UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
DPTO. FORMACION INTEGRAL DEL HOMBRE
INFORME DE INVESTIGACIÓN

COMPONENTES FÍSICO-QUÍMICOS Y BACTERIOLÓGICOS DEL AGUA DEL TANQUE Y DE LAS LÍNEAS DE AGUA DE LAS UNIDADES ODONTOLÓGICAS.

Estudio realizado en el Ambulatorio "El Consejo"
Periodo lectivo 2006-2007

Autor: Robert Barroeta.
Tutor Metodológico: Paulina Riera.
Tutor de contenido: Jaime Arocha.

Valencia, Abril de 2007.

CARTA DE APROBACIÓN DE TUTOR

En carácter de tutor (es) del trabajo final de Investigación titulado: COMPONENTES FÍSICO-QUÍMICOS Y BACTERIOLÓGICOS DEL AGUA DEL TANQUE Y DE LAS LÍNEAS DE AGUA DE LAS UNIDADES ODONTOLÓGICAS presentado por el bachiller Barroeta Robert consideramos que dicho trabajo de investigación reúne los requisitos y meritos suficientes para ser aprobado y sometido a presentación pública y evaluación.

En la ciudad de Valencia, a los ____ días del mes _____ de _____.

_____	_____
TUTOR DE CONTENIDO	TUTOR METODOLÓGICO
Jaime Arocha	Paulina Riera

DEDICATORIA

A Dios por ser ese ser tan poderoso que guía mis acciones.

A mi madre porque todo lo que hago en la vida se lo dedico a ella, al igual que ella ha dedicado toda su vida a mí.

A mi hermano por ser para mí como un hijo, por el cual estoy dispuesto a lograr cualquier cosa.

A mi abuelo por ser para mí como un padre, siempre brindándome su apoyo en los momentos más difíciles de la vida.

A ti mi princesa por ser la persona a la que quiero dedicar mi vida.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente doy gracias a dios por haber guiado mis pasos por el camino del bien, por haberme permitido lograr todas las metas que me he trazado, por ser ese ser supremo que nos coloca pruebas para nuestra superación personal por lo cual le doy muchísimas gracias porque sin esas pruebas no seria la persona que hoy soy.

A mi familia por su apoyo incondicional en todo momento muy en especial a mi madre por ser más que una madre mí mejor amiga en las buenas y en las malas, a mi tía Oneida porque sin su apoyo mi carrera no hubiese sido posible, a mi abuelo por estar presente en todos los momentos de mi vida, Dios le de vida y salud porque una persona tan especial como el merece todo lo mejor del mundo, a mi abuela por todas sus atenciones para conmigo. A todos ¡Los Amo! y nunca podré agradecerles todo lo que han hecho por mi.

A mi novia por estar conmigo en todo momento y comprenderme, gracias por tu paciencia, tu apoyo incondicional y sobre todo gracias por haber llegado a mi vida eres muy especial para mí. ¡Te Amo!

Al Ing. Jaime Arocha por su valiosa colaboración en el desempeño de esta investigación y por ser un excelente profesional.

A la Profesora Maria Elena Labrador por su gran colaboración y profesionalismo.

A todas las personas que de alguna manera colaboraron con el desarrollo de mi carrera, a todos muchas gracias y que dios los llene de bendiciones.

UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
DPTO. FORMACION INTEGRAL DEL HOMBRE
INFORME DE INVESTIGACIÓN

COMPONENTES FÍSICO-QUÍMICOS Y BACTERIOLÓGICOS DEL AGUA DEL TANQUE Y DE LAS LÍNEAS DE AGUA DE LAS UNIDADES ODONTOLÓGICAS.

Autor: Robert Barroeta
Tutor Metodológico: Paulina Riera
Tutor de Contenido: Jaime Arocha

RESUMEN

El agua es el elemento que ocupa la mayor porción de la superficie de la tierra. Este tan preciado liquido lo podemos encontrar en la naturaleza de tres formas, solidó, liquido y gaseoso de igual manera la podemos encontrar en dos estados de los cuales una es apta para consumo humano, mientras que la otra necesita someterse a procesos de potabilización para ser consumida por el hombre. Cuando existen cambios en las propiedades físicas, químicas o biológicas del agua podemos afirmar que su estado esta alterado a tal modo que se considera contaminada. Esta contaminación genera problemas de salud en los seres humanos. Cabe destacar que la odontología es una de las carreras de la salud que usa el agua para la mayoría de sus procedimientos clínicos. Es por esto que el objetivo general de este estudio es evaluar los componentes físico-químicos y bacteriológicos del agua del tanque y de las líneas de agua de las unidades odontológicas. En relación a la metodología, corresponde a una investigación cuantitativa de tipo descriptiva, con un diseño no experimental transeccional. La población estudiada estuvo conformada por el agua de dos unidades odontológicas asignadas al área de quinto año y el tanque que las surte en el Ambulatorio “El Consejo”. Para la recolección de la información se empleo una hoja de registro que suministraba los elementos contenidos en dicha agua. Los datos fueron analizados mediante la estadística descriptiva. Como resultado de los análisis físico-químicos y bacteriológicos se determino que en las diferentes muestras no existen alteraciones físico químicas relevantes pero si se evidencia bacteriológicamente la presencia de coliformes fecales.

Palabras claves: Agua, líneas de agua de las unidades odontológicas, análisis físico-químico y bacteriológico.

UNIVERSITY OF CARABOBO
FACULTY OF DENTISTRY
MAN INTEGRAL FORMATION DEPARTMENT
INVESTIGATION INFORM

PHYSICAL-CHEMICAL COMPOUNDS AND BACTERIOLOGY OF TANK AND DENTISTRY UNITS WATER

Author: Robert Barroeta
Methodology tutor: Paulina Riera
Content tutor: Jaime Arocha

ABSTRACT

Water is the element that occupies the most portion of earth surface. This precious liquid can be found in nature in three different forms, solid, liquid and gaseous at the same mode we can found in two forms witch one of them is optimal for human's consume and the other needs to pass through potabilitation process to be consumed by humans. When the psysical, chemical or biologic properties of water changed, we can say that its state is altered at the level to be considered polluted. This pollution produces health problem in the people that consume it. It's worthy to say that dentistry is one of the health careers that used water for the majority of its clinical procedures. This is why the objective of this study is to evaluate the physical-chemical compounds and bacteriology of tank and dentistry units water. About the methodology used, the study is defined as a quantitative descriptive investigation with a non experimental transeccional design. The population was form by the water take from two dentistry units assign to fifth year and from the tank at the "El Consejo" ambulatory. By the recollection of the data a registration page was used where the elements contained in the water were described. The information were analyzed by descriptive statistical. As a result the physical-chemical and bacteriology analyze determined that there are not altered compounds in any of the water samples take but is evident the presence of C. fecalis.

Key Words: Water, dentistry units water, analyze physical-chemical, bacteriology.

INDICE GENERAL

Carta de APROBACIÓN de tutor ii
DEDICATORIA iii
AGRADECIMIENTOS iv
RESUMEN v
ABSTRACT vi
INTRODUCCION 1
CAPITULO I 3
EL PROBLEMA 3
Planteamiento del problema 3
OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN 7
Objetivo General 7
Objetivos Específicos 7
Justificación 7
CAPITULO II 9
MARCO TEÓRICO 9
Antecedentes de la Investigación 9
Bases Teóricas 13
Contaminación del Agua 13
Control de Tratamiento de aguas 17
Biofilm en Líneas de Agua Dental 19
Infecciones en el paciente inmunosuprimido a causa de microorganismos patógenos presentes en las líneas de agua de las unidades odontologicas 21
Medidas destinadas a remover el biofilm en líneas de agua dental 23
Sistemas autocontenedores de agua 24
Microfiltros 25
Sistemas de reparto de agua estéril 25
Purificadores de agua 25
Estrategias que combinen distintas modalidades como filtración 25
Bases Legales 28
Definición de Términos 29
CAPÍTULO III 33
MARCO METODOLÓGICO 33
Tipo y Diseño de Investigación 33
Población y Muestra 34
Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos 34
Validación del Instrumento 35
Procedimientos 35
CAPÍTULO IV 37
PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS 37
CONCLUSIONES 43
RECOMENDACIONES 44
BIBLIOGRAFIA 45

LISTA DE TABLAS Y GRAFICO

Tabla 1 Análisis fisicoquímico del agua en entrada al tanque…….. 37

Tabla 2 Análisis fisicoquímico del agua en salida del tanque…….. 39

Tabla 3 Análisis fisicoquímico del agua en grifo del Laboratorio Odontológico. 40

Tabla 4 Análisis bacteriológico del agua utilizada en el Ambulatorio "El Consejo"…… 41

Grafico 1. Análisis bacteriológico del agua utilizada en el Ambulatorio "El Consejo" *abril 2007*……. 41

INTRODUCCION

El agua, ese preciado líquido vital para el hombre, antes de ser consumida requiere someterse a procesos de potabilización ya que en busca de que sustente de forma efectiva la salud humana se requiere que este en óptimas condiciones, es decir libre de elementos perjudiciales para los seres humanos. Es por ello que uno de los principales problemas de la humanidad es evitar la contaminación de las aguas a pesar de ser las actividades humanas las que atentan con tal fin.

Según organismos internacionales se considera que el agua esta contaminada cuando no cumple con las condiciones físicas, químicas y biológicas que la hacen apta para el consumo humano, estas condiciones son alteradas en su mayoría por el hombre que en muchas de sus actividades genera efluentes que de forma directa o no afectan la calidad de los cuerpos de agua receptores, tal como aguas residuales urbanas provenientes de actividades industriales, agrícolas y domesticas.

De esta manera un agua en óptimas condiciones puede ser la mejor aliada para la vida pero si se presentara alterada, en uno de los componentes nombrados anteriormente pudiera generar diversos problemas de salud en los seres humanos especial en aquellos inmunosuprimidos, entre las afecciones de salud que pueden generarse destacan: meningitis, conjuntivitis, neumonía aguda, diarrea, endocarditis bacteriana, enfermedad crónica pulmonar, infecciones respiratorias, orales, gastrointestinales y del tracto urinario

De acuerdo con los organismos internacionales, Organización mundial de la Salud, (OMS) Organización Panamericana de la Salud (OPS), Centro de Control y Prevención de enfermedades de los Estados Unidos de Norteamérica (CDC) y Asociación Dental Americana (ADA). Los objetivos de la práctica odontológica son los siguientes:

1. Ofrecer una práctica segura a pacientes y trabajadores de la salud.
2. Evitar la diseminación, encubrimiento y preservación de enfermedades infecciosas dentro del consultorio odontológico.
3. Disminuir los riesgos de contaminación y accidentes laborales.
4. Cumplir con requisitos éticos, morales y legales del ejercicio profesional; y con leyes y reglamentos nacionales e internacionales.

Por todo lo antes expuesto la razón de este estudio será evaluar los componentes físico-químicos y bacteriológicos del agua del tanque y de las líneas de agua de las unidades odontológicas del Ambulatorio “El Consejo” en cumplimiento con los objetivos que una práctica odontológica responsable demanda.

El estudio será de tipo descriptivo con un diseño no experimental transeccional en el cual, la población y muestra estará representada por el agua del tanque y de las líneas de agua de las unidades odontológicas asignadas al área de quinto año en el Ambulatorio “El Consejo”. Para la recolección de la información se empleara una hoja de registro donde se asentaran los elementos contenidos en dicha agua. Obtenidos todos los resultados se describirán los hallazgos de la investigación.

CAPITULO I

EL PROBLEMA

Planteamiento del problema

El agua (H_2O), líquido inodoro, incoloro e insípido, ocupa más del 70% de la superficie de la tierra; de este total, un 97% es salada, no apta para el consumo humano ni uso agrícola y el 3% restante es dulce, cantidad ésta ampliamente distribuida en la naturaleza e indispensable para la existencia de la vida y que, aún cuando puede ser consumida por el hombre, debe someterse a procesos de potabilización.

Justamente, para que el agua sustente en forma efectiva la salud humana y se convierta en la mejor aliada estratégica para la vida, se requiere que sea de buena calidad, es decir, que sea un agua segura, libre de elementos extraños que puedan afectar la salud, no contaminada. De allí que uno de los principales dilemas que enfrenta la humanidad es, precisamente, evitar la contaminación de las aguas, si bien la mayoría de las actividades del hombre atentan contra estos fines.

