

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**“HIDROTERAPIA, UNA ALTERNATIVA EN LA MEDICINA VETERINARIA”**

**POR**

**ESMERALDA TORRES AGUILAR**

**MONOGRAFIA**

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

**MÉDICO VETERINARIA ZOOTECNISTA**

TORREON COAHUILA, MEXICO

DICIEMBRE, 2012

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
UNIDA LAGUNA  
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



"HIDROTERAPIA, UNA ALTERNATIVA EN LA MEDICINA VETERINARIA"

MONOGRAFIA

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESENTA:

ESMERALDA TORRES AGUILAR

ASESOR:

  
M.V.Z. J. GUADALUPE RODRÍGUEZ MARTINEZ

VOCAL:

  
M.C. RAMÓN A. DELGADO GONZÁLEZ

VOCAL:

  
Dr. Ma. GUADALUPE DE LA FUENTE SALCIDO

VOCAL SUPLENTE:

  
M.C. JUAN JOSÉ MUÑOZ VARELA

TORREÓN COAHUILA, MEXICO

DICIEMBRE, 2012

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**

**"HIDROTERAPIA, UNA ALTERNATIVA EN LA MEDICINA VETERINARIA"**

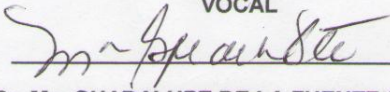
  
PRESIDENTE

M.V.Z. J. GUADALUPE RODRÍGUEZ MARTÍNEZ

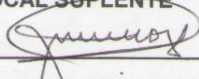
VOCAL

  
M.C. RAMÓN A. DELGADO GONZÁLEZ

VOCAL

  
Dr. Ma. GUADALUPE DE LA FUENTE SALCIDO

VOCAL SUPLENTE

  
M.C. JUAN JOSÉ MUÑOZ VARELA

TORREÓN COAHUILA, MÉXICO

DICIEMBRE, 2012



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**

**"HIDROTERAPIA, UNA ALTERNATIVA EN LA MEDICINA VETERINARIA"**

**MONOGRAFÍA**

APROBADA POR EL COMITÉ

  
**ASESOR**

**M.V.Z. J. GUADALUPE RODRÍGUEZ MARTÍNEZ**

**COORDINADOR DE LA DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**

  
**M.V.Z. RODRIGO ISIDRO SIMÓN ALONSO**



**Coordinación de la División  
Regional de Ciencia Animal**

TORREÓN COAHUILA, MÉXICO

DICIEMBRE, 2012

## INDICE DE CONTENIDO

	Agradecimientos	i
	Dedicatorias	ii
	Resumen	iii
I	Introducción	1
II	Revisión de la literatura	2
2.1	El agua	2
2.2	Características Físicoquímicas del agua	3
2.2.1	Temperatura	3
2.2.2	Color	4
2.2.3	Olor-sabor	4
2.2.4	Compuestos inorgánicos	5
2.2.5	Compuestos orgánicos	5
2.2.6	Turbidez-transparencia	6
2.2.7	Residuo seco	6
2.2.8	Conductividad	7
2.2.9	PH	7
2.2.10	Oxígeno, EH	8
2.2.11	Calor específico	8
2.2.12	Elevado punto de ebullición	8
2.2.13	Alta constante dieléctrica	9
2.2.14	Alta tensión superficial	9
2.2.15	Estructura del agua	9
2.3	Fuerzas intramoleculares y intermoleculares	11
2.3.1	Fuerzas intermoleculares	12
2.3.1.1	Fuerzas de van de waals	12
2.4	¿Cómo varía la temperatura y la salinidad con la profundidad en el océano?	14
2.5	Tipos de agua	15
2.5.1	Agua de mar	15
2.5.2	Agua de río	16
2.5.3	Agua de lago	17
2.5.4	Agua de cuenca	18
2.5.5	Agua de pantano	18
2.5.6	Agua gorda	19
2.5.7	Agua de manantial	19
2.5.8	Agua potable	19
2.5.9	Glaciares	19
2.6	Clasificación del agua según su dureza	20
2.6.1	Agua dura	20
2.6.2	Agua blanda	20
2.6.3	Dureza permanente y temporal	20
2.6.4	Dureza temporal	20
2.6.5	Dureza permanente	21
2.6.6	El agua: ¿Cómo adquiere la dureza?	21
III	El agua como agente terapéutico	21
3.1	Historias	21

3.1.1	Vicente Priessnitz	23
3.1.2	Sebastián Kneip	24
3.2	Objetivos generales del uso de la hidroterapia	25
IV	Talasoterapia	26
4.1	Resumen histórico	26
4.1.1	René Quinton	26
4.2	El agua de mar	27
4.3	Beneficios específicos del agua de mar	28
V	Crenoterapia o agua mineromedicinales	29
5.1	Tipos de agua mineromedicinales	29
VI	Balneoterapia	31
6.1	Principios físicos del agua	32
6.2	Principales técnicas usadas	34
6.3	Los diferentes efectos sobre el organismo	36
6.3.1	Efectos térmicos	36
6.3.2	Efectos mecánicos	39
6.3.3	Efectos psicológicos	40
6.3.4	Reacciones específicas en el organismo	41
6.3.5	Acciones inespecíficas	45
VII	Efectos terapéuticos de la hidroterapia	47
7.1	Efectos terapéuticos generales de la hidroterapia	48
VIII	Contraindicaciones para el uso de la hidroterapia	48
8.1	Contraindicaciones absolutas	49
IX	Higiene y seguridad	49
X	Literatura citada	51
XI	Anexos I. Glosario	61

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A DIOS**

Gracias a ti por haberme colmado de grandes bendiciones a lo largo de mi vida y en especial en mí carrera como estudiante, sé que no me abandonarás nunca y que así como me apoyaste antes, lo harás ahora en esta etapa maravillosa que inicio en mi vida como profesionista.

### **FAMILIA**

Por brindarme su apoyo incondicional en los momentos más difíciles, por su amor y comprensión, gracias a mi hermana Jenni Arely Torres Aguilar por ser una amiga incondicional y mi confidente.

### **MIS MAESTROS**

Por brindarme su apoyo dedicación, vocación y consejos, ya que sin estos no hubiese alcanzado mis meta.

Especialmente mi agradecimiento

Al .M.V.Z. José Guadalupe Rodríguez Martínez primero que nada por ser mi amigo, mi maestro; que creyó en mí y me apoyo con su sabiduría en la realización de este proyecto.

### **MIS AMIGOS**

Que siempre tuvieron una sonrisa para mí, unas palabras de aliento y por los momentos gratos que pasamos.

Brenda Lima Pastrana, Miriam Torres Días, Lucero Tablas Román, Francisco Gutiérrez Carrillo, Esaú Martínez Morellano, Ahias Leiva Calvario, Israel Martínez Ramos.

Especialmente a mi novio Daniel Ortiz Olvera que me llevo de la mano en los momentos buenos y malos durante estos 5 años de la carrera, agradezco el hecho de compartir con migo tu vida, darme buenos consejos para salir adelante, que estuviste siempre con migo y que mas que mi novio, también eres mi gran amigo.

### **A MI “ALMA TERRA MATER”**

Por prepararme con los conocimientos necesarios para poner en alto tú nombre, ya que siempre estarán en mi corazón.

### **GRACIAS**

## DEDICATORIA

*Te dedico esta monografía, a ti, que eres la persona más linda, tolerante y especial que tengo en la vida, que eres padre y madre a la vez, que gracias a ti hoy termino la licenciatura; Se que sin tu apoyo, tu amor, tu sabiduría tus consejos y la confianza que me brindaste yo no hubiese podido concluir mis estudios. Gracias por ser mi amiga mi confidente y mi consejera. A ti mama que eres mi pilar más importante, gracias por darme la vida.*

*¡Gracias mama! . . . hoy estoy viviendo el momento más hermoso de mi vida.*



## RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo principal dar a conocer una terapia poco practicada en nuestro país. “La hidroterapia”, esta pertenece a las terapias alternativas, que gradualmente comienzan a tener más auge en este mundo de medicina veterinaria. El objetivo principal de la hidroterapia es el bienestar del individuo, mediante técnicas especializadas y alternas a los tratamientos tradicionales. La hidroterapia tiene sus orígenes desde la antigüedad, cuando los hombres de las cavernas repetían el comportamiento realizado por animales salvajes, al ver que estos no bebían agua de lagos con olores diferentes, pero si introducían sus extremidades para tratar posiblemente lesiones antiguas. La hidroterapia se divide en varias ramas especializadas, dependiendo de su contenido, ya sea mineral, oligoelementos, compuestos orgánicos e inorgánicos, pH, densidad, etc.

Sin duda esta técnica poco conocida nos brinda otra opción para mejorar y en muchos casos curar al individuo afectado.

**PALABRAS CLAVES:** Agua, hidroterapia, térmicos, crenoterapia, talasoterapia, balneoterapia.

## I. INTRODUCCION

La palabra hidroterapia,<sup>25</sup> procede del griego y significa "tratamiento mediante agua" (*hidros*, agua; *therapia*, tratamiento),<sup>22,36</sup> en cualquier estado desde hielo o vapor con o sin medicamento,<sup>22</sup> aplicada de forma externa o superficial de manera que utilizamos los factores físicos que esta posee a la hora de realizar un tratamiento.<sup>67</sup> El tratamiento puede ser local o general. No obstante el éxito de las respuestas positivas que se obtienen con las técnicas empleadas, no radican en el agua propiamente dicha, sino en los diversos estímulos que provocan: tipo térmico (frio-calor que se pueden administrar de diversa formas,<sup>22,67</sup> mecánico (mayor o menor presión y la fuerza de rozamiento) y químico (preparados medicinales que pueden añadirse al agua).<sup>22</sup> Dentro de este contexto la hidroterapia abarca 3 diversas ramas, en función de la naturaleza del agente terapéutico, el agua:<sup>12</sup> 1. Una de ellas es la talasoterapia es el uso del agua marina y de su entorno para fines profilácticos y terapéuticos<sup>36,59</sup> 2. La crenoterapia es un término derivado del griego, *krene*, que significa fuentes o manantiales<sup>36</sup> o termalismo que es la ciencia que estudia las aguas mineromedicinales de fuentes naturales y que en algunos países se estudia dentro de la hidroclimatología médica<sup>10, 22</sup> 3. Balneoterapia que son establecimientos dedicados al tratamiento con agua derivadas de fuentes naturales y/o artificiales.<sup>22</sup> La hidroterapia implica hacer ejercicios en el agua (hidrocinesiterapia), para mejorar la fuerza y la resistencia muscular y la agilidad, a la vez que ofrece un entorno seguro para la realización de ejercicios no traumáticos poco después de una intervención quirúrgica o una lesión.<sup>30</sup> Su empleo es también preventivo para algunos trastornos.<sup>25</sup> Desde hace cientos de años son conocidas las aplicaciones en forma de baños, duchas, chorros, fricciones, compresas, nados, baños de inmersión; o alternas y hidromasajes.<sup>16</sup> La realidad es que el agua en sí, por sí misma no es la que produce tantos buenos resultados en su uso con fines terapéuticos. Lo cierto es que se deben fundamentalmente a su capacidad increíble de almacenar y transmitir estímulos térmicos, tanto de frío como de calor, a nuestro organismo.

## II. REVISION DE LA LITERATURA

### 2.1. El agua

El agua (del latín aqua)<sup>56</sup> Del agua se tienen referencias escritas desde los albores de la Historia y todas las teogonías primitivas tienen una diosa agua-madre. En nuestra cultura occidental, puede decirse que la base está en el griego Tales de Mileto (hacia el 600 a.C.), postuló que el agua era el origen de toda la materia (la única sustancia que pasaba de sólido a líquido y a gas, disolvía y decantaba sólidos).<sup>53</sup>

La definición Química del agua es H<sub>2</sub>O, según etiquetó Berzelius en 1826 (más algo de sales, gases y coloides disueltos o en suspensión). Un compuesto químico familiar (H<sub>2</sub>O es la fórmula química más conocida por el vulgo), pero de propiedades extravagante (ver más abajo sus propiedades), y de la cual no sabemos mucho (casi sabemos más de la estructura del hielo y del vapor, incluso de las estrellas del cosmos y de los átomos del microcosmos, que de la estructura del agua líquida).<sup>53,63</sup>

La definición Biólogo del agua: es el medio biológico natural y la fuente de toda la materia viva (a través de la fotosíntesis). La vida siempre ha sido en medio acuoso por dentro y por fuera del sistema vivo; los seres vivos son bolsas de agua (lo que da la tersura), permeables al agua, desde una persona, a una célula (que no es más que una suspensión acuosa de iones y macromoléculas). Desde hace 3,5 miles de millones de años que empezó la vida, hasta hace 500 millones de años sólo hubo vida en la hidrosfera, y, aún después de poblar la litosfera, la vida empieza rodeada de líquido amniótico). Los intercambios materiales de una persona adulta con el exterior son también predominantemente acuosos: e.g. para una persona adulta, en media, de los 4 kg/día de ingesta, 3 son de agua (2 de bebida más 1 en la comida). En las personas, el hipotálamo regula la temperatura y la sed (el agua es decisiva en el control térmico de los organismos homeotermos). La deshidratación de los sistemas vivos origina su muerte, pero también la de los microorganismos causantes de la putrefacción, por lo que la (desección) se usa en la preservación de alimentos.<sup>53,56</sup>

Como es que hay tanta agua en el mundo: El agua es un compuesto de hidrógeno y oxígeno; el hidrógeno es el átomo más abundante del Universo y el oxígeno el tercero (después del helio), así que la molécula de H<sub>2</sub>O es corriente y, aunque inestable en las altas temperaturas estelares, se encuentra presente por todas partes en el Universo (planetas, lunas, cometas y gas interestelar), normalmente en forma de hielo; en total puede que haya del orden de 1 ppm (partes por millón) en masa. Lo que sí es raro es que haya en la Tierra tanta agua en estado líquido, y ello es debido a la adecuada temperatura terrestre, que no sólo depende de su distancia al Sol sino de la presencia de vida, que ha ido generando oxígeno y consumiendo el metano, dióxido de carbono, amoníaco y otros gases propios de la formación de los planetas, y modificando así el efecto invernadero. En primera aproximación puede decirse que en la Tierra hay infinita agua si la comparamos con la humanidad: en volumen, 1400 millones de km<sup>3</sup> de agua frente a 0.3 km<sup>3</sup> de 'humanidad' (6000 millones de personas a una media de 50 litros). Y desde que se formó el océano hace unos 4000 millones de años apenas han disminuido las reservas un 2%. Repartiendo toda el agua sobre el globo se alcanzaría un espesor medio de casi 3000 m en comparación con unos 10 000 m de espesor de aire en condiciones estándar y de unos 150 m de tierra emergida (repartiéndola sobre el globo).<sup>53</sup>

## **2.2. Características fisicoquímicas del agua**

### **2.2.1. Temperatura**

La temperatura de un agua se establece por la absorción de radiación en las capas superiores del líquido. Las variaciones de temperatura afectan a la solubilidad de sales y gases en agua y en general a todas sus propiedades, tanto químicas como microbiología. Aunque la temperatura de un agua superficial está ligada a la irradiación recibida, la de las aguas profundas de embalses y lagos de nuestras latitudes,<sup>40,58</sup> experimentan una secuencia cíclica caracterizada por dos períodos: (a) uno de "mezcla térmica" con temperatura similar en profundidad, y (b) otro de "estratificación térmica" con aguas más cálidas en superficie y más frías en el fondo e imposibilidad de mezcla vertical de capas de agua. Estos períodos rigen las características fisicoquímicas de la masa de agua en cada caso. La

temperatura de las aguas subterráneas depende del terreno, naturaleza de las rocas, profundidad de la surgencia y fenómenos magmáticos que puedan existir.<sup>40</sup>

### **2.2.2. Color**

El color de un agua se debe a sustancias coloreadas existentes en suspensión o disueltas en ella: materias orgánicas procedentes de la descomposición de vegetales, así como de diversos productos y metabolitos orgánicos que habitualmente se encuentran en ellas (coloraciones amarillentas). Además, la presencia de sales solubles de Fe y Mn (aguas subterráneas y superficiales poco oxigenadas) también produce un cierto color en el agua. En aguas naturales de lagos y embalses suele existir una relación directa entre color y pH, de forma que cuando aumenta el segundo lo hace el primero. El color de las aguas profundas de lagos y embalses durante la época de estratificación térmica es marcadamente superior al del agua superficial.<sup>40</sup>

### **2.2.3. Olor-sabor**

Fisiológicamente, los sentidos del gusto y el olfato están íntimamente relacionados ya que las papilas linguales y las olfativas detectan estímulos simultáneos y complementarios. Solamente existen cuatro sabores básicos: ácido, salado, dulce y amargo. Todos los demás sabores se obtienen por interacción de estos reseñados. Es muy raro que las sustancias productoras de olor y sabor se encuentren aisladas en un agua. No obstante, para sustancias aisladas se podría relacionar la intensidad de sabor/olor con la concentración de sustancia productora en el agua, p.e., mediante la fórmula de Weber-Frechner, " $I = K \times \log C$ ", donde " $I$ " = intensidad, " $C$ " = concentración y " $K$ " = proporcionalidad constante. En la situación habitual, las sustancias con capacidad de producir olor/sabor en un agua pueden interactuar en tres formas:

Aditividad: o suma simple de olores/sabores.

