlando Huanca Rodríguez por el apoyo en la elaboración de mi tesis, para obtener la licenciatura.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pg.
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ABREVIATURAS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	xv
<b>CAPITULO I</b>	
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>1</b>
1.1. ASPECTOS CONTEXTUALES.....	1
1.1.1. Historia de la zona.....	1
1.1.2. Historia de la Unidad Educativa.....	2
1.1.3. Plantel docente – administrativos de la Unidad Educativa.....	2
1.1.4. Estudiantes de la Unidad Educativa.....	3
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	6
1.4. OBJETIVOS.....	6
1.4.1. Objetivo General.....	6
1.4.2. Objetivo Especifico.....	6
1.5. JUSTIFICACIÓN.....	7
<b>CAPITULO II</b>	
<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>10</b>
2.1. DEFINICIONES.....	10
2.1.1. Formación.....	10
2.1.2. Agua.....	11
2.1.2.1. Tratamiento del agua.....	11
2.1.3. Consumo humano.....	12
2.2. TIPOS DE FORMACIÓN.....	12

2.2.1.	Conferencia .....	12
2.2.2.	Seminario .....	13
2.2.3.	Simposio.....	13
2.2.4.	Taller .....	14
2.2.5.	Foro .....	14
2.3.	ASPECTOS RELEVANTES SOBRE EL AGUA.....	15
2.3.1.	Importancia del agua .....	15
2.3.2.	Composición y propiedades del agua.....	17
2.3.3.	Funciones biológicas del agua .....	18
2.4.	SITUACIÓN DEL AGUA .....	19
2.4.1.	Situación del agua en el Mundo .....	19
2.4.2.	Situación del agua en Bolivia.....	25
2.4.2.1.	Disponibilidad de aguas superficiales .....	27
2.4.2.2.	Disponibilidad de aguas subterráneas .....	30
2.4.3.	Situación del agua en la ciudad de La Paz.....	32
2.5.	CAUSAS DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA.....	34
2.5.1.	Sustancia contaminantes del agua .....	35
2.5.2.	Enfermedades producidas por la contaminación del agua .....	37
2.6.	HISTORIA DEL TRATAMIENTO DE AGUA .....	39
2.7.	PROCESO DE TRATAMIENTO DEL AGUA.....	41
2.8.	MÉTODOS DE TRATAMIENTO DEL AGUA .....	43
2.8.1.	Tamización .....	43
2.8.2.	Aireación.....	43
2.8.3.	Almacenamiento y decantación.....	45
2.8.4.	Filtración .....	46
2.8.4.1.	Filtro simple de arena de flujo ascendente.....	47
2.8.4.2.	Filtros de carbón .....	48
2.8.4.3.	Filtros de cerámica.....	49
2.8.5.	Desinfección .....	50
2.8.5.1.	Desinfección por ebullición .....	51
2.8.5.2.	Desinfección solar.....	52
2.8.5.3.	Desinfección con cloro .....	56

<b>CAPITULO III</b>	
<b>METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	59
3.1. CARACTERÍSTICAS DE LA INVESTIGACIÓN .....	59
3.1.1. Tipo de Investigación.....	59
3.1.2. Diseño de la investigación .....	60
3.1.3. Enfoque de la investigación.....	60
3.2. HIPÓTESIS .....	61
3.2.1. Hipótesis de investigación <i>Hi</i> .....	61
3.2.2. Hipótesis nula <i>Ho</i> .....	61
3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	61
3.3.1. Definición conceptual de la Variable Independiente .....	62
3.3.2. Definición conceptual de la Variable Dependiente .....	63
3.4. POBLACIÓN O UNIVERSO.....	64
3.4.1. Tipo de la muestra .....	65
3.4.2. Tamaño de la muestra.....	65
3.5. MÉTODO, INSTRUMENTOS Y TÉCNICAS .....	67
3.5.1. Métodos de investigación .....	67
3.5.2. Instrumento.....	68
3.5.3. Técnica.....	69
<b>CAPITULO IV</b>	
<b>PROPUESTA PEDAGÓGICA</b> .....	71
4.1. PRESENTACIÓN.....	71
4.2. METODOLOGÍA. ....	73
4.3. CONTENIDOS .....	74
4.4. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS .....	74
4.4.1. Fase de diagnóstico de conocimientos previos .....	75
4.4.2. Fase de proceso.....	76
4.4.3. Fase final o de evaluación de aprendizajes.....	77
4.5. RECURSOS.....	77
4.6. SISTEMA DE EVALUACIÓN. ....	78
4.6.1. Evaluación Diagnostica. ....	78
4.6.2. Evaluación sumativa.....	79
4.7. EVALUACIÓN POR COMPETENCIAS.....	79

4.8.	INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN.....	80
4.9.	EJECUCIÓN DE LA PROPUESTA.....	81
4.9.1.	Primera Fase.....	81
4.9.2.	Segunda Fase.....	81
<b>CAPITULO V</b>		
<b>RESULTADOS.....</b>		<b>83</b>
5.1.	INTERPRETACIÓN DEL PRETEST Y EL POSTEST.....	83
5.2.	RESULTADOS GENERALES COMPARATIVOS DE LA PRUEBA DEL PRETEST Y EL POSTEST.....	84
5.2.1.	Resultados de preguntas no numeradas.....	85
5.2.2.	Resultados de preguntas numeradas.....	86
5.3.	PRUEBA ESTADÍSTICA “t” DE STUDENT.....	108
5.4.	COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	111
<b>CAPITULO VI</b>		
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>		<b>112</b>
6.1.	CONCLUSIONES.....	112
6.2.	RECOMENDACIONES.....	114
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>		<b>116</b>
TEXTOS:.....		116
DOCUMENTOS PDF.....		117
ARTÍCULOS WEB:.....		118
<b>ANEXOS.....</b>		<b>119</b>
ANEXO 1.....		120
ANEXO 2.....		123
ANEXO 3.....		126

# ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Distribución del agua.....	24
<b>Figura 2</b> Tratamiento del agua .....	24
<b>Figura 3</b> Disponibilidad de agua según región geográfica .....	25
<b>Figura 4</b> Pasos generales en los procesos de tratamiento del agua a nivel domiciliario.....	42
<b>Figura 5</b> Bandejas de aireación.....	45
<b>Figura 6</b> Sistema de tratamiento de tres vasijas .....	46
<b>Figura 7</b> Filtro de arena simple de flujo ascendente rápido.....	47
<b>Figura 8</b> Filtro de carbón de flujo ascendente de UNICEF .....	48
<b>Figura 9</b> Filtro de carbón .....	49
<b>Figura 10</b> Filtros de cerámica.....	50
<b>Figura 11</b> Procedimiento para la exposición SODIS .....	53
<b>Figura 12</b> Sistema SODIS .....	53
<b>Figura 13</b> Sexo de los participantes .....	85
<b>Figura 14</b> Edad de los participantes.....	86
<b>Figura 15</b> Pregunta 1 – Respuestas Pre test .....	87
<b>Figura 16</b> Pregunta 1 – Respuestas Post test.....	87
<b>Figura 17</b> Pregunta 2 – Respuestas Pre test .....	88
<b>Figura 18</b> Pregunta 2 – Respuestas Post test.....	88
<b>Figura 19</b> Pregunta 3 – Respuestas Pre test .....	89
<b>Figura 20</b> Pregunta 3 – Respuestas Post test.....	89
<b>Figura 21</b> Pregunta 4 – Respuestas Pre test .....	90
<b>Figura 22</b> Pregunta 4 – Respuestas Post test.....	90
<b>Figura 23</b> Pregunta 5 – Respuestas Pre test .....	91
<b>Figura 24</b> Pregunta 5 – Respuestas Post test.....	91
<b>Figura 25</b> Pregunta 6 – Respuestas Pre test .....	92

<b>Figura 26</b> Pregunta 6 – Respuestas Post test.....	92
<b>Figura 27</b> Pregunta 7 – Respuestas Pre test .....	93
<b>Figura 28</b> Pregunta 7 – Respuestas Post test.....	93
<b>Figura 29</b> Pregunta 8 – Respuestas Pre test .....	94
<b>Figura 30</b> Pregunta 8 – Respuestas Post test.....	94
<b>Figura 31</b> Pregunta 9 – Respuestas Pre test .....	95
<b>Figura 32</b> Pregunta 9 – Respuestas Post test.....	95
<b>Figura 33</b> Pregunta 10 – Respuestas Pre test .....	96
<b>Figura 34</b> Pregunta 10 – Respuestas Post test.....	96
<b>Figura 35</b> Pregunta 11 – Respuestas Pre test .....	97
<b>Figura 36</b> Pregunta 11 – Respuestas Post test.....	97
<b>Figura 37</b> Pregunta 12 – Respuestas Pre test .....	98
<b>Figura 38</b> Pregunta 12 – Respuestas Post test.....	98
<b>Figura 39</b> Pregunta 13 – Respuestas Pre test .....	99
<b>Figura 40</b> Pregunta 13 – Respuestas Post test.....	99
<b>Figura 41</b> Pregunta 14 – Respuestas Pre test .....	100
<b>Figura 42</b> Pregunta 14 – Respuestas Post test.....	100
<b>Figura 43</b> Pregunta 15 – Respuestas Pre test .....	101
<b>Figura 44</b> Pregunta 15 – Respuestas Post test.....	101
<b>Figura 45</b> Pregunta 16 – Respuestas Pre test .....	102
<b>Figura 46</b> Pregunta 16 – Respuestas Post test.....	102
<b>Figura 47</b> Pregunta 17 – Respuestas Pre test .....	103
<b>Figura 48</b> Pregunta 17 – Respuestas Post test.....	103
<b>Figura 49</b> Pregunta 18 – Respuestas Pre test .....	104
<b>Figura 50</b> Pregunta 18 – Respuestas Post test.....	104
<b>Figura 51</b> Pregunta 19 – Respuestas Pre test .....	105
<b>Figura 52</b> Pregunta 19 – Respuestas Post test.....	105
<b>Figura 53</b> Pregunta 20 – Respuestas Pre test .....	106
<b>Figura 54</b> Pregunta 20 – Respuestas Post test.....	106

# ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Cobertura Nacional de agua potable .....	27
<b>Tabla 2</b> Unidades de agua dulce disponible .....	28
<b>Tabla 3</b> Bacterias más comunes en aguas contaminadas .....	37
<b>Tabla 4</b> Protozoos más comunes en aguas contaminadas .....	38
<b>Tabla 5</b> Patógenos transmitidos por agua / Importancia para la salud y rutas de transmisión.....	39
<b>Tabla 6</b> Ventajas, desventajas y recomendaciones sobre la desinfección por ebullición.....	52
<b>Tabla 7</b> Ventajas y desventajas de las botellas PET .....	56
<b>Tabla 8</b> Ventajas y desventajas de las botellas de vidrio .....	56
<b>Tabla 9</b> Tratamiento del agua con una solución clorada líquida al 5-6 por ciento .....	57
<b>Tabla 10</b> Ventajas y desventajas de la desinfección con cloro.....	58
<b>Tabla 11</b> Variable independiente .....	63
<b>Tabla 12</b> Variable Dependiente .....	64
<b>Tabla 13</b> Pasos del diseño .....	66
<b>Tabla 14</b> Evaluación diagnóstica.....	78
<b>Tabla 15</b> Evaluación sumativa.....	79
<b>Tabla 16</b> Cronograma de Actividades .....	80
<b>Tabla 17</b> Sexo de los participantes.....	85
<b>Tabla 18</b> Edad de los participantes .....	85
<b>Tabla 19</b> 1. <i>¿Cuál es el porcentaje de la población que es afectada por la escasez de agua a nivel mundial?</i> .....	87
<b>Tabla 20</b> 2. <i>¿Cuál es el motivo más relevante por el que Bolivia es vulnerable ante la situación del agua?</i> .....	88

<b>Tabla 21</b> 3. <i>¿Cuál es el porcentaje del aporte de los glaciares al agua potable de La Paz y El Alto?</i> .....	89
<b>Tabla 22</b> 4. <i>¿A cuántas personas afecto el racionamiento de agua del año 2016?</i> .....	90
<b>Tabla 23</b> 5. <i>¿Por qué es importante realizar la filtración de agua?</i> .....	91
<b>Tabla 24</b> 6. <i>¿Cuánto tiempo debe hervir el agua preferiblemente para desinfectarla?</i> .....	92
<b>Tabla 25</b> 7. <i>Para solucionar el sabor soso del agua hervida ¿Qué se debe hacer?</i> .....	93
<b>Tabla 26</b> 8. <i>¿Cuál es el porcentaje de bacterias muertas cuando se guarda agua de forma segura?</i> .....	94
<b>Tabla 27</b> 9. <i>El método de desinfección solar de agua ¿De cuánto tiempo requiere?</i> .....	95
<b>Tabla 28</b> 10. <i>El método de filtración de las tres vasijas ¿Qué tipo de material requiere?</i> .....	96
<b>Tabla 29</b> 11. <i>¿Cuánto tiempo se requiere para purificar el agua con el método de filtración de las tres vasijas?</i> .....	97
<b>Tabla 30</b> 12. <i>¿Cuáles son los componentes del filtro de carbón?</i> .....	98
<b>Tabla 31</b> 13. <i>¿El filtro de área de 200 litros que materiales necesita?</i> .....	99
<b>Tabla 32</b> 14. <i>Los filtros de carbón pueden remover</i> .....	100
<b>Tabla 33</b> 15. <i>¿Cuántas gotas de cloro de 5% se debe utilizar para 1 litro de agua?</i> .....	101
<b>Tabla 34</b> 16. <i>¿Cuánto tiempo debe actuar el cloro en el agua?</i> .....	102
<b>Tabla 35</b> 17. <i>El tratamiento mediante filtro cerámico elimina</i> .....	103
<b>Tabla 36</b> 18. <i>Las pastillas purificadoras ¿Cuántas pastillas por litro y cuánto tiempo necesitan para surtir efecto?</i> .....	104
<b>Tabla 37</b> 19. <i>¿Cuánto de lavandina se debe colocar a un litro de agua y cuánto tiempo necesita reposar?</i> .....	105
<b>Tabla 38</b> 20. <i>¿Cuáles son las enfermedades más comunes en épocas de desabastecimiento de agua?</i> .....	106

<b>Tabla 39</b> <i>Puntajes obtenidos en el Pretest y Postest</i> .....	108
<b>Tabla 40</b> "t" de Student.....	111

# ABREVIATURAS

<b>OPS</b>	Organización Panamericana de la Salud
<b>CEPIS</b>	Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente
<b>ED</b>	Educación para el desarrollo
<b>DAR</b>	Drenaje de ácido de rocas
<b>EPSAS</b>	Empresa Pública Social de Agua y Alcantarillado
<b>GEOBOL</b>	Servicio Geológico de Bolivia
<b>IHH</b>	Instituto de Hidráulica e Hidrología
<b>OMS</b>	Organización Mundial de la Salud

## RESUMEN

En pleno siglo XXI, el mundo atraviesa por diferentes situaciones, entre uno de los grandes problemas que se avecinan es sobre el líquido elemento más consumido y necesario para todo ser vivo, el agua, por lo que el ser humano vive gracias a todo lo que le rodea. Uno de los elementos vitales para su desarrollo es el agua. Así como todos los componentes, ya sean los recursos renovables y no renovables como ser: plantas, animales entre otros. Sin embargo, en las últimas décadas se ha visto amenazada la escasez del agua en diferentes épocas del año, por lo que su preservación y cuidado es deber de toda persona. De hecho, a finales de la gestión 2016 la ciudad de La Paz y algunos distritos de la ciudad de El Alto quedaron sin el abastecimiento del líquido elemento, la institución encargada de su distribución, intento subsanar la situación, sin embargo, el problema persistió por varios días, además los cisternas no ofrecían agua del todo limpia, ya que tenía un color amarillento, ocasionando desconfianza entre la gente, pues la población carece de conocimiento sobre que métodos de purificación se pueden utilizar para tratar el agua y así consumirlo. Por ello y en el marco de la problemática planteada es que se propone el presente trabajo de investigación “Proceso de formación sobre el tratamiento de filtración de agua para el consumo humano en situaciones de sequía y racionamiento”, en estudiantes de 5to de Secundaria de la Unidad Educativa San José de la zona de Bajo Llojeta de la ciudad de La Paz.

Enmarcando el trabajo en base al tipo de investigación explicativo, ya que permite explicar la relación causa efecto según el proceso de intervención llevada a cabo. Para la recolección de datos tanto en la fase de diagnóstico como en la fase de evaluación se utilizó un cuestionario que permitió obtener datos al respecto de la temática. Finalmente se dan a conocer las conclusiones y recomendaciones para posteriores procesos similares.

# INTRODUCCIÓN

La presente investigación tiene por finalidad dar a conocer un problema que se avecina día tras día, el mismo está latente y puede activarse en cualquier momento si no se toman los recaudos necesarios.

En la actualidad uno de esos grandes problemas es sobre el líquido elemento más consumido y necesario para todo ser vivo, el agua, y a raíz de ello, es menester tener en cuenta que al pasar el tiempo éste tiende a escasear en diferentes épocas del año por lo que su preservación y cuidado es deber de toda persona. De hecho, a finales de la gestión 2016 la ciudad de La Paz y algunos distritos de la ciudad de El Alto quedaron sin el abastecimiento del líquido elemento, la institución a cargo de su distribución intento subsanar con diferentes estrategias dicha falencia pero el problema persistió por varios días llenando de incertidumbre a la población que buscó otras opciones para obtener dicho elemento, además los carros cisternas no ofrecían agua del todo limpia, ya que tenía un color amarillento, lo que ocasionaba desconfianza, pues la población no tiene el conocimiento sobre métodos que se pueden utilizar para tratar el agua.

Por ello es que se propone la realización del Proceso de formación sobre el tratamiento de filtración de agua para el consumo humano, el mismo que está enfocado en un proceso de educación para la vida, es decir, que los procesos que se pongan en práctica en base a la propuesta desarrollada deberá ser útil en caso de necesidad para lo cual todas las actividades serán tanto teóricas como prácticas para una mejor comprensión de la importancia que conlleva los diferentes métodos de tratamiento de filtración de agua.

Por lo tanto, en el transcurso de la elaboración del presente documento, se tomaron en cuenta los siguientes capítulos, los mismos que se detallan a continuación.

En el Capítulo I, se detallan todos los aspectos concernientes al Planteamiento del Problema, donde además se detalla la pregunta de investigación, sus objetivos y su justificación.

En el Capítulo II, se muestran el Marco Teórico, es decir, todos aquellos fundamentos teóricos que guían el presente trabajo de investigación.

En el Capítulo III, se dan detalles sobre la Metodología de la investigación donde se incluyen las características de la investigación, la hipótesis, la operacionalización de variables, la población o universo y los métodos, instrumentos y técnicas empleados.

En el Capítulo IV, se destacan todos los aspectos concernientes a la Propuesta Pedagógica y todos los detalles que están inmersos en ella.

El Capítulo V se refiere exclusivamente a los Resultados obtenidos tanto en la fase de diagnóstico como en la fase de evaluación, es decir, tanto con el Pretest como en el Post test.

Y finalmente el Capítulo VI se detalla las Conclusiones y Recomendaciones a partir de los resultados obtenidos tras la realización del presente trabajo.

# **CAPITULO I**

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En este primer capítulo se desarrolla en detalle la problemática de la investigación, la misma incluye una descripción del cual es el objeto de la presente investigación, la formulación del problema la cual esta expresada en pregunta, además de detallar los objetivos que guían todo el proceso a realizar y la justificación del trabajo de investigación como preámbulo del trabajo realizado.

### **1.1. ASPECTOS CONTEXTUALES**

De manera inicial se detallan los aspectos contextuales donde se desarrolla la presente investigación.

#### **1.1.1. Historia de la zona**

La presente investigación se desarrolla en la zona de Bajo Llojeta de la ciudad de La Paz, esta es una zona altamente cotizada por estar equidistante a la Zona Sur, Sopocachi y Ciudad Satélite en el Alto, de hecho, fue uno de los primeros barrios de La Paz en contar con el servicio de transporte del Puma Katari.

Esta zona antes de urbanizarse producía choclo, papa, la fruta tumbo etc. Tenía vertientes e incluso un lago que ahora es un parque que se llama Cotapampa.

La fiesta de la zona se celebra en mayo debido a la aparición de una virgen en una piedra. Esto sucedió cerca del colegio San José, uno de los principales centros educativos del sector, todos estos datos se recabaron del libro “Historia de los barrios paceños”.

### **1.1.2. Historia de la Unidad Educativa**

La Unidad Educativa “San José” es, como se mencionó antes, uno de los principales Centros Educativos de la Zona de Bajo Llojeta, ubicado en la Calle 16 N° 3027.

Inicialmente la institución se encontraba en una casa de hacienda, hecha hace más o menos 150 años de adobe, paja y ahí los niños pasaban clases, pasando desde el siglo 19 hasta el siglo 21, con el pasar del tiempo, el programa “Bolivia cambia, Evo cumple”, financio la construcción del mismo con 8.364.631 bolivianos.

Actualmente la infraestructura cuenta con 12 aulas, auditorio, cancha, tinglado, área de recreación, laboratorios, oficinas, baños y salones de computación, talleres, salas de maestros y biblioteca.

### **1.1.3. Plantel docente – administrativos de la Unidad Educativa**

La Unidad Educativa “San José” cuenta con un plantel administrativo donde se centra el director, la secretaria y el regente.

Existe un docente por materia, además cabe destacar que cada curso cuenta con el apoyo de un docente asesor que cumple el rol de apoyar en las

actividades de un curso en específico, así como realizar el seguimiento del avance de los estudiantes a los que asesora.

La limpieza está a cargo de un portero, el mismo se encarga de abrir y cerrar la institución para la seguridad de los estudiantes, docentes y administrativos.

#### **1.1.4. Estudiantes de la Unidad Educativa**

La institución cuenta con los 6 niveles en secundaria, es decir de 1º a 6º, cada nivel cuenta con 2 paralelos “A” y “B”, cada curso tiene entre 23 y 27 estudiantes.

Los estudiantes que serán partícipes de la presente investigación son de 5to de Secundaria.

### **1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El agua es vida, de hecho “(...) es el constituyente más importante del organismo humano y del mundo en el que vivimos.”(Organización Panamericana de la Salud [OPS], 2004, Pg. 3), por lo que es el elemento fundamental que conserva los ecosistemas y regula el clima. Pero también cabe destacar que es un recurso finito, y “la cantidad de agua dulce a la que puede accederse para el uso directo de los seres humanos representa menos del 1% de la que existe en el planeta.” (Comisión Europea, 2010, s/Pg.).

En situaciones de sequía se entiende que exista la disminución temporal del líquido elemento, o el llamado racionamiento de agua que tiene lugar, en consecuencia de un tiempo prolongado en el que deja de llover, por ende se produce la demanda del mismo, superando los recursos de los que se disponen de forma sostenible. Por lo tanto se trata de un problema que se

debe prevenir, teniendo en cuenta que uno de los requisitos indispensables para el progreso económico y social es el de poder contar con un suministro adecuado de agua de buena calidad, teniendo que optar por dos aspectos importantes: aprender a ahorrar agua y gestionar de forma eficiente los recursos de los que se disponen para la población en general.

En ese sentido, se recuerda que en la gestión 2016 en el mundo se dio la noticia por las redes sociales que la ciudad de La Paz, sede de gobierno y nombrada “ciudad maravilla”, se había quedado sin agua en el mes de Diciembre. Lo novedoso en esta ocasión, a diferencia de las anteriores, fue que la Zona Sur sufrió las mayores consecuencias, y no así la ciudad de El Alto, como se había hecho costumbre a finales de la época seca.

Lo que recae en la noticia de que la mayor urbe del país, la región metropolitana La Paz – El Alto se quedó sin agua. Al igual que en noviembre de 2009, la Laguna Milluni y otras represas que almacenan agua para ambas ciudades se quedaron por debajo de los niveles mínimos de almacenamiento, dando como referente que no fue la primera vez del racionamiento de agua, y tampoco podría ser la última vez que éstas dos ciudades se queden sin agua, si no se hace algo al respecto.

Más que el cambio climático que se vive a nivel mundial, se puede apuntar a la falta de interés en la gestión de parte de las autoridades correspondientes del agua, se puede evidenciar que no existe perspectiva de futuro, como principal culpable de la situación vivida, de hecho, en su momento, los principales funcionarios gubernamentales sostenían que el principal responsable de la situación fue el retroceso glaciar el que ocasiono la falta de agua en La Paz, al contrario a esto, Hoffman (2016) menciona dos aspectos al respecto del tema, donde:

1. El aporte de los glaciares al agua potable de La Paz y El Alto es entre 10 a 15%, como ha sido demostrado por estudios científicos de investigadores bolivianos e internacionales. (...)
2. Durante los últimos años, los glaciares han contribuido a evitar situaciones de mayores niveles de escasez de agua hacia finales de la época seca, justo por el hecho que se están derritiendo.(...) (Pg. 1 – 2)

Más importante que el aporte de los glaciares es el nivel de pérdidas en la aducción del agua desde sus fuentes de captación, es decir que para que la población tenga 1 litro de agua existen pérdidas de entre 30 a 50% de agua, en el cual indican que se requieren 1,6 litros de agua aproximadamente, según el estudio de Edson Ramírez del Instituto de Hidráulica e Hidrología (IHH) de la UMSA realizado en el año 2008, citado por Hoffman.

Por lo tanto, el problema de fondo del agua para La Paz y El Alto durante los últimos 20 años en la población de las dos urbes se han duplicado. Pero no se ha prestado atención en la construcción de ninguna represa adicional para acompañar el crecimiento demográfico en el transcurso de este tiempo, hasta ahora que se presentó este hecho de gran magnitud respecto a la escases del agua.

Lo que acrecienta la crisis sobre el retroceso de los glaciares, el mismo que no es un elemento a considerar en la crisis del agua que vivió La Paz y El Alto y otras regiones del país, mientras que la situación del cambio climático si lo es, como factor adicional que agrava la situación actual de un crecimiento demográfico fuerte y la ausencia de una gestión del agua sólida para el sustento de los mismos.

Por ende, la mala gestión o coordinación de la distribución del agua o la preservación del mismo debe realizarse con mayor detalle y cuidado para que las futuras generaciones prevean este tipo de dificultades que se avecinan.

### **1.3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿El proceso de formación sobre el tratamiento de filtración de agua para el consumo humano en situaciones de sequía y racionamiento del líquido elemento influye en el conocimiento certero y seguro en los estudiantes de 5to de Secundaria de la Unidad Educativa “San José” de la zona de Bajo Llojeta de la ciudad de La Paz?

### **1.4. OBJETIVOS**

#### **1.4.1. Objetivo General**

- ✓ Determinar los métodos relevantes para el tratamiento de filtración de agua para el consumo humano en situaciones de sequía y racionamiento del líquido elemento con conocimientos certeros y seguros en los estudiantes de 5to de Secundaria de la Unidad Educativa “San José” de la zona de Bajo Llojeta de la ciudad de La Paz.