La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2005), considera que el agua está contaminada cuando su composición o su estado están alterados de tal modo que ya no reúne condiciones específicas; así, la contaminación incluye los cambios en las propiedades físicas, químicas o biológicas del agua, que la transforman en no apta para consumo ni para el desarrollo de los seres vivos que normalmente viven en ella; estos cambios son generados en su mayoría por las actividades humanas generadoras de efluentes que, directa o indirectamente, afectan la calidad de los cuerpos de agua receptores, entre los que destacan aguas residuales urbanas provenientes del consumo y uso doméstico, aguas de uso industrial y contaminación de origen agrícola (Arana, 2000).

De tal forma, el agua contaminada por alguno de los agentes enunciados origina diversos problemas en la salud de seres humanos y animales y afecta también los ecosistemas acuáticos y terrestres. Por este motivo, contar con agua segura que actúe efectivamente a favor de la salud y que sustente la vida, requiere tomar decisiones que garanticen su calidad y adecuado suministro, desde diversos sectores y con diferentes medios de prevención, protección y desinfección para poder

utilizarla en las diversas actividades de alimentación, higiene y salud que realiza el hombre.

En este orden de ideas, hay que señalar que entre las numerosas Ciencias de la Salud que emplean el agua destaca la Odontología, que en sus variados procedimientos clínicos utiliza el preciado líquido y de allí que el control de su calidad microbiológica sea primordial, en aras de prevenir infecciones; en razón de ello, la calidad del agua de la unidad odontológica es de suma importancia, ya que los pacientes la reciben directamente en la boca durante los procedimientos estomatológicos.

Efectivamente, los procedimientos clínicos tanto de operatoria, endodoncia y periodoncia requieren agua bacteriológicamente pura, a efectos de no introducir microorganismos en las unidades dentales a tratar, lo que muchas veces no es posible debido a la biopelícula microbiana, que no es más que “la acumulación de bacterias que se originan en el agua potable que, al entrar en las unidades odontológicas, colonizan y se reproducen en las tuberías de las líneas de agua” (Aráuz y Sequeiro, 2002, p. 70).

Esta biopelícula, perceptible a la vista, se forma en las paredes de los estrechos conductos de plástico que llevan agua hacia las piezas de mano, presentando parches o densas matrices pobladas por una amplia variedad de microorganismos; investigaciones recientes han demostrado que la población bacteriana en líneas de agua de unidades odontológicas permanece consistente luego de su desinfección, así como la recurrencia de biopelículas complejas después de la interrupción por desinfección con agentes químicos depende del grado de remoción de la biopelícula misma. (Meiller, 2000).

Otros estudios han determinado que muchos materiales utilizados en la distribución del agua en piezas de mano y jeringa triple proveen un sustrato excelente para la unión inicial de las bacterias y la posterior proliferación de la biopelícula y que, además, la mayor parte del agua potable contiene minerales –especialmente carbonato de calcio- que se depositan en las superficies de los tubos de la línea de agua de las unidades: las moléculas orgánicas se concentran sobre estas superficies y promueven la adhesión de bacterias suspendidas en el agua; con el tiempo, las células individuales unidas a la superficie de poliuretano de la tubería de agua de la unidad se multiplican para formar microcolonias bacterianas que crecen continuamente, en forma de capa.

Este fenómeno trae como consecuencia que los microorganismos presentes en la biopelícula de las líneas de agua de las unidades como la *Legionella pneumophilla* y el *Staphylococcus aureus*, entre otros, causen enfermedades en los pacientes odontológicos, de forma especial en aquellos inmunocompetentes o inmunosuprimidos, tales como legionellosis, meningitis, conjuntivitis, neumonía aguda, diarrea, endocarditis bacteriana, enfermedad crónica pulmonar, infecciones respiratorias, orales, gastrointestinales y del tracto urinario, así como bacteriemia. (Barbeau, 2000).

Así, el problema de la formación de biopelícula en las líneas de agua de las unidades representaría un peligro para la salud del paciente inmunosuprimido o predispuesto a contraer las patologías que pueden generar las colonias microbianas formadas en los ductos de agua del consultorio odontológico (Organización Panamericana de la Salud, OPS, 2004).

Corroborando lo anterior, investigaciones transversales han encontrado que la transmisión de infecciones a pacientes con inmunosupresión en la clínica dental, a partir de las colonias de microorganismos presentes en las líneas de agua, es innegable, lo que aunado a la publicidad dada a esta situación ha hecho necesario que se lleve a cabo una reevaluación de los procedimientos para desinfección y control de infecciones. (Blanco, 2004).

Dentro de este contexto es necesario acotar que, en los consultorios odontológicos, se utilizan procedimientos que permiten remover eficazmente la biopelícula de las líneas de agua, mediante productos como agentes químicos (hipoclorito de sodio, glutaraldehido, isopropanol) y dispositivos de microfiltración. Sin embargo, una y otra vez se forma la biopelícula, lo que permite deducir que la formación, proliferación y recurrencia de ésta tienen su origen en el agua proveniente de los conductos de distribución municipales o, en su defecto, en los reservorios o tanques de agua en los que se almacena el líquido a distribuir a los ductos de equipos odontológicos.

En este particular, hay que señalar que el control microbiológico de las aguas está normado a nivel internacional por la Organización Mundial de la Salud (2005), organismo éste que establece que para el control microbiano el sistemas de distribución de agua, los desinfectantes deben obrar recíprocamente con las bacterias que crecen en biopelículas de la tubería o que contaminan el sistema, contemplando asimismo otros factores como la estabilidad y transporte de desinfectantes en

biofilms, tipo de desinfectantes, materiales residuales y corrosión, mientras la Asociación Dental Americana (ADA, 1995), promueve el desarrollo de métodos confiables para producir agua para el tratamiento bucodental con menos de 200 UFC/ml de bacterias acuáticas heterotróficas mesofílicas, lo que significa que el agua empleada en el tratamiento dental debe contener cuentas de colonias tan bajas como sea posible.

En lo que compete a Venezuela, las Normas Sanitarias de calidad del agua potable (1998), regula lo relativo a valores máximos de componentes o características del agua que representan un riesgo para la salud, así como la preservación de los sistemas de almacenamiento y distribución, aspectos estos que competen, en la región central del país, a la empresa Hidrocentro.

No obstante, pese a las previsiones previamente enunciadas, la formación de la biopelícula en las líneas de agua de las unidades odontológicas es un dilema para el odontólogo venezolano, aspecto este señalado por Tovar (2004), quien señala que la formación de biopelículas en las líneas de agua de los consultorios odontológicos obedece básicamente a los elevados niveles de microorganismos presentes en las aguas, especialmente las almacenadas en tanques, que al no ser limpiados y desinfectados periódicamente favorecen la sedimentación de minerales y la consecuente colonización bacteriana, que se traslada hacia los ductos de los equipos odontológicos.

Dentro de esta problemática cabe reseñar el caso que se presenta en el Ambulatorio “El Consejo”, donde por el hecho de haberse observado que el tanque de almacenamiento de agua que surte las líneas de agua del área clínica no es objeto de limpieza y desinfección sistemática, se presume que en los ductos de las unidades odontológicas se reproduce en forma constante una biopelícula que conllevaría un potencial peligro de infección para los pacientes odontopediatricos predispuestos a contraer infecciones que acuden a dicha área a recibir tratamiento odontológico.

Esta presunción se sustenta en que, a pesar de que en el área mencionada, forma parte del protocolo de asepsia, que los estudiantes realicen la desinfección de las líneas de agua de las unidades odontológicas luego de cada procedimiento mediante la purga mecánica y la esterilización por medios químicos, la irregularidad de las acciones de mantenimiento preventivo del tanque y de las líneas de agua estaría fomentando la multiplicación de bacterias, protozoos y otros organismos patógenos, acarreados continuamente hacia los equipos de mano utilizados en los múltiples

procedimientos clínicos, hipótesis esta corroborada por Favero (2002), quien afirma que la biopelícula se forma rápidamente dentro de las líneas de agua de unidades dentales mediante la combinación de retracción activa/pasiva y la colonización por bacterias del agua suministrada por el sistema de agua pública.

De allí que, en aras de garantizar la salud integral de las personas que acuden a recibir atención en el Ambulatorio "El Consejo" y en especial pacientes odontopediatricos con predisposición a contraer infecciones, así como a los efectos del presente estudio, se hace necesario elaborar una interrogante general que enmarcará los propósitos investigativos: ¿Cuál es la condición de contaminación en cuanto a los componentes físico-químicos y bacteriológicos presentes en el agua del tanque y en las líneas de agua de las unidades odontológicas del Ambulatorio "El Consejo"?

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Objetivo General

Evaluar los componentes físico-químicos y bacteriológicos del agua del tanque y de las líneas de agua de las unidades odontológicas del Ambulatorio "El Consejo" ubicado en el Municipio Miguel Peña, Barrio el Consejo, Distrito Valencia durante el periodo lectivo 2006-2007.

Objetivos Específicos

1. Identificar las alteraciones físico-químicas del agua del tanque y de las líneas de agua de las unidades odontológicas del área clínica del Ambulatorio "El Consejo"
2. Conocer la carga bacteriana del agua almacenada en el tanque y en las líneas de agua de las unidades odontológicas del Ambulatorio "El Consejo".

Justificación

De acuerdo con los diferentes organismos internacionales dedicados a fomentar la salud humana, el control de infecciones en odontología tiene como objetivos

ofrecer una práctica segura a los pacientes, evitar la diseminación, encubrimiento y preservación de enfermedades infecciosas dentro del consultorio odontológico, disminuir los riesgos de contaminación y cumplir con los requisitos éticos, morales y legales del ejercicio profesional, así como con las leyes y reglamentos correspondientes. Siguiendo esta línea de pensamiento, se considera que el estudio aquí presentado se ajusta a tales principios y, además, se justifica desde varias perspectivas.

Desde el punto de vista sanitario, ya que de comprobarse que existe contaminación de las aguas utilizadas en los procedimientos estomatológicos que se aplican a los pacientes que acuden al ambulatorio, se podrán generar acciones puntuales en mantenimiento preventivo y correctivo destinadas a preservar la salud, esto es, evitar infecciones generadas por la microbiota presente en tanques y líneas de agua.

En el contexto social, se espera que el estudio sirva como aporte significativo, ya que una atención odontológica exenta de los agentes patógenos contenidos en el agua contaminada reducirá los índices de morbilidad por infección, garantizándose de esta forma uno de los principios de la práctica odontológica: preservar y asegurar la salud integral del paciente.

Por último, dentro de las líneas investigativas en el área de Salud Pública, el estudio será impactante por su original enfoque, asimismo, podrá ser material de referencia tanto a nivel regional como nacional e internacional dado su abordaje teórico-metodológico.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

Antecedentes de la Investigación

Los antecedentes investigativos, que como indica Sierra (2004), hacen referencia a los trabajos previos relacionados con el tema planteado, son indispensables como orientación teórico-metodológica del estudio, así como fuente de principios y métodos útiles para orientarlo, por lo que a continuación se presentan los estudios previos de interés para la investigación.

Iniciando con Aráuz y Sequeiro (2002), quienes en su "Diagnóstico microbiológico en las unidades dentales de la Clínica Odontológica de la Universidad Americana", tenían como propósito diagnosticar la microbiota predominante en unidades dentales a través de cultivos microbiológicos, para lo cual efectuaron un estudio analítico transversal tomando como muestra seis unidades dentales, seleccionando para ello el tubo de inicio de la línea de agua dental del depósito, muestra de agua de la jeringa triple y muestra de agua utilizada para rellenar el depósito, sometidas a pruebas en cultivos agar y caldo para determinar anaerobios y aerobios Gram positivos y negativos. Luego de realizadas las pruebas, los investigadores reportaron haber encontrado predominio de hongos *Aspergillus* y *Phonsecae*, así como especies de estreptococos y estafilococos en las áreas analizadas, por lo cual concluyen que el agua que circula por las líneas de las unidades dentales no es aceptable por no cumplir con el parámetro de calidad, es decir, el aislamiento de enterobacterias y la alta concentración de otros microorganismos predominantes, independiente de su baja patogenicidad.