Sinergismo: o incremento del olor/sabor con respecto a la suma simple de los individuales.

Antagonismo: o reducción del olor/sabor resultante con relación a lo esperado por adición simple.

Las fuentes de sabores y olores en un agua responden a dos orígenes: naturales y artificiales. Las primeras incluyen gases, sales, compuestos inorgánicos, compuestos orgánicos y compuestos procedentes de la actividad vital de los organismos acuáticos.<sup>40</sup>

Los compuestos productores de olor/sabor de origen artificial pueden ser también orgánicos e inorgánicos y están probablemente más definidos, al poder identificarse la fuente concreta productora del problema.<sup>40</sup>

#### **2.2.4. Compuestos inorgánicos**

El H<sub>2</sub>S con su típico olor a huevos podridos en concentración alta y a moho o pantano en concentraciones bajas se suele detectar en aguas poco oxigenadas y en aguas profundas de lagos durante la estratificación térmica (verano/ otoño). Asimismo, la mayoría de las sales y minerales producen olor salado o metálico en un agua: Fe, Mn y Zn, como metales, mientras Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>=</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> y NO<sub>3</sub><sup>-</sup> como aniones.<sup>40</sup>

#### **2.2.5. Compuestos orgánicos**

Geosmina, aceite neutro con un olor terroso o leñoso, producido por especies de Actinomicetos; Mucidona, con persistente olor a moho. Otros odorantes típicos son metil-isoborneol, metilmercaptanos, sulfuro de dimetilo, etc. Además, benceno y sustancias afines (origen natural e industrial) no se perciben en un agua salvo a concentraciones altas. Finalmente, los detergentes también son fuentes de olor/sabor. Los organismos productores de olor/sabor en las aguas son todos los que pueden vivir en ellas: algas, hongos, bacterias, cianofíceas, organismos zooplanctónicos y en general, los que llevan a cabo la putrefacción de materias orgánicas y su descomposición.<sup>40</sup>



### 2.2.6. Turbidez-transparencia

La presencia de materias en suspensión, arcilla, limos, coloides orgánicos, plancton y organismos microscópicos da lugar a la turbidez en un agua. Estas partículas (de dimensiones variables desde 10 nm hasta 0,1 mm) se pueden asociarse a tres categorías: minerales, partículas orgánicas húmicas y partículas filamentosas. Las primeras provienen de la erosión de suelos y rocas, suelen estar revestidas de restos orgánicos, y conforman la mayor fracción de las materias en suspensión de la mayoría de las aguas. Los aportes de aguas turbias de escorrentía por lluvias, ricas en materias minerales causan aumentos de turbidez en aguas de ríos y embalses, así como las algas en época de su floración. En aguas naturales, la turbidez evoluciona pareja a la del aporte de aguas de escorrentías al medio, a su vez provocada por las lluvias, especialmente, si éstas son torrenciales o se producen en terrenos susceptibles de fácil erosión. La turbidez se reduce con la sedimentación natural.<sup>40</sup>

En embalses y lagos, el período de mezcla presenta alta turbidez en toda la columna de agua, mientras durante la estratificación térmica las aguas superficiales presentan baja turbidez que va incrementándose con la profundidad del agua. Respecto a la transparencia, medida utilizada en estudios limnológicos, está afectada por los florecimientos algales en la masa de agua. Los valores de transparencia en lagos y embalses de nuestras latitudes suelen oscilar entre 1 y 5 m.<sup>40,58</sup>

### 2.2.7. Residuo seco

El residuo seco indica la cantidad total de sales de un agua:  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$  y  $\text{Ca}_2^+$ ,  $\text{Mg}_2^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ . En ríos, el residuo seco puede evolucionar de tres formas: (a) apenas variando desde la cabecera hasta la desembocadura en ríos con aguas salinas en cabecera; (b) aumentando (la mayoría de los ríos); (c) disminuyendo. Finalmente, el residuo seco aumenta en las aguas en períodos secos por concentración de las sales disueltas, siendo en general más elevado en aguas subterráneas que en aguas superficiales, y en las marinas que en las continentales.<sup>40,58</sup>

### 2.2.8. Conductividad

La conductividad es producida por los electrolitos disueltos un agua y en ella influyen: terreno drenado, composición mineralógica, tiempo de contacto, gases disueltos, pH y todo lo que afecte a la solubilidad de sales. Existe una relación entre ella y el residuo seco que se ya vio más arriba. Concretamente, en un agua natural no muy contaminada, se cumple que el valor del residuo seco en mg/L oscila entre 0,5 y 1,0 veces el valor de conductividad, expresada en  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . A título informativo, se recogen las conductividades de las aguas de la Península Ibérica más arriba. En embalses y lagos, la conductividad durante el período de mezcla suele ser inferior que en período de estratificación térmica, y en este caso, las aguas anóxicas del fondo presentan más altos valores de conductividad que las de superficie.<sup>40,58</sup>

### 2.2.9. PH

Se debe al equilibrio carbónico y a la actividad vital de los microorganismos acuáticos. Respecto a lo primero, la secuencia de equilibrios de disolución de  $\text{CO}_2$  en un agua, y la disolución de  $\text{CO}_3^{2-}$  e insolubilización de  $\text{HCO}_3^-$ , determinan el pH de un agua. Además, la fotosíntesis reduce el  $\text{CO}_2$  disuelto de un agua, mientras que la respiración de los organismos heterótrofos produce  $\text{CO}_2$  causando efectos contrarios. Por otro lado, los ácidos naturales ( $\text{H}_2\text{S}$  o ácidos húmicos) acidificarían un agua mientras que la disolución de rocas y minerales de metales alcalinos y alcalinotérreos del terreno la alcalinizaría. El valor de pH de aguas superficiales está entre 6-8.5, siendo las aguas subterráneas más ácidas que las superficiales. En lagos y embalses, el pH varía cíclicamente, disminuyendo con la profundidad del agua. Durante la mezcla el pH en la columna de agua es uniforme ( $\pm 0,1-0,15$  u.pH); durante la estratificación térmica, las aguas superficiales ricas en fitoplancton que usan  $\text{CO}_2$  como alimento aumentan mucho su pH ( $>9,0$  u. pH). Las zonas profundas (pobres en  $\text{O}_2$  y con flora reductora) exhiben valores de pH más bajos, del orden de 6.5 u.pH o inferiores.<sup>40,58</sup>

### **2.2.10. Oxígeno, E<sub>H</sub>**

Su solubilidad depende de temperatura, presión, agitación del agua, contenido salino y consumo-producción por los organismos acuáticos. Las aguas superficiales suelen tener >7-8 mg/L mientras que las de fondo pueden llegar a estar anóxicas incrementando su contenido en especies químicas en bajo estado de oxidación (Fe<sub>2</sub><sup>+</sup>, Mn<sub>2</sub><sup>+</sup>, NH<sub>3</sub>). Además, el O<sub>2</sub> experimenta una variación cíclica ligada al comportamiento térmico de lagos. Finalmente, los vertidos residuales orgánicos agotan el O<sub>2</sub> de un agua natural por consumo de los organismos descomponedores allí presentes.<sup>40</sup>

### **2.2.11. Calor específico**

Al calentar el agua, parte de la energía se utiliza para romper puentes de hidrógeno y no tanto para aumentar su T<sup>a</sup>, lo que supone que incrementos o descensos importantes en la T<sup>a</sup> externa, únicamente producen pequeñas variaciones en el medio acuoso. Hace falta 1 Kcal. Para elevar 1 °C la temperatura de 1 litro. Esta propiedad hace posible que tenga función termorreguladora.

### **2.2.12. Elevado punto de ebullición**

Dado que los puentes hidrógeno deben romperse para pasar al estado gaseoso, su punto de ebullición es mucho más elevado que el de otros compuestos líquidos. Esta propiedad implica que es un líquido en la mayor parte de la superficie terrestre en la mayoría de las estaciones.

### **2.2.13. Alta constante dieléctrica**

Su naturaleza dipolar hace que sea un buen disolvente frente a gran cantidad de sustancias como, las sales minerales y compuestos orgánicos neutros con grupos funcionales hidrófilos.

### 2.2.14. Alta tensión superficial

Es debida a la gran cohesión entre las moléculas Bajo grado de ionización: sólo una molécula de cada 551.000 de agua se encuentra ionizada:  $\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{+\text{H}_2\text{O}} \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$ .<sup>53</sup>

### 2.2.15. Estructura del agua

Tanto en estado sólido, líquido como gaseoso, microscópicamente el agua siempre está constituida por grupos triatómicos (dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno) con una estructura espacial constante: la denominada molécula del agua.<sup>53,55,65</sup>



- ◆ Estructura espacial de la molécula del agua.
- Forma: 3 átomos formando un ángulo de  $104,5^\circ$  (como la cabeza y orejas de Mickey Mouse), pero si se incluyen las protuberancias de los dos pares de electrones apareados la forma es cuasi-tetraédrica.
- Diámetro del átomo de hidrógeno 0,074 nm medido como distancia H-H en  $\text{H}_2$  ( $\Delta h$  enlace=-436 kJ/mol).
- Diámetro del átomo de oxígeno 0.121 nm medido como distancia O-O en  $\text{O}_2$  ( $\Delta h$  enlace=-498 kJ/mol) distancia O-H 0,096 nm ( $\Delta h$  enlace=-463 kJ/mol)
- Posición del enlace covalente O-H los dos electrones compartidos están más cerca del O que del H, por lo que los átomos aparecen con carga eléctrica neta: cada H como  $\text{H}^{+0,41}$  y el O como  $\text{O}^{-0,82}$ , i.e. la molécula es polar.<sup>44,65</sup>

La molécula de agua es eléctricamente polar, debido a su estructura no alineada. En efecto, la polaridad es el descentramiento del par de electrones compartido en el enlace covalente entre átomos distintos (e.g. el HCl es polar y el  $\text{H}_2$  no), y ocurre en geometrías asimétricas (e.g. el  $\text{CO}_2$  no es polar porque la molécula es lineal, pero el  $\text{H}_2\text{O}$  sí, y el  $\text{NH}_3$  es polar por ser el tetraedro asimétrico, pero el  $\text{CH}_4$  no es polar porque sí es un tetraedro perfecto). La polaridad del agua hace que sea un buen disolvente de sustancias polares y un mal disolvente de sustancias orgánicas. Otra de las aplicaciones de la polaridad del agua se basa en su

sensibilidad a las radiaciones electromagnéticas micrométricas, lo que da lugar el calentamiento por microondas. En efecto, las ondas radioeléctricas sólo causan vibraciones en los electrones libres en los metales; las microondas ya son capaces de excitar las moléculas polares, que tratan de orientarse con el campo eléctrico rápidamente oscilante, las ondas infrarrojas hacen vibrar ya todo tipo de moléculas (polares y no polares), y las ondas visibles y ultravioletas son capaces de causar saltos orbitales en los electrones, llegando los rayos X a la ionización. La penetración de las microondas, como todo proceso de absorción, decae exponencialmente hacia dentro, pero tarda en reducirse a la mitad unos 3 cm en agua, mientras que la infrarroja decae en 1 mm.<sup>53,65</sup>

Si no fuera por el enlace de hidrógeno (intermolecular) el agua sería un gas en condiciones ambientes, como todas las moléculas pequeñas (el metanol, CH<sub>3</sub>OH, ya tiene M=0,032 kg/mol, el C<sub>5</sub>H<sub>12</sub> mucho más). También presentan enlace de hidrógeno el NH<sub>3</sub>, el HF, el ADN, pero el CH<sub>4</sub> no, y por eso el CH<sub>4</sub> es gaseoso a temperatura ambiente. En estado condensado las moléculas se orientan tetraédricamente a causa de los enlaces de hidrógeno, i.e. cada molécula tiene 4 adyacentes (entre cada dos oxígenos sólo hay un H). El enlace de hidrógeno es 10 veces menos fuerte que el O-H pero 10 veces más fuerte que las fuerzas de van der Waals a esa distancia, que ya dan cohesión al estado líquido.<sup>65</sup>

◆ Estructura espacial del hielo.

- Forma: hexagonal plana o en aguja, correspondiente a la unión de tetraedros perfectos (con 4 oxígenos en los vértices y uno en el centro)
- Distancia: H--O (enlace de H) 0,18 nm
- Distancia: O-O (centro-vértice) 0,276 nm = 0,096 (O-H) + 0,18 (H--O)
- Lado del tetraedro: 0,47 nm = 1,6´(centro-vértice)
- Angulo: O-O-O 109,5° (= 2arctan(  $\sqrt{2}$ ))

La estructura tetraédrica debida al enlace de hidrógeno hace que, al igual que el átomo de carbono sólo, dé lugar a cristales hexagonales (de grafito el carbono, y de hielo-I el agua), aunque a alta presión puede dar lugar a cristales cúbicos casi

doble de densos (diamante y hielo-VI). La primera mención a la estructura hexagonal de los copos de nieve se debe a Alberto Magno en 1300, pero en China ya se mencionaba en el 200 a.C. Kepler en 1604 intentó explicar el cambio de la geometría esférica de las gotitas de lluvia a la geometría hexagonal, y estudió la geometría de los panales de abeja y las granadas del granado (*Punica granatum*). En 1930 Nakaya empezó a estudiar copos de nieve artificial producida en laboratorio. Desde 0 °C hasta -3 °C los cristallitos son planos y hexagonales, y caen en posición horizontal; a partir de -3 °C tienen forma de aguja hexagonal (como los lapiceros) y caen en posición vertical; a partir de -25 °C la forma puede hacerse dendrítica (arborescente); si se enfrían bruscamente a -40 °C se forman cristales en aguja, pero si se hace a -120 °C no llega a cristalizar y permanece amorfo el hielo.<sup>44,65</sup>

### **2.3. Fuerzas intramoleculares y fuerzas intermoleculares**

Hemos aprendido hasta ahora que los átomos se unen estableciendo agrupaciones permanentes porque existen fuerzas atractivas entre ellos que los mantienen unidos. Estas fuerzas atractivas que mantienen unidos a los átomos o a los iones que forman las sustancias químicas (elementos y compuestos) de manera estable, de tal manera de formar un enlace químico, se conocen como fuerzas intramoleculares.

Por otro lado, existen fuerzas entre las diferentes moléculas de un compuesto, estas fuerzas se conocen como fuerzas intermoleculares. Las fuerzas intermoleculares son las responsables de que exista el estado líquido y sólido. Entre las moléculas de un gas no existen fuerzas intermoleculares. Los puntos de ebullición de las sustancias reflejan la magnitud de las fuerzas intermoleculares que actúan entre ellas. Para que una sustancia pase del estado líquido al estado gaseoso se debe suministrar suficiente energía para superar las fuerzas de atracción entre las moléculas. El mismo principio se aplica al punto de fusión de las sustancias.<sup>31</sup>



### 2.3.1. Fuerzas intermoleculares

Las fuerzas intermoleculares pueden ser de varios tipos:

#### 2.3.1.1. Fuerzas de Van de Waals

Como consecuencia de la estructura que presentan las moléculas, se producen entre ellas diferentes fuerzas de atracción. Estas fuerzas son de distinta intensidad y mantienen más o menos unidas a las moléculas entre sí, determinando las propiedades de las sustancias, tales como: estado de agregación, punto de ebullición, solubilidad, etc.<sup>49</sup>

a) Dipolo-dipolo. También pertenece a esta categoría el enlace puente de hidrógeno. Este es una interacción dipolo-dipolo muy fuerte y se tratará como una categoría aparte.<sup>31</sup>

Para comprender este tipo de fuerzas primero necesitamos saber que las moléculas pueden ser polares y no polares.<sup>31</sup>

Es polar aquella molécula en la que la distribución de las cargas eléctricas no es simétrica respecto a un centro. El carácter dipolar de ciertas moléculas depende de la presencia de enlaces covalentes polares en su estructura, aunque pueden existir moléculas con enlaces polares pero que sin embargo no tengan momento dipolar neto, es decir, no presenten polaridad. Es necesaria cierta asimetría para que aparezca polaridad. La asimetría en la distribución de las cargas eléctricas confiere a la molécula su carácter polar, medido por el momento dipolar.<sup>31,49</sup>

Las moléculas polares pueden atraerse electrostáticamente entre sí, alineándose, de modo que los extremos positivos y negativos se acerquen. Tal atracción se denomina atracción dipolo-dipolo. La magnitud de las fuerzas dipolo-dipolo es aproximadamente el 1% de la correspondiente a los enlaces iónicos y covalentes, es decir, son interacciones mucho más débiles.<sup>31,49</sup>

El enlace puente de hidrogeno. Fuerzas del tipo dipolo-dipolo particularmente fuertes se aprecian entre el átomo de hidrógeno de un enlace polar, como N-H, O-H o F-H, y un átomo electronegativo que tenga 1 o más pares de electrones no enlazantes, como O, N o F, de otra molécula. Esta interacción se escribe como A-H...B. En una molécula el hidrógeno está enlazado a un átomo altamente electronegativo (A), tal como el nitrógeno, oxígeno o flúor y en la otra molécula también hay un átomo altamente electronegativo (B) con pares de electrones no enlazados. Observe que los átomos de O, N y F poseen al menos un par libre de electrones que hacen que haya una mayor  $\delta$  de carga negativa. Un caso típico es la molécula de agua. Lo mismo se observa en el amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) y en el fluoruro de hidrógeno (HF).<sup>31,49,53</sup>

b) Dipolo-dipolo inducido. En ciertas ocasiones, una molécula polar (dipolo), al estar próxima a otra no polar, induce en ésta un dipolo transitorio, produciendo una fuerza de atracción intermolecular llamada dipolo-dipolo inducido. Así, el agua cuya molécula es un dipolo, produce una pequeña polarización en la molécula no polar de oxígeno, la cual se transforma en un dipolo inducido. Esto hace que el oxígeno y el dióxido de carbono, que son no polares presenten cierta solubilidad en solventes polares, como el agua.<sup>31,49</sup>

c) Fuerzas de dispersión. ¿Podrá existir alguna fuerza entre moléculas no polares? La respuesta es sí, ya que existe la probabilidad de inducir un dipolo, la cual depende también de la polarizabilidad de la molécula, es decir, de la facilidad de distorsionar su nube electrónica. De esta manera pueden existir en estado líquido sustancias compuestas por moléculas apolares como en el benceno.<sup>49,63</sup>