#### **1.4.2. Objetivo Especifico**

- ✓ Realizar procesos de formación para estudiantes de 5to de Secundaria de la Unidad Educativa “San José” de la zona de Bajo Llojeta de la ciudad de La Paz al respecto del tratamiento de filtración de agua para el consumo humano.
- ✓ Determinar tipos de tratamiento de filtración de agua para el consumo humano realizables en los hogares de estudiantes de 5to de Secundaria de la Unidad Educativa “San José” de la zona de Bajo Llojeta de la ciudad de La Paz.
- ✓ Brindar información certera al respecto del tratamiento de filtración de agua para el consumo humano a estudiantes de 5to de Secundaria de

la Unidad Educativa “San José” de la zona de Bajo Llojeta de la ciudad de La Paz.

## **1.5. JUSTIFICACIÓN**

El agua es un líquido indispensable para la vida. Todos los organismos vivos necesitan del agua para sobrevivir. “Nuestro metabolismo requiere del agua para poder funcionar. Y 2/3 de nuestro cuerpo está compuesto de ella.” (Ministerio de Salud de la Nación, 2011, Pg. 5),

En el documento de Agua Segura (2011) también se hace referencia a que:

En el planeta, el 97% del agua es salada. El 3% restante es agua dulce, apta para consumo. Pero el 2% está retenida en los casquetes polares y glaciares, y el 0.6% es agua subterránea. Un 0.002% conforma los ríos y lagos superficiales, y un 0.001% está presente en forma de vapor de agua. Sumados, sólo un 0.003% de todo el agua del planeta, queda disponible para el consumo. (Pg. 5)

Debido a sus propiedades, el agua se encuentra en la naturaleza en sus tres estados: sólido, líquido y gaseoso. Siendo una molécula bipolar, y es parte constituyente de sustancias orgánicas e inorgánicas. Por su capacidad de disolver numerosas sustancias, es muy difícil encontrar agua pura en la naturaleza, ya que, absorbe gases y partículas en la atmósfera, arrastrando y disolviendo minerales del suelo. Por ello se lo considera un solvente universal. Con la mayoría de sustancias con las que tiene contacto, sean estas sólidas, líquidas o gaseosas, puede formar iones, complejos solubles e insolubles, coloides o simplemente partículas dispersas de diferente tamaño y peso.

Teniendo en cuenta todo lo anteriormente mencionado, el presente trabajo de investigación se justifica, además, haciendo hincapié en los hechos vividos de la gestión 2016, en el mes de diciembre, exactamente en la

denominada época de sequía, que derivó en la falta de agua en las respectivas represas que son responsables de la distribución en las ciudades de La Paz y El Alto, originando el racionamiento de agua, en ese momento la institución encargada de brindar ese servicio, brindó diversos horarios en los que la población debía recolectar el líquido elemento, es decir que, durante las horas señaladas la población podía recibir en sus domicilios agua sin ningún inconveniente y según el cronograma señalado, aunque, lastimosamente estas acciones no dieron el resultado esperado, pues, en más de tres ocasiones dicho horario fue cambiado de manera repentina, por lo que este aspecto ocasionó caos y la desesperación en la población, lo que derivó en la realización de largas filas en vertientes que existen en diferentes lugares de la ciudad, o simplemente, haciendo filas en las calles esperando durante horas a que un carro cisterna llegue a su zona para ofrecer este elemento vital.

Pero, la calidad de agua que se distribuía, en determinado momento, no era del todo limpia a simple vista, es decir, no era transparente, ya que, tenía un color amarillento, ocasionando recelo y temor por el consumo del mismo. Aunque las autoridades de salud afirmaban al respecto que su consumo era total y completamente seguro. Esta experiencia, sin duda no era conocida en la población por lo que no se tenía el conocimiento previo de cómo realizar un tratamiento de purificación de manera casera, es decir, realizar esta acción en sus hogares para que al momento de consumirlo la población se sienta segura y sin recelo de ninguna clase.

Por todo lo anteriormente mencionado se pretende realizar la formación a estudiantes de 5to de Secundaria de la Unidad Educativa "San José", el mismo queda ubicado en la Zona de Bajo Llojeta de la ciudad de La Paz, para que de este modo, los estudiantes, tengan el conocimiento certero de las acciones a tomar para futuras dificultades de tal similitud.

Por lo que el aporte significativo del presente trabajo de investigación es de tipo teórico, brindando información concreta al respecto de la problemática, para luego finalizar en aspectos prácticos, por lo que se pretende concretar en acciones el tratamiento de filtración de agua para el consumo humano.

Dicho de otro modo, el presente trabajo de investigación se apoya en la formación para la vida, es decir, que los estudiantes obtendrán formación que les ayudará en casos de racionamiento de agua y sequía, por lo que tendrán conocimiento certero de las acciones a realizar correspondientes al proceso de purificación cacerera del agua, y claro, tener conocimiento al respecto de otras técnicas de mayor elaboración.

# CAPITULO II

## MARCO TEÓRICO

En este capítulo se delimitaran los aspectos teóricos los cuales dan sustento al proceso de investigación del presente trabajo, ya que, con todos los datos que se obtengan en el mismo se podrá tener una comprensión detallada de la temática a tratar. Además los mismos aspectos se delimitan desde aspectos generales hasta aspectos específicos y mucho más concretos para ir identificando los detalles clave a tratar.

### 2.1. DEFINICIONES

En este primer punto se definen los conceptos que dan pie a los siguientes puntos a tratar, por lo que los mismos se dan a conocer de manera clara y concreta.

#### 2.1.1. Formación

En el Diccionario de Educación para el desarrollo de Celorio y Lopez (S/A) al respecto de formación, menciona lo siguiente:

El término Formación, es sinónimo de educación, (acción de educar), cuyo uso, de uno u otro concepto, depende del país en que se utiliza (...).

Al hablar de formación nos vamos a referir a los procesos de capacitación de quienes van a asumir programas de EDUCACIÓN PARA EL DESARROLLO (ED), tanto desde los espacios de la EDUCACIÓN FORMAL como de la EDUCACIÓN NO FORMAL.

(...)

Todo proceso formativo ha de ser coherente con el modelo educativo que se pretende desarrollar. Hablar por lo tanto de Formación en ED hace necesario que dejemos claro de qué modelo de ED estamos hablando en la actualidad. (Pg. 187)

De hecho, también se menciona que los primeros programas de ED, en el periodo asistencialista de la década de los 40 a los 60, teniendo como objetivos prioritarios informar, recaudar fondos y comenzar la formación de recursos humanos. Con estos objetivos solo era necesario el formar a educadoras y educadores en el uso y difusión de la información y los materiales previstos en las campañas que diseñaban instituciones como Naciones Unidas, el Fondo Monetario Internacional o entidades religiosas.

Por lo tanto, se menciona claramente el proceso de formación alternativa, que cumple la palabra formación.

### **2.1.2. Agua**

De manera importante se puede mencionar que “El agua es un líquido indispensable para la vida, por lo que es importante que esté libre de contaminación para evitar enfermedades.” (Centre d’ Estudis Amazònics. 2009. Pg. 2). Por ello cabe destacar que el agua es uno de los elementos vitales en el mundo que no se pueden reemplazar, ya que todo ser vivo depende del mismo para su sobrevivencia.

#### **2.1.2.1. Tratamiento del agua**

Gonzales (2004) hace mención sobre el mismo, donde dice que es:

El tratamiento adecuado y la desinfección fiable del agua, (...) reduce la incidencia de la mayor parte de las enfermedades transmitidas por el agua, entre las que cabe destacar la fiebre tifoidea y paratifoidea, el cólera, la hepatitis infecciosa, la poliomielitis, amebiasis, campilobacteriosis, enteritis causadas por rotavirus y diarreas (...). (Pg. 2)

Por ello es menester mencionar que el tratamiento de agua es favorable para la prevención de la transmisión de diversas enfermedades mediante el agua por falta de purificación del mismo, ya que, al estar contaminada, la propagación de impurezas se hace más fácil.

### **2.1.3. Consumo humano**

Al referirse a los aspectos que conllevan a estas dos palabras se definen como el “consumo que es enteramente para seres humanos” (Fundación SODIS para América Latina, 2003, Pg. 8), es decir, se refiere al consumo de alimentos o líquidos que son necesarios e indispensables para la salud del ser humano y por ellos son irremplazables.

## **2.2. TIPOS DE FORMACIÓN**

Tal cual se mencionó en puntos anteriores, indicando que la formación son todos aquellos procesos alternativos al proceso de formación formal, por ello se mencionan algunos de ellos, los cuales nos darán nota de los tipos que existen, los mismos que se detallan en los siguientes puntos.

### **2.2.1. Conferencia**

Pedra (2017) denomina la conferencia como:

Evento de confrontación entre un grupo de personas calificadas de una misma especialidad generalmente es un contacto con especialistas a nivel internacional, para el intercambio de experiencias y opiniones, la deliberación de estudios o investigaciones, la toma de decisiones, la resolución de problemas o la planeación de algún proceso. Las técnicas que se emplean son: conferencias, talleres de trabajo, mesas redondas, etc. Al final del evento, se elabora una memoria. (S/Pg.)

Por lo tanto, se puede concluir que una conferencia conlleva muchas más técnicas que solo la exposición e intercambio de experiencias como bien se mencionó, sino también las mesas de trabajo o mesas redondas al respecto

de la temática a llevar, por lo que a la culminación del mismo se realiza un compendio de todos los aspectos que se hayan llevado a cabo, por lo que sirve como base informativa de la experiencia vivida en un determinado tiempo y espacio de formación.

### **2.2.2. Seminario**

Con respecto de lo que es un seminario, se puede destacar que “es un evento académico en donde se expone lo más reciente de temas generales con conferencistas previamente seleccionados.” (Pedra, 2017, s/Pg.). Por ello, el seminario promueve la reflexión, consolidación y/o generación del conocimiento sobre un tema de interés común para los participantes. Propiciando el aprendizaje a partir de la interacción del grupo con el aporte de sus conocimientos y experiencias sobre un tópico en concreto. Permitiendo la producción de documentos académicos que plasman las conclusiones, como parte de un aporte formativo, pero cabe mencionar que el mismo no es del todo obligatorio o determinante en un seminario.

### **2.2.3. Simposio**

El simposio se presenta a un auditorio de diversas facetas, es decir, educativo, biológico, cultural, psicológico, sociológico, espiritual, etc. Por ello se denomina al mismo que es un “evento donde por medio de charlas, discursos o exposiciones verbales minuciosas se presentan de un solo tema, con el objetivo de presentar información completa sobre un tema determinado.” (Pedra, 2017, s/Pg.). Este tipo de formación a diferencia de las dos anteriores, se enfoca en presentar información completa, como menciona, sobre un tema en concreto sin ahondar en aspectos secundarios. De igual modo, se propone que al finalizar el proceso se realice una síntesis y trabajo de recolección de la documentación existente sobre el tema que sirva como respaldo de la realización del mismo.

#### **2.2.4. Taller**

Al respecto, Pedra (2017) menciona que el taller es una:

Técnica de instrucción donde el profesor o instructor transmite la información por medio de asesorías, debe explicar los contenidos utilizando diversas técnicas de aprendizaje. Admite grupos pequeños, de 10 a 30 participantes. Los objetivos deben estar relacionados con lo que el participante realiza habitualmente. (s/Pg)

Por ello que un taller se destaca en tipos de formación que tienen que ver con la capacitación caracterizada por la participación activa de los participantes, en relación directa con el facilitador, quien planifica los contenidos a desarrollar a partir de los objetivos de aprendizaje que se precisa alcanzar. Por ello, se considera un proceso intensivo y de corta duración, cuya finalidad es desarrollar objetivos de aprendizaje conceptuales y conocimientos teóricos, a través de un proceso de aprendizaje significativo, es decir, aprendizajes fundamentados en aspectos teóricos que son llevados a cabo de manera práctica.

#### **2.2.5. Foro**

Por último, se denomina al foro como una “Técnica de instrucción donde el grupo en su totalidad discute informalmente un tema, hecho o problema, conducido por un coordinador.” (Pedra, 2017, s/Pg.). Además, a diferencia de las anteriores, en un foro se puede realizar una actividad de interés general observada por el auditorio, ya sea, la proyección de una película, una representación teatral, una conferencia, clase o experimento, entre otros, también se puede realizar en la parte conclusiva como una mesa redonda, simposio, panel y otras técnicas grupales, lo que deja abiertas varias posibilidades para su realización.

## **2.3. ASPECTOS RELEVANTES SOBRE EL AGUA**

Al respecto, y en concordancia con el presente documento, es menester destacar aspectos relevantes sobre el agua, ya sean éstas: la importancia, composición y funciones biológicas del agua, las mismas que se detallan a continuación, brindado un aporte significativo para mayor entendimiento de la temática investigada.

### **2.3.1. Importancia del agua**

El agua es uno de los recursos naturales fundamentales, tal cual se mencionó en puntos anteriores, además es uno de los cuatro recursos básicos en que se apoya el desarrollo, junto al aire, la tierra y la energía.

Es considerado un elemento indispensable para la vida. Todos los organismos vivos necesitan del agua para sobrevivir. El texto de Agua Segura menciona que: “El metabolismo del ser humano requiere del agua para poder funcionar. Y 2/3 del cuerpo está compuesto de ella.” (Ministerio de Servicios y Obras Públicas; Viceministerio de Servicios Básicos, 2004, Pg. 24) por ello su importancia y relevancia que no se puede reemplazar.

Además, el agua es el compuesto químico más demandante del planeta y por ende resulta indispensable para el desarrollo de la vida. “Está formado por un átomo de oxígeno y dos de hidrógeno, y su fórmula química es H<sub>2</sub>O. En la naturaleza se encuentra en estado sólido, líquido o gaseoso.” (Centre d’ Estudis Amazònics. 2009. Pg. 3).

El agua pura es un recurso renovable, sin embargo puede llegar a estar tan contaminada por las actividades humanas, que ya no sea útil, sino nociva, de calidad deficiente, a tal punto de no ser apta para su consumo ni su uso para actividades que tengan que ver con seres vivos.

Por ende, es menester resaltar que según los datos que presenta el Ministerio de Salud de la Nación (2011) resalta al respecto que:

En el planeta, el 97% del agua es salada. El 3% restante es agua dulce, apta para consumo. Pero el 2% está retenida en los casquetes polares y glaciares, y el 0.6% es agua subterránea. Un 0.002% conforma los ríos y lagos superficiales, y un 0.001% está presente en forma de vapor de agua. Sumados, sólo un 0.003% de todo el agua del planeta, queda disponible para el consumo. (Pg. 5)

Por ello, existe menos de un 1% de agua para el consumo de los seres vivos, lo que conlleva a la preservación y cuidado del mismo.

Por otro lado, la evaluación de la calidad del agua ha tenido un lento desarrollo, donde “hasta finales del siglo XIX no se reconoció el agua como origen de numerosas enfermedades infecciosas; sin embargo hoy en día, la importancia tanto de la cantidad como de la calidad del agua está fuera de toda duda” (Centre d’ Estudis Amazònics. 2009. Pg. 3-4).

La importancia que ha cobrado la calidad del agua ha permitido evidenciar que entre los factores o agentes que causan la contaminación de ella están: agentes patógenos, desechos que requieren oxígeno, sustancias químicas orgánicas e inorgánicas, nutrientes vegetales que ocasionan crecimiento excesivo de plantas acuáticas, sedimentos o material suspendido, sustancias radioactivas y el calor.

La contaminación del agua es el grado de impurificación, que puede originar efectos adversos a la salud de un número representativo de personas durante períodos previsibles de tiempo.

Se considera que “el agua está contaminada, cuando ya no puede utilizarse para el uso que se le iba a dar, en su estado natural o cuando se ven alteradas sus propiedades químicas, físicas, biológicas y/o su composición.” (Ministerio de Servicios y Obras Públicas; Viceministerio de Servicios

Básicos. 2004. Pg. 55). Por ello, en cuanto a aspectos generales, el agua está contaminada cuando pierde sus propiedades de potabilidad para consumo diario o para su utilización en actividades domésticas, industriales o agrícolas.

Para evitar las consecuencias del uso del agua contaminada y las características de las mismas, que en puntos posteriores se detallarán con mayor detalle, se han ideado mecanismos de control temprano de la contaminación. Donde, existen normas que establecen los rangos permisibles de contaminación, que buscan asegurar que el agua que se utiliza no sea dañina.

La provisión de agua dulce va disminuyendo, tal cual se ha detallado en el capítulo anterior, donde, como se menciona en el Centre d' Estudis Amazònics (2009) al respecto de la situación del agua dulce.

(...) a nivel mundial, 1200 millones de habitantes no tienen acceso a una fuente de agua potable segura. Las enfermedades por aguas contaminadas matan más de 4 millones de niños al año y 20% de todas las especies acuáticas de agua fresca están extintas o en peligro de desaparecer. (Pg. 7).

Por ello se puede destacar que la importancia del agua es indispensable e irremplazable para toda especie viva, ya que, sin este líquido elemento la subsistencia de todo ser vivo queda en riesgo. Además de que un gran porcentaje del ser humano está compuesto por agua.

### **2.3.2. Composición y propiedades del agua**

El agua es un "líquido incoloro, inodoro e insípido que está compuesto por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (H<sub>2</sub>O)." (Ministerio de Servicios y Obras Públicas; Viceministerio de Servicios Básicos. 2004. Pg. 13).

Además, "a la presión atmosférica normal (760 mm de mercurio), el punto de congelación del agua es a los 0 °C y su punto de ebullición, a los 100 °C. El

agua alcanza su densidad máxima a una temperatura de 4 °C y se expande al congelarse.” (Ministerio de Servicios y Obras Públicas; Viceministerio de Servicios Básicos. 2004. Pg. 26). Sus propiedades físicas se utilizan como patrones para definir, por ejemplo, escalas de temperatura. Donde el agua es uno de los agentes ionizantes más conocidos.

Puesto que todas las sustancias son de alguna manera solubles en agua, se le conoce frecuentemente como el disolvente universal. El agua se combina con ciertas sales para formar hidratos, reacciona con los óxidos de los metales formando ácidos y actúa como catalizador en muchas reacciones químicas importantes.

### **2.3.3. Funciones biológicas del agua**

El agua es el componente principal de la materia viva. Constituye del 50% al 90% de la masa de los organismos vivos. Es esencial para todos los tipos de vida, el agua resulta indispensable, de modo que una buena parte de sus estrategias de adaptación tienden al mantenimiento de un cierto grado de humedad en su interior. Tal como se menciona en el Centre d' Estudis Amazònics (2009) se puede resumir cinco principales funciones biológicas del agua:

- Es un excelente disolvente, especialmente de las sustancias iónicas y de los compuestos polares. Incluso muchas moléculas orgánicas no solubles como los lípidos o un buen número de proteínas forman, en el agua, dispersiones coloidales, con importantes propiedades biológicas.
- Participa por sí misma, como agente químico reactivo, en la hidratación, hidrólisis y oxidación-reducción, facilitando otras muchas reacciones.
- Permite el movimiento en su seno de las partículas disueltas (difusión) y constituye el principal agente de transporte de muchas sustancias nutritivas reguladoras o de excreción.
- Gracias a sus notables características térmicas (elevados calor específico y calor de evaporación) constituye un excelente termorregulador, una propiedad que permite el mantenimiento de la vida de los organismos, en una amplia gama de ambientes térmicos.

- Interviene, en especial en las plantas, en el mantenimiento de la estructura y la forma de las células y de los organismos. (Pg. 10 – 11).

Por todo lo anteriormente mencionado, es menester destacar la importancia que el agua tiene a nivel biológico para beneficio de los seres vivos, ya que sin su consumo todos los seres vivos quedan en riesgo, al respecto de sus subsistencias.

## **2.4. SITUACIÓN DEL AGUA**

Para tener un panorama muy claro de la situación del agua, en los siguientes puntos, se detallarán al respecto, la situación del agua en el Mundo, en Bolivia y en la ciudad de La Paz. Por ello, a continuación se detallan los aspectos más relevantes.

### **2.4.1. Situación del agua en el Mundo**

En el mundo, se debe tener en cuenta que a nivel global, con sus diversas y abundantes formas de vida, se incluyen a más de 6.000 millones de seres humanos que sufren por el tema del agua. Por lo que todas las señales parecen indicar que la crisis empeora. Tratándose de una crisis de gestión de los recursos hídricos, esencialmente causada por la utilización de métodos inadecuados. La verdadera tragedia de esta crisis, sin embargo, es su efecto sobre la vida cotidiana de las poblaciones pobres, que sufren el peso de las enfermedades relacionadas con el agua, viviendo en entornos degradados y a menudo peligrosos, luchando por conseguir una educación para sus hijos, por ganarse la vida y por solventar a sus necesidades básicas de alimentación. En realidad, se trata fundamentalmente de un problema de actitud y de comportamiento, problemas en su mayoría identificables y localizables. Actualmente se posee con los conocimientos y la pericia necesarios para abordarlos y se pueden elaborar excelentes herramientas conceptuales, tales como la equidad y la noción de sustentabilidad. Sin

embargo, la inercia de los líderes y la ausencia de una conciencia clara sobre la magnitud problema por parte de la población mundial, resultan en un vacío de medidas correctivas oportunas y necesarias y en una incapacidad para infundir a los conceptos de trabajo una resonancia más concreta.

El estado de pobreza de un amplio porcentaje de la población mundial es a la vez un síntoma y una causa de la crisis del agua. “El hecho de facilitar a los pobres un mejor acceso a un agua mejor gestionada puede contribuir a la erradicación de la pobreza.” (Naciones Unidas, 2003, Pg. 4). Al mismo tiempo, una mejor gestión permite hacer frente a la creciente escasez de agua per cápita en muchas partes del mundo en desarrollo. Resolver la crisis del agua es, sin embargo, sólo uno de los diversos desafíos con los que la humanidad se enfrenta en el tercer milenio y ha de considerarse en este contexto. La crisis del agua debe situarse en una perspectiva más amplia de solución de problemas y de resolución de conflictos.

Aun así, de todas las crisis, ya sean de orden social o relativa a los recursos naturales con las que se enfrentan los seres humanos, la crisis del agua es la que se encuentra en el corazón mismo de nuestra supervivencia y la de nuestro planeta.

Según el Informe de la Naciones Unidas (2003), en los últimos veinticinco años se han organizado varias grandes conferencias mundiales, algunas de ellas sobre el agua. El 2003, el tercer Foro Mundial del Agua, en Japón, y con el Año Internacional del Agua Dulce. Estas conferencias, las preparaciones que las precedieron y los debates subsiguientes han modificado nuestra percepción de la crisis del agua y ampliado nuestra comprensión de las respuestas necesarias. La conferencia de Mar del Plata de 1977 marcó el comienzo de una serie de actividades globales en torno al agua. Entre ellas, el Decenio Internacional de Agua Potable y Saneamiento entre 1981 y 1990, aportó una ampliación substancial del suministro de

servicios básicos para las poblaciones pobres. Estas experiencias han mostrado, por comparación, la magnitud de la tarea a realizar, a saber, la necesidad de efectuar una enorme expansión en el suministro básico de agua y de servicios sanitarios para cubrir los requisitos actuales y los del futuro próximo. La Conferencia Internacional sobre el Agua y el Medio Ambiente de Dublín, en 1992, estableció cuatro Principios, que siguen siendo válidos, destacándose que: El agua dulce es un recurso finito y vulnerable, esencial para sostener la vida, el desarrollo y el medio ambiente; El aprovechamiento y la gestión del agua debe inspirarse en un planteamiento basado en la participación de los usuarios, los planificadores y los responsables de las decisiones a todos los niveles; La mujer desempeña un papel fundamental en el abastecimiento, la gestión y la protección del agua; y finalmente, el agua tiene un valor económico en todos sus diversos usos en competencia a los que se destina y debería reconocérsele como un bien económico.

La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo de 1992 permitieron la adopción de la Agenda 21 que, con sus siete propuestas de acción en el ámbito del agua dulce, contribuyó a movilizar a las poblaciones en favor del cambio y favoreció la todavía lenta evolución de las prácticas de gestión del agua. Estas conferencias fueron pioneras en el sentido de colocar el agua en el centro del debate sobre el desarrollo sostenible. El 2º Foro Mundial del Agua de la Haya en el año 2000 y la Conferencia Internacional sobre el Agua Dulce de Bonn, en Alemania, el 2001 continuaron ese proceso. En cada una de las reuniones se establecieron metas para mejorar la gestión del agua, muy pocas de las cuales se han cumplido hasta el día de hoy.

Entre todos los objetivos que las distintas instancias internacionales han establecido en los últimos años, las Metas de Desarrollo del Milenio para el 2015, adoptadas por la Cumbre de las Naciones Unidas del año 2000. Entre

ellas, las siguientes son las más pertinentes en relación con la problemática del agua, según las Naciones Unidas (2003):

- 1) Reducir a la mitad la proporción de personas que viven con menos de 1 dólar al día;
- 2) Reducir a la mitad la proporción de personas que padece de hambre;
- 3) Reducir a la mitad la proporción de personas sin acceso al agua potable;
- 4) Proporcionar a todos los niños y niñas por igual los medios para que puedan concluir un ciclo completo de educación primaria;
- 5) Reducir la mortalidad materna en un 75% y en dos tercios la mortalidad de niños menores de cinco años;
- 6) Detener la propagación del VIH/SIDA, la malaria y otras enfermedades principales y comenzar a invertir la tendencia;
- 7) Proporcionar especial ayuda a los niños que hayan quedado huérfanos a consecuencia de VIH/SIDA. (Pg. 6).

Todas esas necesidades se cubren al mismo tiempo que el del medio ambiente de una degradación adicional. Las Naciones Unidas reconocieron que estos objetivos, que se centran en la pobreza, la educación y la salud, no pueden lograrse sin un acceso equitativo y suficiente a los recursos, los más fundamentales de los cuales son el agua y la energía. Mientras que en la Declaración Ministerial de La Haya de marzo del año 2000 aprobó siete desafíos como base de la acción futura, las mismas fueron adoptadas por el Informe de las Naciones Unidas sobre el agua (2003), como criterios de seguimiento para controlar el progreso, las mismas son:

- 1) Cubrir las necesidades humanas básicas –asegurar el acceso al agua y a servicios de saneamiento en calidad y cantidad suficientes;
- 2) Asegurar el suministro de alimentos –sobre todo para las poblaciones pobres y vulnerables, mediante un uso más eficaz del agua.
- 3) Proteger los ecosistemas –asegurando su integridad a través de una gestión sostenible de los recursos hídricos.
- 4) Compartir los recursos hídricos –promoviendo la cooperación pacífica entre diferentes usos del agua y entre Estados, a través de enfoques tales como la gestión sostenible de la cuenca de un río.
- 5) Administrar los riesgos –ofrecer seguridad ante una serie de riesgos relacionados con el agua.
- 6) Valorar el agua –identificar y evaluar los diferentes valores del agua (económicos, sociales, ambientales y culturales) e intentar fijar su precio para recuperar los costos de suministro del servicio teniendo en cuenta la equidad y las necesidades de las poblaciones pobres y vulnerables.

- 7) Administrar el agua de manera responsable, implicando a todos los sectores de la sociedad en el proceso de decisión y atendiendo a los intereses de todas las partes. (Pg. 6).