Asimismo Montebugnoli y Dolci (2002), en su trabajo descriptivo de título "Una nueva formulación química para el control de línea de agua dental", presentaron como propósito investigativo evaluar la eficacia de una solución química en base a TetraAcetylEthileneDiamine (TAED) y persalt en líneas de agua dental para controlar la contaminación del agua. Para ello, tomaron como muestra seis unidades odontológicas, de las cuales tres fueron equipadas con un dispositivo diseñado para desinfectar los ductos de alimentación hídrica, tomando luego muestras de agua de la totalidad de muestras.

Al examen microscópico del agua recolectada, luego de siete días de cultivo en agar a temperatura ambiente, pudieron comprobar que en los equipos no intervenidos la contaminación alcanzaron valores de más de 500 UFC/ml, en tanto que los equipos tratados con la solución química reflejaron 160 UFC/ml, lo que permitió constatar que el desinfectante utilizado demostró ser eficaz en la práctica dental rutinaria para el control de contaminación simple y cruzada de las líneas de agua dental.

Por su parte González (2003), en su estudio "Calidad bacteriológica del agua utilizada en clínicas odontológicas de la FESI", trabajo investigativo de corte experimental-descriptivo, tuvo como objetivo determinar los parámetros bacteriológicos del agua en unidades dentales. Para ello, el investigador tomó muestras y aplicó exámenes que le permitieron comprobar la acumulación de una película adherida bacteriana, con abundancia de coliformes fecales, en el interior de la red de distribución de las tuberías metálicas que llegan a las unidades odontológicas de cuatro clínicas destinadas a la atención-enseñanza en la casa de estudio superiores seleccionada, lo que le permitió concluir que el examen continuo de las vías de distribución de agua, así como el control de las aguas para uso odontológico, es indispensable para garantizar la salud de tratantes y pacientes.

En similar perspectiva Yánez, Barberá y Catalán (2004), en su trabajo expostfacto titulado "Control de la contaminación microbiológica en unidades dentales", describieron las condiciones que favorecen el crecimiento de microorganismos en el interior de la tuberías de las unidades dentales, así como discutir los riesgos que este crecimiento microbiano supone para los pacientes y el personal odontológico, para lo cual recopilaron varios casos de infecciones asociadas a la contaminación en unidades dentales.

A la vista de los hallazgos resultantes, donde las concentraciones medias de gérmenes totales variaron entre 102-103/ml, con predominio de bacterias como *Pseudomonas aeruginosa* (en un 24% de las instalaciones estudiadas), *Legionella pneumophila sg. 1* (en 4% ídem) y algunas especies de *Mycobacterium* (en el 51% de las muestras analizadas), se concluye que las concentraciones microbianas obtenidas superan las establecidas como límite en las distintas legislaciones sobre el agua de consumo humano y que, sin duda, estas altas concentraciones de gérmenes totales implican un elevado riesgo de presencia de patógenos en el agua de las instalaciones dentales.

Seguidamente Barbeau, Prévost y Charland (2004), realizaron un estudio denominado “Líneas de agua dentales de la unidad: un ambiente propicio para la colonización bacteriana”. Bajo un diseño descriptivo, destinado a identificar las bacterias implicadas en el proceso de contaminación de las líneas de agua dental, así como estimar los niveles de polución de las mismas.

A tales propósitos, tomaron una población finita estratificada de tres unidades odontológicas: un consultorio privado y un consultorio por cada ala -nueva y vieja- de una Facultad de Odontología, de las que se tomaron muestras de agua después de una purgación de dos minutos en tres oportunidades a lo largo del día de recolección. Reportan los investigadores haber encontrando que las cuentas bacterianas en cada uno de los consultorios fueron similares, entre 500 y 3.330.000 CFU/ml entre la primera y tercera toma, así como similar fue la presencia de bacterias como *Pseudomonas* (entre el 45 y 55%), *P vesicularis* (34 a 46%) y *Legionella* (constante de 63,3% en todas las muestras).

Dados los hallazgos encontrados, concluyen que la alta contaminación encontrada en las líneas de agua dental monitoreadas resulta de gran preocupación, dado el creciente número de pacientes inmunodeficientes que acuden a recibir atención odontológica y son altamente propensos a desarrollar infecciones, dadas las colonias bacterianas presentes en los ductos de alimentación hídrica de los equipos dentales.

Con similar propósito Muñoz, Hernández y Moreno (2005), en su estudio de campo experimental “Análisis bacteriológico comparativo del agua de las clínicas urbanas Climuzac y rural Clitaco”, determinaron comparativamente la calidad bacteriológica del agua de clínicas dentales. El estudio se realizó mediante el procesamiento de muestras: aislamiento y cuantificación de UFC/ml de coliformes (NMP/100 ml o prueba presuntiva; determinación de coliformes totales y fecales (prueba confirmativa), e identificación bacteriana mediante la toma de muestras obtenidas de jeringa triple, agua y pieza de mano.

Las pruebas bacteriológicas revelaron un número de bacterias coliformes (NMP/100 ml) muy por encima de lo permitido, de manera semejante, se encontró un elevado número de UFC/ml, corroborando lo anterior con las pruebas confirmativas a coliformes totales y fecales, mismas que en la mayoría de estos casos resultaron positivas. Esto indicó una contaminación directa por materia fecal de los instrumentos odontológicos, con prevalencia de *E. coli, K. pneumoniae,*

Streptococcus alfa, gamma y *beta* hemolíticos, *Proteus vulgaris, Pseudomonas fluorescens, P. aeruginosa, Staphylococcus albus* y *S. aureus*, así como formas filamentosas Gram(-), no fermentadoras de glucosa.

Dados estos resultados, los investigadores concluyen que, conforme fluye el agua desde los depósitos hasta su expulsión, se va contaminando, razón por la cual mientras no se tomen medidas más adecuadas e inmediatas de control preventivo de dichas fuentes, existirá en pacientes y operadores un riesgo constante de contraer infecciones microbiológicas, incluyendo las de transmisión cruzada.

Finalmente Gaerste e Inostroza (2005) en su trabajo de campo descriptivo longitudinal "Carga bacteriana en el agua de las unidades dentales del área clínica de saneamiento básico", tenían por finalidad determinar la carga bacteriana de líneas de agua de unidades dentales (DUWL), para lo cual se aplicó la observación simple, directa y planificada, con muestreo en dos momentos, antes de iniciar las jornadas clínicas de mañana y tarde, analizados para determinar la carga bacteriana viable reportada en UFC/ml según el Standard Methods for the examination of water and wastewater.

Dado que los resultados indicaron que la carga bacteriana promedio en la mañana fue de 164 UFC/ml y en la tarde de 26 UFC/ml, el 75% y 100%, respectivamente, de las muestras recolectadas, fueron consideradas como óptimas para tratamientos odontológicos, por lo cual se concluye que las DUWL del Área Clínica de Saneamiento son aptas y con baja carga bacteriana debido al trabajo constante de la líneas de agua.

Los estudios previamente citados constituyen un aporte teórico metodológico vital para el presente estudio, dado que analizan el componente agua desde el punto de vista odontológico, así como la importancia de seguir las normativas para la carga bacteriana en líneas de agua dental para la prevención de patologías infecciosas, dado que el control de estos indicadores es imprescindible para brindar un servicio de salud seguro y de calidad.

Bases Teóricas

Las bases teóricas constituyen un conjunto de principios, teorías y enunciados que deben ser coherentes con los planteamientos y posturas del investigador, a fin de dar validez conceptual al tema de estudio; a continuación se exponen los diversos elementos teóricos relacionados con el presente estudio.

Contaminación del Agua

El problema de la contaminación de las aguas dulces es conocido de antiguo; uno de los primeros testimonios históricos lo constituye el relato de las Sagradas Escrituras acerca de una de las diez plagas de Egipto, en la que se describe la transformación en sangre de las aguas del río Nilo, fenómeno que, probablemente, se debió a la contaminación biológica producida por microorganismos como algas y/o bacterias sulfurosas.

En la actualidad, debido al incremento de la población y al surgimiento de la actividad industrial, la polución del agua aumenta constantemente, mediante la introducción directa o indirecta en los cauces o reservorios acuíferos de sustancias sólidas, líquidas y/o gaseosas. Esta contaminación es causante de daños en los organismos vivos del medio acuático y representa, además, un peligro para la salud de las personas y de los animales.

Existen dos formas a través de las cuales se puede contaminar el agua: la primera es la que se refiere a los contaminantes naturales, donde el ciclo natural del agua puede entrar en contacto con ciertos constituyentes contaminantes que se vierten en ella, en la atmósfera y en la corteza terrestre, siendo ejemplo de ello las sustancias minerales y orgánicas disueltas o en suspensión como arsénico, cadmio, bacterias, arcillas, materias orgánicas, entre otros. (Arana, 2000).

La otra forma es a través de los contaminantes generados por el hombre, producto de los desechos líquidos y sólidos que se vierten directa o indirectamente en el agua, como son las sustancias de sumideros sanitarios y desechos industriales y las empleadas en el combate de plagas agrícolas y/o vectores de enfermedades. La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2005), ha establecido los límites máximos para la presencia de sustancias nocivas en el agua de consumo humano:

Cuadro 1. Límites máximos permitidos de sustancias nocivas en el agua

Sustancias	*Concentración máxima (mg/l)*
Sales totales	200
Cloruros	600
Sulfatos	300
Nitratos	45
Nitritos	No debe haber
Amoníaco	0,5
Materia orgánica	3
Calcio	80
Magnesio	50
Arsénico	0,05
Cadmio	0,01
Cianuros	0,05
Plomo	0,01
Mercurio	0,001
Selenio	0,01
Hidrocarburos	0,0002

Fuente: OMS (2005) Control del tratamiento de aguas y patógenos: Eficacia de proceso en la realización del agua potable segura

Los datos contenidos en el cuadro anteriormente presentado (Cuadro 1) conllevan a considerar los agentes que contaminan el agua; en la actualidad, hay un gran número de contaminantes, que se pueden clasificar de diferentes maneras. Un método bastante usado es reunirlos en ocho grupos, reseñados por Negroni (2000):

a) Microorganismos patógenos: Diferentes tipos de bacterias, virus, protozoos y otros organismos que transmiten enfermedades. Un buen índice para medir la salubridad de las aguas, en lo que se refiere a estos microorganismos, es el número de bacterias coliformes presentes en el agua. La OMS (ob.cit) recomienda que en el agua para beber haya cero (0) colonias de coliformes por 100 ml de agua.
b) Desechos orgánicos: Conjunto de residuos producidos por los seres humanos, ganado, etc.; incluyen heces y otros materiales que pueden ser descompuestos por bacterias aeróbicas.
c) Sustancias químicas inorgánicas: En este grupo se incluyen ácidos, sales y metales tóxicos que, en cantidades altas, pueden causar graves daños a los seres vivos.

d) Nutrientes vegetales inorgánicos: Nitratos y fosfatos solubles en agua que las plantas necesitan para su desarrollo, pero que si se encuentran en cantidad excesiva inducen el crecimiento desmesurado de algas y otros organismos; el resultado es un agua maloliente e inutilizable.
e) Compuestos orgánicos: Moléculas orgánicas como petróleo, gasolina, plaguicidas, disolventes, detergentes, etc., acaban en el agua y suelen permanecer largos períodos de tiempo, porque al ser productos fabricados por el hombre tienen estructuras moleculares complejas difíciles de degradar por los microorganismos.
f) Sedimentos y materiales suspendidos: Muchas partículas arrancadas del suelo y arrastradas a las aguas, junto con otros materiales, junto con otros materiales que hay en suspensión en las aguas son, en términos de masa total, la mayor fuente de contaminación del agua, que se torna túrbida.
g) Sustancias radiactivas: Isótopos radiactivos solubles pueden estar presentes en el agua y, a veces, se pueden ir acumulando a lo largo de las cadenas tróficas, alcanzando concentraciones considerablemente más altas en algunos tejidos vivos que las que tenían en el agua.
h) Contaminación térmica: El agua caliente liberada por centrales de energía o procesos industriales eleva, en ocasiones, la temperatura de ríos o embalses, con lo que disminuye su capacidad de contener oxígeno, afectando la vida de los organismos que viven en ella.