Por ejemplo, en un átomo de helio, los electrones se mueven a cierta distancia del núcleo. En un instante cualquiera los átomos pueden tener un dipolo generado por las posiciones específicas de los electrones. Este dipolo se llama dipolo instantáneo, porque solo dura una pequeña fracción de segundo. En el siguiente instante los electrones están en otra posición y el átomo tiene un nuevo dipolo instantáneo y así sucesivamente. Este tipo de interacción produce fuerzas de dispersión, es decir, fuerzas de atracción que se generan por los dipolos temporales inducidos en los átomos o moléculas. Estas son fuerzas muy débiles

Las fuerzas de dispersión existen en todas las moléculas y son mayores a mayor masa molecular.<sup>31,49</sup>

Por ejemplo, las fuerzas de dispersión que unen moléculas de etano (gas) son muchos menores que las que unen las moléculas de decano (líquido).<sup>49</sup>

d) Ion-dipolo (fuerzas entre ion y dipolo). Los iones y dipolos se atraen entre sí por fuerzas electroestáticas llamadas ión-dipolo (que no son fuerzas de Van der Waals). La intensidad de esta interacción depende de la carga y tamaño del ión así como del tamaño de la molécula. La hidratación es un ejemplo de interacción ión-dipolo. En una disolución acuosa de NaCl los iones de Na<sup>+</sup> y Cl<sup>-</sup> están rodeados de moléculas de agua. Cuando se disuelve un compuesto iónico las moléculas de agua actúan como un aislante eléctrico que mantiene a los iones separados y en disolución. Por el contrario, el tetra cloruro de carbono (Cl<sub>4</sub>C), una molécula no polar, no puede disolver compuestos iónicos.<sup>31,49</sup>

#### **2.4. ¿Cómo varían la temperatura y la salinidad con la profundidad en el océano?**

La temperatura superficial del mar puede variar entre -2 °C y 32 °C según el sitio, pero a 200 m de profundidad ya sólo varía entre 0 °C y 15 °C, a 1000 m de profundidad entre 1 °C y 5 °C, y a grandes profundidades se mantiene en 2-1 °C. La presión crece casi linealmente a razón de unos 100 kPa cada 10 m, y la densidad, que a nivel del mar puede variar entre 1023 kg/m<sup>3</sup> y 1028 kg/m<sup>3</sup> dependiendo de la temperatura y salinidad del lugar, tiende a este último valor con la profundidad (a partir de 1000 m ya casi no varía). La salinidad, excepto en los 500 m más superficiales donde hay efectos locales (más o menos evaporación y precipitación, desembocaduras, hielos, etc.), también varía muy poco pues la estratificación es escasa, debido a las pequeñas variaciones de temperatura y a las corrientes marinas, siendo de 34,7 ± 0,1 g/kg en las profundidades oceánicas. La profundidad a la que penetra la luz en el mar depende del tipo de luz y del sensor. Para la región visible del espectro en su conjunto, suele considerarse que a partir de 50 m la fotosíntesis clorofílica ya no funciona, y que a partir de 500 m no se ve absolutamente nada (las tres capas que determinan estos dos límites se

denominan eufótica, oligofótica y afótica). La luz ultravioleta penetra bastante más, y la infrarroja casi nada (por eso se usaba una lámina de agua como filtro térmico en iluminación de experimentos con luz blanca).<sup>65</sup>

## **2.5. Tipos de agua**

### **2.5.1. Agua de Mar**

La salinidad de los océanos es ligeramente variable, pero la preparación de los diversos componentes es relativamente constante. Este hecho solo se cumple para aguas de mar abierto. Los estuarios y las zonas costeras poco profundas, sobre todo si se trata de costas habitadas, poseen concentraciones diferentes. El  $\text{Na}^+$  y el  $\text{Cl}^-$  forman por sí solos alrededor de 85% del total de los solutos; si se consideran los iones positivos  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$  y los cuatro negativos  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$  y  $\text{Br}^-$ , se llegan al 99%.<sup>24</sup>

En algunos países de clima cálido, como Israel y Kuwait, se obtiene agua dulce por destilación del agua del mar. No obstante, para la mayoría de las naciones, este procedimiento requiere mucha energía y en consecuencia mucho dinero. Debido a esto no podemos decir que el mar constituya una fuente de agua importante para el consumo del hombre, sin embargo, si constituye un inmenso almacén de muchas otras sustancias. Cada metro cúbico de agua de mar contiene 1.5 Kg de sustancias disueltas. Aunque la mayoría de las sustancias se encuentran en muy baja concentración, hay dos 7 sustancias importantes que se extraen comercialmente del agua del mar: el cloruro sódico (sal de mesa) y el magnesio.<sup>24</sup>

### **2.5.2. Agua de Rio**

Los ríos se identifican por una corriente unidireccional que lo recorre, la cual influye en las características del cauce y de los organismos que lo habitan, por lo general los ríos de montaña por su longitud y ubicación, son muy susceptibles en la parte baja a la influencia del entorno debido a áreas reducidas por diferentes actividades sobre la cuenca, una de las principales características de los ríos de montaña es la corriente que hace que el río varíe en forma continua desde su nacimiento hasta la desembocadura, por esta razón en un río se presenta secesión

natural que es una dinámica interna ligada a intervenciones antrópicas a lo largo del cauce. Dentro de los diferentes sustratos de un río se destaca el pedregoso localizándose en zonas turbulentas, otro tipo de sustrato es el arenoso localizadas en la parte bajas de los ríos donde la turbulencia son bajas, este tipo de sustrato son muy pobres de fauna bentónica debido a que es un medio relativamente inestable para su establecimiento, los organismos que habitan en este tipo de sustrato se identifican por adaptarse a concentraciones bajas de oxígeno disuelto. existen tres categorías de flujos en los ríos de montaña los cuales son: flujo de baja concentración que quiere decir que transporta sedimentos en partículas relativamente pequeñas en un cauce, la otra es flujo hiperconcentrado posteriormente todo lo contrario trasporta una gran cantidad de sedimentos en suspensión o de fondo y por último la lava torrencial que es la mezcla de agua, sedimentos y presentación de altas concentraciones de material solido debido a precipitaciones en el área entre otras. La calidad fisicoquímica de los ríos en las partes altas es normalmente buena, aguas claras y transparentes con un alto contenido de oxígeno pobre de nutrientes, baja conductividad y productividad primaria relativamente baja, a medida que un río se acerca al valle la temperatura cambia gradualmente debido a la acumulación de materia orgánica y a que el agua corre más lentamente.<sup>64</sup>

En general el agua de los ríos es “dulce” lo que implica que la concentración de minerales es inferior a 500 ppm. (la salinidad de agua de mar es de 35000 ppm) En el agua de los ríos se encuentran principalmente los iones positivos  $Ca^{2+}$  y  $Mg^{2+}$  y los iones negativos bicarbonato,  $HCO_3^-$  y sulfato,  $SO_4^{2-}$ . Además hay una considerable cantidad de silicatos.<sup>56</sup>

Algunos ejemplos de la concentración de los iones, en ppm, de algunos ríos.<sup>56</sup>

Ion	Hudson en Green Island	Mississippi en Baton Rouge	Colorado en Yuma	Columbia en los Dalles	Nilo Blanco en Khartoum	Amazonas en obides
$Ca^{2+}$	32	34	94	23	17.4	5.4
$Mg^{2+}$	4.9	7.8	30	6.2	5.2	0.5
Total de solidos disueltos	173	221	853	191	249	43

### 2.5.3. Agua de Lago

La definición de los lagos no este demasiado bien definido por lo tanto existe una enorme variación en la composición de sus aguas. Algunos lagos son famosos por la pureza y claridad de sus aguas. Otros, tienen un interés químico mucho mayor. Los lagos muy salados nos proporcionan algunas de las muestras más interesantes y más variadas de sustancias naturales. Existe, además, una gran cantidad de aguas subterráneas, cuya utilización aumenta constantemente para hacer frente a la creciente demanda. Su composición es más variable que la de las aguas superficiales. Además, estas aguas están expuestas a los problemas de contaminación de las aguas superficiales y a la contaminación adicional que proviene de mares y manantiales.<sup>47,56</sup>

Ejemplo de la composición de algunos ríos en ppm.<sup>47</sup>

Ion	Ponds en Bad, Death Valley (California)	Lago Pyramid (Nevada)	Great Salt lake (Utah)
Ca <sup>2+</sup>	1230	10	330
Mg <sup>2+</sup>	148	113	5620

### 2.5.4. Agua de Cuenca

Es el espacio de territorio delimitado por la línea divisoria de las aguas, conformado por un sistema hídrico que conducen sus aguas a un río principal, a un río muy grande, a un lago o a un mar. Este es un ámbito tridimensional que integra las interacciones entre la cobertura sobre el terreno, las profundidades del suelo y el entorno de la línea divisoria de las aguas.<sup>67</sup>

También existen otras consideraciones acerca de las cuencas hidrográficas, el medio o el ecosistema en la que se encuentran, establecen una condición natural, así tenemos, las cuencas áridas, cuencas tropicales, cuencas húmedas y cuencas frías.<sup>67</sup>

Las temperaturas medias del agua superficial de las lagunas muestran diferencias entre verano e invierno superiores a 10°C en los tres grupos de lagunas, siendo



más acusadas en Palencia (14.4°C) y menos en Coca-Olmedo (10.7°C). Este nivel de variación térmica es propio de lagunas de la submeseta norte peninsular. Los valores de pH de los tres grupos de lagunas son significativamente diferentes, variando desde el extremo de lagunas ácidas del páramo de Palencia, con valores medios de 5.9 (Campillo) a 7.0 (En medió), hasta las lagunas alcalinas de Coca-Olmedo donde las medias se aproximan a 10 en la de Las Eras (9.9) o son superiores como en Bodón Blanco (10.1).<sup>66</sup>

### **2.5.5. Agua de pantano**

Las agua que permiten la formación los pantanos, corresponde a las aguas subterráneas y acuíferos, aportando mayor cantidad de agua durante la época de lluvia, saturando la superficie del pantano, está a su vez recibe aguas por infiltración de las áreas cultivadas en el valle las infiltraciones que se producen de la red de los canales de riego, del riego de parques jardines y por ultimo por precipitación, siendo este un aporte muy bajo.

Ejemplo de pantano: el agua de los pantanos de valle de Lima es del tipo salabre, con una salinidad variable, siendo mayor próximo al litoral marino, la concentración de sales registrada es de 11 a 60 ppm. El color del agua varía desde pardo claro hasta obscuro, con una gran abundancia de materia orgánica en descomposición. El ph fluctúa entre 6 y 8.5. La contaminación de las aguas se debe principalmente a la presencia de aguas servidas transportadas a través de canales laterales y que van a dar a los cuerpos de agua mayores.<sup>67</sup>

### **2.5.6. Agua Gorda**

Son aguas extraídas de pozos cavados en tierra y viene como una solución bastante compleja, en cuya composición aparecen disueltas muchas sales ionizadas. Es muy recurrente oír este término “agua gorda” en relaciones cercanas al mar. Es agua salada, mas no es agua de mar.<sup>62</sup>

### **2.5.7. Agua de manantial**

Los manantiales varían enormemente en su morfología y caudal, dependiendo en gran medida de las características hidrogeológicas del acuífero parental, así pueden consistir en pequeñas filtraciones en las llanuras aluviales de grandes ríos, o en grandades que pueden llegar a rendir mas de  $50\text{m}^3/\text{s}$  (ejemplo, surgencia de Dumanli, Turquía), las características físico químicas de los manantiales depende la de geología del acuífero y del tiempo de residencia del agua en el mismo. Cuando más tiempo tarde en viajar el agua desde la zona de recarga hasta la surgencia, mayor será la carga mineral. Además, aquellos manantiales alimentados por acuíferos regionales tienen una menor variabilidad en las condiciones físico químicas del agua y no se secan en periodos de estiajes, en oposición a los que se encuentran alimentados por acuíferos locales y pequeños. Una de las clasificaciones de manantiales más utilizada por los limnólogos en la propuesta por Steinman (1915), quien desarrollo una patología basándose en las patrones de flujos del agua. Así tenemos las siguientes tipologías: 1. Manantiales limnocrenos: el punto de descarga de la surgencia se encuentra en la base de un lago o pozo. 2. Mantiales reocrenos: las surgencias forma inmediatamente un río es cuanto el agua sale a la superficie. 3. Manantiales helocrenos: la surgencia del agua se produce de una manera difusa, llegándose a formar una humedad que luego puede dar origen a un arroyo o río.<sup>68</sup>

### **2.5.8. Agua Potable**

Agua natural de río o lago que después de ser tratada físicamente mediante procesos de sedimentación de partículas de gran tamaño (con sedimentadores y tanque de almacenamiento) y sometidos a tratamientos químicos para flocular y eliminar iones, sodios, microorganismos e impurezas etc., se disponen en los acueductos para el consumo humano, es decir se hace potable.<sup>62</sup>

### **2.5.9. Glaciares**

Un glaciar es una masa de hielo que transforma agua sólida (nieve, granizo o escarcha) en hielo y la restituye en forma de vapor (por evaporación o sublimación)

o en forma líquida (agua escurrida por el torrente emisario). La relación entre estas ganancias y pérdidas de masa se conoce como el balance de masa de un glaciar.<sup>17</sup>

## **2.6. Clasificación del agua según su dureza**

De acuerdo a la concentración de carbonatos y magnesio contenidos en el agua esta puede clasificarse.

### **2.6.1. Agua Dura**

El término dureza del agua se refiere a la cantidad de sales de calcio y magnesio disueltas en ella. Estos minerales tienen su origen en las formaciones rocosas calcáreas y pueden ser encontradas, en mayor o menor grado, en la mayoría de las aguas naturales. A veces se da como límite para denominar a un agua como dura una dureza superior a 120mg CaCO<sub>3</sub>/L.

### **2.6.2. Agua blanda**

Es el agua que casi no contiene sales minerales, como calcio y magnesio y la concentración de cloruro de sodio es mínima.

### **2.6.3. Dureza permanente y temporal**

La dureza del agua tiene una distinción compartida entre dureza temporal (o de carbonatos) y dureza permanente (o de no-carbonatos).

### **2.6.4. Dureza Temporal**

La dureza que se debe a los bicarbonatos carbonatos de calcio y magnesio se denomina dureza temporal y puede eliminarse por ebullición, que al mismo tiempo esteriliza el agua.

### **2.6.5. Dureza permanente**

La dureza residual se conoce como dureza no carbónica o permanente. La dureza permanente no puede ser eliminada al hervir el agua, es usualmente causada por la presencia del sulfato de calcio y magnesio y/o cloruro en el agua, que son mas solubles mientras sube la temperatura hasta cierto valor, luego la solubilidad disminuye con forme aumenta la temperatura. Puede ser eliminado utilizando el método SODA (Sulfato de Sodio) .<sup>56</sup>

### **2.6.6. El agua: ¿cómo adquiere la dureza?**

El agua adquiere la dureza cuando pasa a través de las formaciones geológicas que contienen los elementos minerales que las producen y por su poder solvente los disuelve e incorpora. El agua adquiere el poder solvente, debido a las condiciones acidas que se desarrollan a su paso por la capa de suelo, donde la acción de las bacterias genera  $\text{CO}_2$  el cual existe un equilibrio con el acido carbónico. En estas condiciones de PH bajo, el agua ataca las rocas, particularmente a la calcita ( $\text{CaCO}_3$ ) entrando los compuestos en solución.

El carbonato calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) es el carbonato más importante, que se presenta en la naturaleza como caliza, mármol y, en estado puro, como calcita. El  $\text{CaCO}_3$ , se produce como precipitado difícilmente soluble al pasar  $\text{CO}_2$  a través de una disolución de hidróxido de calcio, así como durante el fraguado del mortero de cal, que es una mezcla de arena, cal apagada [ $\text{CaCOH}_2$ ] y agua.<sup>56</sup>

## **III. EL AGUA COMO AGENTE TERAPÉUTICO**

### **3.1. Historia**

La Historia del agua como agente terapéutico nos hace remontar a las antiguas tribus que habitaban en las cavernas. Sin ningún tipo de conocimiento, tan solo por la capacidad de observación que tiene el hombre, consiguieron iniciar una técnica terapéutica que se mantiene vigente hoy en día. Los animales heridos o enfermos se acercaban a manantiales de agua que estaba caliente o que tenía un sabor u

olor distinto a lo normal y se curaban o mejoraban notablemente. El hombre se dio cuenta, y pensó que eso se debía a que el agua era un elemento sagrado y comenzó a adorarla como objeto de culto. La enfermedad era considerada un castigo por ofender a su Dios, que mandaba un espíritu maligno que se introducía en el cuerpo del ofensor enfermándolo. El ritual para curar era por medio de la ingesta de agua procedente de los abismos de la tierra. El agua como símbolo de pureza en el diluvio mandado por Dios para purificar la tierra, el bautismo que limpia el pecado original, los hindúes que creían que la vida surgía del agua y se nacía puro y limpio.<sup>36</sup>

El agua etapa empírica: En la que el espíritu de observación y la experimentación permite el avance en el uso terapéutico del agua.