Además existen otros cuatro desafíos adicionales que se adoptaron para ampliar el alcance del análisis, al respecto de la misma temática, las cuales son:

- 8) El agua y la industria –promover una industria más limpia y respetuosa de la calidad del agua y de las necesidades de otros usuarios.
- 9) El agua y la energía –evaluar el papel fundamental del agua en la producción de energía para atender las crecientes demandas energéticas.
- 10) Mejorar los conocimientos básicos –de forma que la información y el conocimiento sobre el agua sean más accesibles para todos.
- 11) El agua y las ciudades –tener en cuenta las necesidades específicas de un mundo cada vez más urbanizado. (Pg. 6 – 7).

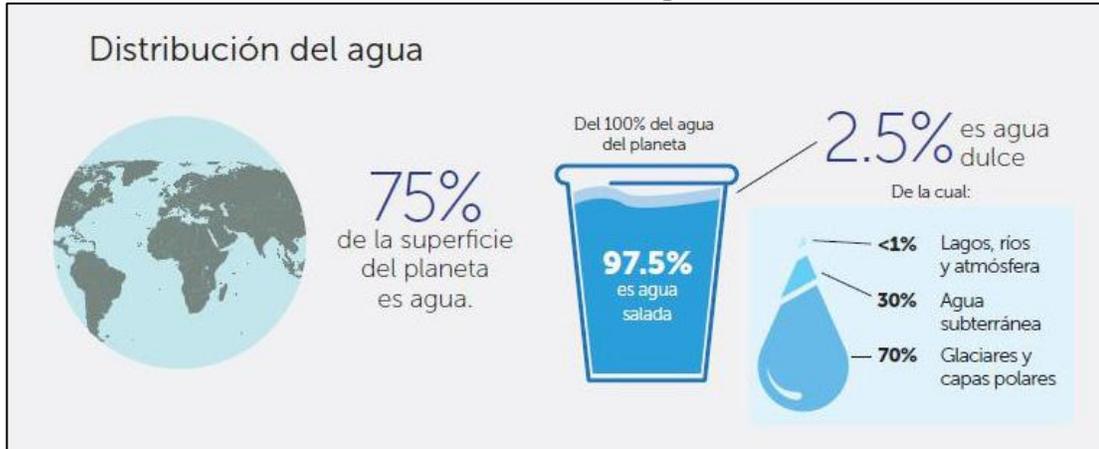
En total, los once desafíos son los que estructuraron el Informe de la Cumbre Mundial del Desarrollo Sostenible en 2002, el Secretario General de las Naciones Unidas, Kofi Annan, identificó los cinco grandes temas, reunidos en la sigla: Agua y saneamiento, Energía, Salud, Agricultura y Biodiversidad. Los mismos son parte integrante de un enfoque internacional coherente del desarrollo sostenible, siendo que el agua es esencial en cada una de esas áreas clave.

Por ello, entre el 2002 y 2003 constituye una etapa importante en el progreso del género humano hacia el reconocimiento de la importancia decisiva del agua para el futuro, un tema que se encuentra entre los principales en la agenda política actual de muchos países.

Por otro lado, y de manera concreta, en cuanto a porcentajes y cantidades, se puede mencionar que del 100%, el 75 % de la superficie del planeta es agua. De ese porcentaje el 97,5% es agua salada, quedando un 2,5% de agua dulce, de ello el 70% proviene o se ubica en los glaciares y capas polares, mientras que el 30% es agua subterránea y el 1% o aún menos se

encuentran en lago, ríos y atmósfera, los mismos, se detallan a continuación en la siguiente figura:

**Figura 1**  
**Distribución del agua**

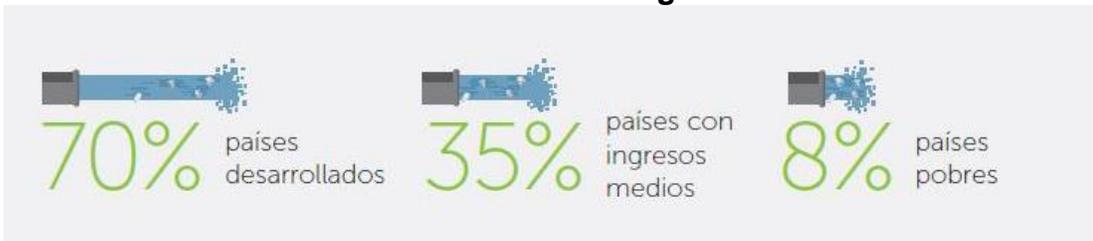


**Fuente:** CONAGUA, 2011, Pg. 1.

Del total de la población mundial, el 11% no tiene acceso al agua, siendo que la población sin acceso al agua de entre los países desarrollados son aproximadamente 10 millones de personas, en Latinoamérica son 32 millones, mientras que en África son 345 millones de personas. Por lo que la población mundial global son más de 7.000 millones de personas.

Mientras que tratándose del tratamiento del agua, el 70% se realiza en países desarrollados, el 35% se trata el agua en países con ingresos medios, finalmente solo el 8% se trata el agua en países pobres.

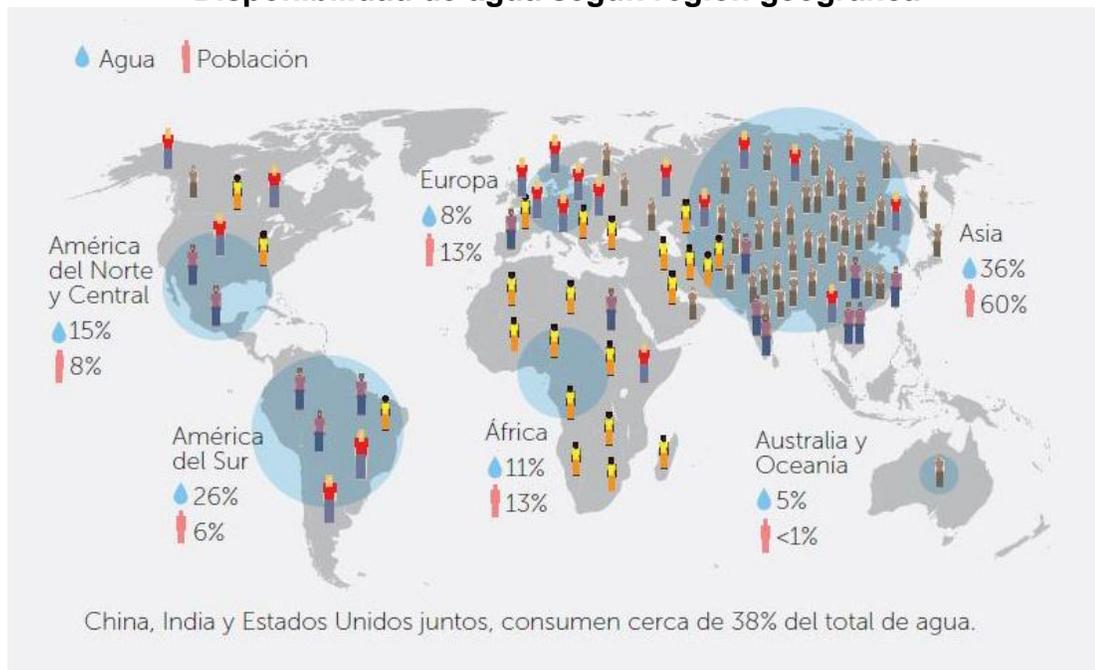
**Figura 2**  
**Tratamiento del agua**



**Fuente:** CONAGUA, 2011, Pg. 2.

Al respecto, las Naciones Unidas (2003), mencionan y hacen énfasis en la disponibilidad de agua existente según la región geográfica, en la figura a continuación se detallan los porcentajes existentes según su población.

**Figura 3**  
**Disponibilidad de agua según región geográfica**



**Fuente:** CONAGUA, 2011, Pg. 2.

#### 2.4.2. Situación del agua en Bolivia

En el caso de Bolivia, y según la información del Ministerio de Medio Ambiente y Agua (2011), se encuentran tres vertientes; en las zonas altiplánica, de los valles y amazónica, con una disponibilidad superficial en ríos muy restringida. En el caso del altiplano, básicamente, el aprovechamiento que se hace está en función de las aguas subterráneas, porque sin éstas, se registra una capacidad insuficiente; si no fuera por las aguas subterráneas en el altiplano se daría un estrés hídrico por la baja disponibilidad de agua. Detallada de la siguiente manera:

- ✓ Zona altiplánica 2000 Distritos de riego (La Paz, Oruro y Potosí). Zona de poca precipitación y bajas temperaturas, altura por encima de 3000 msnm.
- ✓ Zona de valles (La Paz) cerca de 2270 distritos de riego. Precipitaciones medias pero alta demanda de agua para agricultura.
- ✓ Zona amazónica (Santa Cruz) y otros) 300 sistemas. Abundante precipitación y temperaturas relativamente altas.
- ✓ Zona Chaqueña, zona seca y temperaturas altas. (Pg. 35)

Además se menciona que con el decreto de 1879 se establece que el agua es potestad del dueño del predio, por lo que se debe tomar en cuenta que si el agua nace y termina en el mismo predio es de propiedad del dueño, pero además que puede incluir las aguas subterráneas y por lo tanto también son de su dominio.

Por ello, el artículo 136 de la Constitución Política del Estado de 1967, que después es refrendado por la CPE de 1994, establecía que el agua en todos sus estados es de dominio originario del Estado. Después en 1967 se promulga un reglamento de aguas para irrigación, que establece que el agua para riego y las aguas subterráneas son de dominio público; también se promulga el Reglamento de Contaminación Hídrica de la Ley del Medio Ambiente en 1995, que señala que las aguas en todos sus estados son de dominio originario del Estado. Por el contrario hubo 30 intentos de modificar la ley que no fructificaron al transcurrir el tiempo, tal cual se destacan, entre otros por el Ministerio de Medio Ambiente y Agua (2011).

Todo ello se refleja en la cobertura nacional de agua potable, donde se destaca la labor del estado por brindar agua para la población según y en concordancia de todas sus normativas como tuición prioritaria del Estado.

**Tabla 1**  
**Cobertura Nacional de agua potable**

Tema	2001	2003	2005	2007	2008	2009	2010	2015
<b>Coberturas</b>	72,0%	72,0%	71,7%	74,4%	74,6%	74,7%	75,2%	78,5%
<b>Urbana</b>	87,6%	86,4%	84,5%	87,5%	87,1%	87,1%	88,0%	
<b>Rural</b>	46,0%	48,0%	51,4%	50,3%	50,8%	50,6%	52,0%	
<b>Incremento</b>	0,0%	-0,3%	2,7%	0,2%	0,1%	0,5%	3,3%	
<b>Pob. Servida</b>	6.209.473	6.497.944	6.759.316	7.316.367	7.482.135	7.639.792	7.840.469	8.957.361

**Fuente:** Fernandez, Ignacio. (2011). Pg 14

Como se detalla, en la tabla anterior, el porcentaje va ascendiendo en porcentajes poco variables, mientras que ya para el año 2010 hay un gran porcentaje de aumento lo que representaba poco más de 200.000 habitantes beneficiados.

#### **2.4.2.1. Disponibilidad de aguas superficiales**

En el territorio de Bolivia, las aguas superficiales se escurren a través de un complejo sistema de ríos, lagos, lagunas, humedales y otros cuerpos de agua. Los recursos hídricos superficiales de una determinada región provienen de la precipitación pluvial en su cuenca de alimentación y de los manantiales (descarga de agua subterránea).

En el territorio boliviano existe gran abundancia regional del agua dulce disponible, el cual ha sido dividido en dos áreas, la de agua dulce disponible perennemente y otra de agua dulce escasa o faltante.

**Tabla 2**  
**Unidades de agua dulce disponible**

Sector	Unidad	Descripción
Agua dulce disponible perennemente	1	Varias cuencas de la macrocuenca del río Amazonas con grandes (>100 m <sup>3</sup> /seg a 500 m <sup>3</sup> /seg) a enormes (>5,000 m <sup>3</sup> /seg) cantidades de agua. La temporada de flujo alto ocurre generalmente entre diciembre y marzo.
	2	Macrocuena del río Amazonas con moderadas (>10 m <sup>3</sup> /seg a 100 m <sup>3</sup> /seg) a muy grandes (>500 a 5,000 m <sup>3</sup> /seg) cantidades de agua. La temporada de flujo alto ocurre generalmente entre enero y marzo.
	3	Sur de la macrocuena mazónica y aguas abajo de la macrocuena De La Plata con moderadas (>10 m <sup>3</sup> /seg a 100 m <sup>3</sup> /seg) a muy grandes (>500 a 5,000 m <sup>3</sup> /seg) cantidades de agua. La temporada de flujo alto ocurre generalmente entre marzo y mayo.
	4	Cabeceras de las macrocuencas del Amazonas y del río De La Plata con pequeñas (>1 m <sup>3</sup> /seg a 10 m <sup>3</sup> /seg) a grandes (>100 a 500 m <sup>3</sup> /seg) cantidades de agua. La temporada de flujo alto ocurre generalmente entre marzo y mayo.
Agua dulce escasa o faltante	5	Toda la macrocuena del Altiplano con moderadas (>10 m <sup>3</sup> /seg a 100 m <sup>3</sup> /seg) a muy grandes (>500 a 5,000 m <sup>3</sup> /seg) cantidades de agua. Grandes cantidades de agua salina disponible. La temporada de flujo alto ocurre generalmente entre enero y marzo.

**Fuente:** Red Interamericana de Academia de Ciencias. 2012. Pg. 81.

A escala nacional, se estima la oferta de agua en más de 500,000 Mm<sup>3</sup> por año y la demanda actual es alrededor de 2,000 Mm<sup>3</sup> por año, es decir, menos de 0.5% de la oferta total. Se estima que la demanda de agua nacional creció en 18% hasta el año 2012. Esta relativa abundancia de agua es una gran ventaja comparativa para el país con relación a los países limítrofes. Sin embargo, la variabilidad espacial y temporal de las condiciones climáticas, descritas anteriormente, es elevada y con frecuentes sucesos hidrológicos y meteorológicos extremos, como lluvias intensas, sequías, granizadas, nevadas, heladas, etc.

Asimismo, los mayores asentamientos humanos y sus actividades productivas están concentrados en las regiones de menor precipitación pluvial del país, lo que genera escasez crónica de agua en varias áreas, problema que se agrava por la falta de obras de regulación plurianual. Con respecto a las macrocuentas, humedales y territorio protegido ecológicamente la Red Interamericana de Academia de Ciencias (2012) menciona que:

La cabecera de las cuatro macrocuencas del país está en la región occidental o andina (38% del territorio nacional), donde llueve menos y donde vive alrededor de 70% de la población nacional. Además cabe mencionar que Bolivia cuenta con 260 humedales inventariados. Alrededor de 20% del territorio nacional está protegido ecológicamente, ya sea por el Sistema Nacional de Áreas Protegidas o por la protección o servidumbres ecológicas contempladas en la Ley Forestal. (Pg. 82)

Por lo tanto, el agua para consumo humano ocupa el segundo lugar, con una demanda estimada de 104.5 Mm<sup>3</sup>/año (Datos de la Red Interamericana de la Academia de Ciencias). El mayor consumo de agua en las zonas urbanas es doméstico y sólo cinco de las nueve ciudades capitales de departamento cuentan con servicio de agua potable permanente las 24 horas del día. Y se continúa detallando que la ciudad de Cochabamba enfrenta los mayores problemas de abastecimiento de agua potable, seguida de las ciudades de Potosí, Sucre y Cobija.

A pesar del notable incremento en la cobertura de servicios de agua potable en el sector urbano y rural nacional, aún 30% de la población boliviana no cuenta con agua potable.

Por ello, es menester resaltar que en el área rural se tienen muchas dificultades de abastecimiento de agua potable especialmente por la dispersión poblacional, la poca capacidad municipal para generar y canalizar proyectos, y la falta de interés de inversión del sector privado. En el área rural, además de tener bajos porcentajes de cobertura, en la mayoría de los

casos el abastecimiento se realiza a través de fuentes públicas y no de conexiones domiciliarias, como ocurre mayormente en el área urbana.

Por el contrario, en otras áreas como en la industria y la minería son los otros usuarios importantes de agua con 31.5 Mm<sup>3</sup>/año, lo que equivale a 1% de la demanda total del país. Mientras que en el sector energético, existe en el país un total de 68 centrales hidroeléctricas, desde pequeños sistemas del orden de 0.006 MW de potencia instalada, hasta sistemas de 72 centrales hidroeléctricas.

En cuanto a la calidad del agua, la actividad minera, la industrial y la ciudadana en las grandes ciudades originan la contaminación de cursos de agua importantes, que luego son utilizados aguas abajo principalmente en actividades agrícolas. En estos ríos, la carga contaminante es extremadamente grande, y los valores de materia orgánica están por encima de 100 mg/l. La minería genera un drenaje de ácido de rocas (DAR) con metales pesados que es difícil de controlar en los sistemas hídricos superficiales y subterráneos.

En los cursos de agua mayores de la vertiente amazónica, el deterioro de la calidad del agua se manifiesta por la elevada concentración de sedimentos, originados por los procesos de erosión laminar y movimiento de masas en las cuencas altas, así como por los altos niveles de concentración de sustancias utilizadas en la explotación aurífera. La misma situación se presenta en los ríos de la vertiente, donde la actividad minera es predominantemente por la explotación de estaño, zinc y plomo.

#### **2.4.2.2. Disponibilidad de aguas subterráneas**

Las aguas subterráneas no siempre son tomadas en cuenta en los planes de manejo de cuencas, lo cual es nada práctico cuando se conoce que el mayor

porcentaje del abastecimiento de agua potable y agua de riego en las zonas rurales y urbanas proviene de acuíferos subterráneos. Además su disponibilidad depende de varios factores, como ser: la naturaleza de las rocas por donde fluyen los acuíferos, es decir, el tipo de roca, ya sean éstas sedimentarias o rocas ígneas efusivas altamente fracturadas.

También depende de las condiciones hidrodinámicas y las condiciones de carga y recarga. La calidad de las aguas subterráneas tiene una relación directa con los volúmenes de precipitaciones de lluvia, así como con el tipo y la composición de las rocas donde se aloja o acumula el agua de lluvia o de deshielos luego de percolar hacia ellas.

Existen varias otras razones por las cuales se deben considerar las aguas subterráneas, una de ellas es que, en muchos casos, las aguas subterráneas y superficiales están interconectadas. “Las principales zonas de recarga de los acuíferos son los humedales, los abanicos aluviales u otras zonas con suelos permeables” (Red Interamericana de Academia de Ciencias, 2012, Pg. 87), ya que gracias a estas zonas es que existen aguas subterráneas.

Por otro lado, en períodos de torrenceras, el río alimenta el acuífero, mientras que el acuífero descarga al río en épocas de estiaje. Este fenómeno ha sido observado en el Chaco Paraguayo con el acuífero Yrenda-Toba-Tarijeño. En general, en todo el territorio nacional, las zonas de descarga superficiales son cada vez más escasas, debido a que los niveles freáticos están descendiendo y las zonas de recarga están sufriendo alta contaminación. Mientras que los bofedales andinos son descargas de aguas subterráneas que no escurren, por lo que, al mantenerse, forman pastizales que son aprovechados por los auquénidos.

Los recursos hídricos subterráneos no han sido aún cuantificados a nivel nacional. Se cuenta con estudios locales muy limitados y su información

técnica no está organizada ni nada sistematizada. En 1985, el Servicio Geológico de Bolivia (GEOBOL) desarrolló y publicó el Mapa Hidrogeológico Regional de Bolivia y definió en el país cinco provincias hidrogeológicas que presentan diferencias fundamentales en la conformación litológica y estructural. Además indica la variación de la profundidad de los acuíferos encontrados en la unidad.

Se estima que los acuíferos con mayor potencial se encuentran en las provincias hidrogeológicas de la vertiente Amazonas, del Pantanal-Chaco Boreal y del Altiplano Norte.

Un segundo grupo lo constituyen los acuíferos en rocas consolidadas altamente fisuradas de productividad mediana a alta y algunos con recursos de aguas subterráneas notables. De hecho, la Red Interamericana de Academia de Ciencias (2012) detalla al respecto que:

En este grupo son consideradas algunas rocas ígneas volcánicas (ignimbritas) altamente fisuradas o diaclasadas del Neógeno Superior al Cuaternario. Este tipo de acuíferos son encontrados en la macrocuenca del Océano Pacífico, a pesar de que su distribución no es muy amplia. (Pg. 88)

Por ello, se puede detallar que la ocurrencia de las vertientes o manantiales en superficie está condicionada a dos factores principales: el grado de soldadura de la ignimbrita y la presencia de fracturas regionales y locales. Los mismos que para la subsistencia de estas vertientes se depende de las ya mencionadas.

### **2.4.3. Situación del agua en la ciudad de La Paz**

La ciudad de La Paz sede del poder ejecutivo y legislativo de Bolivia es el principal centro comercial y de servicios, se halla en la cuenca del "Chuquiago" dentro de la región andina del Altiplano boliviano a una altura promedio de 3.650 metros sobre el nivel del mar, con grandes diferencias de

hasta 800 metros entre dos zonas de la misma ciudad. En el caso concreto de La Paz, se detalla que: “Su topografía presenta fuertes pendientes y condiciones geológicas inestables para la urbanización, con riesgos de deslizamientos, inundaciones y desbordamientos de los más de 200 causes de aguas de la cuenca.” (Paz, 2000, Pg. 153)

En la década de los 50, el crecimiento de la ciudad se extiende a los terrenos ubicados en pendientes pronunciadas, consecuencia de la creciente migración rural. En este mismo período la ciudad también se desarrolla al sur del valle.

El desarrollo poblacional ha ido provocando una alta presión en las necesidades de vivienda, servicios básicos, equipamiento urbano, salud, educación y empleo, ligada a las grandes limitaciones de espacio, han causado un crecimiento caótico, con altas concentraciones de población en algunas áreas.

El proceso de urbanización en la ciudad de La Paz, donde el asentamiento urbano se ha venido desarrollando en las empinadas pendientes del valle del Choqueyapu (principal río de La Paz); particularmente, en las pendientes de la zona oeste, la misma que viene poblándose desde la década de 1950.

Por otro lado, estas áreas hace años atrás, tampoco resultaron interesantes para las empresas de servicios públicos de agua y saneamiento, pues las características topográficas, la falta de vías de o caminos de acceso, entre otros aspectos, contribuían decididamente al encarecimiento de los costos de instalación de infraestructura inmobiliaria e hidráulica.

Por ello, es menester mencionar que durante los últimos 20 años la población de las dos urbes se ha duplicado y sus consecuencias representan un tema antiguo, ya que, hace varios años, cuando el gobierno boliviano,

después de muchas protestas sociales y durante la presidencia de Carlos Mesa, rescindió contrato con Aguas de Illimani, la empresa privada que administraba el agua, esta había estado con planes de construir una nueva represa para aumentar las captaciones de agua para la población urbana. Posterior a eso, en 2007 el gobierno de Evo Morales fundó la Empresa Pública Social de Agua y Alcantarillado (EPSAS), y paralelamente se empeñó en las Naciones Unidas donde consiguió la declaratoria del agua como un derecho humano a nivel mundial, lo que represento un logro de la diplomacia boliviana.

Sin embargo, a pesar de su nombre prometedor, EPSAS permaneció sin una nueva estructura legal sólida, y además se encontraba intervenida por el Ministerio Medio Ambiente y Agua. Recién en el año 2017 se terminó con la construcción de Hampaturi Alto para darle mayor capacidad de abastecimiento a las zonas que a finales de 2016 presentaron desabastecimiento y riesgo.

## **2.5. CAUSAS DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA**

Las fuertes concentraciones de población contribuyen a la rápida contaminación del agua y otros tipos de contaminación. El agua contaminada es “el agua a la que se le incorporaron materias extrañas, como microorganismos, productos químicos, residuos industriales o de otros tipos, o aguas residuales. Estas materias deterioran la calidad del agua y la hacen inútil para los usos pretendidos.” (Centre d’ Estudis Amazònics. 2009. Pg. 14 - 15)

Los principales contaminantes del agua que según el Centre d’ Estudis Amazònics (2009) menciona las mismas que se presentan de manera resumida a continuación, y son:

- ✓ Agentes patógenos: bacterias, virus, protozoarios y parásitos que entran al agua proveniente de desechos orgánicos.
- ✓ Desechos que requieren oxígeno: los desechos orgánicos pueden ser descompuestos por bacterias que usan oxígeno para biodegradarlos. Si hay poblaciones grandes de estas bacterias, pueden agotar el oxígeno del agua, matando así las formas de vida acuáticas.
- ✓ Sustancias químicas inorgánicas: ácidos, compuestos de metales tóxicos (mercurio, plomo) que envenenan el agua.
- ✓ Los nutrientes vegetales que pueden ocasionar el crecimiento excesivo de plantas acuáticas que después mueren y se descomponen, agotando el oxígeno del agua y de este modo causan la muerte de las especies marinas (zona muerta).
- ✓ Sustancias químicas orgánicas: petróleo, plásticos, plaguicidas y detergentes que amenazan la vida.
- ✓ Sedimentos o materia suspendida: partículas insolubles de suelo que enturbian el agua, y que son la mayor fuente de contaminación.
- ✓ Sustancias radiactivas que pueden causar defectos congénitos y cáncer.
- ✓ Calor: ingresos de agua caliente disminuyen el contenido de oxígeno y hace a los organismos acuáticos muy vulnerables.

Con el paso del tiempo, cabe mencionar, que a los contaminantes ya determinados se le sumarán otros más.

### **2.5.1. Sustancia contaminantes del agua**

Se hace mención a que todos los seres vivos son contaminantes potenciales. Además se debe tomar en cuenta también a todas las actividades industriales o mineras, que vierten desechos químicos al agua, hasta las agrícolas, que emplean tóxicos para controlar las malezas o fertilizantes para mejorar la cosecha, inclusive el ciudadano común, arrojando basura en ríos y

lagos o arrojando pinturas, aceites o venenos al inodoro, todos son responsables de la contaminación constante del agua. A veces se cree que resulta fácil saber si el agua es potable o no, realizando pruebas, oliendo o viendo uno puede determinar si es apta para consumo. Pero se debe tomar en cuenta que otras veces, muchos químicos resultan invisibles y son difíciles de detectar. Para saber qué químicos hay en el agua debe hacerse análisis de laboratorio.

El Ministerio de Servicios y Obras Públicas; Viceministerio de Servicios Básicos. (2004). Hace referencia que la OMS, clasifica a los agentes contaminantes según sean:

- ✓ Contaminantes microbiológicos
- ✓ Contaminantes químicos: inorgánicos, orgánicos (excluidos los plaguicidas), plaguicidas, desinfectantes y subproductos de desinfección
- ✓ Contaminantes organolépticos.