Ahora bien, la contaminación del agua potable puede causar brotes de enfermedad y contribuir a los índices de epidemias e incluso pandemias; por ello, se hace necesaria la especificación de las alteraciones físicas y químicas del agua, plasmadas en el siguiente cuadro:

Cuadro 2. Alteraciones físicas, químicas y biológicas del agua contaminada

Alteraciones		*Características y contaminación que indica*
FISICAS	Color	Se pueden presentar diversos colores pero, en general, no se pueden establecer relaciones claras entre el color y el tipo de contaminación
	Olor y sabor	Compuestos químicos como fenoles, hidrocarburos varios, cloro, materias orgánicas en descomposición pueden dar olores y sabores muy fuertes al agua, aun en pequeñas concentraciones.

FISICAS	Temperatura	El aumento de temperatura disminuye la solubilidad de gases (oxígeno) y aumenta, en general la de las sales. Aumenta la velocidad de las reacciones del metabolismo. Acelerando la putrefacción.
	Materiales en suspensión	Partículas como arcillas y limo son arrastradas por el agua de dos maneras: en suspensión estable (coloidal) o en suspensión mientras el movimiento del agua las arrastra.
	Radiactividad	Las aguas naturales tienen unos valores de radiactividad, debidos sobre todo a isótopos del K.
	Espumas	Los detergentes producen espumas y añaden fosfato al agua, disminuyendo mucho el poder autodepurador de las aguas al dificultar la actividad bacteriana.
QUMICAS	pH	Las aguas contaminadas con vertidos mineros o industriales pueden tener pH muy ácido. El pH tiene una gran influencia en los procesos químicos que tienen lugar en el agua, actuación de los floculantes, tratamientos de depuración, etc.
	Oxígeno disuelto	Si el nivel de oxígeno disuelto es bajo indica contaminación con materia orgánica, septicización, mala calidad del agua e incapacidad para mantener determinadas formas de vida.
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	Cantidad de oxígeno disuelto requerido por los microorganismos para la oxidación aerobia de la materia orgánica biodegradable presente en el agua; su valor da idea de la calidad del agua desde el punto de vista de la materia orgánica presente y permite prever cuánto oxígeno será necesario para la depuración de esas aguas.
	Materia orgánica biodegradable:	Cantidad de oxígeno disuelto requerido por los microorganismos para la oxidación aerobia de la materia orgánica biodegradable presente en el agua; su valor da idea de la calidad del agua desde el punto de vista de la materia orgánica presente y permite prever cuánto oxígeno será necesario para la depuración de esas aguas.
	Materiales oxidables: Demanda Química de Oxígeno (DQO)	Cantidad de oxígeno que se necesita para oxidar los materiales contenidos en el agua con un oxidante químico (normalmente dicromato potásico en medio ácido). Se determina en tres horas y, en la mayoría de los casos, guarda una buena relación con la DBO; sin embargo, la DQO no diferencia entre materia biodegradable y el resto y no suministra información sobre la velocidad de degradación en condiciones naturales.
	Nitrógeno total	Su presencia en las aguas en exceso es causa de eutrofización. El nitrógeno se presenta en muy diferentes formas químicas en las aguas naturales y contaminadas. En los análisis habituales se suele determinar el NTK (nitrógeno total Kendahl) que incluye el nitrógeno orgánico y el amoniacal.
	Fósforo total	Su exceso en el agua provoca eutrofización. El fósforo total incluye distintos compuestos como diversos ortofosfatos, polifosfatos y fósforo orgánico.

QUÍMICAS	Aniones: Cloruros Nitratos Nitritos Fosfatos Sulfuros Cianuros	Indican salinidad Indican contaminación agrícola Indican actividad bacteriológica Indican detergentes y fertilizantes Indican acción bacteriológica anaerobia Indican contaminación de origen industrial
	Cationes: Sodio Calcio y magnesio Amonio Metales	Indican salinidad Relacionado con la dureza del agua Indica contaminación con fertilizantes y heces Efectos muy tóxicos y nocivos; se bioacumulan en la cadena trófica
	Compuestos orgánicos	Los aceites y grasas procedentes de restos alimenticios y/o procesos industriales son difíciles de metabolizar por las bacterias y flotan formando películas en el agua. Los fenoles pueden estar en el agua por la contaminación industrial; cuando reaccionan con el cloro para desinfectarla forman clorofenoles, que dan al agua muy mal olor y sabor.
BIOLOGICAS	Bacterias coliformes	Desechos fecales
	Virus	Desechos fecales y restos orgánicos
	Animales, plantas, microorganismos directos	Eutrofización

Fuente: Albores y cols (1997): Introducción a la toxicología ambiental

Dado lo previamente enunciado, se comprende que la contaminación de las aguas potables es, sin duda, un problema de salud pública que amerita la máxima atención en lo relativo a los controles para su saneamiento antes de su distribución.

Control de Tratamiento de aguas

La contaminación del agua potable por patógenos microbianos puede causar brotes de diversas patologías, pudiendo convertirse en origen de epidemias. La OMS (2005), establece que el tratamiento de aguas incluye todos los procesos destinados a modificar la calidad del agua antes o durante su distribución, incluyendo el uso de filtros de desbaste, microfiltros, almacenaje e infiltración, cada uno de los cuales

tiene una función particular que garantiza la calidad del vital líquido, ya que tienen como propósito retirar del mismo micoorganimos, bacterias, protozoos y virus, así como eliminar altos niveles de turbiedad. Así, para los procesos convencionales del tratamiento de aguas destinadas al consumo humano, la coagulación química es crítica para el retiro eficaz de patógenos microbianos.

De igual forma, la filtración granular es ampliamente utilizada en el tratamiento del agua potable y, en combinación con los procesos de coagulación, floculación y sedimentación, es sumamente eficaz para el retiro de componentes orgánicos y microbiota.

En este multiproceso, el agua es forzada bajo presión o por vacío a través de una capa delgada del material de filtración. Sin embargo, recientemente se ha comprobado que el método de la filtración por membranas elimina patógenos microbianos, sin necesidad de coagulación.

Asimismo, los oxidantes suelen agregarse al agua para una variedad de propósitos, tales como control de los compuestos de olor y sabor, retiro de metales no pesados y de partículas, mientras que para eliminar patógenos microbianos, es común el uso de oxidantes fuertes, como el cloro, dióxido de cloro u ozono, que inactivan las células microbianas.

Ahora bien, para el control de microorganismos dentro del sistema de distribución de agua –tratamiento secundario-, la OMS (ob.cit.), destaca que los desinfectantes deben obrar recíprocamente con las bacterias que crecen en biofilms de la tubería o que contaminan el sistema; el mecanismo de la desinfección dentro del sistema de la distribución se diferencia del tratamiento primario. De allí que entre los factores importantes en la desinfección secundaria se incluyen estabilidad y transporte de desinfectantes en biofilms, tipo de desinfectante y material residual, la corrosión, el tipo de almacenamiento y otros parámetros del ingeniería y operacionales.

En síntesis, el efecto combinado de estas medidas de control asegura que la calidad del agua tratada satisface o incluso sobrepasa las metas del riesgo para el abastecimiento de agua potable y proporcionan un marco para evaluar medidas de control microbiano, indispensables para verificar la seguridad del agua.

Biofilm en Líneas de Agua Dental

El biofilm o biopelícula se encuentra en todas las superficies sólidas en las que se almacena o distribuye el agua; compuesta por muchas especies de bacterias, hongos, algas y protozoos adheridos a las paredes de los conductos de agua, esta película forma una capa mucoide que aísla los microorganismos en un verdadero ecosistema. (Polczar y Reid, 1999).

Efectivamente, los poros presentes en el biofilm permiten el paso de nutrientes a los microorganismos en dicha colonia; por otra parte, los microorganismos localizados en la parte más externa de la película, así como fragmentos de ésta, pueden ser arrastrados por el flujo de agua, contaminando los conductos plásticos que llevan agua hacia las piezas de mano, los raspadores sónicos y ultrasónicos y las jeringas de aire-agua usadas en el tratamiento de los pacientes.

Numerosos reportes aseguran que los conductos de agua de las unidades proporcionan un ambiente ideal para dicha colonización, ya que los tubos tienen un diámetro pequeño (1/8 a 1/16 pulgadas) y una gran relación área-volumen, que en combinación con la baja presión de agua y el poco flujo utilizado en los procedimientos odontológicos, facilita la acumulación de bacterias proveniente del servicio público de agua. (Murria, 2000).

Asimismo, otros factores que pueden contribuir a estos niveles altos de colonización bacteriana incluyen el uso de calentadores de agua y filtros en las unidades dentales: calentar el agua a un punto cercano al de la temperatura corporal facilita el crecimiento de bacterias, mientras que la utilización de filtros, con el objetivo de remover partículas provenientes del agua pública, no tiene ningún efecto sobre las bacterias y lo único que logra es disminuir el flujo del agua, facilitando la colonización.

Por ello, numerosas entidades gubernamentales han establecido un límite máximo de 500 unidades formadoras de colonias por mililitro (UFC/ml) de gérmenes totales para aguas potables, lo que implica que el agua empleada en tratamientos odontológicos debería contener como máximo dicha concentración y, en este sentido, las guías de calidad de la Asociación Dental Americana (ADA, 2004), en lo que se refiere a los conductos de agua de los equipos dentales, proponen no superar concentraciones superiores a 200 UFC/ml, considerando que los niveles

de contaminación en el agua para tratamiento dental pueden llegar a exceder 1.000.000.000 UFC/ml.

Por otra parte, estudios realizados por la Asociación Dental Canadiense (ADC, 2005), han comprobado que el agua de numerosas instalaciones dentales indican que las concentraciones microbianas obtenidas superan en muchas ocasiones las de gérmenes totales establecidas como límite en la legislación de agua de consumo humano. Sin duda, esto implica un elevado riesgo de presencia de patógenos en el agua de las instalaciones dentales.

Al respecto, debe enfatizarse que los microorganismos comúnmente presentes en los ductos de agua de las unidades odontológicas pueden tornarse particularmente resistentes a la desinfección química, lo cual es resultado de la densa matriz de biopelícula en la cual residen; la consecuencia práctica de este fenómeno es que el flujo periódico no parece abolir la población bacteriana y protozoaria presente en tales vías de agua. (Aráuz y Sequeiro, 2002).

Dicho esto, es pertinente señalar que se ha confirmado que el aerosol y el agua que entra a la boca del paciente durante los procedimientos dentales contienen gran número de microorganismos, así como que el estancamiento del agua proporciona adecuadas condiciones para la multiplicación de microorganismos cuando la unidad dental no es usada; ciertamente, las bacterias presentes en las líneas de agua dental pueden llegar por diversas fuentes; pero los expertos sugieren que el suministro de agua pública es la fuente primaria de la formación de la biopelícula, que se forma rápidamente por la retracción y colonización bacteriana desde el suministro de agua, dado el pequeño diámetro de las líneas del agua, especialmente cuando el agua utilizada es almacenada en tanques o depósitos, en donde suelen colonizar numerosos microorganismos patógenos. (Costerton, Lewandowski y Caldwell, 1999).

Así, entre la microbiota que con más recurrencia crece y se reproduce en la biopelícula de líneas de agua de las unidades odontológicas pueden destacarse las señaladas por Montiel (2003): *Escherichia coli, Klebsiella pseumoniae, Streptococcus viridiae y penumoniae, Pseudomonas y Staphilococcus*, que si bien por lo general no afectan al individuo sano, pueden generar diversas infecciones que pueden resultar incluso mortales en el sujeto inmunosuprimido.

Infecciones en el paciente inmunosuprimido a causa de microorganismos patógenos presentes en las líneas de agua de las unidades odontológicas

El término infección suele usarse como sinónimo de enfermedad infecciosa pero, en realidad, la infección es la entrada o colonización de microorganismos –agentes infecciosos- en el organismo (huésped) de una persona o animal, sin que se perciba una alteración; la enfermedad infecciosa se establece cuando la persistencia o el aumento de esos microorganismos provocan una modificación del estado o de las funciones del hospedero. (Negroni, 2000).

Antiguamente, las enfermedades infecciosas se denominaban *infectocontagiosas*, adjetivo que denotaba la posibilidad de que la enfermedad pasara de un hospedero a otro; este término ha sido reemplazado por el de *transmisibles*, del latín *trans*, más allá y *missio*, envío, debido a que no todas las patologías infecciosas poseen dicha cualidad.