**Creta:** La nobleza minoica en el palacio de Knossos (2000 a.c.), disponía de bañeras que se llenaban y vaciaban mediante tuberías verticales de piedra.

**Antiguo Egipto:** Hacia el año de 1500a.c. las casas de los aristócratas contaban con baños con agua fría y caliente y el baño completo formaba parte de sus ceremonias religiosas.

**Grecia:** En la antigua Grecia muchas fuentes fueron transformadas en santuarios, como los griegos de Cos, Corinto Epidauro y Pergamo que se convirtieron también en importantes centros médicos. Ya entonces se le conocieron a las aguas minerales sus efectos terapéuticos: Hipócrates (460-377a.c.), los amplios en el tratamiento de diversas afecciones; su obra "De las aguas los aires y los lugares". Pero solo los sacerdotes de los templos los que realizaron las prácticas termales.

**Roma:** El culto a las aguas se consolidó durante la época romana, influido por el gran impulso dado a la edificación de las termas. Casi todas las ciudades disponían de un establecimiento público, llegando a alcanzar, estas instalaciones una capacidad de hasta 3000 personas, como las termas de Caracalla.<sup>14</sup>

Miles de ejemplos de culturas antiguas y no tan antiguas en las que el agua ha sido un elemento vital en su desarrollo histórico.<sup>7,36</sup> Independiente de la cultura, el agua fue y es un elemento esencial y de atracción y culto, resalta que en especial los romanos valiéndose del agua además de obras hidráulicas, baños, fuentes termales<sup>16</sup> y de saneamiento construyeron numerosos centros de salud.<sup>36</sup>

A continuación se menciona a los precursores de la hidroterapia, como fue su inicio y como ellos empezaron con estas técnicas hoy usadas.

### **3.1.1. Vicente Priessnitz (1799-1851)**

Con curiosidad vio como el ciervo introducía el miembro herido dentro del agua para después huir cojeando por el bosque. Día tras día observó al cervatillo que bañaba su pata en el agua hasta que fue visible la mejora y luego la total curación. Nunca olvidó ese episodio, del cual obtuvo la revelación del valor de los agentes naturales de salud. Tuvo que dedicarse a labrar la tierra y de pronto, su destino cambió totalmente: sufrió un grave accidente en el que fue pisoteado por unos caballos, y la rueda de la carreta le pasó por encima. Los médicos lo condenaron a no trabajar nunca más, pero él decidió prescindir de toda ayuda extraña. El mismo sería el reconstructor de su salud o moriría en el esfuerzo. Recordando al ciervo herido que se había curado con el agua, adoptó una dieta rígida y frutal, buscó reposo y bebió agua en abundancia. Un año después pudo reanudar sus ocupaciones en el campo. Así fue como de su propia experiencia, Priessnitz ahondó en la aplicación del agua en los numerosos enfermos que llegaron a pedirle consejos sobre su salud. Comenzó con agua fría unos trapos y una esponja, con el tiempo perfeccionó su método, que pronto incluiría lociones, afusiones, duchas, baños, envolturas húmedas o compresas, ejercicios al aire libre y alimentación sencilla y fortificante. Con su talento estableció normas y formuló principios los cuales nos guían hasta ahora en el uso del agua fría, comprobó, por ejemplo: una de las premisas más importantes en relación con el uso de agua fría. “En ciertas condiciones el agua fría produce calor,” y determinó que “cuando se emplea agua fría, no es el frío lo que cura, sino al contrario, el calor producido por la reacción contra el frío”.<sup>41</sup> Por eso dio importancia a la necesidad de acumular previamente calor en el cuerpo para que este pueda reaccionar con el agua fría.

Hacia 1840 Priessnitz había construido un sanatorio que con el paso del tiempo, creció y se hizo famoso al mismo tiempo que su fundador y director. Se calcula que en los 25 años que dirigió personalmente su casa de salud, Priessnitz atendió a

mas de 40 mil enfermos, de los cuales solo 45 murieron, posiblemente porque fueron recibidos en estado muy grave.

*“Cuando los enfermos se quejaban de violentos dolores en alguna parte de su cuerpo los flotaba con mis manos húmedas y la mayoría de las veces se aliviaban, como en muchos casos el procedimiento era largo, acudí a mi pensamiento la idea de un pequeño salto de agua que había visto en el bosque, sin pensarlo más lleve ahí a un enfermos y observe lo que ocurría mientras el chorro caía sobre la parte dolorida, el método dio excelentes resultados y coloque una artificial”.*

El elaborado sistema de Priessnitz incluía diferentes aplicaciones de agua fría sobre el cuerpo en baños, afusiones, lavados, envolturas y lociones, el objetivo fundamental siempre fue lograr que el organismo reaccionara ante el frío del agua produciendo calor. Por esta razón nunca consideró que el agua tuviera propiedades curativas en si misma sino como agente transmisor de frío para provocar la reacción de la piel. En esto escriba su contribución más importante al desarrollo de la hidroterapia dentro de la medicina natural.<sup>11</sup>

### **3.1.2. Sebastián Kneipp (1821-1897)**

El abate samaritano, así se le conoció a Kneipp, cuenta al respecto que había perdido toda esperanza y veía acercarse, con resignación – *“mi hora postreta pero un día – dice – fui con uno de mis condiscipulos a la biblioteca, no con afán de leer, pues era incapaz de ello. Como no sabía que libro pedir, me entregaron un catálogo. Lo hojeé con mano negligente y mis ojos toparon fortuitamente con un título: **Instrucción sobre la eficacia del empleo del agua fresca**, escrito por Segismundo Hahn en 1754”.*<sup>41</sup>

Con esta información en las manos no dudó en salir del seminario un día, a hurtadillas, para ir a sumergirse en las heladas aguas del Danubio. A pesar de su proceder discreto, la noticia de su curación sorprendió a cuantos lo conocían. Sano ya. Continuó sus estudios y a los 31 años de edad recibió las órdenes sacerdotales. A partir de su propia experiencia, una y otra vez ayudó a quien se le acercaba. El modesto cura de aldea fue extendiendo su influencia propagando sus

ideas y valorizando sus métodos con gran rapidez. En el año de 1891 por ejemplo curó a 150 enfermos desahuciados. .<sup>67</sup>

*“Me he formado en la escuela de la experiencia – decía Kneipp – y poco debo a libros, no habiendo leído otros sobre hidroterapia que el de Hahn”.*

Su método persigue un triple objetivo: remover las sustancias morbosas, eliminarlas del cuerpo y fortificar el organismo. Con el agua sigue la ley biológica que señala que las excitaciones breves estimulan la actividad vital mientras que las prolongadas las retarda. La emplea en forma simple, fácil e inofensiva. *“A más fría el agua – enseña – más breve debe ser la aplicación, mientras más calor tenga el cuerpo, mas energía será la reacción”* .<sup>67</sup>

Los métodos más importantes utilizados por Kneipp pueden resumirse en andar descalzo sobre la hierba húmeda de rocío, sobre piedras húmedas, con los pies sumergidos en un arroyo y aun sobre la nieve recién caída. Sistematizó el uso del agua como agente de salud, en lavados con paños o esponjas húmedas, baños parciales y locales con agua fría, afusiones, chorros y riegos, envolturas y baños de vapor con objetivos y métodos diversos. También utilizó las hierbas en tisanas y tinturas recomendándolas según sus diferentes propiedades.

Una vez agotadas sus reservas vitales, murió a los 76 años a consecuencia de un tumor que le oprimía la vejiga; después de 3 largos meses de lucha por normalizar su organismo.<sup>11</sup>

En el siglo XX, la hidroterapia se consolidó como arma terapéutica siendo integrada en los servicios de rehabilitación de los hospitales.<sup>67</sup>

### **3.2. Objetivos generales del uso de la hidroterapia**

Los objetivos de la hidroterapia se establece de acuerdo con la problemática que se este tratando que podría ser la recuperación de las capacidades del cuerpo del caballo o de cualquiera de sus patas, para la realización del movimiento normal. Ejemplo aumentar la movilidad de las articulaciones, incrementar y mantener la



fuerza, disminuir el dolor, el espasmo muscular y la inflamación, favorecer la curación de lesiones en tejidos blandos, (músculos tendones, ligamentos, bursas y fascias), evitar la formación de contracturas y deformidades y disminuir la alteración de la marcha.<sup>20</sup>

#### **IV. TALASOTERAPIA**

Vitalidad del mar, “*Talos*” procede de la raíz griega “*thalasia*” que significa mar. Por tanto, la talasoterapia es el tratamiento que utiliza el agua de mar<sup>34</sup> lodos marinos, algas, arena y clima marino,<sup>46</sup> con fines terapéuticos y, en concreto, determinados componentes para el tratamiento de la piel.<sup>34</sup>

##### **4.1. Resumen Histórico**

Esta técnica se ha empleado desde la antigüedad. Ya Homero destacaba en sus obras la acción fortificante que los baños merinos ejercían sobre sus héroes. Muchos médicos famosos de la edad antigua hacían patente la acción revitalizadora e incluso curativa del agua de mar. Durante la edad media sufrió un retroceso, como la balneoterapia en general, pero con el renacimiento recobraron el prestigio perdido. A medida del siglo XVIII, apareció la primera obra sobre talasoterapia, que escribió el médico de origen inglés Russell, bajo el título “Sobre el uso del agua de mar en las enfermedades de las glándulas” (*On the use of sea water in the diseases of the glands*, Londres, 1760) de gran difusión por todo el continente europeo.<sup>57</sup>

##### **4.1.1. Rene Quinton**

A él se le conoce como el padre de la talasoterapia moderna, formuló su ley de la constancia térmica que dice: “*La vida apareció en la tierra cuando las condiciones térmicas alcanzaron los 43 °C*”. La mayoría de las especies han perdido la capacidad de conservar esta temperatura basal, ideal para la vida: dichas especies se hallan en vía de degeneración. En cambio algunas especies (mamíferos, aves), la han conservado y gracias a la evolución, han adquirido la capacidad de mantener la temperatura interna de su cuerpo.<sup>33,57</sup>

La idea de Quinton era que los animales que habían sabido adaptar su cuerpo para que conserve la temperatura de su medio original, se habían adaptado también, en general para que conservara la misma concentración salina.<sup>33</sup>

Un perro llamado *Sodium* (de 10 kilogramos de peso) le sirvió de conejillo en sus experimentos. En un primer estadio, le extrajo 425 g de sangre, que sustituyó por 532 g de agua de mar isotónica. Poco después *Sodium* manifestó síntomas inquietantes, pero 4 días más tarde devoró 400 g de carne de un tirón. Animado por el éxito Quinton decidió ir un poco más lejos. Sometió a *Sodium* a una perfusión y le inyectó 10 litros de agua de mar isotónica en 12 horas, lo que equivaldría a inyectarle a un ser humano su peso en suero fisiológico. *Sodium* orinó más de 9 litros y cojeó durante un rato, pero luego reemprendió su actividad normal, la demostración estaba hecha; el agua de mar es idéntica por su composición química, al líquido fisiológico de los seres humanos.

En 1904 publica su primer obra: “El agua de mar, medio orgánico, subtítulo, Constancia del ambiente original como medio vital de las células a través de la serie animal” (*Léua de mer, milieu organique*, subtítulo, *Constance du milieu originel comme milieu vital des cellules á travers la serie animale*).<sup>33</sup>

Y en 1907, el agua de mar isotónica de Quinton se ponía a disposición del cuerpo médico.<sup>33</sup> Cabe destacar también que a principios de este siglo se constituyó en Francia la “Asociación Internacional de Talasoterapia”. Posteriormente, se han creado diversas sociedades de este tipo en otros países y han proliferado los centros talasoterapicos, sobre todo en Francia, Bélgica, Holanda, Alemania.<sup>57</sup>

## 4.2. El agua de mar

El primer factor de importancia que interviene en la talasoterapia es el agua de mar. Posee las siguientes características:

- ✓ **Características organolépticas.** El color varía entre el verde al azul, y dependerá de la naturaleza de los fondos, de la profundidad, del contenido en microorganismos o del color del cielo, tiene un sabor salado y amargo

característico, un olor penetrante y peculiar, cuando existe marea baja, debido a la descomposición de algas.

- ✓ **Temperatura.** Depende fundamentalmente de la latitud; así en la zona polar es de 0 a 4 °C, en la zona tropical de 25 a 30 °C, en el océano Atlántico, de 14 a 20 °C, o en el mar Mediterráneo de 18 a 24 °C.
- ✓ **Densidad específica.** Entre 1.028 y 1.032, similar al plasma sanguíneo. Ligeramente alcalino, con un pH, de 7.95 a 8.35.
- ✓ **Salinidad.** La media es de 35 gramos por litro, aunque varía levemente de unos mares a otros (Mediterráneo 37.7, Atlántico 34.7).
- ✓ **Composición química.** Contiene prácticamente todos los elementos químicos. Los iones cloruro y sodio son los constituyentes fundamentales del agua de mar y se encuentran en forma de cloruro de sodio, representando el 80% de las sales en disolución.<sup>27</sup> Le siguen en importancia los sulfatos, bicarbonatos, magnesio calcio, potasio, bromo, boro y flúor. Y finalmente 29 oligoelementos, siendo el silicio el más abundante.<sup>46,57</sup>
- ✓ **Gases.** Todos los gases atmosféricos se encuentran en el agua de mar, siendo los más abundantes el nitrógeno, el oxígeno y el dióxido de carbono. Los gases nobles (Argón, Krypton, Xenon, Neón y Helio) también están presentes en pequeñas cantidades.<sup>46</sup>

### 4.3. Beneficios específicos del agua de mar

El agua marina contiene un gran número de minerales y oligoelementos valiosos que desempeñan funciones importantes en las células de nuestro organismo.

Estos estimulan la regeneración celular, favorecen la eliminación de toxinas y aumentan la irrigación, vitalizando todo el organismo. Las sales y los oligoelementos del agua marina también refuerzan el sistema inmunológico. La inhalación del agua marina estimula la limpieza de las mucosas de la nariz, la boca, la faringe y los bronquios. Las inflamaciones se curan más rápidamente, los baños con agua marina también refuerzan las defensas de la piel, los eccemas y los granos pueden tratarse de forma suave así también la psoriasis o la neurodermatitis y la celulitis y sin efectos secundario y el aspecto general de la piel mejora. Puede utilizar también el agua de mar para problemas de circulación

venosa, molestias menstruales, estrés, tensiones musculares, y como emplasto para el hígado para estimular el metabolismo.<sup>34</sup>

## V. CRENOTERAPIA O AGUA MINEROMEDICINALES

El agua mineromedicinal (MM) es un agente terapéutico caracterizado por su contenido en minerales oligoelementos y otros componentes, y por su pureza de origen.

Desde el punto de vista físico-químico, las aguas MM se pueden definir como una fase heterogénea formada por una suspensión de sustancias orgánicas e inorgánicas cuyo disolvente es el agua.<sup>33</sup>

### 5.1. Tipos de Agua Mineromedicinales

El agua MM es el factor esencial de la cura balnearia por los siguientes caracteres:

- ◆ Son soluciones naturales
- ◆ De difícil reproducción artificial
- ◆ Dotadas de propiedades peculiares
- ◆ Constantes en composición
- ◆ Utilizables para fines terapéuticos
- ◆ Declaradas de utilidad pública por los organismos competentes

Atendiendo a sus principales características físicas y químicas, se pueden establecer las siguientes clasificaciones.<sup>41</sup>

- Según las características físicas

#### ***Temperatura de emergencia***

1. Frías (menor a 20 °C)
2. Termales
  - a) Hipotermales (20-30 °C)
  - b) Mesotermales (30-40 °C)
  - c) Hipertermales (mayor 40 °C)

#### ***Presión osmótica***

1. Hipotónicas (menor 325 mmoles/L)

2. Isotónicas (325 mmoles/L)
3. Hipertónicas (mayor 325mmoles/L)

- Según las características químicas

Hay que hablar de la concentración total expresado como residuo seco (RS) a 180 °C.