Entre los contaminantes microbiológicos, se encuentran los protozoarios, parásitos, bacterias, virus y otros organismos microscópicos. Debido a la enorme variedad de estos organismos, sólo son analizados en laboratorio, aquellos organismos **INDICADORES**: coliformes totales y coliformes fecales. Los primeros indican una contaminación genérica, y los segundos, una contaminación por heces. (Pg. 56)

En base a los datos expuestos, también se debe tomar en cuenta a los contaminantes químicos, ya que también pueden ser variados y numerosos. Los de mayor importancia debido a su nocividad aun en exposiciones cortas, son los fluoruros, arsénico, nitratos, plomo, mercurio, bario y cromo.

La lista de contaminantes orgánicos, plaguicidas y productos de desinfección es también extensa, y se diferencian de los anteriores por ser nocivos luego de un consumo considerable en el tiempo.

Además los contaminantes organolépticos, son aquellos que modifican las características del agua que afectan a los sentidos: sabor, olor y color, pero estos no constituyen riesgo para la salud.

## 2.5.2. Enfermedades producidas por la contaminación del agua

Entre la población de América Latina existen 37 enfermedades comunes, pero 21 están relacionadas con la falta de agua y con agua contaminada.

Las enfermedades transmitidas por medio del agua contaminada pueden originarse por agua estancada con criadero de insectos, contacto directo con el agua, consumir agua contaminada microbiológica o químicamente y usos inadecuados del agua.

“Las enfermedades transmitidas por medio de aguas contaminadas, insectos y bacterias son: cólera, tifoidea y paratifoidea, disentería bacilar y amebiana, diarrea, hepatitis infecciosa, parasitismo, filariasis, malaria, tripanosomiasis, oncocercosis, schistosomiasis, tracoma, conjuntivitis y ascariasis; entre otras.” (Centre d’ Estudis Amazònics. 2009. Pg. 18), Por ende, los síntomas y su tratamiento dependen del tipo de microorganismo presente en el agua y de su concentración. Ya sean éstas enfocadas a las bacterias, como se detalla en la siguiente tabla:

**Tabla 3**  
**Bacterias más comunes en aguas contaminadas**

Tipo de bacteria	Enfermedad/infección causada	Síntomas
<b>Aeromonas sp.</b>	Enteritis	Diarrea muy líquida, con sangre y moco
<b>Campylobacter jejuni</b>	Campilobacteriosis	Gripe, diarreas, dolor de cabeza y estómago, fiebre, calambres y náuseas.
<b>Escherichia coli</b>	Infecciones del tracto urinario, meningitis neonatal, enfermedades intestinales	Diarrea acuosa, dolores de cabeza, fiebre, uremia, daños hepáticos
<b>Plesiomonas shigelloides</b>	Plesiomonas-infección	Náuseas, dolores de estómago y diarrea acuosa, a veces fiebre, dolores de cabeza y

<b>Salmonella typhi</b>	Fiebre tifoidea	vómitos. Fiebre
	Salmonelosis	Mareos, calambres intestinales, vómitos, diarrea y a veces fiebre leve.
<b>Salmonella sp.</b>	Enfermedad (gastro) intestinal	Dolores de estómago, diarrea y fiebre, a veces vómitos.
<b>Streptococcus sp.</b>	Cólera (forma leve)	Fuerte diarrea
<b>Vibrio El Tor (agua dulce)</b>		

**Fuente:** Centre d' Estudis Amazònics. 2009. Pg. 20

O, también se debe tomar en cuenta los protozoos comunes que provocan ciertas enfermedades con su sintomatología como se detalla a continuación:

**Tabla 4**  
**Protozoos más comunes en aguas contaminadas**

Tipo de protozoo	Enfermedad/infección causada	Síntomas
<b>Amoeba</b>	Disentería ameboide	Fuerte diarrea, dolor de cabeza, dolor abdominal, escalofríos, fiebre; si no se trata puede causar abscesos en el hígado, perforación intestinal y muerte.
<b>Cryptosporidium parvum</b>	Criptosporidiosis	Sensación de mareo, diarrea acuosa, vómitos, falta de apetito.
<b>Giardia lamblia</b>	Giardiasis	Diarrea, calambres abdominales, flatulencia, eructos, fatiga.
<b>Toxoplasma gondii</b>	Toxoplasmosis	Gripe, inflamación de las glándulas linfáticas en mujeres embarazadas, aborto e infecciones cerebrales.

**Fuente:** Centre d' Estudis Amazònics. 2009. Pg. 21

Para una mejor comprensión de las dos tablas anteriores se presenta una tercera sobre Patógenos transmitidos por agua / Importancia para la salud y rutas de transmisión, donde se hace mención al patógeno, su influencia en la

salud, las rutas de transmisión de cada uno de ellas, el nivel de persistencia en los sistemas de abastecimiento de agua y finalmente la dosis infecciosa de cada uno de ellos. Los detalles son como siguen:

**Tabla 5**  
**Patógenos transmitidos por agua /**  
**Importancia para la salud y rutas de transmisión**

Patógeno	Influencia en la salud	Rutas de transmisión	Persistencia en los sistemas de abastecimiento de agua	Dosis infecciosa
<b>Bacterias</b>				
Campilobacter jejuni, C. coli	Alta	✓ Contacto persona a persona	Moderada	Moderada
E. coli patógeno	Alta		Moderada	Alta
Salmonella typhi	Alta		Moderada	Alta
Otras salmonellas	Alta	✓ Contaminación doméstica	Prolongada	Alta
Shigella spp	Alta		Corta	Moderada
Vibrio cholerae	Alta	✓ Contaminación del agua	Corta	Alta
Yersinia enterocolitica	Alta		Prolongada	Alta
Pseudomonas ae.	Moderada	✓ Contaminación de cultivos	Puede multiplicarse	Alta (?)
Aeromonas spp	Moderada		Puede multiplicarse	Alta (?)
<b>Virus</b>				
Adenovirus	Alta		?	Baja
Virus de la polio	Alta	✓ Contacto persona a persona	?	Baja
Virus de la hepatitis A	Alta		?	Baja
Virus de la hepatitis no A	Alta	✓ Contaminación doméstica	?	Baja
Enterovirus	Alta		Prolongada	Baja
Virus Norwalk	Alta	✓ Contaminación del agua	?	Baja
Virus tipo Norwalk (NLV)	Moderada		?	Baja (?)
Rotavirus	Alta		?	Moderada
<b>Protozoarios</b>				
Entamoeba histolítica	Alta	✓ Contacto persona a persona	Moderada	Baja
Giardia spp	Alta	✓ Contaminación doméstica	Moderada	Baja
Cryptosporidium spp	Alta	✓ Contaminación mediante animales	Prolongada	Baja

**Fuente:** Fundación SODIS para América Latina. (2003). Pg. 12

## 2.6. HISTORIA DEL TRATAMIENTO DE AGUA

Moravía en su documento de Historia del Tratamiento del Agua hace mención a un sin fin de aspectos, los mismos se desarrollaran a continuación de manera clara y concreta, dónde los seres humanos han almacenado y distribuido el agua durante siglos.

Hace aproximadamente 7000 años en Jericó en Israel, el agua almacenada en los pozos se utilizaba como fuente de recursos de agua, además se

empezaron a desarrollar los sistemas de transporte y distribución del agua. Ese transporte se realizaba mediante canales sencillos, excavados en la arena o las rocas y más tarde se comenzarían a utilizar tubos huecos.

Más tarde, alrededor del año 3000 A.C., la ciudad de Mohenjo-Daro en Pakistán, utilizaba instalaciones de distribución y necesitaba un suministro de agua muy grande.

En la antigua Grecia el agua de escorrentía, el agua de pozos y el agua de lluvia eran utilizadas desde épocas muy tempranas. Debido al crecimiento de la población se vieron obligados al almacenamiento y distribución mediante la construcción de una red de distribución del agua. El agua utilizada se retiraba mediante sistemas de aguas residuales, a la vez que el agua de lluvia. Los griegos fueron de los primeros en tener interés en la calidad del agua. Ellos utilizaban embalses de aireación para la purificación del agua.

Mientras que los Romanos fueron los mayores arquitectos en construcciones de redes de distribución de agua que ha existido a lo largo de la historia. Los romanos construyeron represas para el almacenamiento y retención artificial del agua, su sistema de tratamiento por aireación se utilizaba como método de purificación. Por lo tanto, el agua fue de mejor calidad y más popular era el agua proveniente de las montañas.

En los sistemas de tuberías en las ciudades se utilizaban cemento, roca, bronce, plata, madera y plomo. Las fuentes de agua se protegían de contaminantes externos.

Después de la caída del imperio Romano, los acueductos se dejaron de utilizar. Desde el año 500 al 1500 D.C. hubo poco desarrollo en relación con los sistemas de tratamiento del agua. Durante la edad media se manifestaron gran cantidad de problemas de higiene en el agua y los sistemas de

distribución de plomo, porque los residuos y excrementos se vertían directamente a las aguas. Por ello, la gente que bebía estas aguas enfermaba y moría. Para evitarlo se utilizaba agua existente fuera de las ciudades no afectada por la contaminación. Esta agua se llevaba a la ciudad mediante los llamados portadores.

El primer sistema de suministro de agua potable a una ciudad completa fue construido en Paisley, en Escocia, alrededor del año 1804 por John Gibb. En tres años se comenzó a transportar agua filtrada a la ciudad de Glasgow.

En 1806 en París empieza a funcionar la mayor planta de tratamiento de agua. El agua sedimentaba durante 12 horas antes de su filtración. Los filtros consistían en arena, carbón y su capacidad era de seis horas.

En 1827 el inglés James Simplón construyó un filtro de arena para la purificación del agua potable. Hoy en día todavía se considera el primer sistema efectivo utilizado con fines de salud pública. Y así se fueron mejorando los procesos de tratamiento de agua, cada vez más elaborados y complejos a la vista de la población.

## **2.7. PROCESO DE TRATAMIENTO DEL AGUA**

Los métodos que se describen a continuación funcionan sólo para proteger el agua de bacterias o virus. Si se piensa que el agua contiene químicos, aceites, sustancias venenosas, otros contaminantes o es de alcantarillado, siempre se debe recomendar no beberla.

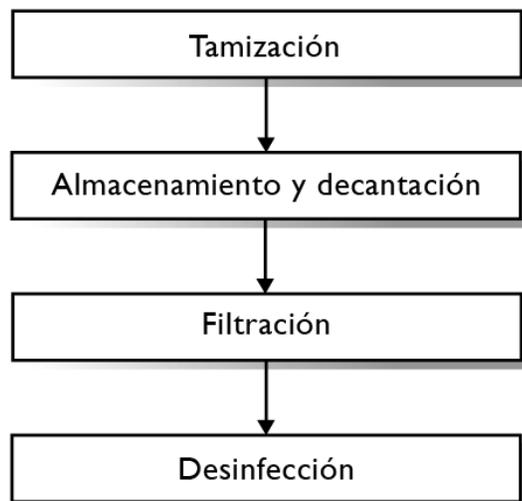
Las opciones que se sugieren suelen ser como medidas rápidas, a corto plazo, para brindar un nivel seguro de suministro de agua potable para la supervivencia a partir de fuentes de agua contaminada que se consideran inseguras. Como se menciona a continuación se debe tener en cuenta que en el caso del tratamiento de agua: “Las opciones deben ser sostenibles

hasta que se disponga de un suministro seguro, a largo plazo y costo-efectivo para la población. (Organización Mundial de la Salud, 2009, Pg. 1)

Los métodos que se describen son adecuados para agua sacada de cualquier fuente pero, en general, sólo van a eliminar la contaminación física y microbiológica. La contaminación química, como la que se ocasiona después de un derrame de desechos industriales, no se puede contrarrestar con procesos sencillos, por lo que se debe recurrir a la orientación especializada de expertos.

En términos generales, el tratamiento del agua a nivel casero sigue los procesos que se muestran en la siguiente figura. Sin embargo, según la calidad del agua sin tratar, es posible que algunos procesos no sean necesarios.

**Figura 4**  
**Pasos generales en los procesos de tratamiento del agua a nivel domiciliario**



**Fuente:** Organización Mundial de la Salud, 2009, Pg. 1

Los mismos, serán desglosados en los siguientes puntos, para tener mayor conocimiento de los mismos y asimismo comprensión de los detalles.

## **2.8. MÉTODOS DE TRATAMIENTO DEL AGUA**

Al respecto de los métodos de tratamiento de agua a continuación se detallarán los siguientes puntos en concordancia a los métodos propuestos por la Organización Mundial de la Salud (2009), las cuales son:

- ✓ Tamización
- ✓ Aireación
- ✓ Almacenamiento y decantación
- ✓ Filtración
- ✓ Desinfección

### **2.8.1. Tamización**

La tamización es considerada como: “El vertimiento del agua a través de un pedazo limpio de tela de algodón, retira una cierta cantidad de lodo y de partículas suspendidas.” (Organización Mundial de la Salud, 2009, Pg. 1), Por ende es importante que la tela utilizada, por ejemplo, en el sistema de tratamiento de tres vasijas esté limpia porque una sucia podría añadirle nuevos contaminantes al agua que se va a tamizar. Se pueden usar las telas hechas especialmente para filtrar. Ese tipo de telas eliminan los organismos conocidos como copépodos, que actúan como huéspedes intermedios para las larvas del gusano. La tela debe usarse siempre con el mismo lado hacia arriba, es decir que se puede lavar con agua limpia y jabón.

### **2.8.2. Aireación**

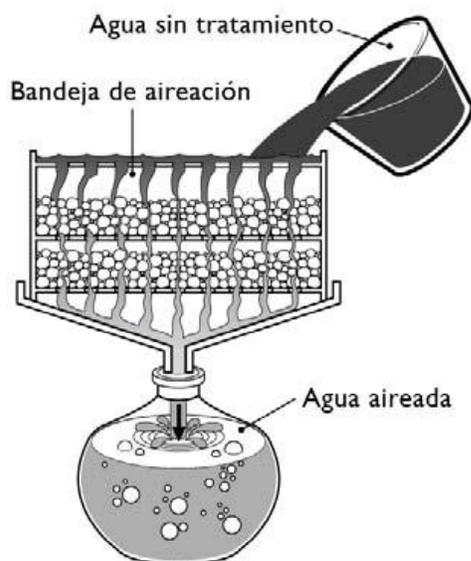
Con respecto a este tipo de tratamiento, se debe denotar que “la aireación es un proceso de tratamiento en el que el agua entra en contacto con el aire con el propósito primordial de incrementar su contenido de oxígeno.” (Organización Mundial de la Salud, 2009, Pg. 1). Lo que conlleva al hecho de que al tener un mayor contenido de oxígeno:

- ✓ Se eliminan las sustancias volátiles, como el sulfuro de hidrógeno y el metano, que afectan el sabor y el olor.
- ✓ Se reduce el contenido de dióxido de carbono del agua.
- ✓ Se oxidan los minerales disueltos, como el hierro y el manganeso, para que formen precipitados, que se pueden retirar por decantación y filtración.

Por ello se debe tener en cuenta que el estrecho contacto que se requiere entre el agua y el aire para la aireación se puede lograr de varias formas. A nivel casero, se debe agitar rápidamente el recipiente parcialmente lleno de agua por aproximadamente 5 minutos, más o menos, y, luego, se debe dejar reposar el agua por otros 30 minutos para que las partículas suspendidas se decanten en el fondo del recipiente.

Aunque, a mayor escala, la aireación se puede lograr dejando que el agua escurra a través de una o más bandejas perforadas y bien ventiladas que contienen pequeñas piedras, como se muestra en la siguiente figura. Ya que, nuevamente, se debe recoger el agua en un recipiente y dejarla que repose por 30 minutos, más o menos, para que las partículas suspendidas queden en el fondo.

**Figura 5**  
**Bandejas de aireación**



**Fuente:** Organización Mundial de la Salud, 2009, Pg. 2.

### **2.8.3. Almacenamiento y decantación**

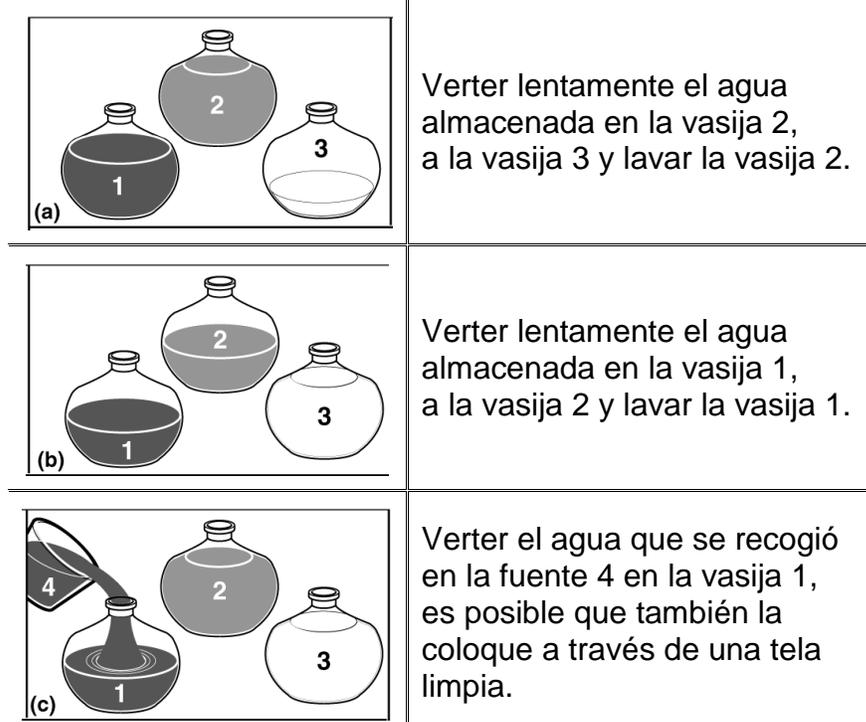
Cuando se almacena el agua por un día en condiciones seguras, más del 50% de la mayoría de las bacterias muere. Es más, durante el almacenamiento los sólidos en suspensión y algunos de los agentes patógenos se asientan en el fondo del recipiente. El recipiente utilizado para el almacenamiento y la decantación debe contar con una tapa para evitar una nueva contaminación, y debe tener un cuello lo suficientemente amplio para facilitar la limpieza periódica; por ejemplo, para este propósito, se puede usar un recipiente con tapa, para lograr el objetivo deseado. El agua se debe sacar de la parte superior del recipiente, donde se encuentra más limpia y con menos patógenos.

Con el almacenamiento y la decantación, según la Organización Mundial de la Salud (2009) se detalla que:

En un tiempo mínimo de 48 horas, también se eliminan los organismos llamados cercarias, que actúan como huéspedes intermediarios en el ciclo de vida de los parásitos que producen la esquistosomiasis (bilharziasis o fiebre por caracoles), una enfermedad transmitida por el agua, prevalente en algunos países. Los periodos de decantación más prolongados producen una mejor calidad de agua. (Pg. 2)

En todos los hogares se puede maximizar el beneficio del almacenamiento y la decantación mediante el uso del sistema de tres vasijas, en la siguiente figura se detalla el proceso del mismo para una mejor comprensión.

**Figura 6**  
**Sistema de tratamiento de tres vasijas**



**Fuente:** Organización Mundial de la Salud, 2009, Pg. 2.

#### 2.8.4. Filtración

La filtración se refiere en concreto al paso de agua contaminada a través de un medio poroso como la arena. El proceso de filtración como tal usa el

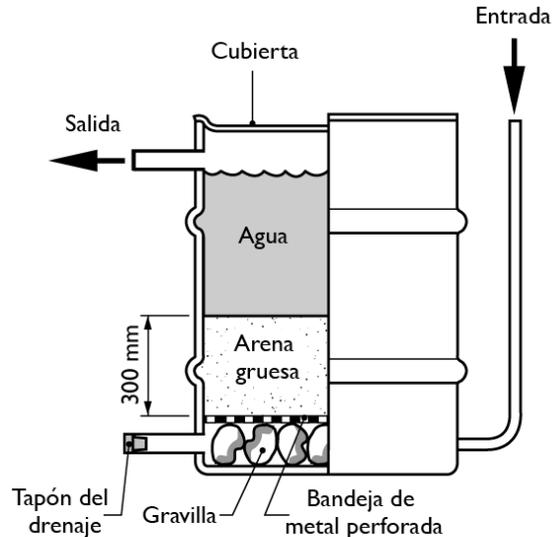
principio fundamental de limpieza natural del suelo. Por lo cual a continuación se detallarán los siguientes filtros:

- ✓ Filtro simple de arena de flujo ascendente
- ✓ Filtros de carbón
- ✓ Filtros de cerámica

#### **2.8.4.1. Filtro simple de arena de flujo ascendente**

Los filtros caseros simples se pueden construir dentro de recipientes de arcilla, metal o plástico. Las vasijas se llenan con capas de arena y grava, y la tubería se dispone de tal manera que ésta debe forzar al agua a que fluya, ya sea hacia arriba o hacia abajo, a través del filtro. A continuación, en la siguiente figura se dan detalles del mismo.

**Figura 7**  
**Filtro de arena simple de flujo ascendente rápido**



**Fuente:** Organización Mundial de la Salud, 2009, Pg. 3.

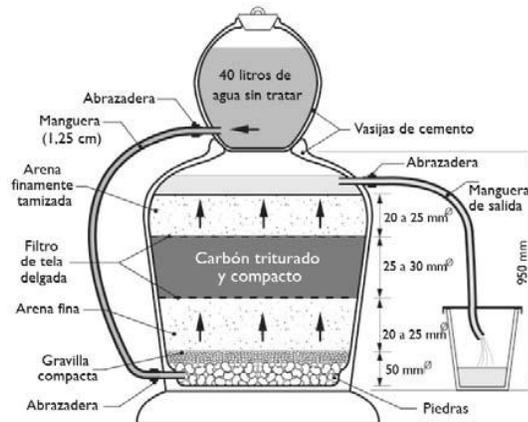
Un filtro como el de la anterior figura se puede construir a partir de un recipiente cilíndrico de 200 litros. Tiene una cama de filtro hecha de arena gruesa (de, más o menos, 0,3 m de profundidad) con granos entre 3 y 4 mm

de diámetro, apoyada en gravilla cubierta por una bandeja de metal perforada. La tasa de filtración efectiva para este tipo de filtro puede ser hasta de 230 litros por hora, según detalla la OMS. Además se ha mención al hecho de que estos filtros se deben desmantelar frecuentemente para limpiar la arena y la gravilla y remover las impurezas asentadas. La frecuencia de la limpieza depende de la turbiedad del agua sin tratar. Además, “estos filtros no son efectivos para la remoción de agentes patógenos. Por lo tanto, el agua se debe desinfectar o almacenar por 48 horas para volverla segura para el consumo” (Organización Mundial de la Salud, 2009, Pg. 3).

#### 2.8.4.2. Filtros de carbón

El carbón es un elemento bastante efectivo para la remoción de algunos sabores, olores y colores. Por ello, se puede usar el carbón común disponible localmente, aunque el carbón activado es más efectivo pero más costoso. Un ejemplo de este tipo de filtro es el filtro de arena de flujo ascendente de la UNICEF. Sin embargo, si el carbón no se cambia con frecuencia o si se deja de usar el filtro por un tiempo, se ha visto que se puede volver un criadero de bacterias nocivas para el ser humano.

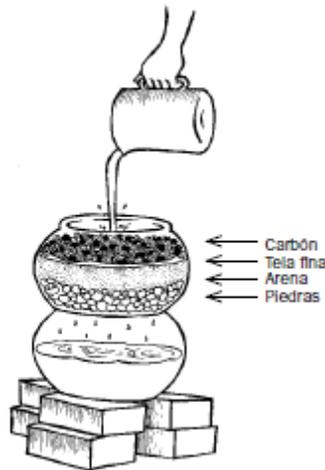
**Figura 8**  
**Filtro de carbón de flujo ascendente de UNICEF**



**Fuente:** Organización Mundial de la Salud, 2009, Pg. 3.

Mientras que el ministerio de la Salud, propone otro tipo de filtro de carbón, el mismo como se puede ver en la siguiente figura se presenta de forma más simple, y de fácil fabricación, por lo que su renovación no acarrea grandes dificultades para lo posterior, además en el mismo se puede destacar la diferencia de materiales que son utilizados, algo simple.

**Figura 9**  
**Filtro de carbón**



**Fuente:** Ministerio de Salud de la Nación, 2011, Pg. 13.

#### **2.8.4.3. Filtros de cerámica**

Con respecto a este tipo de filtro, se puede denotar que se puede purificar el agua haciéndola pasar a través de un elemento de filtración de cerámica. A veces éste es denominado como “velas”. Al respecto, se menciona que en este proceso, las partículas suspendidas se filtran mecánicamente del agua. El agua filtrada se debe hervir o desinfectar de alguna forma. Además de que “algunos filtros están impregnados con plata, que sirve como desinfectante y bactericida, lo que evita la necesidad de hervir el agua después del filtrado.” (Organización Mundial de la Salud, 2009, Pg. 4). Los filtros de cerámica se pueden realizar en casa de forma casera y, también, se pueden producir en masa según la inquietud que tenga alguna empresa entendida en el rubro. Pero cabe destacar que pueden ser costosos aunque tienen una larga vida

de almacenamiento, es decir, se pueden comprar y guardar como preparación para futuras emergencias en las que sean necesarias. Las impurezas retenidas por la superficie de la “vela” deben quitarse utilizando un cepillo bajo una corriente de agua de intervalo regular. Para reducir que existan atascamientos frecuentes, el agua que entra debe tener una turbiedad baja. A continuación se dan a conocer los distintos tipos de filtros de este material.

**Figura 10**  
**Filtros de cerámica**



**Fuente:** Organización Mundial de la Salud, 2009, Pg. 3.

### 2.8.5. Desinfección

Es importante que el agua que se consume esté libre de organismos nocivos para la salud. Los anteriores métodos mencionados, si bien reducen el contenido de bacterias nocivas, se debe mencionar que ninguno de ellos puede garantizar la completa remoción de los gérmenes. Por ello, la desinfección es un proceso de tratamiento que garantiza que el agua quede

libre de organismos o patógenos que pueden ser perjudiciales al momento de su consumo. Es de este modo que se recomienda que éste proceso sea la etapa final del tratamiento de agua como tal, pues muchos de los procesos de desinfección se dificultan por las partículas sólidas y el material orgánico suspendidos en el agua. Existen varios métodos para lograr la desinfección en los hogares, los mismos son:

- ✓ Desinfección por ebullición
- ✓ Desinfección solar
- ✓ Desinfección con cloro

Los mismos se detallan a continuación con la mayor claridad que se requiere para una comprensión total y de manera que sea la parte culmen del presente capítulo

#### ***2.8.5.1. Desinfección por ebullición***

La ebullición es un método muy efectivo para eliminar diversos patógenos, como virus, esporas, quistes y huevos de gusano, aunque con alto consumo de energía eléctrica o consumo de gas, según sea la instalación que se tenga. “El agua se debe llevar a ebullición por un mínimo de 5 minutos y, preferiblemente, por un periodo de 20 minutos.” (Organización Mundial de la Salud, 2009, Pg. 4). Es por ello que se debe contemplar los altos costos en el uso de la energía para tal ebullición, la otra desventaja es el cambio en el sabor del agua causado por la salida del aire del agua al momento de hervirla. Aunque, se puede mejorar el sabor revolviendo con fuerza el agua o por así decirlo, agitándola en un recipiente cerrado luego de que esté se enfríe, ya que solo de ese modo se puede obtener una mejor calidad al guardar el agua hervida como se explicó en puntos anteriores.