Ahora bien, una enfermedad transmisible es cualquier patología causada por un agente infeccioso específico o sus productos tóxicos, que se manifiesta por la transmisión de este agente a un huésped susceptible, ya sea directamente de la persona o animal infectado o indirectamente, por medio de un huésped intermediario, de un vector o del medio ambiente inanimado.

Al respecto Oie y Kamiya (1997), destacan una gran diferenciación entre dos términos, que muchas veces se confunden: fuente de infección y fuente de contaminación, donde la primera acepción se refiere a personas, animales u objetos de los cuales el agente infeccioso pasa al huésped, mientras que la segunda alude al agua, comida o cualquier sustancia que ingiere el hombre y que contiene el agente infeccioso.

Es conveniente anotar que las infecciones adquiridas por el paciente inmunosuprimido en el consultorio dental tendrían como fuente de contaminación el funcionamiento de los sistemas de agua potable y su almacenamiento, ya que por principios universales de higiene y prevención la biopelícula que se desarrolla en las líneas de agua que alimentan los equipos de mano es escrupulosa y periódicamente retirada. (Favero y Bond, 2000).

Pese a esto, es necesario señalar que múltiples trabajos han demostrado que a través de líneas de agua de las unidades odontológicas se han transmitido diversos

microorganismos patógenos pues, como ya se ha mencionado, los conductos hídricos de dichas unidades proporcionan un ambiente ideal para su colonización.

Ahora bien, en este punto es preciso acotar que como paciente inmunosuprimido se conoce a aquella persona con defectos en su sistema inmunológico, de tipo especifico (humoral o celular) y/o inespecífico (piel, mucosas, fagocitos, citocinas, otros), que por esta condición tienen un riesgo elevado de infección con una variedad de microorganismos, incluyendo aquellos con ninguna patogenicidad para sujetos saludables, que actúan como agentes oportunistas. (Armstrong y Cohen, 2001).

Entre los pacientes inmunosuprimidos que presentan susceptibilidad a adquirir infecciones a través de los microorganismos presentes en el agua dental, se inscriben aquellos afectados por cáncer, debido a los efectos colaterales de la quimioterapia, así como los diabéticos, transplantados y afectados por el síndrome de Inmunosuficiencia Adquirida (SIDA).

Dada la importancia de la protección del paciente con sistema inmunitario afectado, es conveniente citar a Murray y cols (2003), quienes enuncian los microorganismos patógenos más frecuentemente encontrados en el biofilm que crece y se acumula en las líneas de agua dental, así como las numerosas patologías infecciosas consecuentes que aquellos generan en el paciente inmunosuprimido:

Cuadro 3. Enfermedades infecciosas del paciente Inmunosuprimido adquiridas a expensas de microorganismos presentes en biofilm de líneas de agua dental

Microorganismo		Patología infecciosa
BACTERIAS	*Acinetobacter spp.*	Meningitis, neumonía bacteriana uretritis, complicaciones de la instrumentación y de la cirugía
	Bacillus spp	Meningitis, bacteriemia
	Enterobacteriaceae	Neumonía, endocarditis, absceso pulmonar, peritonitis, bacteriemia, fiebres entéricas, fiebre tifoidea,, meningitis, otras
	Enterococcus	Bacteriemia, meningitis, neumonía, endocarditis, peritonitis, colecistitis, complicaciones postoperatorias
	Enterococcus faecalis	Endocarditis, bacteriemia, infecciones de las vías urinarias e infecciones abdominales
	Klebsiella pseumoneae	Neumonía, pulmonía
	Legionella pneumophila	Neumonía fatal (enfermedad del legionario)
	Pseudomona aeruginosa	Gastroenteritis, meningitis, bacteriemia, complicaciones postoperatorias, infecciones del tracto urinario, infecciones óticas, infecciones sobre quemaduras extensivas y neumonías en pacientes con fibrosis quística.

BACTERIAS	*Staphylococcus aureus*	Neumonía, otitis, absceso ótico, forúnculos, impétigo, mastitis, absceso pancreático, enteritis, intoxicación alimentaría, complicaciones de enterocolitis pseudomembranosa
	Staphylococcus epidermis	Endocarditis bacteriana subaguda
	Streptococcus pneumoniae	Neumonía, conjuntivitis, meningitis, otitis
	Streptococcus grupo *viridans*	Endocarditis bacteriana subaguda
HONGOS	*Aspergillus spp*	Endocarditis fúngicas en válvulas protésicas

Fuente: Murray y cols (2003): Manual de Microbiología Clínica.

Dado lo reseñado en el cuadro precedente, se desprende la importancia de dedicar los mayores esfuerzos para mantener una rigurosa asepsia en las líneas de agua de las unidades odontológicas y, en este sentido, conviene señalar que la cantidad de UFC en el agua empleada para enfriar o irrigar durante tratamientos odontológicos no quirúrgicos debe cumplir el estándar establecido por la ADA (2004), es decir, hasta 500 UFC/ml; de hecho, el acceso inicial a la pulpa dental, junto a procedimientos restaurativos, exige el empleo de agua lo más pura posible, aunque en casos de preparación de conductos radiculares y de cirugía endodóntica, es indispensable emplear soluciones estériles, las cuales deben estar libres de microorganismos viables, así como mínimos niveles de endotoxinas bacterianas y de sustancias químicas nocivas. (Moreno, 2004).

Medidas destinadas a remover el biofilm en líneas de agua dental

La Organización para los Procedimientos de Asepsia y Seguridad (OSAP, 2000), alerta que la purga de las líneas de agua por 2 ó 3 minutos antes de iniciar el tratamiento odontológico, sin tratamientos adicionales para remover o suprimir la contaminación microbiana, deben ser usados sólo como una medida interina hasta que métodos más efectivos puedan ser aplicados, ya que la sola utilización de este procedimiento para controlar la contaminación microbiana en el agua de la unidad dental no es suficiente.

De hecho, aunque la purga puede reducir temporalmente el número de microorganismos suspendidos en las líneas de agua dental, no hay un efecto

predecible sobre las biopelículas adherentes; se ha demostrado que los agregados bacterianos que se liberan de la biopelícula recontaminan el agua de la unidad dental en el transcurso de tratamientos dentales subsecuentes. (Santiago y cols, 1998; Mayo y cols, 1999).

De allí que, a los fines de remover y eliminar el biofilm de las líneas de agua de las unidades odontológicas, existen diversos protocolos de antisepsia, desinfección y esterilización, dado que hay ciertos tipos de bacterias y hongos resistentes, por lo cual es importante seguir las habituales recomendaciones de limpieza de los conductos de agua (lavado regular) y de desinfección, cumpliendo estrictamente las recomendaciones del fabricante del equipo a tales efectos para el mantenimiento de la unidad.

En este sentido, hay que destacar que, desde que fue planteado el problema de la contaminación en los ductos de agua de las unidades odontológicas, la investigación y el desarrollo de actividades en pro de mejorar la calidad del agua han sido una constante que a la vez ha generado la producción de muchos productos para este propósito, los cuales son referidos por Moreno (2004).

Sistemas autocontenedores de agua

Hacen referencia a suministros o reservorios independientes de líquido, aislados de la unidad, en los cuales se puede proveer agua con soluciones químicas desinfectantes; algunos agentes químicos pueden prevenir o inactivar la bio-película si se utilizan en las líneas de agua, de manera intermitente o de forma continua, a través de sistemas de liberación automática.

Para garantizar la efectividad y seguridad de los productos, la ADA (2004), ha iniciado un programa para desarrollar una especificación respecto a los agentes antimicrobianos en las líneas de agua, en donde el hipoclorito de sodio en varias diluciones ha sido el compuesto más estudiado para el tratamiento intermitente de las líneas de agua; aunque es una sustancia segura y efectiva, puede dañar metales y materiales sintéticos empleados en la fabricación de las unidades.

De igual forma, han surgido otras alternativas para este fin, como el uso de soluciones a base de peróxido de hidrógeno, gluconato de clorhexidina y yodoformos.

Microfiltros

Son membranas filtrantes (0,2 micrones) usadas para capturar microorganismos suspendidos en el agua; para uso odontológico, estos filtros se instalan en las líneas de agua de la unidad cerca al punto de uso, ya sea de la jeringa triple o las piezas de mano, como un dispositivo adaptable. La microfiltración en condiciones normales se da entre 0.03 y 10 micrones, mientras que los filtros normales tienen un rango de 20 a 90 micrones y, por tanto, no funcionan como filtros microbiológicos.

Por ello, los microfiltros mantienen la calidad del agua de las unidades; de igual forma, algunas de estas membranas tienen pequeñas cantidades de yodo, para minimizar la formación de bio-películas; su duración es de uno a siete días y deben ser reemplazadas según las indicaciones del fabricante.

Sistemas de reparto de agua estéril

Utilizar mangueras estériles o esterilizables en autoclave, para reducir la formación de biopelículas, se hace con algunos tipos de piezas de mano y otros sistemas en cirugía oral o implantes. En la actualidad, no es posible usar sistemas de agua estéril en las unidades, ya que se requieren mecanismos muy complejos.

Purificadores de agua

El mecanismo de acción de estos purificadores utiliza radiaciones ultravioleta, filtración o ambos para remover o inactivar los microorganismos; debido a que la fuente de agua circula por los tubos ya colonizados en la unidad dental, esto mejora muy poco la calidad del líquido.

Estrategias que combinen distintas modalidades como filtración

El tratamiento químico y el control de la fuente de agua representan la mejor alternativa para optimizar su calidad en las unidades.

Dados los métodos previamente reseñados, se comprende que el clínico debe adoptar prácticas que considere adecuadas a los fines de proporcionar agua de calidad en los procedimientos odontológicos; en este particular, la OSAP (2000), recomienda al Odontólogo revisar la literatura científica para entender el riesgo

potencial asociado con la contaminación de las líneas de agua, contactar a los fabricantes de las unidades dentales y de otros dispositivos que emplean agua para obtener recomendaciones actualizadas sobre cómo mantener la calidad de la misma en los procedimientos dentales y seleccionar productos que mantengan la calidad del agua en forma económica y confiable.

Sin embargo, en la práctica suele suceder que, independientemente de las medidas que tome el odontólogo para prevenir la formación de biopelícula en las líneas de agua, todos sus esfuerzos resultan vanos desde el momento en que el agua que surte aquellas viene contaminada.

Al respecto, cabe destacar que en España, fueron objeto de regulación los sistemas de agua de consumo humano: red y depósitos, tanques, aljibes, cisternas y pozos (Real Decreto 909, 2001), dado que la microbiota patógena coloniza los sistemas de abastecimiento de las ciudades y, a través de la red de distribución de agua, se incorpora a los sistemas de agua potable; de hecho, esta disposición legal es específica en cuanto a las normas, ya que contempla:

a. Revisión y examen de todas las partes de la instalación para asegurar su correcto funcionamiento, estableciendo los puntos de revisión, parámetros a medir y los procedimientos a seguir, así como la periodicidad de cada actividad.

b. Programa de tratamiento del agua, que asegure su calidad, el cual incluirá productos, dosis y procedimientos, así como introducción de parámetros de control físicos, químicos y biológicos, métodos de medición y periodicidad de los análisis.

c. Programa de limpieza y desinfección de toda la instalación para asegurar que el equipo funciona en condiciones de seguridad, estableciendo claramente los procedimientos, productos a utilizar y dosis, precauciones a tener en cuenta, y la periodicidad de cada actividad.

d. Existencia de un registro de mantenimiento de cada instalación que recoja todas las incidencias, actividades realizadas y resultados obtenidos.

Dentro de esta perspectiva, y considerando el caso especial de aquellas instalaciones odontológicas que, como el ambulatorio “El Consejo”, cuentan con tanques de almacenamiento del agua suministrada por el servicio público, es vital a los efectos de evitar la proliferación de biofilm en las líneas de agua dental realizar un metódico y periódico mantenimiento de dichos depósitos, mediante procesos

específicos de limpieza y desinfección orientados a eliminar la mayor cantidad posible de microorganismos.

Sin duda, los tanques utilizados para el almacenamiento del agua acumulan depósitos de materiales tanto inorgánicos como biológicos que deben eliminarse completamente mediante de lavado con agua a presión y tratamiento químico, generalmente a base de cloro, aunque se han reportado casos de resistencia microbiana al cloro con el tiempo, lo que amerita un aumento progresivo en la cantidad de cloro necesaria para tratar el agua y causa la acumulación de productos derivados de la cloración, poco saludables. (Zwanziger, 2004).