1. Aguas minerales (RS mayor 1g/L)
2. Aguas oligometálicas (RS menor 1g/L)
3. Aguas de mineralización débil (RS menor 0,2g/L)
4. Aguas de mineralización mediana (0,2 menor RS menor 1g/1)

- Según los tipos de componentes químicos

Esta clasificación es la que permite aproximarse al origen de las aguas e indicar las aplicaciones terapéuticas previsibles, por lo que suele ser la más conocida.<sup>27</sup>

1. **Agua clorurada sódicas.** En aplicaciones tópicas se puede emplear como estimulante de las funciones orgánicas y metabólicas en la rehabilitación de procesos reumatológicos, traumatológicos y ortopédicos, y en afecciones del sistema nervioso. Sobre la piel, las aguas de mineralización alta se comportan como antiinflamatorias y antisépticas, estimulando la cicatrización y la reparación tisular. Un tipo especial de aplicación son las aguas madres, procedentes de la evaporación de estas aguas y que poseen un efecto altamente remineralizante.<sup>27</sup>
2. **Aguas carbogaseosas.** En balneación destacan por producir un potente efecto vasodilatador arterial distal favoreciendo la circulación local, por lo que están indicadas en la rehabilitación de vasculopatía periférica.<sup>27</sup>
3. **Aguas Sulfatadas.** Se caracteriza por la presencia de azufre en estado reducido y parcialmente almacenado en estado gaseoso que provoca el olor característico a huevo podrido. La presencia de hidrógeno sulfurado les proporciona un importante interés terapéutico ya que participa en múltiples procesos de oxido-reducción a nivel metabólico. Por vía tópica se emplean como antiinflamatorias,

antiseborreicas e inmunorreguladoras en dermatosis (eczemas, psoriasis) por sus propiedades antibacterianas, tróficas y mucorreguladoras a nivel de las mucosas respiratorias se usan en enfermedades inflamatorias otorrinolaringológicas y de las vías respiratorias. Por su efecto sobre el cartílago se emplea en procesos reumáticos y por su efecto antioxidante metabólico como anti envejecimiento.<sup>14,17</sup>

4. **Aguas ferroginosas.** Contiene ion ferroso que activa la eritropoyesis y las enzimas oxidantes por lo que se emplean en la anemia ferropenia y el hipotiroidismo. Cuando contienen otros factores mineralizaste como el arsénico se utilizan en afecciones cutáneas como eczemas, psoriasis, con frecuencia también poseen cobre, magnesio, cobalto.<sup>14</sup>
5. **Aguas radiactivas.** Se caracterizan por la presencia de gas radón que produce efecto analgésico, sedante y regulador del sistema neurovegetativo. Se emplean en procesos que cursan con dolor, en procesos reumáticos, trastornos neuróticos, dermatopatias y alergias.<sup>39</sup>
6. **Aguas mineromedicinales hipertermales.** Que se caracterizan cuando se administran por vía tópica, por sus importantes efectos vasodilatadores, analgésicos, sedantes y relajantes, por lo que están indicados en procesos reumatológicos, traumatológicos y ortopédicos.<sup>46</sup>

## VI. BALNEOTERAPIA

La balneoterapia es un conjunto de terapias o tratamientos destinados a la promoción y conservación de la salud que se realizan en un balneario o centro termal. La balneoterapia utiliza el agua como agente terapéutico principal disminuyendo estrés, sedando, relajando músculos y articulaciones y contribuyendo al bienestar general y la salud del paciente.<sup>5</sup>

Los conocimientos básicos para la hidroterapia se dividen en varios puntos:

- 1) Principios físicos del agua (hidrostática/hidrodinámica) y su aplicación al tratamiento
- 2) Las principales técnicas usadas

- 3) Los diferentes efectos sobre el organismo
- 4) Reacciones específicas en el organismo
- 5) Acciones inespecíficas en el organismo

### 6.1. Principios físicos del agua

A lo largo de tratar a un paciente en una piscina hay que tener claros los principios hidrostáticos e hidrodinámicos pues son los que sustentan cada actividad y cada ejercicio.<sup>5</sup>

**Flotabilidad.** O fuerza de empuje hacia arriba que realiza el agua sobre el animal hace que se produzca un aparente descenso del peso y que se cree un entorno de gravedad reducida.<sup>30</sup> Un efecto obvio inmediato de la inmersión en el agua, es decir, la reducción aparente en el peso que se transmite a nuestras extremidades inferiores.<sup>15</sup> Este entorno disminuye las fuerzas traumáticas en las articulaciones, lo que permite una intervención más precoz y una recuperación más rápida.<sup>30</sup> La fuerza de la gravedad atrae la masa corporal hacia abajo y el efecto resultante es nuestra percepción del peso.<sup>5,11</sup> Según el principio de Arquímedes, cuando un cuerpo se sumerge parcial o totalmente en un líquido experimental un empuje hacia arriba igual al peso del líquido desplazado.<sup>5,7</sup>

**Presión hidrostática.** La presión hidrostática del líquido es directamente proporcional a la profundidad de la inmersión<sup>10</sup> y proporciona una presión constante que alivia el dolor y el edema.<sup>11,66</sup>

**Viscosidad.** Una medida de la resistencia causada por la cohesión de las moléculas del agua, proporciona una resistencia que fortalece la musculatura y mejora el RDM activo. La viscosidad también ayuda a estabilizar la posición del paciente reduciendo su ansiedad.<sup>7,11,66</sup>

**Tensión superficial.** La resistencia al movimiento<sup>3</sup> es ligeramente mayor en la superficie del agua debido a la tensión superficial, lo que hace que el movimiento sea más difícil para el animal cuando saca la extremidad del agua.<sup>50,66</sup>

Por ejemplo las gotas del rocío en la flor, una membrana líquida retiene el líquido en su interior, es decir su equilibrio su peso, la tensión superficial se ejerce con igual

intensidad en todos los sentidos. Refiriéndonos al cuerpo dentro del agua la tensión superficial actúa como una sensación al movimiento cuando una extremidad es sumergida parcialmente, esta tensión superficial rompe con el movimiento, los ejercicios pueden tonarse más difíciles cuando los llevamos a cabo sobre la superficie. Es más fácil movilizar horizontalmente un miembro totalmente sumergido que si solo está parcialmente, puesto que para realizar el movimiento deberá romper la película de resistencia<sup>50</sup>

**Densidad y densidad relativa.** La densidad (relación entre la masa de un objeto y su volumen) y la densidad relativa (DR) ( que permite comparar la densidad de sustancias diferentes tomando como R de referencia la del igual, que es igual a 1) son 2 factores importantes en relación con el principio de Arquímedes, si un objeto se introduce en el agua y queda un equilibrio en una posición en la que su peso es neutralizado por el empuje hacia arriba y parte de, el permanece por encima de la superficie del agua, su DR es mayor de 1. Estos factores son aplicables al cuerpo humano, pero como cada uno tiene una constitución diferente, es decir tenemos un porcentaje distinto de grasa (menos densa) y musculo (más denso), algunas personas flotan mejor que otras .Las diferentes zonas del cuerpo tienen DR distinto, en el tórax están los pulmones, que disminuyen la DR global, las extremidades inferiores suelen ser más musculosas lo que aumenta la DR.<sup>50</sup>

Esto significa que las extremidades inferiores suelen flotar en el artoplasma de cadera o de rodilla. Estos pacientes se moverán con la facilidad en la piscina, y podrán realizar una marcha alternante antes de lo que sería posible en seco. Si la piscina tiene diferentes profundidades la carga a la que se someten las extremidades inferiores se podrán aumentar de una forma controlada. Además, el riesgo y el temor a las caídas disminuyen en gracias al apoyo que proporciona el agua, lo cual mejora notablemente la confianza.<sup>5,10</sup>

**Acciones percutorías.** Producidas por la proyección de agua sobre una zona corporal. La presión actúa como un estímulo mecánico que puede guardarse, es el caso de las duchas y chorros.<sup>60</sup>

**Agitación del agua.** Movilización del agua de baño, tanque o piscina mediante la inyección de aire o mediante la producción de corrientes de agua por medio de



turbinas. La agitación creada en el baño actúa como una fuente de estimulación, lo que explica su acción sedante y analgésica.<sup>60</sup>

## 6.2. Principales técnicas usadas

Antes de realizar la descripción de la misma hay que señalar que la mayoría de las aplicaciones pueden ser totales y locales o parciales. En algunos casos el resultado del tratamiento dependerá de la temperatura del agua, en otros casos de la presión de la aplicación, de ambas combinadas o de la combinación que se puede hacer con alguna otra técnica.<sup>32</sup>

1. **Baño simple, general o total.** En este caso hablamos del baño normal o simple que puede realizarse tanto en una bañera como en un tanque o una piscina.<sup>7,32</sup>
2. **Baños de vapor.** Para este tipo de baño se emplea el vapor del agua hirviendo o las decocciones de plantas medicinales, pueden realizarse aplicaciones locales o totales.<sup>32</sup>
3. **Ducha babosa.** En este tipo de ducha la presión del agua es muy baja, buscando que el agua caiga uniformemente sobre la zona de tratamiento.<sup>32</sup>
4. **Ducha de lluvia.** El tipo de dispersor utilizado en este caso sería el de una ducha convencional, con orificios de 1mm de diámetro y una presión que no supera 1 Kg/cm<sup>2</sup>.<sup>32</sup>
5. **Ducha filiforme.** En este caso la presión de salida del agua es elevada, oscilando entre 6 y 15 Kg/cm<sup>2</sup>, con un número elevado de orificios de un diámetro de 0.5 mm.<sup>7,32</sup>
6. **Chorros de presión.** Se realiza a una presión de 1 a 3 atmósferas, proyectándose sobre el paciente a una distancia de 3 a 4 metros y normalmente de espalda, de esta forma al efecto térmico del agua se le añade un efecto mecánico de fuerte presión o masaje.<sup>11,32,36</sup>
7. **Ducha escocesa de contraste.** En este tipo de aplicación lo que hace es una ducha normal, pero alternando agua fría, tibia y caliente, comenzando con la aplicación de agua a una temperatura indiferente, que se va aumentando hasta llegar a 37° a 40 °C, seguida de agua fría/tibia a 20° a 25 °C.<sup>16,32</sup>

8. **Ducha o chorro subacuático.** Tal y como ya se indicó, se denomina de una forma u otra en función de la forma de emisión del agua. Esta se realizará con el paciente en el interior de una bañera o con solo la zona de tratamiento sumergida. La temperatura del agua estará entre indiferentes a caliente, de 36° a 39 °C, proyectado sobre la zona que queremos tratar el chorro de agua a través de una manguera, en la que en función de la presión que nos interese utilizar, se aplican difusores de diferentes diámetros. La técnica consiste en situar la manguera a una distancia de entre 10 y 20 cm de la zona que se va a tratar, desplazándola lentamente con movimientos circulares o longitudinales, evitando la proyección sobre genitales.<sup>7,16,32</sup>
9. **Baños parciales.** En los baños parciales los efectos térmicos y mecánicos son más intensos en las zonas tratadas, pero las respuestas a distancia e incluso generales son mucho menos intensas, por lo que existe siempre una menor capacidad de respuesta orgánica.<sup>7</sup>
10. **Natación.** Es una actividad acuática creativa y educativa, con fines higiénicos preventivos, con excelentes beneficios en cuanto a la coordinación, es un deporte de base completo una vez que se domine el medio acuático.<sup>11,20,51,66</sup>
11. **Aquagym.** Es una activada complementaria de las diversas disciplinas acuáticas, el programa se basa en transportar las actividades físicas terrestres a las acuáticas, dirigido a todo tipo de personas sanas o con algún tipo de alteraciones.<sup>51</sup>
12. **Aquaerobic.** Este programa es un conjunto de actividades aeróbicas realizadas en el agua, a veces acompañadas por música, a veces utilizan un *step* o *acuastep*, para los ejercicio, se adapta a todas, inclusive a las personas que le son verdades los ejercicios terrestres.<sup>51</sup>
13. **Aquafitness.** Programa destinado a mantener la salud y la imagen, promoviendo el vigor diario, sin excesiva fatiga apunta a la resistencia aeróbica, resistencia, flexibilidad.<sup>51</sup>
14. **Aquatred.** Es un caminador estacionario sumergido, el caballo es parcialmente sumergido en una piscina angosta de fibra de vidrio, con sus extremidades en un caminador estacionario, El caminador estacionario es encendido haciendo que el caballo mueva contra la corriente de agua.<sup>20</sup>

15. **Baños en sal de Epson.** Con Sulfato de magnesio.<sup>16</sup>

16. **Remolinos.** Son baños calientes, en los cuales el agua se mantiene dentro de un recipiente metálico grande y está en agitación constante en la que se pueden inyectar burbujas de aire que dirigen el agua hacia un determinado segmento corporal.<sup>36</sup>

17. **Cinta sin fin subacuática.** Las unidades de hidroterapia normalmente traicionales están diseñadas con una cámara de ejercicios para caminar, un sistema de filtrado y calentamiento, y un tanque con agua. El agua está caliente clorada y circula. La mayoría de las unidades pueden llenarse para que el animal pueda nadar en una zona pequeña. Algunas unidades tienen cinta sin fin inclinadas, chorros que producen resistencia y turbulencia, o son portátiles.<sup>11,38</sup>

### **6.3. Los diferentes efectos sobre el organismo**

#### **6.3.1. Efectos térmicos**

El agua se emplea como método de termoterapia superficial: la profundidad de penetración es pequeña y, por lo tanto, sus efectos se observan directamente en los vasos sanguíneos y en los receptores nerviosos cutáneos. Estos efectos dependerán de la superficie de la zona tratada (estímulo menor en aplicaciones locales) del tiempo de aplicación (a mayor tiempo mayor estímulo) y de la sensibilidad individual.<sup>11,46</sup>

- Agua muy fría: menos de 15 °C
- Agua fría: 16° a 23 °C
- Agua tibia: 24° a 33 °C
- Indiferente o neutra: 34° a 36 °C
- Agua caliente: 37° a 40 °C
- Agua muy caliente: 41° a 43 °C (se considera el límite tolerable).<sup>24,32</sup>

La temperatura es uno de las variables a tener en cuenta, lo que hace necesario los márgenes de aplicación, existe varias clasificaciones que determinan dichos márgenes tomando como referencia el punto indiferente donde no se percibe ni frío ni calor y no se ponen en funcionamiento los mecanismos termorreguladores, que según la mayoría de autores oscila entre 34° y 36 °C.<sup>33,46</sup>

Los efectos fisiológicos más importantes producidos por la hidroterapia, como métodos termo terapéutico, son:

- ✚ **Agua fría (menor de 18 °C).** Son estimulantes y vasoconstrictores.<sup>6,7</sup> Disminución de la temperatura tisular, del flujo sanguíneo, disminución de la tendencia al edema, disminución de la liberación de nutrientes, disminución de la fagocitosis.<sup>6,33</sup>

En el agua fría aparece la vasoconstricción periférica. La sangre se desplaza hacia el interior, mejora el retorno venoso, aumenta el volumen sistólico y la frecuencia cardíaca disminuye.<sup>10</sup> Antipirético estimulante y analgésico.<sup>60</sup>

- ✚ **Agua templada (18° a 36 °C).** Piscinas a 27° a 28 °C, se produce mejora de la circulación, vasoconstricción, disminución de la inflamación y el edema.<sup>16</sup>

Piscinas de 30° a 34 °C, es lo más usado en espondilitis anquilosante y enfermedades reumáticas en general, se produce analgesia, vasodilatación y aumento de la propiocepción,<sup>16</sup> sedante,<sup>60</sup> piscinas de 23° a 28 °C, ejercitar músculos en caballos.<sup>20</sup>

- ✚ **Agua caliente (mayor de 36 °C).** 40° y 45 °C elevada respuesta metabólica y un aumento de la sudoración.<sup>32</sup> Son sedantes, vasodilatadores, relajante de la musculatura, facilita la vasodilatación periférica, estimulan la actividad cardíaca.<sup>7,60</sup> 39° a 42 °C estimula y limpia la piel.<sup>6</sup>

En el organismo hay cuatro formas de propagación o de pérdida de calor, mediante los cuales mantiene la homeoterapia en su núcleo central son:

- La conducción
- La convección
- La radiación<sup>46</sup>
- La evaporación<sup>7,12,50</sup>

Durante la aplicación local directa, sean compresas húmedas, el mecanismo principal, aunque no el único, de transferencia térmica es la convección.

La conducción es el intercambio de energía, entre dos superficies que tienen contacto físico, si la temperatura del agua es mayor que la de la piel, el calor será conducido a la piel, por lo tanto la temperatura ascenderá.<sup>7,50</sup>

La convección es un proceso de cambio de energía más rápida que la de conducción, consiste en el desplazamiento de las partes del líquido más caliente, que se ponen en contactos con las más frías y le ceden calor, el agua tiene un poder de transferencia muy elevado y por lo tanto, refrigeración o de almacenamiento. El coeficiente de convección en el agua es de 25 veces mayor en el aire, pero se debe tener en cuenta la velocidad de relativa del cuerpo del cuerpo en relación con el agua<sup>7,11</sup>

Ejemplo, en la natación se aumenta la intensidad del intercambio térmico, siendo de manera contraria en el individuo que esta inmóvil o que se mueve lentamente, la pérdida térmica llegara a valores elevados (500 Kcal. por hora), este coeficiente de convección también depende de la presión: “a mayor profundidad = mayor presión = mayor transferencia química”.<sup>12</sup>

En condiciones normales la pérdida de calor en el aire, presión atmosférica y las pérdidas por conducción son muy escasa comparada con los, otros mecanismos (convección, radiación, y evaporización). La temperatura orgánica es una constante biológica, que varía de acuerdo a la edad, sectores o dermatomas (es menor en las partes distales que en las centrales).<sup>50</sup>

La evaporación es otro mecanismo de transferencia que utiliza el organismo para disipar el calor interno, la pérdida del líquido se produce por intermedio del sudor o por el sistema pulmonar, durante la respiración. Si la temperatura y humedad ambientales esta aumentadas; el cuerpo tendrá dificultad para perder calor por evaporación. Por el contrario si la temperatura ambiente fuese demasiado baja y la humedad ambiental elevada, la pérdida de calor sería aun mayor causando escalofríos y malestar, llegando a provocar contracturas musculares.<sup>50</sup>

En base a esto es importante tenerlo en cuenta al momento de diseñar un área de hidroterapia para lo cual se deberá tener en cuenta que los vestuarios deberían

mantener una temperatura de más o menos 20° y 22 °C y una humedad en el entorno de la pileta de 55 °C, esto varía también de acuerdo a estación climática que se vive.<sup>50</sup>

### **6.3.2. Efectos mecánicos**

- 1) La flotación va a permitir realizar ejercicios pasivos, bien porque el fisioterapeuta realiza el movimiento articular (el paciente está inmóvil, sujeto por flotadores o sobre una camilla), bien gracias al uso de flotadores (los cuales no debemos olvidarnos de ellos, exigen un movimiento contra resistencia en sentido contrario).