**Tabla 6**  
**Ventajas, desventajas y recomendaciones**  
**sobre la desinfección por ebullición**

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Método de conocimiento popular.	Requiere de combustible.
No requiere químicos ni tecnología extra.	Riesgos al manipular agua caliente.
El proceso mata a todos los organismos nocivos.	Riesgo de recontaminación al cambiar de contenedor luego de hervir.
Funciona con agua turbia.	No elimina sustancias químicas nocivas.
<b>Recomendaciones:</b> manipular el agua tratada en envases limpios. De tener olor o sabor, verter el agua ya fría en una botella limpia y agitar enérgicamente para incorporar oxígeno.	

**Fuente:** Ministerio de Salud de la Nación, 2011, Pg. 8.

#### **2.8.5.2. Desinfección solar**

Los rayos ultravioleta del sol se usan para inactivar y destruir los agentes patógenos presentes en el agua. Se llenan con agua recipientes transparentes y se exponen a plena luz solar por aproximadamente 5 horas, más o menos, o en su defecto dos días consecutivos bajo un cielo completamente nublado. La desinfección ocurre por una combinación de radiación y tratamiento térmico, dónde se debe tener en cuenta que si el agua alcanza una temperatura de, al menos, de 50°C, en un periodo de exposición de una hora por lo cual sería suficiente. Para que la desinfección solar sea efectiva, se requiere de agua limpia.

Al respecto la Fundación SODIS para América Latina detalla el procedimiento que se debe tener en cuenta para la desinfección solar.

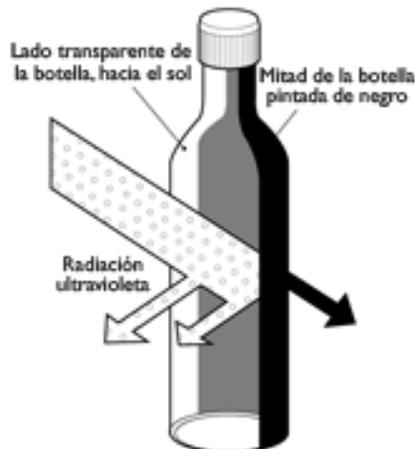
**Figura 11**  
**Procedimiento para la exposición SODIS**



**Fuente:** Fundación SODIS para América Latina, 2003, Pg. 26.

Al respecto la OMS también ha desarrollado un ejemplo mejorado del sistema SODIS, mediante el cual se usan botellas pintadas de negro en una mitad para incrementar la temperatura, y el lado claro de la botella es colocado hacia el sol.

**Figura 12**  
**Sistema SODIS**



**Fuente:** Organización Mundial de la Salud, 2009, Pg. 3.

Al respecto también se debe tomar en cuenta la variación geográfica de la radiación solar, tal como se menciona en el documento de la Fundación SODIS para América Latina (2003) donde se menciona que:

Las regiones más favorables para aplicar SODIS se ubican entre las latitudes 15°N y 35°N (así como 15°S y 35°S). Estas regiones semiáridas se caracterizan por la mayor cantidad de radiación solar. Más del 90% de la luz solar toca la tierra como radiación directa, debido a la limitada cobertura nubosa y la poca precipitación (menos de 250 mm de precipitación y generalmente más de 3000 horas de luz solar anualmente).

La segunda región más favorable está ubicada entre la latitud 15°N y 15°S. Debido a la alta humedad y la frecuente cobertura nubosa, la cantidad de radiación, a pesar de ser intermitente, es alta en esta región (unas 2,500 horas de luz solar anualmente).

Es importante señalar que la mayoría de países en desarrollo están ubicados entre las latitudes 35°N y 35°S. Por lo tanto, pueden basarse en la radiación solar como fuente de energía para la desinfección solar del agua para consumo humano. (Pg. 21 – 22)

Además se rescata los aspectos más relevantes sobre las variaciones estacionales y diarias de la radiación solar detalladas por la Fundación SODIS para América Latina (2003,) detalladas en los siguientes puntos:

- ✓ La intensidad de la radiación solar UV-A muestra variaciones estacionales y diarias.
- ✓ La variación estacional depende de la latitud y es la principal responsable del clima en la región. Las regiones cerca de la línea ecuatorial experimentan menos variación en la intensidad de la luz durante el año que las regiones en el hemisferio norte o sur. Por ejemplo, en Beirut (latitud: 33°N), la intensidad de la radiación UV-A llega a un nivel pico de 18 W/m en junio y desciende a 5 W/m en diciembre.
- ✓ Las variaciones estacionales de la radiación solar son importantes para la aplicabilidad del método de desinfección solar del agua. Antes de la implementación de SODIS en un lugar específico, es necesario determinar las intensidades estacionales de la radiación. (Pg. 22)

Además para que SODIS sea eficaz, es necesario contar con una intensidad total de radiación solar de por lo menos 500 W/m durante aproximadamente 6 horas.

La intensidad solar también está sujeta a variaciones diarias. Al incrementarse la nubosidad, se cuenta con menos energía de radiación. Pero

durante días completamente nublados, la intensidad de la radiación UV-A se reduce a un tercio de la intensidad registrada durante un día despejado. Mientras que durante días muy nublados, las botellas de SODIS tienen que estar expuestas durante dos días consecutivos para alcanzar la radiación requerida y garantizar la inactivación de los patógenos.

Con respecto al material y forma de los recipientes existen dudas si se debe utilizar botellas de plástico PET o PVC, aunque cabe mencionar que varios tipos de materiales plásticos transparentes son buenos transmisores de luz en el rango UV-A y visible del espectro solar. Las botellas de plástico están hechas de PET (tereftalato de polietileno) o PVC (cloruro de polivinilo). Ambos materiales contienen aditivos, como estabilizadores UV, para incrementar su estabilidad o proteger a los recipientes y sus contenidos de la oxidación y la radiación UV.

Por ello es que para el proceso de desinfección se recomienda el uso de botellas de PET en lugar de botellas de PVC, pues las botellas de PET contienen muchos menos aditivos que las botellas de PVC.

Para distinguir entre las botellas PET o PVC se debe tomar en cuenta que las botellas de PVC generalmente tienen un brillo azulado. Este brillo azulado es especialmente marcado en los bordes de un pedazo de material de la botella que se ha cortado. Por lo cual, si se quema el PVC, el olor del humo es acre, mientras que el olor del PET es dulce y además la botella PET se quema con más facilidad que la botella PVC.

A continuación se detallan ventajas y desventajas de ambos tipos de botellas, según sus características para que se tenga mayor conocimiento de los mismos.

**Tabla 7**  
**Ventajas y desventajas de las botellas PET**

<b>BOTELLAS DE PET</b>	
<b>VENTAJAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Poco peso</li> <li>✓ Relativamente irrompible</li> <li>✓ Transparente</li> <li>✓ Sabor neutro</li> <li>✓ Químicamente estable</li> </ul>
<b>DESVENTAJA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Limitada resistencia térmica (deformación por encima de 65°C)</li> <li>✓ Rayaduras y otros efectos de envejecimiento</li> </ul>

**Fuente:** Fundación SODIS para América Latina, 2003, Pg. 24.

**Tabla 8**  
**Ventajas y desventajas de las botellas de vidrio**

<b>BOTELLAS DE VIDRIO</b>	
<b>VENTAJAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ No hay rayaduras</li> <li>✓ No hay productos fotoquímicos</li> <li>✓ Resistencia térmica</li> </ul>
<b>DESVENTAJAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Fácilmente rompible</li> <li>✓ Mayor peso</li> <li>✓ Altos costos</li> </ul>

**Fuente:** Fundación SODIS para América Latina, 2003, Pg. 24.

### **2.8.5.3. Desinfección con cloro**

Finalmente, como último punto, se debe determinar que el cloro es el químico que más se usa para la desinfección del agua de consumo por su facilidad de uso, porque su efectividad se puede medir, por su disponibilidad y por su costo relativamente bajo. Además de que: “Cuando se usa correctamente, el cloro destruye todos los virus y bacterias, pero algunas especies de

protozoarios y de helmintos son resistentes a él.” (Organización Mundial de la Salud, 2009, Pg. 6). Por ello existen varias fuentes de cloro para el uso en el hogar, en forma de líquido, polvo e incluso tabletas. Es común que el cloro esté disponible en las casas como blanqueador líquido, usualmente con una concentración de cloro de 1%.

El cloro se debe añadir en cantidades suficientes para destruir todos los gérmenes, pero no tanto como para que dañe el sabor del agua. Los productos químicos también deben tener suficiente tiempo de contacto con los patógenos (al menos, 30 minutos para el cloro). Puede ser difícil decidir cuál es la cantidad correcta, pues las sustancias en el agua reaccionan con el desinfectante a diferentes velocidades. Además, la potencia del desinfectante puede disminuir con el tiempo, según la forma como se almacene. Por lo tanto, se recomienda que en las situaciones de emergencia, sea personal calificado el encargado de la distribución central de las soluciones de cloro. Las personas desplazadas deben recibir recipientes estándar para recoger y almacenar el agua, así como goteros simples o jeringas. Aunque para su correcta utilización todos los productos tienen sus respectivas instrucciones para mezclar la solución de cloro.

**Tabla 9**  
**Tratamiento del agua con una solución clorada líquida**  
**al 5-6 por ciento**

Cantidad de agua a ser tratada	Para agua limpia/turbia, agregue esta cantidad de cloro	Para agua muy fría o agua de superficie, añada esta cantidad de cloro
1 cuarto o 1 litro	3 gotas	5 gotas
½ galón/2 cuartos o 2 litros	5 gotas	10 gotas
1 galón	1/8 cucharilla	¼ cucharilla
5 galones	½ cucharilla	1 cucharilla
10 galones	1 cucharilla	2 cucharillas

**Fuente:** Washington State Department of Health, 2015, Pg. 8.

A continuación se detallan las ventajas y desventajas sobre la desinfección con cloro, ya que con los aspectos que son tomados en cuenta en la siguiente tabla es que se tendrán mayor referencia del mismo.

**Tabla 10**  
**Ventajas y desventajas de la desinfección con cloro**

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Accesible, económico	Producto tóxico sin dilución
Diversas tecnologías de aplicación para ser aplicado a diferentes escalas	Por su persistencia, transfiere olor y sabor al agua
Persistencia en el agua y posibilidad de vigilancia	El producto es afectado por la luz, el calor y el paso del tiempo.
Poder germicida de amplio espectro	Genera Subproductos de la desinfección
	Debe evitarse su uso en aguas turbias
<b>Recomendaciones:</b> agitar el envase para incorporar oxígeno y disminuir el sabor y olor a cloro. Resguardar el producto y chequear las fechas de vencimiento.	

**Fuente:** Ministerio de Salud de la Nación, 2011, Pg. 9.

# CAPITULO III

## METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

En el presente capítulo se detallará la Metodología de la Investigación que se utilizó para el presente trabajo, por lo que se detallarán sus características, la hipótesis, además de operacionalizar las variables, tanto independiente como dependiente, también se centrarán en las características de la población en las que se enfoca dicha investigación y los instrumentos que ayudaron a la obtención de resultados, los cuales se detallarán más adelante.

### 3.1. CARACTERÍSTICAS DE LA INVESTIGACIÓN

En las características de la investigación se definirán la tipología, el diseño y el enfoque que conducen a la misma para la comprobación de la hipótesis señalada más adelante.

#### 3.1.1. Tipo de Investigación

El presente trabajo se enfoca en el tipo de la investigación **explicativo**, ya que permite explicar la relación **causa efecto**, es decir que “pretende establecer las causas de los eventos, sucesos o fenómenos que se estudian” (Hernández, 2010, Pág. 83). Como su nombre lo indica, el interés de este tipo de investigación se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en

qué condiciones se manifiesta, o por qué se relacionan las dos variables, tanto la dependiente como la independiente.

Por lo tanto, el presente trabajo de investigación pretende establecer las causas concretas al respecto de la problemática planteada y los efectos que se llevan a cabo a partir de las mismas.

Es decir que, en concreto a partir del tipo de estudio se pretende exponer si el proceso de formación sobre el tratamiento de filtración de agua para el consumo humano brinda conocimientos concretos a la población meta o si el método a utilizar es erróneo.

### **3.1.2. Diseño de la investigación**

Por otro lado, cabe destacar que el diseño de la investigación es **preexperimental con un solo grupo con post test**, es decir, solo se tendrá un grupo de personas, se realizará la intervención en el mismo y posteriormente se determinaran el nivel de conocimientos adquiridos en el mismo grupo.

Por lo tanto “este diseño ofrece una ventaja (...) existe un punto de referencia inicial para ver qué nivel tenía el grupo (...). Es decir, hay un seguimiento del grupo.” (Hernández, 2010, Pg. 136). Tal como menciona Hernández, de este modo se puede realizar el seguimiento del proceso a realizar al grupo meta, teniendo en cuenta los aspectos a enfatizar en la intervención tras la prueba inicial.

### **3.1.3. Enfoque de la investigación**

Con respecto al enfoque de la investigación, la misma es **cuali-cuantitativo**, ya que, se dice **cuantitativo** porque éste “Utiliza la recolección de datos sin

medición numérica para descubrir o afinar preguntas de investigación en el proceso de interpretación.” (Hernández, 2010, Pg. 7)

Por otro lado, se menciona **cuantitativo** porque “Usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías.” (Hernández. 2010, Pg. 4)

En consecuencia a lo anteriormente mencionado, se puede distinguir que la combinación de ambos enfoques será de gran utilidad, para la realización de este estudio, ya que permitirá observar, describir, cuantificar y contrastar nuestro objeto de estudio, con la teoría y la realidad en concreto.

## **3.2. HIPÓTESIS**

### **3.2.1. Hipótesis de investigación *Hi***

El proceso de formación en estudiantes de 5to de Secundaria de la Unidad Educativa “San José” ofrece conocimientos concretos sobre el tratamiento de filtración de agua para el consumo humano en situaciones de sequía y racionamiento del líquido elemento.

### **3.2.2. Hipótesis nula *Ho***

El proceso de formación en estudiantes de 5to de Secundaria de la Unidad Educativa “San José” no ofrece conocimientos concretos sobre el tratamiento de filtración de agua para el consumo humano en situaciones de sequía y racionamiento del líquido elemento.

## **3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

En el presente documento se identifican dos variables, la variable independiente y la variable dependiente, dónde:

Variable Independiente = **VI**

Variable Dependiente = **VD**

Determinadas tales siglas en cada una de las variables, las mismas se establecen como las siguientes:

**VI** = Procesos de formación

**VD** = Tratamiento de filtración de agua

En los siguientes puntos, las variables serán desarrolladas a detalle, de manera clara, de ese modo se determinara su definición y realizando la respectiva operacionalización según los aspectos requeridos en el campo de la investigación.

### **3.3.1. Definición conceptual de la Variable Independiente**

Como variable independiente se tiene el “Procesos de formación”, el mismo está integrado por dos dimensiones, que son: seminario y taller, los mismos son aspectos a llevar a cabo, ambas distintas, brindando aspectos de formación diferenciados de la teoría y la práctica.

En el siguiente cuadro se realizara la definición conceptual debida de la variable independiente “Procesos de formación”.

**Tabla 11**  
**Variable independiente**

CATEGORIA	DIMENSIÓN O SUBCATEGORIA	ACTIVIDADES	OBJETIVOS	RECURSOS
PROCESOS DE FORMACIÓN	Seminario	Se brindará procesos información teórica para sustentar todo el aspecto práctico respecto del tema.	Capacitar a estudiantes.	Data Show. Computadora. Diapositivas. Aula. Bancas para cada estudiante.
	Taller	Se realizarán actividades prácticas donde los estudiantes podrán filtrar agua para luego determinar la calidad de la misma.	Determinar conocimiento teóricos en tareas prácticas.	Vasijas. Diversos filtros. Agua.

Elaboración propia

### 3.3.2. Definición conceptual de la Variable Dependiente

Como variable dependiente se tiene el “Tratamiento de filtración de agua”, el mismo está integrado por cuatro dimensiones, que son: Método de los tres recipientes, luz solar, tratamiento por cloración y filtración por telas, arena y carbón los mismos son alguno de los métodos que se utilizan para filtrar agua, por ello, las mismas brindan aspectos diferenciados en sus objetivos de realización, además de ser diferentes en cuanto a los materiales a utilizar.

En el siguiente cuadro se realizara la definición conceptual debida de la variable dependiente “Tratamiento de filtración de agua”.

**Tabla 12**  
**Variable Dependiente**

CATEGORIA	DIMENSIÓN O SUBCATEGORIA	INDICADORES	OBJETIVOS	RECURSOS
TRATAMIENTO DE FILTRACIÓN DE AGUA	Método de las tres recipientes	Se realizara el tratamiento de agua con tres recipientes, este proceso es procesual de recipiente a recipiente.	Identifica o no identifica	Tres recipientes Agua
	Luz Solar	Se debe llenar agua en botellas PET y luego someterlas directo al sol.	Identifica o no identifica	Botellas de plástico Agua
	Tratamiento por cloración	Se explicará que elementos contienen cloro, sus efectos en el agua y la proporción que se debe utilizar en el mismo.	Identifica o no identifica	Producto clorado Recipiente Tabla de contenido de cloro Agua
	Filtración por arenas y carbón	Se indicará la cantidad de capas de cascajo, arena, carbón y algodón a utilizar, la manera de colocarlas y el procedimiento a realizar.	Identifica o no identifica	Cascajo arenas Carbón Algodón Recipiente Agua para purificar

Elaboración propia

### 3.4. POBLACIÓN O UNIVERSO

La población o universo, como lo menciona Hernández, donde menciona que es el “conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones.” (Hernández, 2010, Pg. 174).

Por ello, la población de estudio o los llamados participantes, en el proceso de formación sobre el tratamiento de filtración de agua para el consumo humano está conformada por los estudiantes de 5to de Secundaria de la Unidad Educativa “San José” de la zona de Bajo Llojeta de la ciudad de La Paz.

#### **3.4.1. Tipo de la muestra**

La tipología de la muestra que se eligió para la realización de la presente investigación es **no probabilística o dirigida**, ya que se trata de un “Subgrupo de la población en la que la elección de los elementos no depende de la probabilidad sino de las características de la investigación.” (Hernández, 2010, Pg. 176)

Por lo descrito en la anterior cita, se ha utilizado ese determinado tipo de muestreo por conveniencia, es decir, por el acceso y disponibilidad a la información.

#### **3.4.2. Tamaño de la muestra**

Para determinar tal punto se debe definir inicialmente que: “La muestra como su nombre indica es una parte que representa de la mejor manera la mayoría o todas las características del todo (la unidad de estudio, la población o el universo).” (Salinas, 1993, Pg. 59), por lo tanto la muestra a estudiar, corresponde a la no probabilística o dirigida, es decir, serán seleccionados 27 estudiantes de 5to grado del nivel de secundaria, los mismos serán los beneficiarios del proceso de formación a llevar a cabo en la Unidad Educativa “San José” de la zona de Bajo Llojeta de la ciudad de La Paz.

Por otra parte, la investigación es **cuasi experimental** por que hace referencia a diseño de pretest y postest. Dicho de otro modo, tal cual lo

menciona Salinas (1995) en su texto, Iniciación práctica a la investigación científica, donde detalla que:

El cuasi experimento se caracteriza porque carece de aleatoriedad y/o grupo control. Los grupos ya están formados al iniciar la investigación, no se asignan al azar, ni hay “emparejamiento” del grupo tratamiento con el grupo control, es decir, no se exige que el número de ambos grupos sea exactamente igual. Cuando existe el grupo control, no es exactamente igual o equivalente al grupo tratamiento. (Pg. 20)

Por lo mencionado, se debe evaluar los resultados del antes y después de la intervención para luego hacer su respectiva comparación estadística, es decir contrastar los resultados con la hipótesis propuesta, ya sea con la de investigación o con la nula.

Los pasos para la realización de este diseño son:

- ✓ Aplicación de un pretest ( $O_1$ )
- ✓ Aplicación de la propuesta o variable independiente ( $X$ )
- ✓ Aplicación de nuevo, de un postest para la medida de la variable dependiente ( $O_2$ ).

El efecto del tratamiento se comprueba cuando se compara los resultados del postest con los del pretest.

Este diseño se diagrama de la siguiente manera:

**Tabla 13**  
**Pasos del diseño**

$O_1$	$X$	$O_2$
<b>PRETEST</b>	<b>PROPUESTA</b>	<b>POST TEST</b>
Aplicación del Pre test	Presencia de la variable independiente	Aplicación del Post Test

Elaboración propia

Dónde:

El Pre Test consiste en la prueba inicial que sirve para verificar la los conocimientos previos de la muestra en relación a la variable dependiente.

La propuesta consiste en el proceso de formación a realizar para desarrollar las capacidades en los estudiantes sobre los diferentes modos de filtración de agua.

El Post Test consiste en verificar la significancia de la propuesta realizada, en la muestra de estudio en comparación con los resultados del pre test. Para este fin se utilizó la prueba “t” de student.

### **3.5. MÉTODO, INSTRUMENTOS Y TÉCNICAS**

En los siguientes dos puntos se detallan en concreto todos los componentes que están involucrados en el proceso de realización del presente trabajo. Los mismos que se explicarán de manera clara y concreta.

#### **3.5.1. Métodos de investigación**

Para el proceso de formación sobre el tratamiento de filtración de agua para el consumo humano se pretende tener como objetivo el de obtener resultados confiables, fidedignos, y extraídos de la realidad, los cuales se obtienen según los siguientes métodos.

- ✓ **Método hipotético deductivo.** En el cual es un procedimiento sistemático y estructurado que sirve como aspecto clave que indica la comprobación de la hipótesis, donde el método hipotético deductivo es el procedimiento que sigue el investigador para hacer de su actividad una práctica de tipo científico.

- ✓ **Método científico.** Cuyos componentes fundamentales son: La selección de un problema en estudio, la formulación de los objetivos y las hipótesis, los correspondientes sistemas de variables e indicadores.
- ✓ **Método analítico.** Se utilizó para analizar los conceptos relacionados con el problema en estudio para conocer la relación que puede existir entre las variables.
- ✓ **Método estadístico.** En esta investigación se utilizó la prueba estadística “t” de student. Por lo que se aplicó en el Pretest y postest, es decir, antes y después del proceso de formación, evaluando desde el principio hasta el final de la investigación, para ver los resultados y cambios de los estudiantes de la muestra.

### **3.5.2. Instrumento**

Los instrumentos a utilizar en la presente investigación son:

- ✓ **Cuestionario**

El cuestionario elaborado consta de 24 preguntas de las cuales 4 no están numeradas y tienen que ver con aspectos generales de información, pero 3 son de respuesta abierta y una es de elección múltiple. Las otras 20 preguntas están numeradas y de selección múltiple, donde las preguntas van enfocadas a la situación del agua de manera mundial, continental y nacional, para luego enfocarse en los aspectos en concreto de conocimientos sobre los procesos de filtración a desarrollarse y los materiales que se utilizan en ellos. Todo lo mencionado se constituye la prueba Pre Test y Post Test, para ser aplicados a los estudiantes del grupo de estudio. Para mayor conocimiento del mismo se recomienda ver Anexo 1.

Todo el cuestionario fue calificado con 1 punto por respuesta y dando un total de 20 puntos como respuesta global. El cuestionario con las respuestas correctas se marcaron con amarillo para darlo a conocer a la institución, para mayor detalle se recomienda ver Anexo 2. Luego de ello se realizó la tabulación e interpretación de la prueba pretest y post test.

### 3.5.3. Técnica

Las técnicas de análisis para probar la hipótesis de la presente investigación y de acuerdo al diseño de investigación se focalizan en el contraste de resultados, respecto al momento anterior al proceso de formación y el después del mismo, mediante la utilización de la prueba estadística “t” de student relacionada al análisis. Cuya fórmula es:

$$t = \frac{d}{\frac{Sx}{\sqrt{n}}}$$

Dónde:

***d*** = Media Aritmética

***Sx*** = Distribución Estándar

***n*** = Tamaño de la muestra

### Nivel de Significancia

Cuando se habla de nivel de significancia, se considera el nivel de confianza con la que el investigador rechaza o mantiene una hipótesis, dependiendo del nivel de significación que asume. Por esta razón en esta investigación se toma como nivel de significancia del .05.

## **Grados de Libertad**

Los grados de libertad asumidos para la presente investigación son los siguientes:

$$GL = N - 2$$

Dónde:

$$N_1 = \text{es la cantidad de Estudiantes de la Muestra}$$

El cuestionario se elaboró para determinar conocimientos sobre la situación del agua y diferentes métodos de filtración del líquido elemento, además de su importancia en la sociedad respecto de los estudiantes de 5to de Secundaria de la Unidad Educativa “San José” de la zona de Bajo Llojeta de la ciudad de La Paz.

# **CAPITULO IV**

## **PROPUESTA PEDAGÓGICA**

### **PROCESO DE FORMACIÓN SOBRE EL TRATAMIENTO DE FILTRACIÓN DE AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO**

En el presente capítulo se detallan diferentes aspectos, respecto a la propuesta pedagógica del presente trabajo de investigación, por lo que se determinarán los aspectos más relevantes, para su mejor comprensión del mismo.

#### **4.1. PRESENTACIÓN**

Es menester insistir en que cada persona debe buscar formación multidisciplinaria y por ende, al mencionar este aspecto se debe resaltar el hecho de que es una formación enteramente para la vida, por lo tanto, es indispensable preparar a los beneficiarios de diferentes procesos de formación para situaciones de emergencia, o incluso situaciones de riesgo, y mucho más, cuando estos aspectos están ligados con la salud.

Por ello se debe establecer, la necesidad de manejar nuevas temáticas de formación integral de los estudiantes, como ciudadanos de una sociedad actual. Atendiendo a estos principios, se resalta la importancia del proceso de formación sobre el tratamiento de filtración de agua.

Cabe destacar que tradicionalmente, este tipo de temática no se contempla como un aspecto a tomar en cuenta, ya que, como se indicó en anteriores capítulos, solo se toma en cuenta o consideran en situaciones de sequía o racionamiento de agua, como emergencia hacia la población. Además de que los estudios que se realizan al respecto del mismo, en la actualidad, tienen mayor relevancia en poblaciones que requieren con emergencia del líquido elemento, es decir, en poblaciones lejanas con requerimiento urgente de alcantarillado, agua potable, entre otros, mientras que es un aspecto atípico, por así decirlo, en las grandes ciudades de nuestro país.

Por otro lado, cada día son más las instituciones e investigadores quienes se inclinan por estudios realizados hacia la temática mencionada por situaciones climáticas y obviamente, por situaciones de emergencia.

Por lo mencionado anteriormente, es por ello que se presenta la propuesta pedagógica, en busca de ofrecer una respuesta a la creciente demanda por la adquisición de competencias, el desarrollo de habilidades que les permitan a las generaciones de jóvenes, al respecto de nuevos métodos alternativos de formación, y por ende realizar filtraciones de agua de manera casera y con el conocimiento certero del mismo, tomando en cuenta estrictos criterios relacionados a la pertinencia pedagógica, que debe caracterizarlos.