En Venezuela, la desinfección de tanques de agua es habitualmente realizada con cloro; la empresa Hidrocentro (2000), recomienda las cantidades de este agente según la capacidad del depósito, de la siguiente forma:

Cuadro 4 Relación de agua e Hipoclorito en tanques

Volumen del tanque (Lts)	Hipoclorito de Calcio (Grs.)
100	0.37
500	0.85
1.000	1.70
5.000	8.50
10.000	17
20.000	34
30.000	57
40.000	68
50.000	85
60.000	102
70.000	119
80.000	136
90.000	153
100.000	170
150.000	255
200.000	340

Fuente: Hidrocentro (2000). Cloro por litro de agua para desinfección de tanques.

Otro aspecto importante que debe tenerse en cuenta es la validación del proceso de desinfección del tanque de agua; debido a que ciertos tipos de agentes químicos antimicrobianos son eficaces en algunos casos pero no en otros y, por ello, es preciso tener en cuenta algunos aspectos, especificados por Negroni (2000): a) Tomar en cuenta las características físicas de los elementos que se van a desinfectar y la

posibilidad de que se deterioren y b) El nivel de resistencia de los microorganismos no es fijo ni invariable y depende de las condiciones del medio y de su programación genética.

En consecuencia, monitorear constantemente el agua contenida en tanques permite detectar la resistencia de microorganismos patógenos, así como prevenir la recurrente contaminación de las líneas de agua dental dado el riesgo infeccioso para aquellos pacientes cuyo sistema inmunitario está comprometido o suprimido.

Bases Legales

Las bases legales, que conforman el conjunto de normativas, reglamentos y leyes que sustentan jurídicamente una investigación; este estudio se apoya en las estipulaciones contenidas en las Normas Sanitarias de Calidad del Agua Potable (1998), la cual expresa en su artículo 1 que el objeto de las mismas radica en establecer los valores mínimos de componentes o características del agua que representan un riesgo para la salud. Asimismo, en su artículo 8, estipula:

> El ente responsable del sistema de abastecimiento de agua potable debe asegurar que ésta no contenga microorganismos transmisores o causantes de enfermedades, ni bacterias coliformes termorresistentes (coliformes fecales), siguiendo como criterio de Evaluación de Calidad Microbiológica la detección del grupo coliforme realizada sobre muestras representativas captadas, preservadas y analizadas según lo establecido en las presentes Normas (p. 2)

Complementando el precepto anterior, el artículo 9 establece que el 95% de las muestras de 100 ml no debe indicar la presencia de organismos coliformes totales durante cualquier período de 12 meses consecutivos, en tanto que el artículo 10 señala que el agua potable no debe contener agentes patógenos, en específico virus, bacterias, hongos, protozoarios ni helmintos.

Por otra parte, el artículo 18 prevé lo relativo a la frecuencia de muestreo y análisis del agua, donde se estipula que la frecuencia mínima para la captación de muestras y análisis microbiológicos debe ser anual, tomando otras que sean necesarias cuando así lo exija la autoridad sanitaria competente.

De lo señalado, se comprende que el Estado venezolano presta especial atención a la calidad del agua y que estas normas deben ser rigurosamente cumplidas no sólo

por los entes responsables sino por toda la población, en especial con respecto al agua almacenada en tanques de centros de atención odontológica, dada la patogenicidad de los microorganismos presente en los biofilms que allí se desarrollan y es transferida a los ductos de los equipos odontológicos.

Definición de Términos

Adhesión: Interacción estable de una célula en relación con una superficie. Las células vivas excretan sustancias adherentes desde su superficie, para anclarse en un substrato.

Agente antimicrobiano: Agente que destruye o inhibe el crecimiento microbiano; puede incluir materiales también descritos como biocida, desinfectantes o germicidas.

Agua empleada en el tratamiento dental: Agua no estéril que se usa en los procedimientos de terapéutica dental, que incluyen la irrigación de sitios de operatoria no quirúrgica y para enfriar los equipos de alta velocidad y ultrasónicos.

Agua potable: Agua suministrada por los entes competentes que cumple con ciertos requisitos organolépticos, físicos, orgánicos y biológicos.

Biopelícula/biofilm: Comunidades bacterianas productoras de mucosidad que pueden también albergar hongos, algas y protozoarios. Estos microorganismos colonizan y se reproducen en las superficies interiores de las líneas de agua, para crear acumulaciones microbianas adherentes.

Cloro residual: Cantidad de cloro remanente después de un periodo de contacto especificado. Nivel necesario de cloro para asegurar un tratamiento completo y adecuado. Margen de seguridad contra una subsiguiente contaminación.

*Coliformes***:** Todas las bacterias aerobias o anaerobias facultativas, gram-negativo no formadoras de esporas y con forma de bastón que fermentan la lactosa produciendo gas y ácido en 48 horas de incubación a 35ºC.

Desinfectante: Agente químico que elimina un rango definido de microorganismos patógenos, pero no necesariamente todas las formas de vida microbiana.

Desinfección: Destrucción de microorganismos patógenos y otros tipos de microorganismos por medios térmicos o químicos.

Estéril: Ausencia de todo microorganismo viviente.

Filtros de desbaste: Instrumento utilizados para tratar particularmente cargas orgánicas fuertes o variables, típicamente industriales, para permitirles ser tratados por procesos de tratamiento secundario.

Germicida: Agente que destruye microorganismos, especialmente microorganismos patógenos.

Indice de Langelier: Mide el estado de equilibrio del agua en relación con su carácter incrustante o corrosivo. Teóricamente se define LSI= pH-pHs. Siendo pH, el pH al que se encuentra la muestra de agua y pHs el valor de pH al que comenzaría a precipitar carbonato de calcio. Debido a esto cuando LSI es negativo se tratara de un agua con tendencias corrosivas y si LSI es positivo se tratara de un agua con tendencias incrustantes provocando la deposición de carbonato de calcio. El límite óptimo en instalaciones industriales y piscinas es 0.

Líneas de agua de las unidades odontológicas: Conductos de pequeño calibre, normalmente plásticos, que se emplean para conducir por la unidad odontológica l el agua empleada para el tratamiento.

Microbios patógenos: Todo aquel microorganismo capaz de producir enfermedades.

Microfiltración: Uso de membranas filtrantes para atrapar microorganismos suspendidos en el agua. En el uso odontológico, los filtros se instalan usualmente en las líneas de agua de la unidad odontológica cerca del punto de uso, como un dispositivo adaptable.

mmhos/cm: Unidad de expresión de la conductividad eléctrica que significa (milimhos por centímetro).

NTU: Unidad de medida de la turbidez que significa Unidades Nefelométricas de Turbidez, el instrumento utilizado es el nefelómetro o turbidímetro.

Número más probable (NMP): Cantidad de organismos por unidad de volumen que de acuerdo con la teoría estadística, produce el resultado analítico observado con mayor probabilidad. Se expresa como densidad de organismos por 100ml. Se calcula a partir del número de hallazgos positivos de organismos del grupo coliforme producido por siembra. Por lo general se utiliza para este tipo de bacterias.

pH: Logaritmo negativo o el logaritmo reciproco de la actividad del Ion hidrogeno en una solución acuosa o de otro solvente especificado.

Pt/Co: unidad para medición del color que se usa como estándar que significa platino cobalto.

Retracción: Entrada de fluidos bucales y microorganismos a las líneas de agua como resultado de la presión negativa del agua y otros procesos hidrodinámicos. También se describe como succión reversa.

Turbidez: Parámetro relacionado con la transparencia y limpieza del agua que a su vez depende de la cantidad de sólidos en suspensión del agua que pueden ser resultado de actividad biológica o simplemente una presencia de componentes no deseables. Se mide mediante la absorción que sufre un haz de luz al atravesar un determinado volumen de agua.

Unidad formadora de colonias (UFC): Número mínimo de células separables sobre la superficie, o dentro, de un medio de agar semi-sólido que da lugar al desarrollo de una colonia visible del orden de decenas de millones de células descendientes. Las UFC pueden ser pares, cadena o racimos, así como células individuales y se expresan como unidades formadoras de colonias por mililitro (UFC/mL).

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Objetivo	*Variable*	*Definición Operacional*	*Dimensión*	*Indicador*	*Instrumento*
Evaluar los Componentes físico-químicos y bacteriológicos del agua del tanque y de las líneas de agua de las unidades odontológicas del Ambulatorio "El Consejo" ubicado en el Municipio Miguel Peña, Barrio el Consejo, Distrito Valencia durante el periodo lectivo 2006-2007.	Componentes físico-químicos y bacteriológicos.	Cantidad de agentes presentes en el agua.	Alteraciones físico-químicas	-Color aparente/real. -Turbiedad -pH -Temperatura -Dureza -Fluoruro -Cloro Residual	Exámenes (Análisis físico-químico).
			Microorganismos presentes en el agua.	Bacterias	Exámenes Bacteriológicos.
				Hongos	
				Protozoos	

Fuente: Barroeta (2006).

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

Tipo y Diseño de Investigación

Según las definiciones dadas por Campos (citado por Lerma, 2002:11) Es el esquema general o marco estratégico que le da unidad, coherencia, secuencia y sentido practico a todas las actividades que se emprenden para buscar respuesta al problema y objetivos planteados". El presente estudio, por tanto, se ajusta al tipo descriptivo, que es aquel que "…esta dirigido a determinar "como es" o "como esta" la situación de las variables que deberán estudiarse en la población, la presencia o ausencia de algo, la frecuencia con que ocurre un fenómeno (prevalencía o incidencia) y en quienes, donde y cuando se esta presentando este fenómeno". (Canales, 1996).

Este estudio fue de tipo *no experimental* ya que según indican Palella y Martins (2003: 80), son aquellos que se realizan "…sin manipular en forma deliberada ninguna variable; se observan los hechos tal y como se presentan en su contexto real y en un tiempo determinado o no, para luego analizarlos", es decir, que se tomaron muestras para pruebas bacteriológicas y cultivos que permitieron conocer, sin manipulación, la carga bacteriana del agua almacenada en el tanque y en líneas de agua de las unidades odontológicas del Ambulatorio "El Consejo".

Este estudio también asumió la modalidad de campo, que como señala Sierra (2004: 59), es aquella que se caracteriza porque los problemas que estudia "…surgen de la realidad y la información requerida debe obtenerse directamente de ella", pues fue el propio investigador con un perito calificado quienes recolectaron las muestras de agua necesarias para comprobar las hipótesis de estudio.

Población y Muestra

La unidad de estudio, como indica Sierra (2004: 65), es el "…conjunto de todos los elementos que presentan una característica determinada o que corresponden a una misma definición y a quienes se les estudiarán sus características y relaciones". A efectos de este estudio, la población y muestra estuvo conformada por el agua de las unidades odontológicas asignadas al área de quinto año en el Ambulatorio "El Consejo". Se tomaron muestras, solo a la mitad de las unidades pertenecientes a este grupo, ya que para evitar la contaminación de las mismas era necesario que existiera un flujo de agua constante y solo dos de las 4 unidades del área clínica cumplían con este requerimiento, por lo tanto fue imposible evaluarlas en su totalidad, procediendo así a incluir en la muestra el agua del lavamanos de dicha área. Esto se convirtió en una muestra intencional u opinática, la cual quedó conformada de la siguiente manera.

- Agua del tanque.
- Agua del lavamanos.
- Agua de dos unidades odontológicas.

Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Las técnicas de recolección de información, como enuncia Méndez (1999: 104), "Son los métodos de los cuales se vale el investigador para recolectar los datos que precisa para alcanzar sus objetivos"; en la investigación científica, la técnica de observación constituye una de las vías predilectas para obtener datos confiables, ya que como señala el precitado autor, permite percibir en forma directa los hechos de interés, tal como se dan naturalmente.

En el caso de la presente investigación, la técnica utilizada para la recolección de datos fue la observación mediante hojas de registro estandarizadas, utilizadas por la empresa Hidrocentro, que permitieron al investigador asentar los resultados de las pruebas físico-químicas y bacteriológicas realizadas a las unidades de estudio.