Asistir al ejercicio, reduciendo al estrés sobre las articulaciones. El movimiento tendrá que ir en dirección a la superficie, Así, habrá mayor asistencia cuando más largo sea el brazo de palanca, mayor resistencia si se usan dispositivos de flotación, pues aumenta el brazo de palanca y la fuerza de empuje es proporcional al volumen del agua desplazada y menor asistencia con lastre. También es asistido si el movimiento lo hace horizontal sobre la superficie del agua (en este caso el movimiento pasará a ser activo resistido en cuanto aumentemos la velocidad del movimiento o coloquemos lastre).<sup>7</sup>

Resistir el movimiento para mejorar la fuerza muscular. El movimiento inicialmente, se realiza en contra de la superficie. Tendremos por ello, una mayor resistencia cuanto más largo sea el brazo de palanca, mayor resistencia si se añaden flotadores, patas o aletas a las extremidades, mayor resistencia cuando más rápido sea el movimiento, mayor resistencia si se realizan movimientos en contra de chorros subacuáticos o se moviliza el agua con turbinas (formas de entrenamiento contra resistencia en nadadora), y mayor resistencia cuanto más rápido cambiemos el sentido del desplazamiento.<sup>7,11</sup>

- 2) La inmersión ayuda a mantener o restaurar la movilidad de un segmento. Esto se debe al peso aparente y a la graduación progresiva de la carga de trabajo.<sup>11</sup>

Mejora la propiocepción, el equilibrio y la coordinación. La presión hidrostática, la resistencia hidrodinámica y la viscosidad, son fuentes de estímulos sensoriales y el trabajo en inmersión mejora el equilibrio y la coordinación (ejemplo marcha) y el trabajo de los mismos (aplicación de situaciones desequilibrantes o desarrollo de ejercicios de reequilibración estática o dinámica).<sup>11</sup>

Mejora el estado psicológico y emocional del paciente. Se debe a que existe una mayor seguridad en el movimiento, así como una mayor movilidad con menos dolor. También influye la interrelación con otro paciente y que sea un ambiente casi recreacional

Esta facilitada la circulación de retorno, en el caso de que el paciente este sumergido en bipedestación, por la presión hidrostática.<sup>11</sup>

La inmersión prolongada en el agua termo indiferente genera relajación muscular. Si es excesivo en el tiempo produce fatiga y cansancio.

Se puede emplear para la reeducación respiratoria, pues la presión hidrostática fortalece la musculatura inspiratoria.<sup>7</sup>

- 3) Si se aplican agua a presión y/o se generan turbulencias alrededor del sujeto, además se produce un efecto de masaje, el cual será tanto más eficaz cuanto a mayor profundidad se apliquen esa presión y/o estas turbulencias.<sup>7</sup>

### **6.3.3. Efectos psicológicos**

Muchas veces el paciente tiene que superar un obstáculo particular “el pudor” ya sea por la deformación de la afección física, la obesidad o la edad. La posibilidad de moverse con más facilidad y con menos dolor hace que los pacientes progresen

más rápidamente en el tratamiento propuesto, fomentando la confianza en sí mismo, aumentando la autoestima, la terapia tendrá también un efecto euforizante. Hay mejoras notables en: las relaciones sociales del paciente (integración y comunicación con el equipo de trabajo), el redescubrimiento del cuerpo, el aprendizaje de la autoestima.<sup>50</sup>

Lo que para algunos es una práctica habitual (ingresar a una pileta), para otros, lograr llevar a cabo esta actividad les resulta verdaderamente un reto, una hazaña. Comprobar el mismo logro voluntario de algún movimiento de sus partes afectadas, lo cual no es posible en el “aire le da esperanza de moverse algún día sin ayuda del agua. El agua nos da una sensación de seguridad resultado, según algunos autores, de similitud el medio acuático tibio de la cavidad uterina, nuestro medio de formación está formada por agua (liquido amniótico), lo cual para el subconsciente nos recuerda que “volver a nuestra hábitat natural” es algo regocijante, tranquilizador y agradable.<sup>50</sup>

#### **6.3.4. Reacciones específicos en el organismo**

**Reacciones o efectos de la piel.** A todo esto se deberá tener en cuenta, que tipo de aplicaciones hidroterápicas se hará; si una aplicación parcial, o inmersión total en la cual se deberá tener presente la presión y la temperatura no indiferente, el flujo de sangre que circula a través de la piel se halla regulado por el sistema nervioso autónomo en el que se destaca.<sup>50</sup>

**Centro de control térmico.** Mecanismo vasoconstrictor simpático, mecanismo vasodilatador simpático. El centro de control térmico, localizado en el hipotálamo controla el flujo sanguíneo que circula a través de la piel mediante los mecanismos de vasoconstricción y vasodilatación simpática, estas actúan como un termostato con los agentes agresores (en este caso puede referirse a la temperatura o a los factores mecánicos) produciendo una respuesta orgánica de adaptación, en las que está implicado el eje diencefalohipofiso-suprarrenal, no importa cuán débil sea el estímulo va a ser siempre agresivo y va a poner en marcha una reacción de alarma que conduciría a una fase de resistencia, en las que se alteran los mecanismos de defensa, equilibrio, y adaptación del organismo.<sup>50</sup>



**Reacciones cardiovascular.** El efecto fisiológico principal es mejorar la circulación sanguínea, esto se debe en general a mecanismos físicos y mecanismos del agua, tomando en cuenta en primer lugar: la temperatura del agua (fría o caliente), el tiempo de aplicación de la duración hidroterápica (aplicación corta o larga) y por último es por el efecto mecánico del agua: la presión hidrostática que actúa estimulando una respuesta de los vasos sanguíneos, estos se dilatan y aumentan el riego sanguíneo periférico, mejorando el retorno venoso a través de la presión ejercida, en los miembros anteriores, (estos efectos persisten tras haber salido de la pileta) debemos estar enterados que el comienzo del baño se comprueba:

Primero, un ascenso primario de la presión arterial (oleaje central, debe atribuirse al aumento del volumen sistólico, que obedece a su vez al de la corriente venosa que llega al corazón, en el baño, o sea en la inmersión, aumenta, como es natural, la resistencia que la corriente sanguínea encuentre, esto lo hace demostrado Stile.<sup>50</sup>

La compresión de la venas hacen producir forzosamente un remaso en el sistema arterial, hasta que la presión capilar sobre empuje de nuevo a la venosa. La respuesta principal es la dilatación de capilares y arteriales de los tejidos superficiales, si bien desde un punto de vista funcional se destaque que en las partes distales de las extremidades el flujo sanguíneo está controlado preferentemente por fibras simpáticas noradrenergicas en tanto que en el tronco prepondera el sistema colinérgico y en otros sectores estas influencias son menos claras.

En general el calentamiento pasivo disminuye el tono simpático vasoconstrictor, facilitando la irrigación periférica y mejorando la repleción cardíaca, haciendo más efectiva la contracción ventricular, lo que unido a un estímulo de frecuencia, conduce a una elevación del volumen minuto o débito cardíaco.

Estos efectos no modifican el consumo de oxígeno por el músculo cardíaco ni determinan alteraciones en el trazado electrocardiograma, pero, en algunos se produce una respuesta hipotensora considerable y elevación de la presión venosa.<sup>50</sup>

**Reacciones del aparato pulmonar.** Las reacciones, a nivel respiratorio dependiendo como siempre del tiempo de acción, profundidad en la que se lleva a cabo, temperatura y movimientos activos, produciendo una aceleración del ritmo con fines termorreguladores, toda vez que la polipnea termina, facilita la eliminación de vapor de agua con el aire espirado.

Estas aplicaciones además producen efectos broncodilatadores y mejoran el trofismo de la mucosa de revestimiento del árbol bronquial, aunque estos efectos no sean lo más importante en cuando a sus reacciones.

La sola inmersión en la pileta hasta el cuello actúa sobre el aparato circulatorio a través de los diferentes mecanismos, el aumento de presión intratorácica produce modificación en la función respiratoria, puesto que disminuye el aire de reserva con el consiguiente aumento del aire complementario. La disminución de la posición media respiratoria se establece ya cuando el agua cubre la cintura acentuándose a medida que se eleva el nivel. Las venas de las extremidades inferiores y el abdomen son comprimidas por la presión hidrostática del agua, produciendo un incremento de la presión venosa, aumentando la cantidad de sangre que va a parar a las cavidades de la mitad derecha del corazón está a su vez es enviada a los pulmones.

La activación pulmonar positiva, las actividades encaminadas al aprendizaje o práctica del aprendizaje o prácticas de la apnea y de los mecanismos respiratorios favorecen la función pulmonar, la presión del agua sobre el tórax, facilita los movimientos respiratorios, y aunque dificulte el inspiratorio, va a ser siempre favorable para los trastornos de la espiración tales como el asma bronquial, bronquiectasia, enfisema pulmonar.<sup>50</sup>

**Reacciones sobre el sistema nervioso.** Las respuestas del organismo serán diferentes frente a los estímulos del frío o calor, inmersión total o parcial y si la práctica es de corta o de larga duración. Si se tratase de una aplicación fría estará estimulando sobre todo es sistema simpático (nervioso que rige el funcionamiento visceral), estaríamos inhibiendo el dolor y se relajan los músculos, sin embargo si la

aplicación fuera muy caliente, también movilizaría este sistema. Si se tratara de una aplicación de agua caliente estará estimulando el sistema parasimpático. Sin embargo si la práctica se realizara de forma repetida el organismo entra a la fase de adaptación, y se producen cambios progresivos en la reacción vegetativa del paciente, reacción esperable en este tipo de aplicaciones aumentando así la capacidad de resistencia y fortalecimiento del organismo.

Si las aplicaciones se realizan en forma consecutiva, y a temperatura indiferente, los resultados serán: disminución del tono muscular, sedación, somnolencia, relajación, mejorando los resultados de insomnio.

Tanto las aplicaciones en forma y tiempo adecuado de frío o calor van a inhibir el dolor. Debemos esperar que en los primeros minutos de la inmersión notemos un aumento de la espasticidad, debemos en esta etapa esperar por lo menos 10 minutos para que pase esta reacción adversa, para entonces mantendremos al paciente solo con movimientos suaves hasta que se produzca la adaptación.<sup>50</sup>

**Reacciones metabólicas.** Dependiendo del tipo de aplicación hidroterápica reciba (frío o caliente), de corta o larga duración se estimulara el metabolismo del organismo. Se destaca la acción hipocolesterolemizante de los baños de agua caliente y también hipoglucemizante que se atribuyen a efectos enzimáticos a nivel hepático, otros creen que también hay una tendencia a elevar el pH de la orina.

La obesidad trae como consecuencias alteraciones cardiovasculares, hipertensión arterial, la hipercolesterolemias, la diabetes. El metabolismo de base de un individuo estrenado es superior al del sedentario, la facilidad para quemar grasa es mejor, mientras que la del sedentario a pesar de estar sometido a una dieta baja en calorías disminuye un 45% por un mecanismo de autorregulación.<sup>50</sup>

**Reacciones y efectos en la sangre.** Entre los depósitos de sangre centro y periférico se establecen una serie de interrelaciones. Hauffe, descubrió la relación entre el riego sanguíneo de la piel y del interior del organismo. La redistribución del flujo sanguíneo al aumentar el movimiento del líquido del espacio extracelular al vascular, produce una hemodilución, disminución de la hemoglobina celular

sanguíneas y albumina. Este cambio de gradientes de presión osmótica favorece la reabsorción de edema, en el caso que estemos en presencia de una inflamación.<sup>50</sup>

**Efectos de la masa muscular.** Los efectos van a depender de la duración de la aplicación de calor, una aplicación corta aumenta el tono, en tanto que una aplicación prolongada disminuye la excitabilidad y facilita la contracción activa, combatiendo la contractura y la fatiga muscular. La masa muscular con los años decae, si no se la mantiene el nivel de fuerza general. En las personas mayores vemos la pérdida de la masa muscular en forma alarmante. Durante los ejercicios se puede eliminar lípidos en sangre, previene la diabetes y disminuye la tensión arterial en personas con hipertensión alta y moderada. Reduce la frecuencia cardíaca a intensidad de ejercicios submáximos, aunque no indicia en la frecuencia cardíaca en reposo.<sup>50</sup>

**Efectos en la función renal.** Se produce un aumento de la diuresis, el aumento de la eliminación de las sustancias de desechos, la disminución de la presión sanguínea y la disminución de la hormona antidiurética (ADH) y de la aldosterona.<sup>50</sup>

**Efecto sobre el tejido conjuntivo.** El calor produce aumento de la elasticidad y disminución de la viscosidad del tejido conjuntivo, por lo tanto resulta muy útil para disminuir la rigidez articular y periarticular producidas en determinados procesos reumáticos.<sup>50</sup>

### **6.3.5. Acciones inespecíficas**

Además de los efectos físicos: térmicos y mecánicos de las aplicaciones hidroterápicas es importante considerar una posible acción estimulante de la capacidad de defensa orgánica. Precisamente por este efecto es que la hidroterapia integra este grupo de factores de acción, general inespecificidad de tipo neuroendócrino.

Hay muchos trabajos al respecto (conocido por los patólogos como un hecho antiguo). Las semejanzas en las respuestas del organismo a los agentes agresores

fue descrito por Kres en 1920: *“Cualquier estimulación térmica o mecánica de la piel, puede actuar como agente inespecífico de irritación y dar respuesta equiparable”*.

Estas respuestas inespecíficas suelen ser uniformes en muchas de sus manifestaciones y, además presentarse tras un cierto tiempo de latencia: Como por ejemplo:

1. Cambios de tono en el sistema nervioso vegetativo
2. Respuestas cutáneas
3. Variaciones en las secreciones hormonales

Grunow en 1922 luego de muchos estudios sobre estas respuestas, concluyó: *“Es admirable que a ella se le atribuyan de las aplicaciones de la hidroterapia”*.

En 1936, Selye catalogó un síndrome de adaptación, este síndrome está dividido en 3 etapas:

**1. Etapa de choque:** Se produce la liberación de péptidos activos, aumento de la secreción de la hormona ACTH y de glucocorticoides, fisiológicamente aparece: hipotensión, hipotermia, hiperglucemia, seguida de hipoglucemia, depresión neuromuscular, hemoconcentración, acidosis seguida de leucocitosis, descarga de adrenalina y de esteroides locales, como corresponde a una reacción de defensa, puede ser de corta duración o prolongarse unas horas eso varía unas horas eso varía de acuerdo al carácter de la agresión. A esto le sigue una fase de contrachoque, o de respuesta al choque, cuyas manifestaciones son la consecuencia de la hiperfunción suprarrenal y, naturalmente, las opuestas a la que caracteriza la fase del choque.

**2. Fase de resistencia:** Se inicia en la fase de contrachoque, precisamente en esta fase de resistencia alcanzan su mayor significación, el organismo comienza a responder y pone en marcha un proceso de adaptación caracterizada por la hiperfunción suprarrenal y la liberación de adrenalina y hormona adrenocorticotropa (ACTH).

**3. Fase de agotamiento:** El organismo pierde la capacidad adaptativa por persistencia del estímulo, entrando en una fase de decaimiento funcional. Se admite que el sistema hipotálamo hipofisario es el coordinador central de la defensa inespecífica. El hipotálamo es el centro nervioso de regulación de las funciones hipofisarias, constituyéndose en el integrador de las diversas funciones humorales y nerviosas de los diferentes circuitos de autorregulación y defensa. El hipotálamo se relaciona con la neurohipófisis y la prehipófisis, mediante el sistema portahipofisario.

La puesta en marcha de los mecanismos de defensa del organismo frente a la estimulación inespecífica, así como los de adaptación y, mantenimiento del equilibrio orgánico, se relaciona muy directamente con la liberación y secreción de glucocorticoides, como consecuencia del aumento en la secreción de corticoides por parte de la corteza suprarrenal tras las aplicaciones hidroterápicas, se produce una disminución del potencial inflamatorio de los tejidos mesenquimales, fenómeno que tendremos en cuenta cuando nos interese reducir una reacción inflamatoria del tejido conjuntivo perivascular.

En cambio, las evitaremos cuando no nos convenga frenar las reacciones inflamatorias, al ser estas decisivas en la lucha contra agentes patológicos. Este efecto anti-inflamatorio hormonal permanecerá mientras dure el estímulo hidroterápico, estas aplicaciones también inciden en los circuitos reflejos endocrinos.