Por ende, no se puede pasar por alto el hecho de que la actividad educativa es una de las más complejas del ser humano. Es por ello que se ha investigado y se investiga la operatividad de distintos modelos educativos, dentro de los paradigmas imperantes del momento, empleando distintos recursos didácticos que produzcan aprendizajes significativos y activo del estudiante.

## **4.2. METODOLOGÍA.**

La presente propuesta sobre el “PROCESO DE FORMACIÓN SOBRE EL TRATAMIENTO DE FILTRACIÓN DE AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO”, es un esfuerzo consiente de satisfacer una necesidad de aprendizaje.

En este sentido se busca desarrollar competencias en el proceso de formación a llevar a cabo, los mismos se adecuan a las características socioculturales, educativas de los estudiantes que innegablemente tienen un gran interés por sumar diversos conocimientos para luego utilizarlos en su vida diaria. Aprovechando esta situación y porque es una problemática latente en nuestro medio, el mismo que puede ocurrir en cualquier momento, se opta por estructurar conscientemente un proceso de formación que servirá como medio para la adquisición de conocimientos en torno al tratamiento de filtración de agua, a través de una serie de sesiones formativas en las que se contemplan criterios pedagógicos y didácticos, importantes para el desarrollo de cualquier proceso de formación, tales como la motivación y el desarrollo de contenidos secuenciales.

El proceso de formación no solo se limita a la adquisición de conocimientos de manera teórica respecto de la filtración de agua, sino también a la situación en la que se está atravesando a nivel mundial de la problemática del agua de manera general, ya que, este aspecto motiva, orienta, y concientiza la preservación y cuidado del líquido elemento de manera consciente, como mecanismo de fortalecimiento y cualificación de los procesos de enseñanza aprendizaje. Además de fortalecer la práctica como hábito que ayude a fortalecer una formación integral en los estudiantes de 5to de Secundaria de la Unidad Educativa “San José” de la zona de Bajo Llojeta de la ciudad de La Paz.

### **4.3. CONTENIDOS**

El proceso de formación propuesto desarrolla contenidos estructurados desde aspectos generales hasta aspectos específicos, los mismos de manera general, son los siguientes:

1. Situación del agua en el Mundo
2. Situación del agua en el País
3. Situación del agua en la ciudad de La Paz
4. Métodos industriales de filtración de agua
5. Métodos semi industriales de filtración de agua
6. Métodos caseros de filtración de agua

### **4.4. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

Para el desarrollo de estrategias metodológicas y facilitar el aprendizaje de la filtración del agua, se optó por realizar diferentes talleres, el mismo consiste en que el proceso se llevara a cabo en diferentes sesiones teórico prácticas, con la intervención del autor del presente trabajo, con los contenidos anteriormente mencionados.

Es necesario que se tenga en cuenta que en el desarrollo del proceso de enseñanza aprendizaje, es importante lograr la atención de cada uno de los estudiantes mediante la motivación para despertar el interés y la predisposición a participar, para que el resultado sea significativo, cohesionando todas las circunstancias que demanden su uso, entornos de aprendizaje, habilidades y destrezas, competencias acorde con los objetivos propuestos.

Todo el contenido tiene una misma estructura, facilitando al proceso de aprendizaje, complementándose con el uso de videos e información para fortalecer, realimentar y re significar los conocimientos.

Por ello, se pretende que las diferentes sesiones del proceso de formación genere en los estudiantes un aprendizaje que les permita incorporar en su vida, en situaciones que lo requieran.

En el desarrollo de las diferentes sesiones del proceso de formación se complementan con el método didáctico y diferentes estrategias, las mismas con otras técnicas que tienen que ver con el seguimiento continuo de actividades desarrolladas, y aclaración de dudas de manera abierta y pública.

Por lo tanto las actividades que se desarrollaron en todo el proceso de formación son las siguientes:

- Fase de diagnóstico de conocimientos previos
- Fase de proceso
- Fase final o de evaluación de aprendizajes

Las mismas se detallaran en los siguientes puntos, para su correspondiente comprensión.

#### **4.4.1. Fase de diagnóstico de conocimientos previos**

Se realizó un diagnóstico de conocimientos previos de los estudiantes al respecto de la situación del agua y diferentes métodos de filtración del mismo, a través de un cuestionario, el mismo está detallado en el anterior capítulo, con respecto a la tipología de las preguntas, la cantidad de los mismos y el objetivo de la técnica como tal.

#### 4.4.2. Fase de proceso

En esta fase se desarrollaron diversas acciones, las mismas detalladas a continuación:

- a. Posterior al proceso de diagnóstico, se procede a realizar, diferentes dinámicas grupales a modo de introducirlos a la temática como tal, lo cual permitirá motivar a los estudiantes a la pre disposición al proceso de aprendizaje, para que puedan adquirir nuevas competencias en base a sus conocimientos previos. Por lo que se finaliza la primera sesión como tal.
- b. En el inicio de la siguiente reunión se utilizar un video para determinar aspecto en concreto al respecto de la situación del agua en el mundo.
- c. Posterior a ellos se hace referencia a aspecto de la situación del agua en el País, para obtener información concreta al respecto de ello.
- d. Luego de ello se procede a intercambio de información desde la perspectiva de los estudiantes, para luego finalizar la sesión.
- e. Se procede al intercambio de opiniones al respecto de la situación del agua en la ciudad de La Paz, a modo de aclaración al respecto del mismo.
- f. Se brindan detalles con respecto a los métodos de filtración industriales del agua, los mismos que se refuerzan con videos e imágenes para su mejor comprensión.
- g. Luego se dan detalles con respecto a los métodos de filtración semi industriales del agua, de igual modo, se determinan de manera clara con imágenes y videos. Posteriormente se finaliza la sesión.
- h. Para reforzar los conocimientos de los estudiantes sobre la filtración del agua, se procede a la filtración de manera práctica,

dando detalles de los mismos y brindando el material correspondiente para su manipulación.

#### **4.4.3. Fase final o de evaluación de aprendizajes**

Para la fase final se realiza la aplicación de la prueba para determinar los conocimientos adquiridos en el proceso de formación, al respecto de los diferentes aspectos tomados en cuenta.

#### **4.5. RECURSOS**

Los recursos utilizados en el proceso de formación sobre el tratamiento de agua para el consumo humano son:

- Laptop
- Data Show
- Pizarra
- Marcadores
- Videos
- Presentaciones en Power Point
- Material para la filtración de agua

La Unidad Educativa “San José” apoyo con la utilización de una pizarra acrílica, mientras que los otros materiales fueron aportados por el autor del presente trabajo, al igual que en el caso de las presentaciones del Power Point, los mismos fueron elaborados con sumo cuidado y respetando los aspectos relevantes a resaltar, mientras que los videos fueron extractados de diferentes páginas web para su posterior edición y contraste con la realidad que rodea a los estudiantes, teniendo en cuenta siempre el lineamiento que se tiene sobre la temática, de manera concreta y clara.

#### 4.6. SISTEMA DE EVALUACIÓN.

En la ejecución de la presente propuesta pedagógica se hizo uso de la evaluación **diagnostica** y la evaluación **sumativa**, ya que, la primero es primordial para la intervención con los procesos de formación, mientras que la segunda es para otorgar un aspecto cuantitativo del cuestionario elaborado para a los estudiantes de 5to de Secundaria de la Unidad Educativa “San José” de la zona de Bajo Llojeta de la ciudad de La Paz.

##### 4.6.1. Evaluación Diagnostica.

Antes de iniciar el proceso, se debe verificar los conocimientos previos de los estudiantes.

**Tabla 14**  
**Evaluación diagnóstica**

INDICADORES	ACTIVIDADES	INSTRUMENTOS
Menciona aspectos relacionados con la situación del agua en el mundo.	Aplicación de una prueba objetiva	Cuestionario
Menciona la importancia del agua en nuestro contexto.		
Describe los diferentes tipos de filtración de agua.		
Describe los materiales a utilizar en procesos de filtración de agua.		

Elaboración propia

#### 4.6.2. Evaluación sumativa

Los resultados se evaluarán en función a los siguientes indicadores:

**Tabla 15**  
**Evaluación sumativa**

INDICADORES	ACTIVIDADES	INSTRUMENTOS
Indica los aspectos relacionados con la situación del agua en el mundo.	Aplicación de una prueba objetiva	Cuestionario
Indica la importancia del agua en nuestro contexto.		
Indica los diferentes tipos de filtración de agua.		
Indica los materiales a utilizar en procesos de filtración de agua.		

Elaboración propia

#### 4.7. EVALUACIÓN POR COMPETENCIAS

La evaluación por competencias es un proceso que toma en cuenta la retroalimentación, determinación de idoneidad y certificación de aprendizajes de los estudiantes de acuerdo a las competencias de referencia, mediante el análisis del desempeño tradicional. Debe estar planteado mediante tareas y problemas lo más reales posibles que impliquen curiosidad y reto.

Por ello, en cada una de temas realizados en el proceso de formación, la evaluación de las competencias se plantea con base en el siguiente esquema:

- a. Se plantea como será la evaluación de diagnóstico y la sumativa.

- b. Se planean con detalle las estrategias propias del proceso de evaluación, como serán, cuando, con qué recursos.

#### 4.8. INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN.

Para la ejecución de la propuesta se implementó un cronograma que articula todas las acciones que ayudaran a concretizar las tareas a realizar, en un periodo comprendido de dos meses, aproximadamente. A continuación se describen el cronograma de planificación general, según los periodos de tiempo establecidos para cada sesión.

**Tabla 16**  
**Cronograma de Actividades**

ACTIVIDADES	FECHAS
→ Evaluación diagnóstica	
→ Dinámicas sobre el agua 1. Realidad 2. Contraste con el contexto	17 de octubre de 2017
→ Situación del agua en el Mundo 1. Realidad 2. Contraste con el contexto	
→ Situación del agua en el País 1. Realidad 2. Contraste con el contexto	31 de octubre de 2017
→ Situación del agua en la ciudad de La Paz 1. Realidad 2. Contraste con el contexto	
→ Métodos industriales de filtración de agua 1. Realidad 2. Contraste con el contexto	7 de noviembre de 2017
→ Métodos semi industriales de filtración de agua 1. Realidad 2. Contraste con el contexto	

---

→ **Métodos caseros de filtración de agua**

1. Realidad
2. Aplicación práctica

14 de noviembre de 2017

→ **Post – prueba**

---

Elaboración propia

#### **4.9. EJECUCIÓN DE LA PROPUESTA.**

La propuesta pedagógica está dividida en dos fases, las mismas se detallan a continuación para una mejor comprensión.

##### **4.9.1. Primera Fase**

Durante la primera fase de la investigación, se realizó la correspondiente aplicación de una prueba pretest a los estudiantes.

El propósito de la prueba fue el de obtener información sobre el criterio que cada uno tenía acerca de la situación del agua y de diferentes métodos de filtración, por lo que se pretende, con el mismo, establecer el grado de conocimientos sobre el tema mencionado.

Además se debe tomar en cuenta que esta prueba fue la que nos permitió determinar el grado de significancia de la propuesta en relación a la prueba del pos test.

##### **4.9.2. Segunda Fase**

En esta fase se puso en ejecución la propuesta, que tiene que ver con la propuesta del proceso de formación con respecto a la situación del agua y su conocimiento respecto de diferentes métodos de filtración de agua, que tuvo una duración de una duración de un mes aproximadamente, dividido en cuatro sesiones, el mismo estuvo orientada por una planificación realizada con anterioridad y coordinada con la dirección de la institución. En este

proceso los estudiantes de 5to de Secundaria de la Unidad Educativa “San José” de la zona de Bajo Llojeta de la ciudad de La Paz fueron los directos protagonistas del proceso. Para mayor detalle de la propuesta realizada a la Unidad Educativa “San José se recomienda ver a detalle el Anexo 3.

# **CAPITULO V**

## **RESULTADOS**

En el presente capítulo se hace referencia a los resultados obtenidos con el pretest y el postest, dando relevancia a los datos logrados, los mismos son detallados con su respectiva interpretación y con los cuadros que acompañan con tablas que detallan los resultados y sus cuadros que apoyan el proceso de la interpretación antes mencionada.

### **5.1. INTERPRETACIÓN DEL PRETEST Y EL POSTEST**

Los resultados de la presente investigación que a continuación se exponen, están estructurados en torno a 3 diferentes dimensiones que consideramos de especial relevancia para la consecución de los objetivos de nuestro trabajo.

La primera dimensión está destinada a identificar las percepciones de los estudiantes, a cerca de la importancia de la situación del agua. La Segunda Dimensión está destinada a determinar si los estudiantes, conocen los diferentes tipos de filtración de agua, como mecanismo de adquisición de conocimientos, y finalmente la tercera dimensión se estableció con el fin de determinar el grado de conocimientos que los estudiantes tienen en relación a aspectos de salud que tienen que ver con las consecuencias que conlleva el consumo de agua no apta para el consumo.

Para efectos de la metodología definida para la presente investigación se procedió a la aplicación de un pre test, previo al estímulo o tratamiento experimental a desarrollarse y posteriormente un post test, para verificar el grado de modificación de la variable dependiente, que es el tratamiento de filtración de agua.

En este marco se puede mencionar que la investigación cumplió con las expectativas y objetivos planteados, la propuesta pedagógica estaba destinada al proceso de formación sobre la filtración de agua para el consumo humano.

Se logró motivar a los estudiantes, al respecto de su interés de diferentes métodos de filtración, por ende los estudiantes pueden desarrollar actitudes positivas en cuanto a la adquisición de conocimientos al respecto de filtrar agua, mediante procesos de enseñanza y aprendizaje, además de desarrollar las habilidades para tal efecto.

Esta afirmación tiene sustento en los resultados obtenidos, en cada una de las fases: Diagnóstico, desarrollo y evaluación de resultados obtenidos.

## **5.2. RESULTADOS GENERALES COMPARATIVOS DE LA PRUEBA DEL PRETEST Y EL POSTEST**

Con respecto a este punto en concreto, se realizarán dos puntos: el primero con respecto a las preguntas no numerada, es decir, la preguntas de información sobre los estudiantes, mientras que el segundo punto se refiere a las preguntas numeradas de conocimiento sobre el cuestionario respecto de la temática a tratar en el presente trabajo.

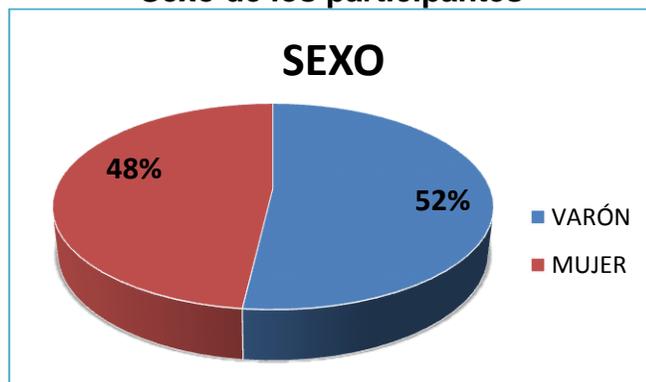
### 5.2.1. Resultados de preguntas no numeradas

En el cuestionario elaborada se tienen 4 preguntas no numeradas, de ellas, hay dos que son únicamente para corroborar el curso y paralelo al que los estudiantes pertenecen, mientras que existen dos que ayudarán al propósito de datos del presente trabajo. A continuación se dan a conocer datos sobre la edad y sexo de los participantes quienes son la población de estudio.

**Tabla 17**  
**Sexo de los participantes**

SEXO	CANTIDAD	PORCENTAJE
VARÓN	15	52%
MUJER	12	48%
TOTAL	27	100%

**Figura 13**  
**Sexo de los participantes**

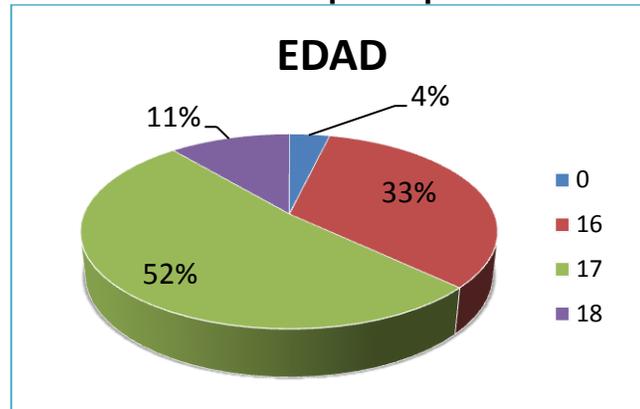


De todos los estudiantes que participaron de la presente investigación el 48% o 12 son mujeres, mientras que el 52% son varones, es decir 15 de ellos.

**Tabla 18**  
**Edad de los participantes**

EDAD	CANTIDAD	PORCENTAJE
Sin respuesta	1	4%
16	9	33%
17	14	52%
18	3	11%
TOTAL	27	100%

**Figura 14**  
**Edad de los participantes**



De todos los participantes solo hubo 1 persona que no respondió a tal pregunta, mientras cabe destacar que los estudiantes comprenden entre 16 a 18 años. Donde, 9 personas, equivalente al 33% tienen 16 años, mientras que los estudiantes que tienen 17 años son el 52%, que son 14 personas y finalmente, los que tienen 18 años son solamente 3 personas, que equivalen al 11%.

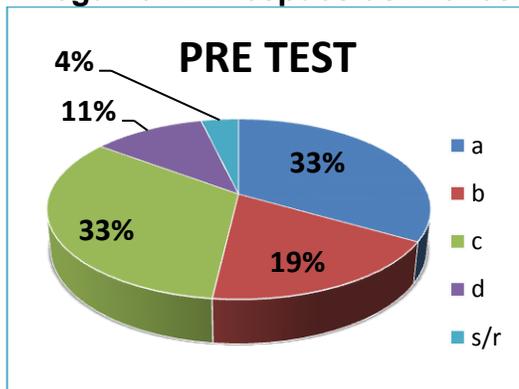
### **5.2.2. Resultados de preguntas numeradas**

Los resultados de las preguntas numeradas, comprenden un total de 20 preguntas que están relacionadas con la temática de investigación, cada una de ellas tiene 4 opciones de respuestas, donde solamente una es la correcta, además para determinar la cantidad exacta de respuestas se añadió una alternativa al momento de hacer la recopilación de las mismas que se refiere a la opción en caso de que el estudiante no haya emitido una respuesta a la pregunta. Por lo tanto, la respuesta remarcada con color negro de cada tabla es la respuesta correcta, mientras que las otras tres opciones no lo son, y la quinta opción solo es tomada en cuenta en caso de no tener respuesta, tal como se explicó con anterioridad. Las mismas se detallan a continuación, según su respectiva interpretación.

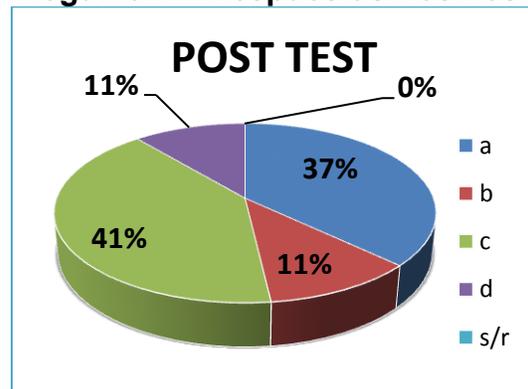
**Tabla 19**  
**1. ¿Cuál es el porcentaje de la población que es afectada por la escasez de agua a nivel mundial?**

	PRE TEST		POST TEST	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
a. 45%	9	33%	10	37%
b. 38%	5	19%	3	11%
c. 40%	9	33%	11	41%
d. 28%	3	11%	3	11%
Sin respuesta	1	4%	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>27</b>	<b>100%</b>	<b>27</b>	<b>100%</b>

**Figura 15**  
**Pregunta 1 – Respuestas Pre test**



**Figura 16**  
**Pregunta 1 – Respuestas Post test**

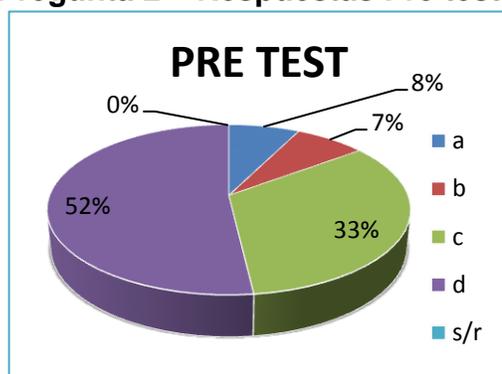


Con respecto a la respuesta de la primera pregunta, en el pre test solamente 9 de los 27 estudiantes respondieron correctamente, siendo el 33% del total, mientras que en el post test 11 personas equivalentes al 41%, dando un porcentaje de 8% mayor del pre test al post test, sin datos de gran relevancia cómo se pueden denotar en las figuras y en la tabla.

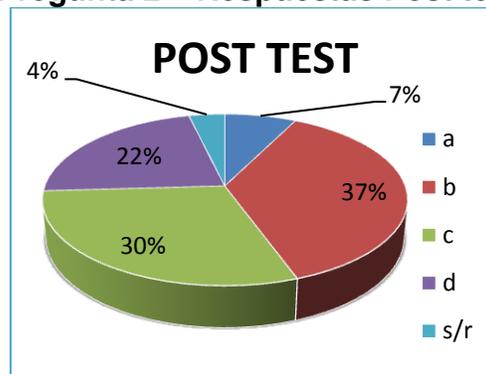
**Tabla 20**  
**2. ¿Cuál es el motivo más relevante por el que Bolivia es vulnerable ante la situación del agua?**

	PRE TEST		POST TEST	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
a. El sistema alimenticio requiere de sostenibilidad	2	7%	2	7%
b. Se tiene ecosistemas variables	2	7%	10	37%
c. Las represas no tiene la suficiente capacidad para la población actual	9	33%	8	30%
d. Existen cambios significativos en los patrones de lluvia	14	52%	6	22%
Sin respuesta	0	0%	1	4%
<b>TOTAL</b>	<b>27</b>	<b>100%</b>	<b>27</b>	<b>100%</b>

**Figura 17**  
**Pregunta 2 – Respuestas Pre test**



**Figura 18**  
**Pregunta 2 – Respuestas Post test**

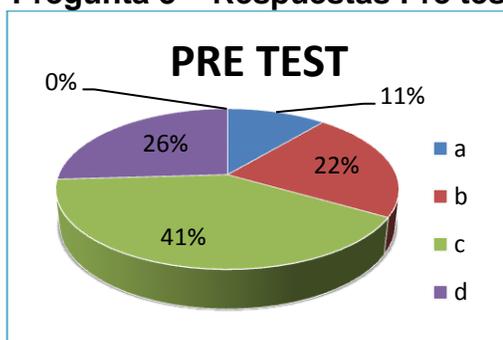


Las respuestas obtenidas en el pre test solo fueron 2, equivalentes al 7%, mientras que las respuestas obtenidas en el post test fueron de 10 estudiantes, con un porcentaje mayor a 30%, es decir un 37%, donde poco más de un tercio de los estudiantes reconocen que el motivo relevante que vulnera la situación del agua en Bolivia es el Ecosistema.

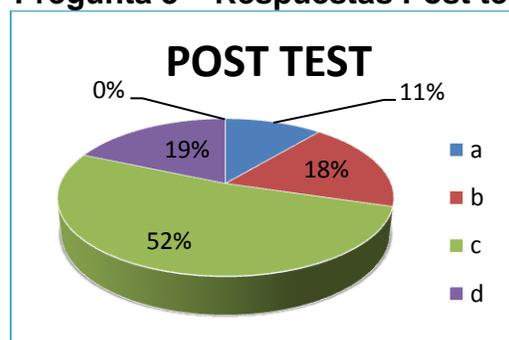
**Tabla 21**  
**3. ¿Cuál es el porcentaje del aporte de los glaciares al agua potable de La Paz y El Alto?**

	PRE TEST		POST TEST	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
a. De 10 a 15%	3	11%	3	11%
b. De 20 a 25%	6	22%	5	19%
c. De 30 a 35%	11	41%	14	52%
d. De 40 a 45%	7	26%	5	19%
Sin respuesta	0	0%	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>27</b>	<b>100%</b>	<b>27</b>	<b>100%</b>

**Figura 19**  
**Pregunta 3 – Respuestas Pre test**



**Figura 20**  
**Pregunta 3 – Respuestas Post test**

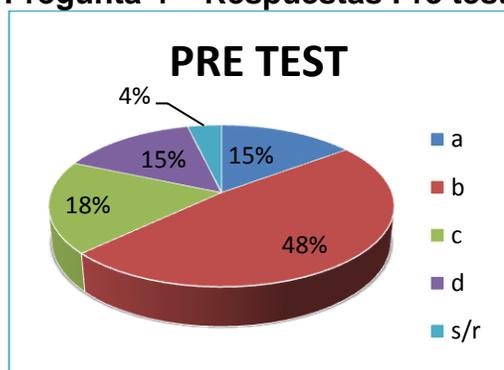


En esta pregunta en particular, no se evidenció diferencia entre el post test y el pre test, ya que, en ambas, solamente 3 estudiantes, equivalentes al 11% respondieron de forma correcta, es decir que aún no se pudo consolidar la información sobre el hecho del porcentaje que aportan los glaciares al agua potable de las ciudades de La Paz y El Alto.

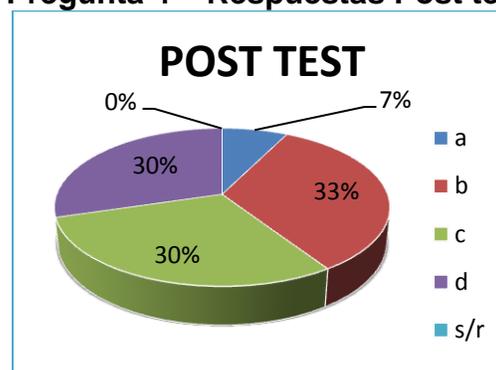
**Tabla 22**  
**4. ¿A cuántas personas afecto el racionamiento de agua del año 2016?**

	PRE TEST		POST TEST	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
a. 40.000 personas	4	15%	2	7%
b. 60.000 personas	13	48%	9	33%
c. 80.000 personas	5	19%	8	30%
d. 100.000 personas	4	15%	8	30%
Sin respuesta	1	4%	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>27</b>	<b>100%</b>	<b>27</b>	<b>100%</b>

**Figura 21**  
**Pregunta 4 – Respuestas Pre test**



**Figura 22**  
**Pregunta 4 – Respuestas Post test**

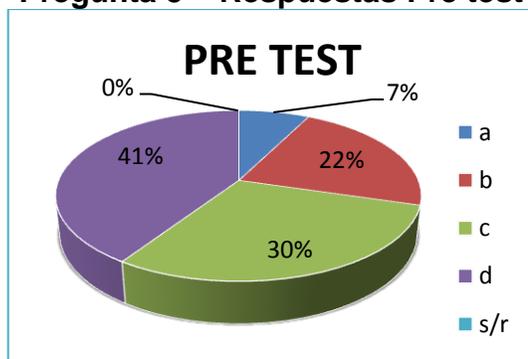


En la respuesta del pre test solo 4 estudiantes dieron respuestas correctas, mientras que en el post test fueron el doble de ellos, es decir 8 personas, equivalentes al 30%, aún menos de un tercio del total de los estudiantes, lo que demuestra que a pesar de la experiencia vivida en el racionamiento de la gestión 2016, no se tiene de manera concreta el conocimiento de la cantidad de personas quienes fueron afectadas.