Validación del Instrumento

Sierra (2004: 81), expresa que "…tradicionalmente se dice que un instrumento es válido si mide lo que en realidad pretende medir"; es por ello que a efectos de la presente investigación no fue necesaria la validación ya que los resultados fueron asentados en el instrumento de observación estandarizado utilizado por la empresa Hidrocentro, en la elaboración de dichos análisis, el cual se rige por la Gaceta Oficial de la República de Venezuela Nº 36.395, donde se establecen los límites máximos permisibles de agentes nocivos en el agua.

Procedimientos

El conjunto de procedimientos a seguir en el presente proceso investigativo se discrimina de la siguiente forma:

1.- *Caracterización del agua almacenada:* Un perito de la empresa Hidrocentro, acompañado por el investigador, siguiendo la Norma COVENIN 2709:2002 para las técnicas de muestreo de aguas naturales, industriales y residuales; procedieron a la captación de las muestras; según esta norma:

> El objetivo del muestreo es captar una porción de material suficientemente pequeño en volumen para ser transportado convenientemente, analizado en el laboratorio y que represente en forma precisa el material a evaluar. Es decir, las proporciones o concentraciones relativas de todos los componentes deben ser las mismas tanto en la muestra como en los puntos donde fueron captadas, y la muestra debe ser manipulada de tal manera que no se produzcan cambios significativos en su composición antes de someterlos a las determinaciones analíticas correspondientes.

2.- Para la captación de las muestras se realizo el siguiente procedimiento.

a. Se tomó una muestra de agua a la entrada del tanque del Ambulatorio "El Consejo" la cual fue almacenada en un envase de galón plástico previamente identificado con la fecha, hora y lugar de la captación. No requirió refrigeración ya que esta muestra fue utilizada para análisis físico-químico, características que no se ven afectadas con el cambio de temperatura.

b. Se procedió a captar una segunda muestra de agua a la salida del tanque del Ambulatorio “El Consejo” bajo el mismo procedimiento.
c. Se obtuvo una pequeña muestra de agua en los mismos puntos en un tubo de ensayo al cual se agregó un reactivo para determinar la cantidad de cloro residual utilizando un calibrador.
d. Se tomó una tercera muestra de agua a la salida del tanque, la cual se recolectó en un envase de vidrio aforado previamente identificado y esterilizado. Para evitar que las características a ser analizadas pudieran alterarse, fue necesaria la refrigeración a (4ºC) para ello se utilizó una cava con hielo seco. Esta muestra fue utilizada para análisis bacteriológico.
e. El procedimiento anterior se repitió en la captación de muestras de agua en las dos unidades odontológicas a evaluar en el Ambulatorio “El Consejo”, así como también se capto agua del lavamanos.
f. Todas estas muestras fueron debidamente transportadas al Laboratorio Central Los Colorados (HIDROCENTRO) Valencia-Edo. Carabobo, para que el personal encargado realizara los exámenes de laboratorio fisicoquímicos y bacteriológicos correspondientes.
g. Tras la implementación de los procedimientos anteriormente descritos, se obtuvieron los resultados (Anexo A), que permitieron realizar los análisis descriptivos.

CAPÍTULO IV

PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

A continuación se presentan las tablas correspondientes a los resultados obtenidos de la captación de muestras realizada en los diferentes puntos del Ambulatorio "El Consejo", Miguel Peña, Valencia.

Tabla 1

Análisis fisicoquímico del agua en entrada al tanque

Análisis	**Máximo permisible*	*Resultados*
Color Aparente/real(Pt/Co)	15	5/2,5
Turbiedad (NTU)	5	0,6
Temperatura (Cº)	N/R	26,2
pH	9**	6,28
Cloruros(mg/l)	300	40,75
Sulfatos (mg/l)	500	30
Aluminio (mg/l)	0,2	0,033
Índice de Langelier	N/R	-1,923
Manganeso(mg/l)	0,5	0
Fluoruro (mg/l)	0,6 - 0,8	0,071
Nitratos (mg/l)	45	2,52
Minerales Disueltos (mg/l)	N/R	170,95
Cloro Residual (mg/l)	1,0	0
Calcio (mg/l)	N/R	28
Magnesio (mg/l)	N/R	4,03
Sulfuro (mg/l)	N/R	0,008
Sílice (mg/l)	N/R	16,50
Sodio+Potasio (mg/l)	200	19,89
Dióxido de Carbono (mg/l)	N/R	25,43
Cobre (mg/l)	1	0,23
Dureza Total (mg/l)	500	86,78
Alcalinidad total (mg/l)	N/R	31,79
Fosfato (mg/l)	N/R	0,37
Cond.Esp.a 25ºC (mmho/cm)	N/R	278,00

Fuente: Informe solicitado por el investigador al Laboratorio Central Carabobo de HIDROCENTRO (2007)

* Máximos aceptables según Gaceta Oficial # 36395 de fecha 13/02/98
** Valor deseable (6,6-8,5) pH.
N/R: No Reglamentado

Análisis

Conforme a los resultados plasmados en la Tabla 1, todos los valores fisicoquímicos del agua a la entrada del tanque del Ambulatorio “El Consejo” se encuentran sustancialmente por debajo de los rangos máximos aceptables, lo que indica que desde tal punto de vista, el agua es apta para el consumo y uso clínico.

Tabla 2

Análisis fisicoquímico del agua en salida del tanque

Análisis	**Máximo permisible*	*Resultados*
Color Aparente/real(Pt/Co)	15	2,5/0
Turbiedad (NTU)	5	0,66
Temperatura (Cº)	N/R	26
pH	9**	6,86
Cloruros(mg/l)	300	41,74
Sulfatos (mg/l)	500	34,0
Aluminio (mg/l)	0,2	0,024
Índice de Langelier	N/R	-1,286
Manganeso(mg/l)	0,5	0
Fluoruro (mg/l)	0,6 - 0,8	0
Nitratos (mg/l)	45	24,85
Minerales Disueltos (mg/l)	N/R	193,51
Cloro Residual (mg/l)	1,0	0
Calcio (mg/l)	N/R	27,60
Magnesio (mg/l)	N/R	5,49
Sulfuro (mg/l)	N/R	0,006
Sílice (mg/l)	N/R	16,80
Sodio+Potasio (mg/l)	200	31,12
Dióxido de Carbono (mg/l)	N/R	29,41
Cobre (mg/l)	1	0,12
Dureza Total (mg/l)	500	91,88
Alcalinidad total (mg/l)	N/R	36,76
Fosfato (mg/l)	N/R	0,3
Cond.Esp.a 25ºC (mmho/cm)	N/R	306,00

Fuente: Informe solicitado por el investigador al Laboratorio Central Carabobo de HIDROCENTRO (2007)

* Máximos aceptables según Gaceta Oficial # 36395 de fecha 13/02/98
** Valor deseable (6,6-8,5) pH.
N/R: No Reglamentado

Análisis

Según se expresa en la Tabla 2, los componentes fisicoquímicos del agua a la salida del tanque expresaron valores admisibles, ya que aunque algunos rangos resultaron incrementados con respecto a los obtenidos a la entrada al tanque, como fue el caso de la turbiedad, pH, nitratos, magnesio, sodio+potasio, dureza y alcalinidad, en general los valores se mantuvieron por debajo de los máximos permitidos; por tal razón, el agua que ingresa al Ambulatorio “El Consejo” puede catalogarse como aceptable para uso clínico.

Tabla 3
Análisis fisicoquímico del agua en grifo del Laboratorio Odontológico

Análisis	**Máximo permisible*	*Resultados*
Color Aparente/real(Pt/Co)	15	2,5/0
Turbiedad (NTU)	5	0,66
Temperatura (Cº)	N/R	26
pH	9**	6,86
Cloruros(mg/l)	300	41,74
Sulfatos (mg/l)	500	34,0
Aluminio (mg/l)	0,2	0,024
Índice de Langelier	N/R	-1,286
Manganeso(mg/l)	0,5	0
Fluoruro (mg/l)	0,6 - 0,8	0
Nitratos (mg/l)	45	24,85
Minerales Disueltos (mg/l)	N/R	193,51
Cloro Residual (mg/l)	1,0	0
Calcio (mg/l)	N/R	27,60
Magnesio (mg/l)	N/R	5,49
Sulfuro (mg/l)	N/R	0,006
Sílice (mg/l)	N/R	16,8
Sodio+Potasio (mg/l)	200	31,12
Dióxido de Carbono (mg/l)	N/R	29,41
Cobre (mg/l)	1	0,12
Dureza Total (mg/l)	500	91,88
Alcalinidad total (mg/l)	N/R	36,76
Fosfato (mg/l)	N/R	0,3
Cond.Esp.a 25ºC (mmho/cm)	N/R	306,00

Fuente: Informe solicitado por el investigador al Laboratorio Central Carabobo de HIDROCENTRO (2007)

* Máximos aceptables según Gaceta Oficial # 36395 de fecha 13/02/98
** Valor deseable (6,6-8,5) pH.
N/R: No Reglamentado

Análisis

Tal como se aprecia en la Tabla 3, el análisis fisicoquímico de la muestra del agua recolectada en el lavamanos del laboratorio odontológico reveló que los valores correspondientes fueron los mismos que los de la muestra a la salida del tanque, es decir, que los valores de sus componentes físicos y químicos se ubicaron por debajo de los máximos aceptables, lo que en definitiva indica que, desde esta perspectiva, el agua es apta para uso clínico.

Tabla 4
Análisis bacteriológico del agua utilizada en el Ambulatorio “El Consejo”

Punto de captación del agua	*Coliformes total/100 ml*	*Coliformes fecales/100 ml*
Entrada al tanque	<1,1	<1,1
Salida del tanque	22	22
Lavamanos Laboratorio Odontológico	17	17
Unidad Odontológica Nº 12	<1,8	<1,8
Unidad Odontológica Nº 13	49	49

Fuente: Informe solicitado por el investigador al Laboratorio Central Carabobo de HIDROCENTRO (2007)

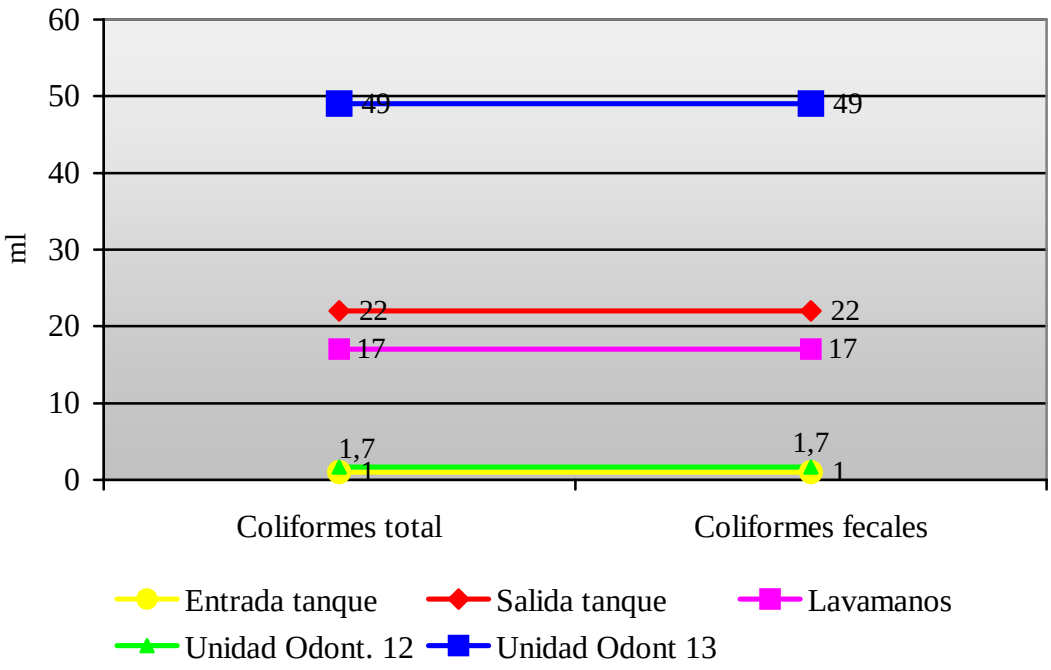

Grafico 1. Análisis bacteriológico del agua utilizada en el Ambulatorio “El Consejo” *abril 2007*. Fuente: Tabla 4

Análisis

Atendiendo a los datos expresados en la Tabla 4, el agua utilizada en el Laboratorio Odontológico del Ambulatorio “El Consejo” no cumple con los requisitos exigidos por las normas sanitarias de calidad del agua potable contenidas en la Gaceta Oficial Nº 36.395 (1998), toda vez que, el artículo 9 de tal normativa establece que *ninguna*

muestra de 100 mL deberá indicar la presencia de organismos coliformes (literal a), en tanto que en el literal b se establece que *en ningún caso deberá detectarse organismos coliformes totales en dos muestras consecutivas de 100 mL provenientes del mismo sitio.*

Profundizando en tales resultados, si bien es cierto que tanto en la entrada al tanque como en la unidad odontológica Nº 12 el conteo de los microorganismos patógenos conocidos como coliformes totales y fecales obtuvieron un rango bastante bajo, lo que indica presencia de unidades formadoras de colonias (UFC) incipientes y, en consecuencia, el agua suministrada por el sistema de abastecimiento público no es bacteriológicamente pura.