Se puede afirmar luego e las investigaciones de estos científicos que la aplicación correcta de la hidroterapia, es posible activar la capacidad defensiva y reguladora del organismo, favoreciendo nuestra salud.<sup>50</sup>

## **VII. EFECTOS TERAPEUTICOS DE LA HIDROTERAPIA**

Para situar bien los efectos terapéuticos deberemos tener en cuenta las particularidades de cada paciente, en cuanto a su patología (crónica o aguda), habilidad motriz, la edad, y la capacidad de adaptación, de cada uno, además:

- El tipo de estímulo térmico (frio o calor).
- El nivel de inmersión (presión hidrostática).
- Las sucesivas repeticiones de las sesiones.
- La intensidad de los ejercicios (resistencia).
- El tiempo de duración de la aplicación hidroterápica (corta o larga).<sup>50</sup>

### **7.1. Efectos terapéuticos generales de la hidroterapia**

- ❖ Facilita los movimientos corporales que en “tierra le son vedados”, ayudando a mantener la memoria del movimiento, facilitando el control postural.
- ❖ Posibilidad del inicio precoz del entrenamiento y reducción de la marcha.
- ❖ Alivia el dolor (por estimulación de los receptores barestésicos, producidos por lo general analgesia a nivel articular) y facilita la relajación muscular.
- ❖ Aumento de la resistencia y la potencia muscular
- ❖ Mejora las funciones pulmonares, cardíacas y respiratorias
- ❖ Incremento de la amplitud articular
- ❖ Mejora el estado trófico cutáneo (pacientes con mala circulación periférica)
- ❖ Favorece el metabolismo y en pacientes obesos, o recién operados se verán beneficiados por el efecto de la flotabilidad pudiendo desarrollar ejercicios aeróbicos, sin perjuicios de las articulaciones comprometidas, dado por su bajo impacto en ellas.
- ❖ Facilita el retorno venoso disminuyendo el edema)
- ❖ Se activan los estímulos sensoriales esteroceptivos (percepción de la posición de los miembros, dado por el efecto de la resistencia).
- ❖ Activación de los estímulos propioceptivos (toma de conciencia del esquema corporal mientras nos desplazamos
- ❖ Estimulación del sistema vestibular
- ❖ Eleva el autoestima del paciente.<sup>24</sup>

## **VIII. CONTRAINDICACIONES PARA EL USO DE LA HIDROTERAPIA**

La mayor parte de las contraindicaciones a la hidroterapia, son relativas, y se establece en función de los datos de la evaluación. Las normas de la Hydrotherapy Association of chartered physiotherapista establece que “el fisioterapeuta conoce y

comprende las contraindicaciones de la hidroterapia y tiene la capacidad de identificarlas.

### **8.1. Contraindicaciones absolutas**

Las situaciones siguientes se consideran contraindicaciones absolutas para la hidroterapia.<sup>19</sup>

- Insuficiencia cardiaca descompensada: el paciente no puede tumbarse sin sufrir disnea.
- Angina de pecho en reposo
- Disnea en reposo
- Inestabilidad media después de un acontecimiento agudo por ejemplo: accidente vascular cerebral, trombosis venosa profunda, embolia pulmonar, estado asmático.
- Vómitos o diarreas intensos
- Hipersensibilidad demostrada al cloro.<sup>15</sup>
- Heridas abiertas
- Heridas infectadas
- Dermatitis activa.<sup>36</sup>

## **IX. HIGIENE Y SEGURIDAD**

El agua es un elemento extraño para los seres humanos y, como tal conlleva una serie de peligros inherentes. Así pues es fundamental cumplir siempre las normas de seguridad tanto dentro como los alrededores del agua, como fisioterapeuta, usted tiene la obligación de cuidar a los pacientes que están bajo su supervisión y, una de las cuestiones mas importantes es velar por su seguridad en todo momento.<sup>5</sup>

Aunque el objetivo suele ser el paciente, no hay que olvidar que el resto del personal que trabaja en la zona, como los fisioterapeutas sin experiencia, los estudiantes, los auxiliares, deben conocer las normas de seguridad y las



situaciones de riesgo con el fin de protegerse a sí mismos y a los pacientes con los que se relacionan. La sala de máquinas donde se calienta, se filtra y se desinfecta el agua de la piscina, es otra zona a tener en cuenta. Hay que supervisar de cerca el funcionamiento y mantenimiento diario de la máquina, así como la manipulación, de las sustancias químicas peligrosas. Sin embargo, es sumamente importante conocer los principios básicos de los procesos de mantenimiento y los peligros para la salud y la seguridad existente en la zona.<sup>5</sup>

#### Riesgos para el paciente

- **Inmersión accidental.** La inmersión accidental es muy infrecuente, como una caída inesperada al agua puede, como mínimo, afectar gravemente a la confianza del paciente, y lo peor de las cosas será el ahogamiento.<sup>15</sup>
- **Miedo intenso al agua.** Constituye una contraindicación para el tratamiento en piscina, si el paciente se pone muy nervioso que le resulte imposible colaborar con el fisioterapeuta.
- **Resbalones y caídas alrededor de la piscina.**<sup>5</sup>

## X. LITERATURA CITADA

1. Lago-Pellegrini, A.M., Características inmunológicas [En línea], 7ed, La plata, FCNYM, 2009 [Citado 12/11/2012] Formato PDF, Disponible en: [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/10953/Documento\\_completo.pdf?sequence=1](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/10953/Documento_completo.pdf?sequence=1)
2. Arenas, M.D., Argüelles-Fernández, A. y López, E. Utilización de la Termoterapia en el Ámbito Deportivo [En líneas], 2, Merida, Federacion Extremeña de Balonmano, 2006, [Citado 07/10/2012], e-balonmano.com Revista Digital Deportiva, Formato en PDF, Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/865/86502103.pdf>
3. Arias, H. Beneficios de la terapia acuática [En línea], Barcelona, Editorial Clip, 2011, [Citado 05/10/2012], Hospital Veterinario Montjuic, N°6, Formato PDF, Disponible en internet: <http://issuu.com/hvmontjuic/docs/montjuic.06.web?mode=embed&layout=http%3A//skin.issuu.com/v/color/layout.xml>
4. Arnal, M. Como beber agua de mar [En línea], 1ed, Badalona, Scripta, 2010, [Citado 01/11/2012], informa boletín informativo para personal del área de la salud, (N°9), Formato PDF, Disponible: [http://www.doylet.org/aguaDeMar/docs/Como\\_beber\\_AM\\_Mariano.pdf](http://www.doylet.org/aguaDeMar/docs/Como_beber_AM_Mariano.pdf)
5. Atkinson, K. y Coutts, F. Fisioterapia en ortopedia un enfoque basado en la resolución de problemas [En línea], 2 edición, España, Elsevier, [Citado 07/10/2012], Formato en PDF, Disponible en: <http://books.google.co.uk/books?id=LaUGsRVXy71C&pg=PA309&lpg=PA309&dq=que+es+hidroterapia&source=bl&ots=V02Plzzbde&sig=Dck5LhoRctdDANGvOLeb638PAgl&hl=es&sa=X&ei=R4BxUJK2MYGDyW594GoDA&ved=0CDcQ6AEwAg#v=onepage&q=que%20es%20hidroterapia&f=false>
6. Ford, R.B. y Mizzaferro, E.M. Urgencias en veterinaria. Procedimientos y Terapéutica [En línea], Madrid España, El sever Saunders S.A, 2007 [Citado: 05/10/2012], Formato en PDF, Disponible en internet: <http://books.google.co.uk/books?id=r-ZyhTlaHXMC&printsec=frontcover&dq=urgencias+en+veterinaria+procedimiento+y+terapeutica&source=bl&ots=mmrkR74c3D&sig=p677oERKGo5M3jY>

[oTA9i5kSdtXs&hl=es&sa=X&ei=e-  
J1UJCwOuaNyAGOVICIBw&ved=0CCoQ6AEwAA](http://www.cokiba.org.ar/Revistas/Revista34.pdf)

7. Barroca, E. Hidroterapia [En línea],34, Buenos Aires, 2010 [Citado 08/10/2012], CK. Revista Científica Colegio de Kinesiólogos de la Provincia de Buenos Aires, Formato en PDF, Disponible en internet:  
<http://www.cokiba.org.ar/Revistas/Revista34.pdf>
8. Barquín-Ortiz, J. Patrones de biodiversidad en manantiales, implicaciones para la gestión de las aguas subterráneas [En línea], Nueva Zelanda, 2006, [Citado 12/11/2012], Formato PDF, Disponible en:  
[http://www.locustella.org/revista/04/pdf/04\\_GR\\_03\\_biodiversidad\\_manantiales.pdf](http://www.locustella.org/revista/04/pdf/04_GR_03_biodiversidad_manantiales.pdf)
9. Batista, M.N. Capítulo 12 hidroterapia, [En línea], 1ed, (s.l), [Citado 17/10/2012], disponible en:  
<http://www.ergofisa.com/docencia/Hidroterapia.cap%2012.%202008.pdf>
10. Biasoli-Mariana Cristina, Hidroterapia: aplicabilidades clínicas 5 ed, Michigan, Bela vista, Mayo 2006 Vol.63, Formato PDF, Disponible en:  
<http://www.biasolifisioterapia.com.br/publicacoes/028rbm4.pdf>
11. Bueno de la Rosa, J. La medicina natural de Lezaeta paso a paso, [En línea], 1 Colombia, Pax Mexico, 2002,2001 [Citado 08/10/2012], Disponible en PDF, Formato en:  
<http://books.google.co.uk/books?id=3Sq9xEAmPD0C&pg=PA7&lpg=PA7&dq=padres+de+la+hidroterapia&source=bl&ots=86Gkm0WuRa&sig=IQgDKQ66US4rsADVPTI9KXpcyU&hl=es&sa=X&ei=tRZzUNPjDoKCAGB0IGQCw&ved=0CEcQ6AEwBw#v=onepage&q=padres%20de%20la%20hidroterapia&f=false>
12. Cao-Miyares, C. Tratado de Medicina Física Hidrología y Climatología [En línea], Copyright, Editor desconocido, 2010, [citado 05/10/2012], Formato PDF, Disponible en internet:  
<http://books.google.co.uk/books?id=O1rmOckoqvkC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
13. Carrie, J. Manual de manejo de Cuencas, [En línea], (S.L), World visión, [En línea, (S.L), [Citado 12/11/2012], Disponible en:  
[http://biblioteca.catie.ac.cr/cursocuencas/documentos/Manual\\_de\\_Manejo\\_de\\_Cuencas\\_Vision\\_Mundial\\_mod.pdf](http://biblioteca.catie.ac.cr/cursocuencas/documentos/Manual_de_Manejo_de_Cuencas_Vision_Mundial_mod.pdf)

14. Cerrada-Fernández, A.C. Alberto Clemente, Talasoterapia, revisión de los artículos científicos publicados en los últimos 20 años, [En línea], 1ed, España, Universidad Complutense Madrid, 2007, [Citado 22/10/2012], Formato PDF, Disponible en:  
<http://revistas.ucm.es/index.php/ANHM/article/view/ANHM0707110151A/15186>
15. Chacón-García, R. Breve historia de la medicina natural [En línea], 1, Mexico, Herbal, 2010, [Citado 08/10/2012], Formato PDF, Disponible en internet: <http://grupomazorca.com.mx/archivos/archivo3.pdf>
16. Cobaría-Rozo, P.A. La musicoterapia, hidroterapia y aromaterapia. Técnicas alternativas para la disminución del stress en pacientes oncológicos crónicos, [En línea], 1, Pamplona, Universidad de pamplona, 2007, [Citado 07/10/2012], Formato PDF, Disponible en:  
[http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/hermesoft/portallG/home\\_1/recursos/tesis/contenidos/tesis\\_septiembre/05092007/la\\_musicoterapia\\_hidroterapia.pdf](http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/hermesoft/portallG/home_1/recursos/tesis/contenidos/tesis_septiembre/05092007/la_musicoterapia_hidroterapia.pdf)
17. Comunidad Andina. ¿El fin de las cumbres nevadas? Glaciares y cambios climáticos en la comunidad Andina [En línea], 1ed, Lima, Typographics E.L.R.L., 2007, [Citado 12/11/2012], Formato PDF, Disponible en:  
<http://www.pnuma.org/deat1/pdf/glaciaresandina.pdf>
18. Correar-Maya, C.A. Fenómenos Químicos, [En línea], 2ed, Medellín Colombia, Editorial universidad EAFIT, 2002, Diciembre de 2004, [Citado 26/10/2012], Formato PDF, Disponible en:  
<http://books.google.co.uk/books?id=R4PZP-0z5wkC&pg=PA139&dq=definicion+de+agua+dura&hl=es&sa=X&ei=HPGKUMqwjMqywgppICyBq&ved=0CEEQ6AEwBA#v=onepage&q=definicion%20de%20agua%20dura&f=false>
19. Crespo, N. La Verdad sobre perros y gatos. El libro que tu mascota te regala, [En línea], Barcelona, Edición en forma digital, 2010, [Citado 05/10/2012], Formato PDF, disponible en internet:  
[http://books.google.co.uk/books?id=WZy7tExmlx0C&printsec=frontcover&dq=la+verdad+sobre+perros+y+gatos&source=bl&ots=f6iqpqDYmo&sig=rFEJzgUzdnORVDbiw17VrbLa\\_g&hl=es&sa=X&ei=YypvUL3MBaasyAGKvYDgBQ&ved=0CC0Q6AEwAA](http://books.google.co.uk/books?id=WZy7tExmlx0C&printsec=frontcover&dq=la+verdad+sobre+perros+y+gatos&source=bl&ots=f6iqpqDYmo&sig=rFEJzgUzdnORVDbiw17VrbLa_g&hl=es&sa=X&ei=YypvUL3MBaasyAGKvYDgBQ&ved=0CC0Q6AEwAA)

20. Cuadill, A. Caballos a nadar, [En línea], Minnesota, [En Línea] en Español, 2005, [citado 04/10/2012], The American Quarter Horse Racing Journal, Formato en PDF, Disponible en:  
<http://miagropecuaria.com/publicaciones/caballosanadar.pdf>
21. Del Pueyo-Montesinos, G. Fisioterapia y Rehabilitación Veterinaria, [En línea], 1 ed., la editorial de los veterinarios, 2011 [citado 04/10/2012], Formato PDF, Disponible en:  
[http://tienda.portalveterinaria.com/files/productos/1346414605\\_0\\_fisiot\\_rehabilit\\_veter\\_pvp.pdf](http://tienda.portalveterinaria.com/files/productos/1346414605_0_fisiot_rehabilit_veter_pvp.pdf)
22. Diouf-Romisch, M.A. y Perales-Vázquez, E.M. Manual de hidroterapia [en línea], Lima, Programa Nacional de Medicina Complementaria, 2000 [citado 04/10/2012], formato de PDF, disponible en internet:  
<http://www.bvsde.paho.org/texcom/manualesMEC/hidroterapia/unidad5.pdf>
23. Domenech, X. y Peralta, J. Química ambiental de sistemas terrestres, [En línea], 1 ed., Barcelona, Reverte, 2006, [Citado 07/11/2012], Formato PDF, Disponible en:  
<http://books.google.co.uk/books?id=S4bjFOEXRzMC&pg=PA22&dq=tipos+de+agua&hl=es&sa=X&ei=yzKbUMK1E6fRyQHYjIHwCg&ved=0CCwQ6AEwAA#v=onepage&q=tipos%20de%20agua&f=false>
24. Equipo de Especialistas en Medicinas Alternativas, Guías de consulta y prevención. Terapias naturales para la cura integral osteoporosis, [En línea], 1 ed, Buenos Aires, Lea libros, 2006, [Citado 25/10/2012], Formato PDF, Disponible en:  
<http://books.google.co.uk/books?id=nxYxgFgmT9MC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
25. Barioglio, F.C. Diccionario de producción animal, [En línea], Argentina, 2 edición, Brujas, 2001, 2004, [Citado 05/10/2012], Formato PDF, Disponible en internet:  
[http://books.google.co.uk/books?id=QjNaWBf6tbMC&pg=PA161&lpg=PA161&dq=que+es+hidroterapia+en+equinos&source=bl&ots=dh32ml9ZZi&sig=Gr5t\\_qy8zhTUguGjZq9MPFdr\\_K8&hl=es&sa=X&ei=EjhvUPWdAceayQGV7YG4Dg&ved=0CEEQ6AEwBA#v=onepage&q=que%20es%20hidroterapia%20en%20equinos&f=false](http://books.google.co.uk/books?id=QjNaWBf6tbMC&pg=PA161&lpg=PA161&dq=que+es+hidroterapia+en+equinos&source=bl&ots=dh32ml9ZZi&sig=Gr5t_qy8zhTUguGjZq9MPFdr_K8&hl=es&sa=X&ei=EjhvUPWdAceayQGV7YG4Dg&ved=0CEEQ6AEwBA#v=onepage&q=que%20es%20hidroterapia%20en%20equinos&f=false)