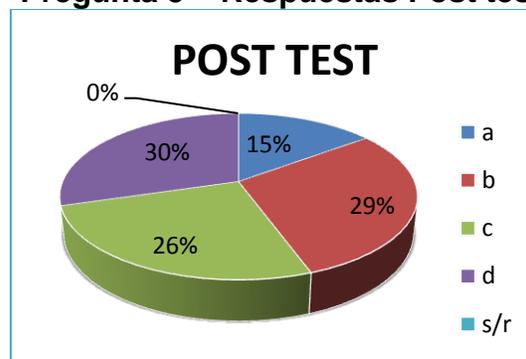
**Tabla 23**  
**5. ¿Por qué es importante realizar la filtración de agua?**

	PRE TEST		POST TEST	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
a. Porque se reducen los niveles de materias solidas en suspensión o productos nocivos	2	7%	4	15%
b. Porque debe ser accesible al consumo humano	6	22%	8	30%
c. Porque se debe evitar compuestos orgánicos poco habituales para el consumo humano	8	30%	7	26%
d. Porque se debe potabilizar el agua para su posterior consumo	11	41%	8	30%
Sin respuesta	0	0%	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>27</b>	<b>100%</b>	<b>27</b>	<b>100%</b>

**Figura 23**  
**Pregunta 5 – Respuestas Pre test**



**Figura 24**  
**Pregunta 5 – Respuestas Post test**

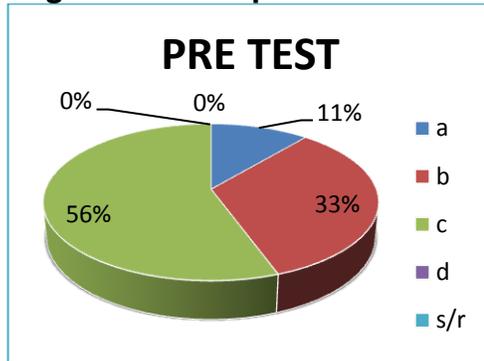


Las respuestas emitidas en el pre test solo fueron de 2 personas, que son el 7%, mientras que en el post test, solamente respondieron 4 personas de manera correcta, lo que equivale al 15%, lo que no demuestra gran relevancia en la cantidad de respuestas correctas. Por lo que se denota que los estudiantes aún no han consolidado la idea concreta de la importancia sobre la relevancia de filtración de agua.

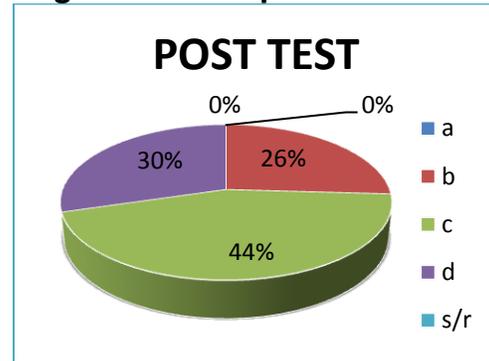
**Tabla 24**  
**6. ¿Cuánto tiempo debe hervir el agua preferiblemente para desinfectarla?**

	PRE TEST		POST TEST	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
a. 5 minutos	3	11%	0	0%
b. 10 minutos	9	33%	7	26%
c. 15 minutos	15	56%	12	44%
d. 20 minutos	0	0%	8	30%
Sin respuesta	0	0%	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>27</b>	<b>100%</b>	<b>27</b>	<b>100%</b>

**Figura 25**  
**Pregunta 6 – Respuestas Pre test**



**Figura 26**  
**Pregunta 6 – Respuestas Post test**

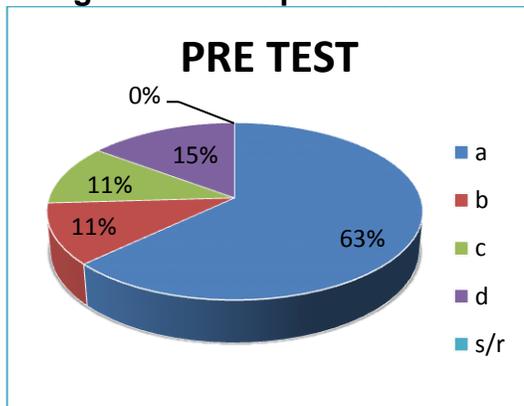


En esta pregunta, en el pre test, ninguna persona emitió ninguna respuesta correcta al respecto es decir 0 personas, mientras que en el post test, 8 del total, es decir el 30 % de las personas respondieron de manera correcta, es decir poco menos de un tercio del 100%. Es decir que algunas han tomado en cuenta que la duración de hervir agua debe durar 20 minutos.

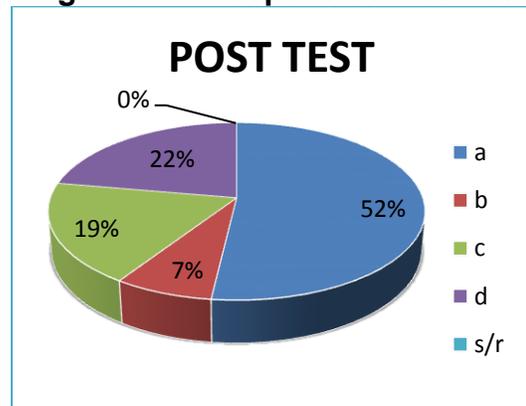
**Tabla 25**  
**7. Para solucionar el sabor soso del agua hervida**  
**¿Qué se debe hacer?**

	PRE TEST		POST TEST	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
a. Dejarla enfriar	17	63%	14	52%
b. Agitarla enérgicamente antes de consumirla	3	11%	2	7%
c. Mezclarla con agua fría	3	11%	5	19%
d. Agitarla con una pisca de sal	4	15%	6	22%
Sin respuesta	0	0%	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>27</b>	<b>100%</b>	<b>27</b>	<b>100%</b>

**Figura 27**  
**Pregunta 7 – Respuestas Pre test**



**Figura 28**  
**Pregunta 7 – Respuestas Post test**

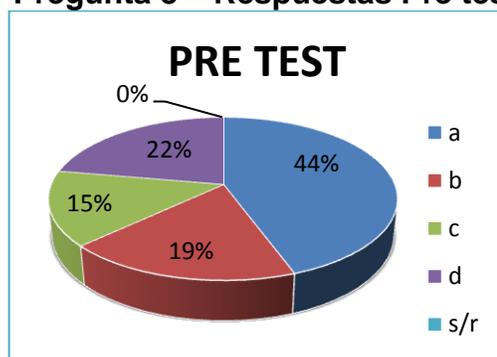


Con respecto a las respuestas correctas, en esta pregunta, durante el pre test solo 3 personas respondieron de manera correcta, equivalente al 11%, mientras que en el post test solo respondieron 2 personas de manera correcta, es decir, solo el 7%, lo que nos evidencia que aún no se ha consolidado la idea que la manera de quitarle el sabor soso al agua cuando he hervido y se la desea beber.

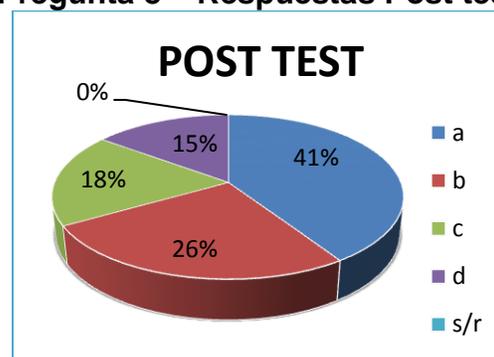
**Tabla 26**  
**8. ¿Cuál es el porcentaje de bacterias muertas cuando se guarda agua de forma segura?**

	PRE TEST		POST TEST	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
a. 70%	12	44%	11	41%
b. 60%	5	19%	7	26%
c. 50%	4	15%	5	19%
d. 40%	6	22%	4	15%
Sin respuesta	0	0%	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>27</b>	<b>100%</b>	<b>27</b>	<b>100%</b>

**Figura 29**  
**Pregunta 8 – Respuestas Pre test**



**Figura 30**  
**Pregunta 8 – Respuestas Post test**

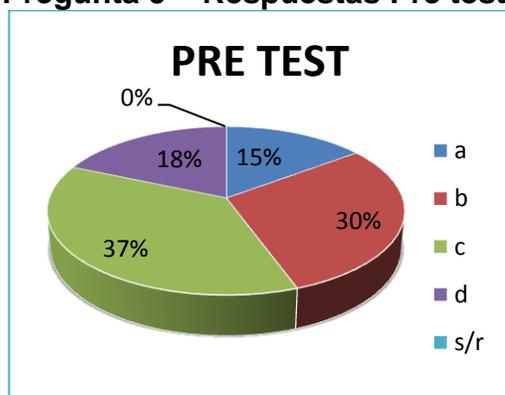


Solamente 4 personas emitieron respuestas correctas durante el pre test, mientras que en el post test solo se adiciono una persona, es decir solo 5 estudiantes respondieron correctamente, lo que equivale al 19% del total de los estudiantes. Por ello se puede determinar que no es relevante la información que se proporciona desde esta pregunta en concreto al respecto del porcentaje de bacterias muertas al guardar agua de manera segura.

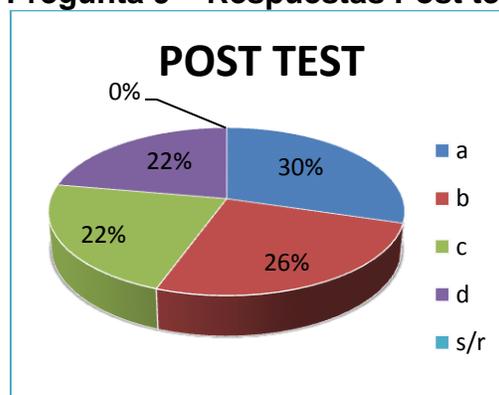
**Tabla 27**  
**9. El método de desinfección solar de agua**  
**¿De cuánto tiempo requiere?**

	PRE TEST		POST TEST	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
a. 5 horas de sol intenso	4	15%	8	30%
b. 6 horas de sol intenso	8	30%	7	26%
c. 5 horas de sol intenso y 2 horas de sol ligero	10	37%	6	22%
d. 6 horas de sol intenso y 1 hora de sol ligero	5	19%	6	22%
Sin respuesta	0	0%	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>27</b>	<b>100%</b>	<b>27</b>	<b>100%</b>

**Figura 31**  
**Pregunta 9 – Respuestas Pre test**



**Figura 32**  
**Pregunta 9 – Respuestas Post test**



Ya insertando a los estudiantes a la temática en concreto sobre los métodos de filtración de agua, 8 de los 27 estudiantes respondieron correctamente en el pre test, mientras que en el post test solo 7 personas dieron respuestas afirmativas, por lo que el 26%, o sea, un 4 % menos que el pre test, por lo que se puede deducir que los estudiantes no obtuvieron, por diferentes motivos, la certeza al momento de responder correctamente al respecto del tiempo que requiere una botella de agua quedarse en el sol intenso.

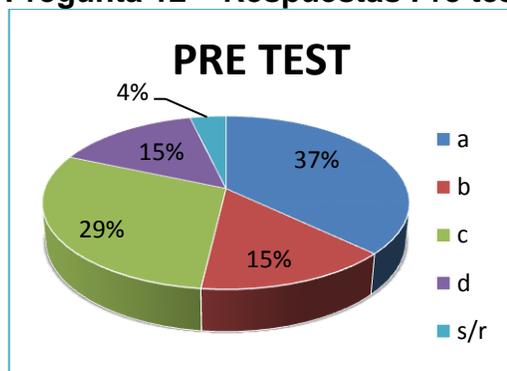




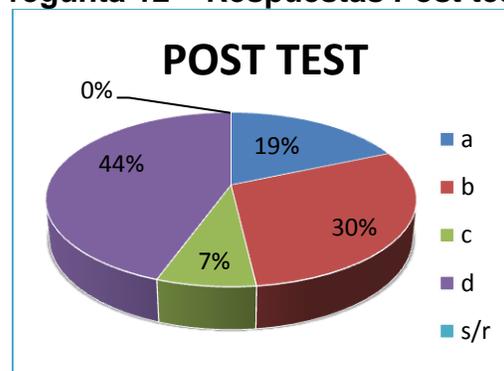
**Tabla 30**  
**12. ¿Cuáles son los componentes del filtro de carbón?**

	PRE TEST		POST TEST	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
a. Carbón, arena fina, piedra y tres recipientes	10	37%	5	19%
b. Carbón, arena, arena gruesa y dos recipientes	4	15%	8	30%
c. Carbón, arena gruesa, piedra y dos recipientes	8	30%	2	7%
d. Carbón, arena fina, arena gruesa, grava y dos recipientes	4	15%	12	44%
Sin respuesta	1	4%	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>27</b>	<b>100%</b>	<b>27</b>	<b>100%</b>

**Figura 37**  
**Pregunta 12 – Respuestas Pre test**



**Figura 38**  
**Pregunta 12 – Respuestas Post test**



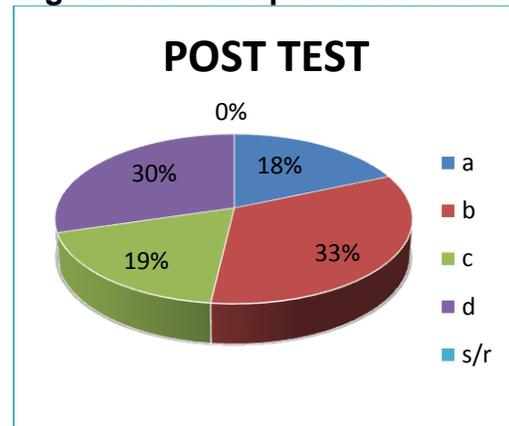
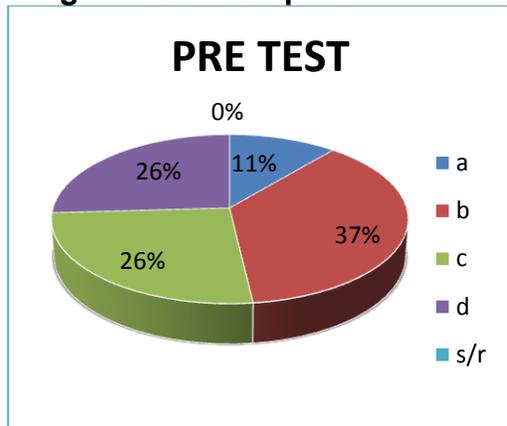
Cambiando de método de filtración, al respecto de los componentes del filtro de carbón, en el pre test 4 personas respondieron correctamente, es decir un 15 %, mientras que en el post test, fueron el doble de la cifra mencionada, o sea, 8 personas que equivalen el 30%, poco menos de un tercio del total de los participantes.



**Tabla 32**  
**14. Los filtros de carbón pueden remover...**

	PRE TEST		POST TEST	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
a. Color y sabor	3	11%	5	19%
b. Colores, olores y sabores	10	37%	9	33%
c. Color, textura y sabor	7	26%	5	19%
d. Olor, textura y color	7	26%	8	30%
Sin respuesta	0	0%	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>27</b>	<b>100%</b>	<b>27</b>	<b>100%</b>

**Figura 41** Pregunta 14 – Respuestas Pre test  
**Figura 42** Pregunta 14 – Respuestas Post test



En la pregunta número 14, al respecto del material que puede remover un filtro de carbón, los estudiantes que respondieron correctamente en el pre test fueron 10, mientras que en el post test fueron 9 personas equivalentes al 33%, una menos que la prueba anterior.

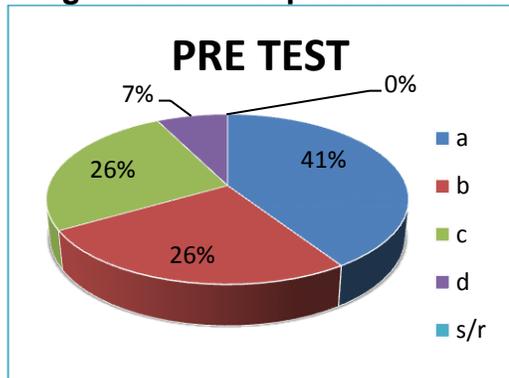
**Tabla 33**

**15. ¿Cuántas gotas de cloro de 5% se debe utilizar para 1 litro de agua?**

	PRE TEST		POST TEST	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
a. 1 gota	11	41%	5	19%
b. 1 ½ gotas	7	26%	9	33%
c. 2 gotas	7	26%	12	44%
d. 3 gotas	2	7%	1	4%
Sin respuesta	0	0%	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>27</b>	<b>100%</b>	<b>27</b>	<b>100%</b>

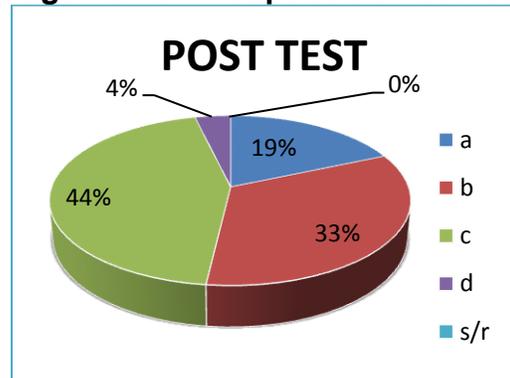
**Figura 43**

**Pregunta 15 – Respuestas Pre test**



**Figura 44**

**Pregunta 15 – Respuestas Post test**

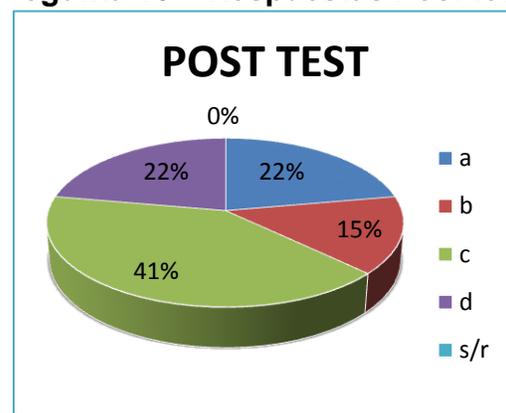
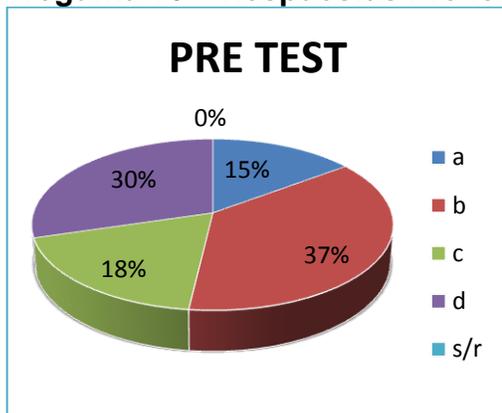


Con respecto a la cantidad de cloro que se utiliza para un litro de agua, las respuestas obtenidas en el pre test fueron de 7 personas equivalentes al 26%, mientras que en el post test los que respondieron correctamente fueron 12 personas que equivalen al 44%.

**Tabla 34**  
**16. ¿Cuánto tiempo debe actuar el cloro en el agua?**

	PRE TEST		POST TEST	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
a. 25 minutos	4	15%	6	22%
b. 30 minutos	10	37%	4	15%
c. 45 minutos	5	19%	11	41%
d. 1 hora	8	30%	6	22%
Sin respuesta	0	0%	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>27</b>	<b>100%</b>	<b>27</b>	<b>100%</b>

**Figura 45** Pregunta 16 – Respuestas Pre test      **Figura 46** Pregunta 16 – Respuestas Post test



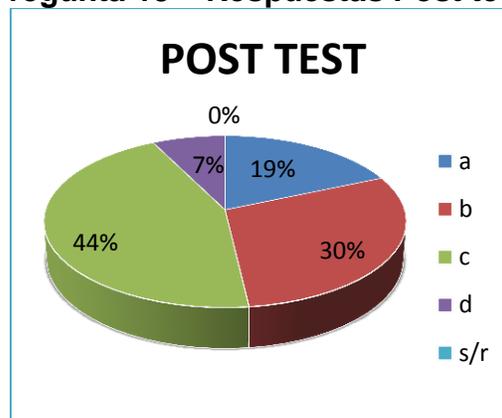
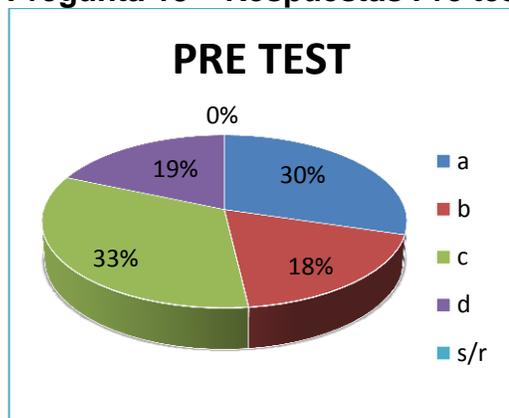
Del total de los estudiantes, en la prueba del pre test, 10 personas respondieron de manera correcta, mientras que en el post test, solo respondieron 4 personas de manera exitosa, es decir 6 personas menos, por lo que los estudiantes no pueden definir de manera correcta el tiempo en el que debe actuar el cloro en el agua para que esta se purifique.



**Tabla 36**  
**18. Las pastillas purificadoras ¿Cuántas pastillas por litro y cuánto tiempo necesitan para surtir efecto?**

	PRE TEST		POST TEST	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
a. 1 pastilla trata 1 litro de agua y necesita de 30 minutos a 2 horas para surtir efecto	8	30%	5	19%
b. 1 pastilla trata 1 litro de agua y necesita de 30 minutos a 4 horas para surtir efecto	5	19%	8	30%
c. 2 pastillas trata 1 litro de agua y necesita de 30 minutos a 3 horas para surtir efecto	9	33%	12	44%
d. 2 pastillas trata 1 litro de agua y necesita de 30 minutos a 5 horas para surtir efecto	5	19%	2	7%
Sin respuesta	0	0%	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>27</b>	<b>100%</b>	<b>27</b>	<b>100%</b>

**Figura 49** Pregunta 18 – Respuestas Pre test      **Figura 50** Pregunta 18 – Respuestas Post test

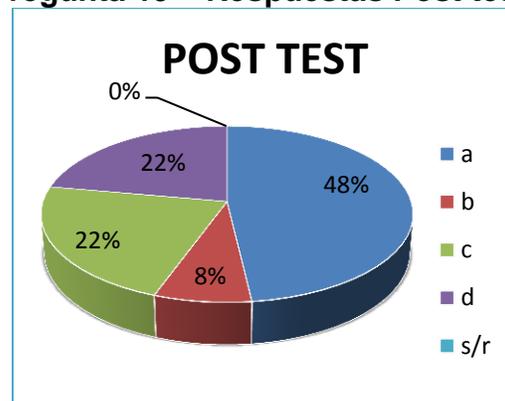
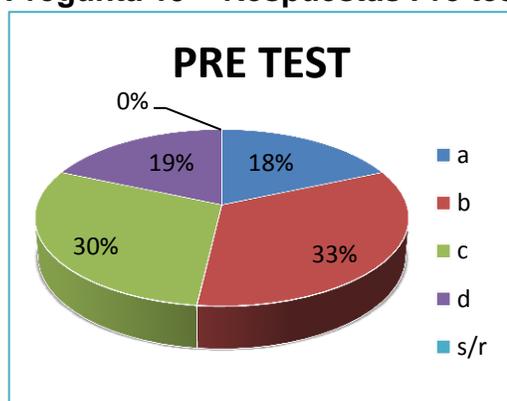


Al respecto de las pastillas purificadoras, 5 estudiantes en el pre test, respondieron de manera correcta, mientras que 8 de ellos respondieron exitosamente en el post test, un equivalente del 30%, poco menos de un tercio del total de los participantes.

**Tabla 37**  
**19. ¿Cuánto de lavandina se debe colocar a un litro de agua y cuánto tiempo necesita reposar?**

	PRE TEST		POST TEST	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
a. 4 gotas en 1 litro de agua y debe reposar por 30 minutos	5	19%	13	48%
b. 3 gotas en 1 litro de agua y debe reposar por 30 minutos	9	33%	2	7%
c. 2 gotas en 1 litro de agua y debe reposar por 20 minutos	8	30%	6	22%
d. 1 gota en 1 litro de agua y debe reposar por 20 minutos	5	19%	6	22%
Sin respuesta	0	0%	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>27</b>	<b>100%</b>	<b>27</b>	<b>100%</b>

**Figura 51** Pregunta 19 – Respuestas Pre test      **Figura 52** Pregunta 19 – Respuestas Post test



Ya en la penúltima pregunta, sobre cuanta lavandina se debe utilizar en un litro de agua y tiempo de reposo para que ésta se purifique dieron resultados correctos de 5 personas durante el pre test, mientras que en el post test fueron 13 los que dieron con la respuesta correcta, es decir un total del 48%, casi la mitad de los participantes.





### 5.3. PRUEBA ESTADÍSTICA “t” DE STUDENT

Para probar la hipótesis de la presente investigación y de acuerdo al diseño de investigación detallada en el capítulo 3 del presente trabajo, se utilizó la prueba estadística “t” de student. Para tal acción se tiene como base los resultados obtenidos en el pre test y el pos test.