Asimismo, se comprobó que tanto en el lugar de salida del tanque como en la grifería del lavamanos el conteo de coliformes fue de 22 y 17, respectivamente, resultando crítico dicho conteo en la unidad odontológica Nº 13, con un total de 49 coliformes por cada 100 mL de agua, lo que es señal que los microorganismos se estan reproduciendo en forma evidente en las líneas de agua que alimentan al Laboratorio Odontológico.

Estos resultados se asemejan a los encontrados por Muñoz, Hernández y Moreno (2005), quienes en estudio de corte similar encontraron un número de bacterias coliformes totales y fecales/100 mL muy por encima de lo permitido, dictaminando contaminación directa por materia fecal de los instrumentos odontológicos.

En consecuencia, aunque no se detectó otro tipo de microorganismos (hongos y protozoos), las cantidades de coliformes encontradas conllevan un grave riesgo tanto para el personal que labora en el Laboratorio Odontológico como para los pacientes odontopediatricos con predisposición a contraer infecciones, en atención al amplio espectro de patologías (endocarditis, bacteriemia, infecciones de las vías urinarias y/o abdominales) que pueden desarrollar al someterse a tratamientos estomatológicos realizados con agua contaminada por coliformes.

CONCLUSIONES

En atención a los hallazgos resultantes de los análisis de laboratorio realizados a las diferentes muestras de agua en el Ambulatorio “El Consejo”, es pertinente indicar que el primer objetivo de estudio se cumplió, ya que se pudo identificar la ausencia de alteraciones físico-químicas del agua del tanque y de las líneas de agua de las unidades odontológicas, ya que los valores de los diversos componentes físico y químicos del agua se mantuvieron en un rango bajo constante conforme a los máximos aceptables por las normas sanitarias de calidad del agua potable.

De igual forma, se concretó el segundo objetivo investigativo, que fue conocer la carga bacteriana del agua almacenada en el tanque y en las líneas de agua de las unidades odontológicas del Ambulatorio “El Consejo”, ya que los respectivos exámenes de laboratorio permitieron detectar que el agua depositada en el tanque de almacenamiento y que abastece el área de Odontología, se encontró contaminada por microorganismos coliformes.

En vista de estos resultados, es de señalar que si bien es cierto que desde el punto de vista fisicoquímico el agua que se consume en el Ambulatorio “El Consejo” es aceptable, a nivel bacteriológico no cumple con los parámetros estipulados por la normativa legal; se presume que tales hallazgos tienen su origen en el sistema de abastecimiento público que suministra el agua al ambulatorio en cuestión, ya que se detectaron tales microorganismos patógenos a la entrada del tanque, a lo que se sumaría la ausencia de procedimientos de limpieza y desinfección periódicos del estanque de almacenamiento, lo que permite que tales microorganismos proliferen, es decir, que se multiplique el biofilm tanto en el mismo tanque como en las líneas de agua que abastecen a las griferías y unidades odontológicas.

Por tanto, se concluye que el agua utilizada para realizar los diversos procedimientos estomatológicos en el Ambulatorio “El Consejo” no es apta, ya que constituye un riesgo sanitario para los pacientes odontopediatricos con predisposición a contraer infecciones en virtud de la microbiota patógena detectada.

RECOMENDACIONES

A la empresa estadal de suministro de agua, HIDROCENTRO, se le recomienda ceñirse a las normas establecidas por la Organización Mundial de la Salud y las normativas sanitarias nacionales que regulan la calidad del agua potable, así como implementar procesos destinados a modificar la calidad del agua que surte a la región carabobeña, antes y después de su distribución, mediante filtros, microfiltros e infiltración, a los efectos de garantizar un agua libre de micoorganimos, bacterias, protozoos y virus.

Al Ambulatorio “El Consejo”, se le sugiere diseñar y ejecutar un programa periódico de limpieza y desinfección del tanque de almacenamiento de agua, así como de las líneas y ductos que alimentan a las diversas áreas clínicas, con especial atención al área de Odontología, ya que la población infantil allí atendida corre el riesgo de desarrollar patologías infecciosas a expensas del agua contaminada.

De igual manera se sugiere realizar análisis físico-químicos y bacteriológicos en cualquiera de los laboratorios especializados en este tipo de estudios con una frecuencia regular, por lo menos dos veces por año a fin de garantizar que el agua disponible para procedimientos clínicos cumple con todos los requerimientos pertinentes para tal fin.

BIBLIOGRAFIA

Albores, A., Quintanilla, B., Del Razo, L., Cebrian, M. (1997) *Introducción a la toxicología ambiental*. México: Metepec;

Armstrong, D., Cohen, J. (2001) Infectius deseases**.** *JADA.* 189: 129-124

Asociación Dental Americana (2004) *Estipulaciones mínimas de riesgo microbiano en agua dental*. (Documento en línea) Disponible: www.ada.org.us/articles/spanish/microb_agua_dental&pid=0021.htm. (Consulta: 2006, octubre 12)

Asociación Dental Canadiense (2005) *Rangos máximos de microorganismos en agua para uso odontológico*. (Documento en línea) Disponible: www.cda.org.ca/spanish/SERH/water/pdf. (Consulta: 2006, octubre 12)

Arana, F. (2000) *Ecología para principiantes*. México: Trillas.

Aráuz, A., Sequeiro, E. (2002) *Diagnóstico microbiológico en las unidades dentales de la Clínica Odontológica de la Universidad Americana (UAM), junio-noviembre 2001*. Trabajo de Grado no publicado. Universidad Americana, Managua.

Barbeau J (2000). Waterborne biofilms and dentistry: The changing face in infection control. *J. Can. Dent. Assoc*. 60: 539-41.

Barbeau, R., Prévost, P., Charland, R. (2004) Líneas de agua dentales de la unidad: un ambiente propicio para la colonización bacteriana. *J. Can. Dent. Assoc*. 67: 128-134.

Blanco, J. (2004) *Control de las infecciones cruzadas: jeringa aire/agua.* (Artículo en línea) Disponible en: www.dentsply-iberia.com/Noticias/clinica4N10.htm (Consulta: 2006, octubre 14)

Castellanos, J., Díaz, L., Gay, O. (2002) *Medicina en Odontología. Manejo dental de pacientes con enfermedades sistémicas*. (2ª Ed.) México: Manual Moderno.

Costerton, W., Lewandowski, Z., Caldwell, E. (1999) Microbial Biofilms. *Annu Rev Microbiol*.49: 711-45.

Favero, S., Bond, W. (2000) Block S. Desinfección, esterilización y preservación. (comp.) *Desinfección química de materiales médicos y quirúrgicos*. (8ª Ed.) Buenos Aires: Médica Panamericana.

Favero, S. (2002) Sterilization, desinfection and antisepsis in the hospital. *N Eng J Med*. 263: 154-166

Gaerste, O., Inostroza, P. (2005) *Carga bacteriana en el agua de las unidades dentales del área clínica de saneamiento básico*. Trabajo de Grado no publicado. Universidad de Carabobo, Valencia

González, J. (2003) *Calidad bacteriológica del agua utilizada en clínicas odontológicas de la FESI*. Trabajo de Postgrado. Universidad Nacional Autónoma de México

Mayo, A., Oerting, M., Andrieu, C. (1999) Bacterial biofilm: a source of contamination in dental air-water syringes. *Clin Prev Den*. 12(2): 13-20.

Meiller, J. (2000) *Estudio microbiológico en líneas dentales en la Universidad de Maryland*. (Resumen en línea) Disponible: www.saturn.bids.ac.uk/cgi-bin/pt/jada/2000/00000131/00000/art00005.htm (Consulta: 2006, octubre 14)

Méndez, C. (1999) *Metodología.* México: McGraw-Hill Interamericana

Montebugnoli, L., Dolci, G. (2002) *Una nueva formulación química para el control de línea de agua dental*. (Resumen en línea). Universidad La Sapienza, Roma. Disponible:www.saludoral.com/publicaciones/tesis/10-1198/7412-6831.html. (Consulta: 2006, octubre 14)

Montiel, F. (2003) Flora bacteriana habitual. *Boletín de la Escuela de Medicina UCACH*, 26(3): 34-39

Moreno, N. (2004) *Contaminación en los ductos de agua de las unidades dentales*. (Resumen en línea) Disponible en www.odontovia.com/articulos/aguadental_contaminacion.html. (Consulta: 2006, octubre 16)

Muñoz, J., Hernández, D, Moreno, M. (2005) *Análisis bacteriológico comparativo del agua de las clínicas urbanas Climuzac y rural Clitaco*. Trabajo de Grado no publicado. Universidad Autónoma de Zacatecas, México.

Murray, R., Murray, J., Murray, A., Tenover, C., Yonken, R. (2003). *Manual de Microbiología Clínica*. (9ª Ed.) Buenos Aires: Médica Panamericana.

Murray, P. (2000) *Microbiología Médica*. Bogotá: Mosby Year Book.

Negroni, M. (2000) *Microbiología estomatológica*. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.

Norma COVENIN (2002) *2709:2002.* Mayo 2002

Normas Sanitarias de Calidad del Agua Potable (1998) *Gaceta Oficial Nº 36.395*. 13 de febrero de 1998.

Oie, S., Kamiya, A. (1997) Microbial contamination of antiseptics and disinfectants. *AJIC,* 24: 389-395

Organización Mundial de la Salud (2005) *Control del tratamiento de aguas y patógenos: Eficacia de proceso en la realización del agua potable segura.* (Documento en línea) Disponible: www.who.int./water_sanitattion_health/dwq/watreatment/en/index.html. (Consulta: 2006, octubre 12)

Organización Panamericana de la Salud (2004) *La salud bucodental: repercusión del VIH/SIDA en la práctica odontológica*. Washington D.C. OPS/PAHO, 2004.

Orozco, C., Labrador, M., Palencia, A. (2002) *Metodología.* Valencia: OFIMAX.

Polczar, M., Reid, R. (1999) *Microbiología*. (4ª Ed.) México: Mc-Graw Hill.

Puigdomenech, G. (2004) *Microbiología: patógenos bacterianos*. (Artículo en línea) Disponible: www.monografias.com/trabajos24/micropatogenos/micropatogenos.shtml (Consulta: 2006, octubre 14)

Real Decreto 909 (2001) *Criterios higiénico-sanitarios de prevención y control de microorganismos patógenos en el agua potable.* (Documento en línea) Disponible: www.ms.gob.es/realdecreto909/agua.html. (Consulta: 2006, octubre 14)

Sierra, C. (2004) *Estrategias para la elaboración de un proyecto de investigación*. Maracay: Insertos Médicos de Venezuela

Tamayo y Tamayo, M. (2004) *El proceso de la investigación científica*. México: Limusa

Santiago, J., Huntigton, K., Johnston, M. (1998) Microbial contamination of dental unit waterlines: Short- and long-term effects of flushing. *Gen Dent*. 42(6): 528-44.

Williams, N., Kelley, J. (2000) Assessing microbial contamination in clean water dental units and compliance with disinfection protocol. *JADA*. 125:1205-1211.

Yánez, A., Barberá, V., Catalán, V. (2004) *Control de la contaminación microbiológica en unidades dentales*. Trabajo de Postgrado no publicado. Universidad de Alicante, España.

Zwanziger, R. (2004) *Limpieza de tanques de agua*. Disponible: www.florantechnologies.com/limpieza_desinfección_tanques.htm. (Consulta: 2006, octubre 14)

ANEXO A
INFORMES DE ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS Y BACTERIOLÓGICO