**Tabla 39**  
**Puntajes obtenidos en el Pretest y Postest**

Nro.	PRE TEST	POST TEST <i>x</i>	$x-\bar{x}$	$(x-\bar{x})^2$
1	3	7	2,15	4,62
2	3	5	0,15	0,02
3	3	8	3,15	9,92
4	4	5	0,15	0,02
5	8	7	2,15	4,62
6	3	7	2,15	4,62
7	2	4	-0,85	0,72
8	3	6	1,15	1,32
9	6	7	2,15	4,62
10	8	5	0,15	0,02
11	2	8	3,15	9,92
12	3	4	-0,85	0,72
13	3	4	-0,85	0,72
14	7	4	-0,85	0,72
15	3	3	-1,85	3,42
16	5	3	-1,85	3,42
17	6	4	-0,85	0,72
18	4	5	0,15	0,02
19	4	3	-1,85	3,42
20	5	3	-1,85	3,42
21	3	4	-0,85	0,72
22	3	5	0,15	0,02
23	6	2	-2,85	8,12
24	4	3	-1,85	3,42
25	4	5	0,15	0,02
26	7	6	1,15	1,32
27	6	4	-0,85	0,72
		$\Sigma=131$		$\Sigma=71,41$
		$\bar{x}=4,85$		
		$s=0,64$		
		$s^2=0,40$		

Para la obtención de cada dato utilizado en la fórmula de la “t” de student se siguieron los siguientes procedimientos, para obtener la media aritmética, es decir “ $\bar{x}$ ” se siguió el siguiente procedimiento:

**Dónde:**

$$\bar{x} = \sum \text{postest} \div n \text{ (número de estudiantes)}$$

**Por lo tanto:**

$$\bar{x} = 131 \div 27 = 4,85$$

Para obtener la desviación estándar, es decir “s”, se siguió con el siguiente procedimiento:

**Dónde:**

$$s = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

**Por lo tanto:**

$$s = \sqrt{\frac{10,86}{27 - 1}} = \sqrt{\frac{10,85}{26}} = \sqrt{0,41} = 0,64$$

Obtenidos los datos, se procede con el desarrollo de la siguiente formula:

$$t = \frac{\bar{x}}{\sqrt{\frac{s^2}{n}}}$$

**Dónde:**

$$\begin{aligned}\bar{x} &= \text{Media Aritmética} \\ s^2 &= \text{Desviación Estándar} \\ n &= \text{Número de Estudiantes}\end{aligned}$$

**Por lo tanto:**

$$\begin{aligned}\bar{x} &= 4,85 \\ s^2 &= 0,40 \\ n &= 27\end{aligned}$$

**Entonces:**

$$t = \frac{4,85}{\sqrt{\frac{0,40}{27}}} = \frac{4,85}{\sqrt{0,01}} = \frac{4,85}{0,1} = 48,5$$

Los **Grados de Libertad** se calculan con la siguiente fórmula:

**Dónde:**

$$GL = N - 2$$

**Entonces:**

$$GL = 27 - 2$$

$$GL = 25$$

Por lo tanto:

Tabla 40  
"t" de Student

DISTRIBUCIÓN "t" DE STUDENT		
GRADOS DE LIBERTAD	NIVEL DE CONFIANZA 0.05	NIVEL DE CONFIANZA 0.01
25	1,7081	2,485

#### 5.4. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

El valor de la "t" que se obtuvo es de 48,5 conocido también como la "t" calculada a 25 grado de libertad a un nivel del 0,01.

Por lo tanto se puede determinar con claridad que la "t" calculada es 48,5 a 25 grado de libertad a un nivel de confianza de 0,05 lo que determina que es mayor a la "t" de la tabla de 1,7081. Entonces, **la conclusión es que se acepta la hipótesis de investigación y se rechaza la hipótesis nula**, además se puede resaltar que los resultados obtenidos son altamente significativos.

## CAPITULO VI

# CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el presente y último capítulo se dan a conocer las diferentes conclusiones y recomendaciones que se ha llegado con la elaboración del presente trabajo, todo ello a partir de los resultados y las interpretaciones del capítulo anterior, por todo lo anteriormente mencionadas son de gran relevancia para llegar a la etapa culmen de todo el proceso de investigación realizado en cada uno de los capítulos del presente.

### 6.1. CONCLUSIONES

- ✓ Se ha realizado la determinación correspondiente a los métodos más relevantes para el tratamiento de filtración de agua para el consumo humano con conocimientos certeros y seguros, los mismos se han enfocado al desarrollo de habilidades de prevención en la enseñanza a los estudiantes de 5to de Secundaria de la Unidad Educativa “San José”.
- ✓ Los referentes teóricos que sustenta la presente investigación muestran aspectos concretos a tomar en cuenta para el logro de la toma de opciones alternativas sobre temáticas en el quehacer

educativo, consecuentemente en el proceso que se llevó a cabo, recoge diferentes apreciaciones que enriquecen los diferentes procesos de enseñanza.

- ✓ El proceso de formación a llevar a cabo propuesto, fue un proceso alternativo al respecto de la temática, puesto que, tenía que ver con aspectos de conocimiento teórica y experiencia práctica, fundamentadas en el proceso de educación para la vida, pues es menester el conocimiento adquirido para futuras experiencias en el caso de racionamiento de agua.
- ✓ Se realizó un análisis previo en el proceso de diagnóstico con los resultados del pre test, para determinar el nivel de conocimientos al respecto de la temática a investigar en el presente trabajo, los mismos que se reflejan en los datos obtenidos y expresados en los cuadros y gráficos anteriormente expuestos.
- ✓ En el capítulo cuatro se presenta la propuesta pedagógica a detalle, con respecto al proceso realizado, donde se pone en conocimiento la metodología utilizada y el ambiente de enseñanza propuesto, inmerso entre las diferentes actividades realizadas las mismas van orientadas a la consolidación de conocimientos para la obtención de aprendizajes significativos.
- ✓ En el transcurso de la aplicación del proceso de formación se observó interés por los aspectos prácticos de parte de los estudiantes, lo que permitió a los mismos ser participativos, dinámicos, investigativos a través de su proceso de aprendizaje.

- ✓ En el transcurso de la aplicación del proceso de formación se observó la falta de interés por los aspectos teóricos, los mismos que fundamentan el proceso de aprendizaje práctico, de parte de los estudiantes, lo que hizo que los estudiantes muestren desinterés por la información brindada.
- ✓ Si bien se pretendió brindar la información más concreta y clara en el proceso de formación propuesto en el presente trabajo, se puede determinar que no fueron suficientes las sesiones que se llevaron a cabo, ya que los estudiantes no respondieron del todo a los cambios esperados, aunque los resultados obtenidos demuestran que se debe aceptar la hipótesis de investigación y por ende se rechazó la hipótesis nula, donde se determina que el proceso utilizado si brinda los conocimientos concretos sobre el tratamiento de filtración de agua para el consumo humano.

## **6.2. RECOMENDACIONES**

- ✓ Se debe brindar procesos de formación alternativos y diferenciados de la educación regular, para la apertura de más instituciones educativas que puedan promover temáticas distintas para la formación y así enriquecer el conocimiento personal.
- ✓ Concientizar a los estudiantes a tomar en cuenta el conocimiento teórico que se les brinda, para así fundamentar sus acciones prácticas que tengan que ver con alguna temática en concreto, por lo que no se debe manejar a la ligera el desinterés que demuestran los estudiantes al respecto de lo mencionado.
- ✓ Si bien los estudiantes participan de manera dinámica en procesos prácticos, se debe resaltar en el momento de los mismos la

importancia de consolidar el conocimiento adquirido en base a aspectos teóricos para fundamentarlos con responsabilidad, para que se fortalezca el aprendizaje adquirido.

- ✓ Se debe consolidar procesos de formación con aspectos más detallados y sesiones más prolongadas para la obtención de mejores resultados.
- ✓ Se debe tener en cuenta que los procesos de formación deben ser relevantes y altamente significativos para fortalecer el conocimiento a brindar en cada uno de ellos, todo ello en beneficio de los usuarios a quienes van dirigidos, indistintamente de la edad y del sexo.
- ✓ Los ambientes y espacios en el que se desarrollan procesos educativos deben ser acordes a la cantidad de los participantes, para obtener calidad de formación sobre la temática planteada.
- ✓ Se debe considerar procesos de formación para la vida, a partir de experiencias vividas, sucesos o fenómenos que se avecinan.

# BIBLIOGRAFÍA

## TEXTOS:

Celorio Gema y López de Munain, Alicia. (S/A). *“DICCIONARIO de Educación para el desarrollo”*. Hegoa.

Fernandez, Ignacio. (2011). *“El mercado de agua y saneamiento en Bolivia”*. S/E. La Paz – Bolivia.

Red Interamericana de Academia de Ciencias. (2012). *“Diagnóstico del agua en la Américas”*. IANAS. México.

Hernández, Fernández y Baptista (2010). *“Metodología de la investigación”*. México D.F. Editorial McGraw – Hill.

Ministerio de Medio Ambiente y Agua (2011). *“Usos múltiples del agua, hacia la adaptación al cambio climático”*. S/E. La Paz - Bolivia

Ministerio de Servicios y Obras Públicas; Viceministerio de Servicios Básicos. (2004). *“Guía de agua; aprendamos juntos”*. S/E. La Paz, Bolivia.

Ministerio de Servicios y Obras Públicas; Viceministerio de Servicios Básicos. (2004). *“Operación y mantenimiento de sistemas de aguas rurales; manual”*. S/E. La Paz, Bolivia.

Ministerio de Servicios y Obras Públicas; Viceministerio de Servicios Básicos. (2004). *“Organización y movilización comunitaria; desarrollo comunitario”*. S/E. La Paz, Bolivia.

Naciones Unidas. (2003). *“Agua para todos. Agua para la vida, Resumen. Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo”*. UNESCO. Francia.

Organización Panamericana de la Salud. (2004). *“Tratamiento de agua para consumo humano. Plantas de filtración rápida. Manual I: Teoría”*. Lima. CEPIS.

Paz Ballivián, Danilo. (2000) *“Agua y contaminación en la ciudad de La Paz”*. H.A.M. La Paz – Bolivia.

Salinas, Pedro José. (1993). *“Iniciación práctica a la investigación científica”*. 2ª ed. Consejo de Publicaciones de la Universidad de Los Andes. Mérida. Venezuela.

## **DOCUMENTOS PDF**

Centre d' Estudis Amazònics. (2009). *“Contaminación y purificación del agua”*. Recuperado de: [http://www.ceam-ong.org/wp-content/uploads/2014/02/Contaminacion\\_y\\_Purificacion\\_del\\_Agua.pdf](http://www.ceam-ong.org/wp-content/uploads/2014/02/Contaminacion_y_Purificacion_del_Agua.pdf)

Comisión Europea (2010). *“Escasez de agua y sequía en la Unión Europea”*. Recuperado de: [http://ec.europa.eu/environment/water/quantity/scarcity\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/water/quantity/scarcity_en.htm)

CONAGUA. (2011). *“El agua en el mundo”*. Recuperado de: [www.observatoriociudadanodelagua.org.mx](http://www.observatoriociudadanodelagua.org.mx)

Fundación SODIS para América Latina. (2003). *“Desinfección solar del agua. Guía de aplicación”*. Recuperado de: [http://www.sodis.ch/methode/anwendung/ausbildungsmaterial/dokumente\\_material/manual\\_s.pdf](http://www.sodis.ch/methode/anwendung/ausbildungsmaterial/dokumente_material/manual_s.pdf)

Gonzales Diaz, Carlos (2004). *“La desinfección y el almacenamiento domiciliario del agua: intervención fundamental de la salud pública”*.

Recuperados de:

<http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/vigilancia/rtv0404.pdf>

Ministerio de Salud de la Nación (2011). *“Agua Segura”*. Recuperado de:

<http://www.msal.gov.ar/aguasegura/index.php/consumo-de-aguasegura/manejo-adeecuado-de-excretasb>

Moravia, José (2012). *“Historia del tratamiento del agua”*. Recuperado de:

Historia\_del\_tratamiento\_del\_agua-Website\_Article.pdf

Organización Mundial de la Salud (2009). *“Tratamiento de emergencia de agua potable en el lugar de consumo”*. Recuperado de: 5-

AguaConsumo.pdf

Washington State Department of Health. (2015). *“Cómo purificar el agua de su hogar”*. Recuperado de:

[www.doh.wa.gov/DOH s f Como purificar el agua de su hogar-SPANISH.pdf](http://www.doh.wa.gov/DOH%20s%20f%20Como%20purificar%20el%20agua%20de%20su%20hogar-SPANISH.pdf)

#### **ARTÍCULOS WEB:**

Pedra, Marcelo. (12/12/2017). *“Si van a organizar un evento académico y no saben cómo llamarlo, he aquí la solución”*. Recuperado de:

<http://www.marcelopedra.com.ar/blog/2014/06/02/si-van-organizar-un-evento-academico-y-saben-como-llamarlo-aqui-la-solucion/>

Hoffman, Dirk (2016) *“La Paz, ciudad maravillosa sin agua”*. Recuperado de:

<http://www.paginasiete.bo/ideas/2017/4/30/cortes-rationamiento-agua-135841.html>

**ANEXOS**

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**  
 Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación  
 Carrera de Ciencias de la Educación



### CUESTIONARIO

**IMPORTANTE:** El presente cuestionario es de carácter confidencial, su fin es solamente para investigación académica. De antemano se agradece la gentileza al brindar sus respuestas en el presente.

#### DATOS PERSONALES:

Curso:..... Paralelo:..... Sexo: Varón  Mujer  Edad:..... años

**INSTRUCCIONES GENERALES:** En cada respuesta, elija solo una opción, encierre en un círculo el inciso que elija como su respuesta. Por ejemplo: ©

Si marca dos o más incisos, la respuesta queda anulada. Por favor tómelo en cuenta.

1. *¿Cuál es el porcentaje de la población que es afectada por la escasez de agua a nivel mundial?*
  - a. 45%
  - b. 38%
  - c. 40%
  - d. 28%
  
2. *¿Cuál es el motivo más relevante por el que Bolivia es vulnerable ante la situación del agua?*
  - a. El sistema alimenticio requiere de sostenibilidad.
  - b. Se tiene ecosistemas variables.
  - c. Las represas no tiene la suficiente capacidad para la población actual.
  - d. Existen cambios significativos en los patrones de lluvia.
  
3. *¿Cuál es el porcentaje del aporte de los glaciares al agua potable de La Paz y El Alto?*
  - a. De 10 a 15%
  - b. De 20 a 25%
  - c. De 30 a 35%
  - d. De 40 a 45%
  
4. *¿A cuántas personas afecto el racionamiento de agua del año 2016?*
  - a. 40.000 personas
  - b. 60.000 personas
  - c. 80.000 personas
  - d. 100.000 personas
  
5. *¿Por qué es importante realizar la filtración de agua?*
  - a. Porque se reducen los niveles de materias solidas en suspensión o productos nocivos.
  - b. Porque debe ser accesible al consumo humano.
  - c. Porque se debe evitar compuestos orgánicos poco habituales para el consumo humano.

- d. Porque se debe potabilizar el agua para su posterior consumo.
6. *¿Cuánto tiempo debe hervir el agua preferiblemente para desinfectarla?*
- 5 minutos
  - 10 minutos
  - 15 minutos
  - 20 minutos
7. *Para solucionar el sabor soso del agua hervida ¿Qué se debe hacer?*
- Dejarla enfriar
  - Agitarla enérgicamente antes de consumirla
  - Mezclarla con agua fría
  - Agitarla con una pisca de sal
8. *¿Cuál es el porcentaje de bacterias muertas cuando se guarda agua de forma segura?*
- 70%
  - 60%
  - 50%
  - 40%
9. *El método de desinfección solar de agua ¿De cuánto tiempo requiere?*
- 5 horas de sol intenso
  - 6 horas de sol intenso
  - 5 horas de sol intenso y 2 horas de sol ligero
  - 6 horas de sol intenso y 1 hora de sol ligero
10. *El método de filtración de las tres vasijas ¿Qué tipo de material requiere?*
- Tres vasijas, cordón y tela de algodón
  - Tres vasijas, arena fina y tela de algodón
  - Tres vasijas, cordón y algodón
  - Tres vasijas, grava y tela
11. *¿Cuánto tiempo se requiere para purificar el agua con el método de filtración de las tres vasijas?*
- 2 días
  - 3 días
  - 4 días
  - 5 días
12. *¿Cuáles son los componentes del filtro de carbón?*
- Carbón, arena fina, piedra y tres recipientes
  - Carbón, arena, arena gruesa y dos recipientes
  - Carbón, arena gruesa, piedra y dos recipientes
  - Carbón, arena fina, arena gruesa, grava y dos recipientes
13. *¿El filtro de área de 200 litros que materiales necesita?*
- Piedra plana, tela fina, arena lavada y grava lavada
  - Arena gruesa, tela fina, arena lavada y grava lavada
  - Arena fina, tela fina, arena lavada y grava lavada
  - Piedra, arena gruesa, arena lavada y grava lavada

14. *Los filtros de carbón pueden remover...*
- Color y sabor
  - Colores, olores y sabores
  - Color, textura y sabor
  - Olor, textura y color
15. *¿Cuántas gotas de cloro de 5% se debe utilizar para 1 litro de agua?*
- 1 gota
  - 1 ½ gotas
  - 2 gotas
  - 3 gotas
16. *¿Cuánto tiempo debe actuar el cloro en el agua?*
- 25 minutos
  - 30 minutos
  - 45 minutos
  - 1 hora
17. *El tratamiento mediante filtro cerámico elimina...*
- Bacterias
  - Parásitos
  - Bacterias y parásitos protozoarios.
  - Ninguno de las anteriores
18. *Las pastillas purificadoras ¿Cuántas pastillas por litro y cuánto tiempo necesitan para surtir efecto?*
- 1 pastilla trata 1 litro de agua y necesita de 30 minutos a 2 horas para surtir efecto
  - 1 pastilla trata 1 litro de agua y necesita de 30 minutos a 4 horas para surtir efecto
  - 2 pastillas trata 1 litro de agua y necesita de 30 minutos a 3 horas para surtir efecto
  - 2 pastillas trata 1 litro de agua y necesita de 30 minutos a 5 horas para surtir efecto
19. *¿Cuánto de lavandina se debe colocar a un litro de agua y cuánto tiempo necesita reposar?*
- 4 gotas en 1 litro de agua y debe reposar por 30 minutos.
  - 3 gotas en 1 litro de agua y debe reposar por 30 minutos
  - 2 gotas en 1 litro de agua y debe reposar por 20 minutos
  - 1 gota en 1 litro de agua y debe reposar por 20 minutos
20. *¿Cuáles son las enfermedades más comunes en épocas de desabastecimiento de agua?*
- Diarrea, deshidratación, neumonía, infección de oído y otros
  - Diarrea, deshidratación, meningitis, infección de oído y otros
  - Diarrea, deshidratación, infección respiratoria, gastritis y otros
  - Diarrea, deshidratación, infección pulmonar, gastritis y otros

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**  
 Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación  
 Carrera de Ciencias de la Educación



### CUESTIONARIO

**IMPORTANTE:** El presente cuestionario es de carácter confidencial, su fin es solamente para investigación académica. De antemano se agradece la gentileza al brindar sus respuestas en el presente.

#### DATOS PERSONALES:

Curso:..... Paralelo:..... Sexo: Varón  Mujer  Edad:..... años

**INSTRUCCIONES GENERALES:** En cada respuesta, elija solo una opción, encierre en un círculo el inciso que elija como su respuesta. Por ejemplo: ©

Si marca dos o más incisos, la respuesta queda anulada. Por favor tómelo en cuenta.

1. ¿Cuál es el porcentaje de la población que es afectada por la escasez de agua a nivel mundial?
  - a. 45%
  - b. 38%
  - c. 40%**
  - d. 28%
  
2. ¿Cuál es el motivo más relevante por el que Bolivia es vulnerable ante la situación del agua?
  - a. El sistema alimenticio requiere de sostenibilidad.
  - b. Se tiene ecosistemas variables.**
  - c. Las represas no tiene la suficiente capacidad para la población actual.
  - d. Existen cambios significativos en los patrones de lluvia.
  
3. ¿Cuál es el porcentaje del aporte de los glaciares al agua potable de La Paz y El Alto?
  - a. De 10 a 15%**
  - b. De 20 a 25%
  - c. De 30 a 35%
  - d. De 40 a 45%
  
4. ¿A cuántas personas afecto el racionamiento de agua del año 2016?
  - a. 40.000 personas
  - b. 60.000 personas
  - c. 80.000 personas
  - d. 100.000 personas**
  
5. ¿Por qué es importante realizar la filtración de agua?
  - a. Porque se reducen los niveles de materias solidas en suspensión o productos nocivos.**
  - b. Porque debe ser accesible al consumo humano.
  - c. Porque se debe evitar compuestos orgánicos poco habituales para el consumo humano.

- d. Porque se debe potabilizar el agua para su posterior consumo.
6. *¿Cuánto tiempo debe hervir el agua preferiblemente para desinfectarla?*
- 5 minutos
  - 10 minutos
  - 15 minutos
  - 20 minutos
7. *Para solucionar el sabor soso del agua hervida ¿Qué se debe hacer?*
- Dejarla enfriar
  - Agitarla enérgicamente antes de consumirla
  - Mezclarla con agua fría
  - Agitarla con una pisca de sal
8. *¿Cuál es el porcentaje de bacterias muertas cuando se guarda agua de forma segura?*
- 70%
  - 60%
  - 50%
  - 40%
9. *El método de desinfección solar de agua ¿De cuánto tiempo requiere?*
- 5 horas de sol intenso
  - 6 horas de sol intenso
  - 5 horas de sol intenso y 2 horas de sol ligero
  - 6 horas de sol intenso y 1 hora de sol ligero
10. *El método de filtración de las tres vasijas ¿Qué tipo de material requiere?*
- Tres vasijas, cordón y tela de algodón
  - Tres vasijas, arena fina y tela de algodón
  - Tres vasijas, cordón y algodón
  - Tres vasijas, grava y tela
11. *¿Cuánto tiempo se requiere para purificar el agua con el método de filtración de las tres vasijas?*
- 2 días
  - 3 días
  - 4 días
  - 5 días
12. *¿Cuáles son los componentes del filtro de carbón?*
- Carbón, arena fina, piedra y tres recipientes
  - Carbón, arena, arena gruesa y dos recipientes
  - Carbón, arena gruesa, piedra y dos recipientes
  - Carbón, arena fina, arena gruesa, grava y dos recipientes
13. *¿El filtro de área de 200 litros que materiales necesita?*
- Piedra plana, tela fina, arena lavada y grava lavada
  - Arena gruesa, tela fina, arena lavada y grava lavada
  - Arena fina, tela fina, arena lavada y grava lavada
  - Piedra, arena gruesa, arena lavada y grava lavada

14. Los filtros de carbón pueden remover...
- Color y sabor
  - Colores, olores y sabores
  - Color, textura y sabor
  - Olor, textura y color
15. ¿Cuántas gotas de cloro de 5% se debe utilizar para 1 litro de agua?
- 1 gota
  - 1 ½ gotas
  - 2 gotas
  - 3 gotas
16. ¿Cuánto tiempo debe actuar el cloro en el agua?
- 25 minutos
  - 30 minutos
  - 45 minutos
  - 1 hora
17. El tratamiento mediante filtro cerámico elimina...
- Bacterias
  - Parásitos
  - Bacterias y parásitos protozoarios.
  - Ninguno de las anteriores
18. Las pastillas purificadoras ¿Cuántas pastillas por litro y cuánto tiempo necesitan para surtir efecto?
- 1 pastilla trata 1 litro de agua y necesita de 30 minutos a 2 horas para surtir efecto
  - 1 pastilla trata 1 litro de agua y necesita de 30 minutos a 4 horas para surtir efecto
  - 2 pastillas trata 1 litro de agua y necesita de 30 minutos a 3 horas para surtir efecto
  - 2 pastillas trata 1 litro de agua y necesita de 30 minutos a 5 horas para surtir efecto
19. ¿Cuánto de lavandina se debe colocar a un litro de agua y cuánto tiempo necesita reposar?
- 4 gotas en 1 litro de agua y debe reposar por 30 minutos.
  - 3 gotas en 1 litro de agua y debe reposar por 30 minutos
  - 2 gotas en 1 litro de agua y debe reposar por 20 minutos
  - 1 gota en 1 litro de agua y debe reposar por 20 minutos
20. ¿Cuáles son las enfermedades más comunes en épocas de desabastecimiento de agua?
- Diarrea, deshidratación, neumonía, infección de oído y otros
  - Diarrea, deshidratación, meningitis, infección de oído y otros
  - Diarrea, deshidratación, infección respiratoria, gastritis y otros
  - Diarrea, deshidratación, infección pulmonar, gastritis y otros

**PROPUESTA DE CAPACITACIÓN**

**1. ASPECTOS GENERALES**

**TEMÁTICA:** Tratamiento de filtración de agua para el consumo humano

**FACILITADOR:** Wilson Casto Apaza

**CURSO:** 5to de Secundaría

**PARALELO:** "B"

**SESIONES:** 4

**TIEMPO:** 40 minutos

**HORARIO:** A definir

**DÍAS Y FECHAS:** Martes, 17 de octubre de 2017

Martes, 31 de octubre de 2017

Martes, 7 de noviembre de 2017

Martes, 14 de noviembre de 2017

**2. OBJETIVO DE LA CAPACITACIÓN**

El objetivo del presente proceso de capacitación es brindar información veraz y concreta respecto del tratamiento de filtración de agua para el consumo humano, para que los estudiantes tengan el conocimiento certero en época de sequía o racionamiento de agua.

### 3. PROGRAMA POR FECHAS

➤ Martes, 17 de octubre de 2017

ACTIVIDAD	DESARROLLO	TIEMPO
➔ <b>Presentación e instrucciones</b>	Se realizará la presentación del Facilitador Posteriormente se darán instrucciones para la realización de la Prueba, respecto del cuestionario	5 Minutos
➔ <b>Pre – prueba</b>	Se entregará una copia del Cuestionario a cada estudiante para su posterior llenado.	20 Minutos
➔ <b>Dinámicas sobre el agua</b>	Se realizarán dos dinámicas grupales como método introductorio de la temática que se tratará en las siguientes sesiones.	15 Minutos
<b>TOTAL TIEMPO</b>		<b>40 Minutos</b>

➤ Martes, 31 de octubre de 2017

ACTIVIDAD	DESARROLLO	TIEMPO
➔ <b>Situación del agua en el Mundo</b>	Se brindará información del Mundo sobre la situación del Agua en tiempo de sequía, racionamiento u otra situación similar.	20 Minutos
➔ <b>Situación del agua en el País</b>	Se brindará información respecto de la situación del agua en Bolivia, a groso modo y aspectos relevantes de cada departamento en comparación a la situación mundial.	20 Minutos
<b>TOTAL TIEMPO</b>		<b>40 Minutos</b>

➤ Martes, 7 de noviembre de 2017

ACTIVIDAD	DESARROLLO	TIEMPO
➔ <b>Situación del agua en la ciudad de La Paz</b>	Se detallaran aspectos relevantes de la situación del agua en la urbe paceña, en cada distrito y aspectos a tomar en cuenta para el futuro sobre la temática.	15 Minutos
➔ <b>Métodos industriales de filtración de agua</b>	Se realizará un compendio de información sobre los métodos industriales para la filtración de agua potable.	15 Minutos

<b>→ Métodos semi industriales de filtración de agua</b>	Se brindará información concreta sobre métodos semi industriales de filtración de agua que son de conocimiento social y de relevancia.	10 Minutos
<b>TOTAL TIEMPO</b>		<b>40 Minutos</b>

➤ Martes, 14 de noviembre de 2017

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>DESARROLLO</b>	<b>TIEMPO</b>
<b>→ Métodos caseros de filtración de agua</b>	Se realizarán actividades tipo taller sobre métodos caseros de filtración de agua que se pueden realizar en cada hogar y a bajo costo.	15 Minutos
<b>→ Post – prueba</b>	Por último se aplicará la prueba por segunda vez, para determinar concretamente el nivel de relevancia y si el estudiante es capaz de identificar o no cada método de filtración.	20 Minutos
<b>→ Agradecimiento y despedida</b>	Para finalizar, se realizará el agradecimiento por el tiempo brindado en cada sesión y la posterior despedida del facilitador.	5 Minutos
<b>TOTAL TIEMPO</b>		<b>40 Minutos</b>