26. Fuentes-Pardo, M.F. Propuesta por la recreación de un centro de talasoterapia en el cantón General Villamil Playas, [En línea], 1ed, Ecuador, Escuela Superior Politécnica del litoral, ESPOL, 2009, [Citado el 22/10/12], Formato en PDF, Disponible en:  
[http://www.cib.espol.edu.ec/Digipath/D\\_Tesis\\_PDF/D-39128.pdf](http://www.cib.espol.edu.ec/Digipath/D_Tesis_PDF/D-39128.pdf)
27. García-Matas, A. Termalismo y deporte [En Línea], 1ed, Granada, Secretaria General para el Deporte Instituto Andaluz del Deporte, 2006, [Citado 24/10/2012], Formato PDF, Disponible en:  
[http://www.juntadeandalucia.es/turismocomercioydeporte/documentacion/apuntes/25496/25496\\_11.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/turismocomercioydeporte/documentacion/apuntes/25496/25496_11.pdf)
28. Gil-Chang, V. Fundamentos de Medicina de Rehabilitación, [En Línea], Lugar de publicación desconocida, Editorial VCR, 2000, [Citado 05/10/2012], Formato en PDF, Disponible en:  
<http://books.google.co.uk/books?id=fPwi2XNjBZ0C&printsec=frontcover&dq=fundamentos+de+medicina+de+rehabilitacion&source=bl&ots=l0JCKLkMTU&sig=IHE1puaAF6CSxpAXyhbnKioR1Y&hl=es&sa=X&ei=1x1vUITwEMK2yAGn-4GIBg&ved=0CC0Q6AEwAA#v=onepage&q=fundamentos%20de%20medicina%20de%20rehabilitacion&f=false>
29. Guillen-Aguirre, G.K. Diversidad protozoológica de los Pantanos de Villa, [En línea], Lima, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2002, [Citado 12/11/2012], Formato PDF, Disponible en:  
[http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/basic/quill%C3%A9n\\_a\\_g/t\\_completo.pdf](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/basic/quill%C3%A9n_a_g/t_completo.pdf)
30. Gutiérrez-Rodríguez, F.J. El enlace químico, [En línea], 1ed, (S.L), I.E.S. (S.L), [Citado el 13/11(2012)], Formato PDF, Disponible en:  
<http://www.antonibatista.es/Documentos/2%C2%BA%20BCH/ENLACE%20QUIMICO/temaenlace.pdf>
31. Iriberry, S. Fuerzas intramoleculares y fuerzas intermoleculares, [En línea], 2ed, Manquehue, Fundación Educacional Colegio de los SS.CC. (S.L) [Citado 10/112012], Formato PDF, Disponible en:  
<http://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r87510.PDF>

32. Pazos-Rosales, J.M. y Gonzales, A. Represas, técnicas de hidroterapia. Hidrocinesiterapia, [En línea], 2 ed., E.U. Universidad de Vigo 2002, [Citado 07/10/2012], Formato PDF, Disponible en:  
[http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/rehabilitacion-bal/tecnicas\\_de\\_hidroterapia\\_hidrocinesiterapia.pdf](http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/rehabilitacion-bal/tecnicas_de_hidroterapia_hidrocinesiterapia.pdf)
33. Jean-Luc, C. Curarse con el agua Aplicaciones terapéuticas de la hidroterapia, [En línea],(s.l), 2007, Robinbook, [Citado 23/10/2012], Formato PDF, Disponible es:  
<http://books.google.co.uk/books?id=QoBW2jIVvWIC&pg=PA82&lpg=PA82&dq=talasoterapia&source=bl&ots=KFJmYRKWHm&sig=COap6r-SB-BqjWrtSspRHDA84k8&hl=es&sa=X&ei=O7GGUkkzNrOHyQHzmICACA&ved=0CEUQ6AEwBQ#v=onepage&q=talasoterapia&f=false>
34. Kovacs, H. y Preuk M. Cuida tu piel. Las soluciones más efectivas para tener una piel joven y sana, [En línea], Ediciones Robinbook, (S.L.), Argentina, Robin Book, 1999 [Citado 23/10/2012], Formato PDF, Disponible en:  
<http://books.google.co.uk/books?id=kvICLPKcDZgC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
35. Leal, R. El sendero de la paz y la armonía interior, [En línea], 2 edición, lugar de publicación desconocido, libro en red, 1994, 2006, [Citado 07/10/2012], Formato PDF, Disponible en:  
<http://books.google.co.uk/books?id=IUw7cGKbsloC&pg=PA67&lpg=PA67&dq=que+es+hidroterapia&source=bl&ots=8k79seiYIS&sig=QvDR9TC5loxKMDVcvjBJTPVhNVY&hl=es&sa=X&ei=R4BxUJK2MYGDywhH594GoDA&ved=0CE8Q6AEwBg#v=onepage&q=que%20es%20hidroterapia&f=false>
36. López-Branco-Bonfada, P. El turismo de salud y el uso terapéutico del agua, [En líneas], 20, España, Estudios y Perspectivas en Turismo, 2011, [Citado 07/10/2012], Formato en PDF, Disponible en internet:  
<http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=180717607011>
37. López-Arenas C.D. Glaciares, nieves y Hielo de América Latina. Cambios climáticos y amenazas, [En línea], 1ed, Republica de Colombia INGEOMINAS, 2010, [Citado 12/11/2012], Formato PDF, Disponible en :  
[http://www.boletinverientes.org/documentos/docs/glaciares\\_de\\_america\\_lati\\_na\\_cambio\\_climatico\\_y\\_amenazas\\_-\\_INGEOMINAS\\_-\\_colombia.pdf](http://www.boletinverientes.org/documentos/docs/glaciares_de_america_lati_na_cambio_climatico_y_amenazas_-_INGEOMINAS_-_colombia.pdf)

38. López-Espada, A. Hidroterapia Canina, Madrid, ed. Ameriza Ibérica, 2011, [Citado 01/11/2012], El mundo del perro. (No. 376).
39. Maraver-Eyzaguirre, F. Vedemecun de aguas mineromedicinales española, [En línea], 1ed, Madrid, Instituto de salud Carlos III, [Citado 01/11/2012], Formato PDF, Disponible en:  
[http://www.ucm.es/info/hidromed/fileadmin/user\\_upload/descargas/Vademecum-espanol.pdf](http://www.ucm.es/info/hidromed/fileadmin/user_upload/descargas/Vademecum-espanol.pdf)
40. Marín-Gavin, R. Características físicas, químicas y biológicas de las Aguas. [En línea], 1ed., E.M.A.C.S.A., Córdoba, 2000, [Citado 12/11/2012], Formato PDF, Disponible en:  
[http://api.eoi.es/api\\_v1\\_dev.php/fedora/asset/eoi:48101/componente48099.pdf](http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:48101/componente48099.pdf)
41. Marín-Nogueras, A.M. Orígenes y evolución de la fisioterapia, [En línea], 1, Salamanca, Proyecto Docente Universidad de Salamanca, 2002, [Citado 08/10/2012], Formato PDF, Disponible en:  
<http://campus.usal.es/~fisioterapia/Historia%20fisioterapia.pdf>
42. Martínez Prof., Isidoro, Termodinámica del Agua, [En línea], 1ed., 2001, 2002, [Citado 11/11/2012], Formato PDF, Disponible en:  
<http://webserver.dmt.upm.es/~isidoro/Env/Water%20Thermodynamics.pdf>
43. Matas-García, Á. Termalismo y deporte. Hidrocinesiterapia, Balneoterapia, [En línea], 01, Granada, Secretaria General para el Deporte, 2006, [Citado 07/10/2012], 067, Formato en PDF, Disponible en internet:  
[http://www.juntadeandalucia.es/turismocomercioydeporte/documentacion/apuntes/25496/25496\\_12.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/turismocomercioydeporte/documentacion/apuntes/25496/25496_12.pdf)
44. Mejía, D. Agua, [En línea], 1 ed., Venezuela, Universidad Nacional Experimental sur del lago Jesús María Semprum, 2011, [Citado 13/11/2012], Formato PDF, Disponible en:  
<http://davidmejiasquimica.files.wordpress.com/2011/05/unid-2-agua2.pdf>
45. Mora-Alvarado, D. Agua, [En línea], 1 ed., Costa Rica, Universidad Estatal a Distancia, 2009, [Citado 08/11/2012], Formato PDF, Disponible en:  
<http://books.google.com.mx/books?id=eafu8E2PtQAC&pg=PA20&dq=agua+dura&hl=es&sa=X&ei=0E2cUJXRNKvRigL16YCQBQ&ved=0CDMQ6AEwAQ#v=onepage&q=agua%20dura&f=false>



46. Mourelle-Mosqueris, M.L y Meijide-Failde, R. Técnicas hidrotermales y estética del bienestar [En línea] España, Para ninfa S.A, 22, 2009, [citado 06/10/2012], Formato PDF, Disponible en internet:  
[http://books.google.co.uk/books?id=8BHWf3L8nBUC&pg=PA21&lpg=PA21&dq=que+es+hidroterapia&source=bl&ots=B88G5ITs1y&sig=1SxBE3xdz9c g5zVvpBHX2lInUfY&hl=es&sa=X&ei=tjJwUP7yJ6WsywGD\\_4HQCw&ved=0CC0Q6AEwAA#v=onepage&q=que%20es%20hidroterapia&f=false](http://books.google.co.uk/books?id=8BHWf3L8nBUC&pg=PA21&lpg=PA21&dq=que+es+hidroterapia&source=bl&ots=B88G5ITs1y&sig=1SxBE3xdz9c g5zVvpBHX2lInUfY&hl=es&sa=X&ei=tjJwUP7yJ6WsywGD_4HQCw&ved=0CC0Q6AEwAA#v=onepage&q=que%20es%20hidroterapia&f=false)
47. Nava-Mejía, M.E. Poder Nutricional, [En línea] 1ed, Managua, Universidad Centroamericana, Forjando Caminos, 2010, [Citado 01/11/2012], Formato PDF, Disponible en:  
<http://xa.yimg.com/kq/groups/12035151/926192225/name/El+Poder+Nutritivo+y+Terapia%20Nutricional+del+AM+150710.pdf>
48. Peralta-Pacheco, M. Los Beneficios de la Fisioterapia Equina, [en línea], Costa Rica, Luis Castillo, 2005, [citado: 04/10/2012] Escuela Centroamericana de Ganadería,(Nº31), Formato PDF, Disponible en:  
<http://atenas.utn.ac.cr/images/revista/ecag31.pdf>
49. Pilco, A. Físicoquímico 1, 1ed, (S.L), Universidad Nacional de Ingeniería, 2000, [Citado 13/11/2012], Formato PDF, Disponible en:  
[http://ocw.uni.edu.pe/ocw/facultad-de-ingenieria-quimica-y-textil/fisicoquimica-i/clases/curso\\_fisicoquimica\\_i\\_parte\\_03.pdf](http://ocw.uni.edu.pe/ocw/facultad-de-ingenieria-quimica-y-textil/fisicoquimica-i/clases/curso_fisicoquimica_i_parte_03.pdf)
50. Portillo, J.A. Hidroterapia. Rehabilitación en el agua (segunda parte), [En línea], 21, Buenos Aires, Colegio de Kinesiólogos de la provincia de Buenos Aires, 2007, [Citado 08/10/2012], CK. Revista Científica Colegio de Kinesiólogos de la provincia de Buenos Aires, Formato PDF, Disponible en: <http://www.cokiba.org.ar/revistas/revista21.pdf>
51. Portillo, J.A. Hidroterapia. Rehabilitación en el Agua, [En línea], 22, Buenos Aires, 2007, [Citado 01/10/2012], CK. Revista Científica Colegio de Kinesiólogos de la Provincia de Buenos Aires, Formato en PDF, Disponible en internet: <http://www.cokiba.org.ar/Revistas/Revista22.pdf>
52. Pros M. Tratamientos del balneario respiratorio con Quinton. Terapia Marina [En línea], Barcelona, Laboratorios Quinton, 2010, [Citado 01/11/2012], Informa boletín informativo para personal del área de la salud, (Nº9), Formato PDF, Disponible en:  
<http://quintonmexico.com/Boletines/Boletin6.pdf>

53. Profes.net. El Agua y sus propiedades [En línea], 1ed, (S.L). S.M.,1998, [Citado 12/11/2012], Formato PDF, Disponible en :  
[http://www.juntadeandalucia.es/averroes/manuales/materiales\\_tic/biomoleculas/selectividad/agua\\_en\\_los\\_serres\\_vivos.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/averroes/manuales/materiales_tic/biomoleculas/selectividad/agua_en_los_serres_vivos.pdf)
54. Ramos de Viesca, M.B. La hidroterapia como tratamiento de las enfermedades en México en el siglo XIX, 5ª edición, Mexico, D.F., Investigadora Del Departamento de historia y Filosofía de la Medicina UNAM, 30 de junio de 2000, [Citado 05/10/2012] Formato pdf ,Disponible en:  
<http://www.medigraphic.com/pdfs/salmen/sam-2000/sam005f.pdf>
55. Rocha L.H. El agua, y sus propiedades [En línea], 1 ed., (S.L) ,2000, [Citado 12/11/2012], Formato PDF, Disponible en:  
[http://www.med.ufro.cl/clases\\_apuntes/cs\\_basica/bioquimica\\_dr\\_rocha/B-CAPITULO\\_1-vinc-segunda-edicion.pdf](http://www.med.ufro.cl/clases_apuntes/cs_basica/bioquimica_dr_rocha/B-CAPITULO_1-vinc-segunda-edicion.pdf)
56. Rodríguez, S.A. La dureza del agua [En línea], 1ed, (S.L), Editorial de la Universidad Tecnológica Nacional. Edu Tec Ne, 2010 [citado 26/10/2012], Formato PDF, Disponible en:  
[http://www.edutecne.utn.edu.ar/agua/dureza\\_agua.pdf](http://www.edutecne.utn.edu.ar/agua/dureza_agua.pdf)
57. San José-Arango, C. Hidrología médica y terapias complementarias, [En línea], 1ed, España, Secretariado de publicaciones de la Universidad de Sevilla, 1988, [Citado 23/10/2012], Formato PDF, Disponible en:  
[http://books.google.co.uk/books?id=oci3UApm\\_sC&pg=PA143&lpg=PA143&dq=talasoterapia&source=bl&ots=7Eq8yyFwLI&sig=WIJySr3\\_tRM8fHVWKfrk0PmEA8I&hl=es&sa=X&ei=O7GGUKKzNrOHyQHzmICACA&ved=0CC0Q6wEwAA#v=onepage&q=talasoterapia&f=false](http://books.google.co.uk/books?id=oci3UApm_sC&pg=PA143&lpg=PA143&dq=talasoterapia&source=bl&ots=7Eq8yyFwLI&sig=WIJySr3_tRM8fHVWKfrk0PmEA8I&hl=es&sa=X&ei=O7GGUKKzNrOHyQHzmICACA&ved=0CC0Q6wEwAA#v=onepage&q=talasoterapia&f=false)
58. Sánchez-San Ramón, F.J. Hidroquímica, conceptos fundamentales, [En línea], 1 ed., Salamanca, Universidad de Salamanca, (S.L), [Citado 08/11/2012], Formato PDF, Disponible en:
59. Sarria-Santamera, Dr. Antonio, Técnicas y Tecnologías en Hidrología Medica e Hidroterapia, 6 ed., Madrid, Agencia de Evaluación de Tecnologías Sanitarias, 2006, [citado 05/10/2012], Formato en PDF, Disponible en:  
[http://www.garridofernandezpita.com/TECNICAS\\_EN\\_HIDROLOGIA.pdf](http://www.garridofernandezpita.com/TECNICAS_EN_HIDROLOGIA.pdf)

60. Saz, P. Agua y salud. Balneoterapia, [En línea], (s.l) España, Elsevier 2011 ,[Citado 22/10/2012], Ámbitos farmacéuticos salud integral, Vol.30. Num. 6, Formato PDF, Disponible en:  
[http://apps.elsevier.es/watermark/ctl\\_servlet? f=10&pident\\_articulo=90062283&pident\\_usuario=0&pident\\_revista=4&fichero=4v30n06a90062283pdf001.pdf&ty=3&accion=L&origen=doymafarma&web=www.doymafarma.com&lan=es](http://apps.elsevier.es/watermark/ctl_servlet? f=10&pident_articulo=90062283&pident_usuario=0&pident_revista=4&fichero=4v30n06a90062283pdf001.pdf&ty=3&accion=L&origen=doymafarma&web=www.doymafarma.com&lan=es)
61. Scaglione, G. La hidroterapia como agente de tratamiento de la Kinesiología [En línea], 2 Buenos Aires, 2002, [Citado 08/10/2012], Revistas Científicas CK, Formato PDF, Disponible en:  
<http://www.cokiba.org.ar/Revistas/Revista01.pdf>
62. Secretariado Alianza por el Agua/Ecología y Desarrollo, Manual de Depuración de Aguas residuales urbanas, [En línea], 3ed, (S.L), ARPI relieve, 2008, [Citado 26/10/2012], Formato PDF, Disponible en:  
<http://alianzaporelagua.org/documentos/MONOGRAFICO3.pdf>
63. Valencia-Delfa, J.L. Estudio estadístico de la calidad de las aguas en la cuenca Hidrográfica del Rio Ebro, [En línea], 1ed., Madrid, Universidad Politencia de Madrid, 2007, [Citado 12/11/2012], Formato PDF, Disponibilidad:  
[http://oa.upm.es/454/1/JOSE\\_LUIS\\_VALENCIA\\_DELFA.pdf](http://oa.upm.es/454/1/JOSE_LUIS_VALENCIA_DELFA.pdf)
64. Valencia-Escobar, D.M. Macroinvertebrados acuáticos epicontinentales y la calidad biológica del agua de río Jordán, Jamundi (Valle del Cavia), [En línea], 1 ed., Santiago, Universidad Autónoma de Occidente, 2011, [Citado 12/11/2012] Formato PDF, Disponible en:  
<http://bdigital.uao.edu.co/bitstream/10614/1635/1/TAA00769.pdf>
65. Velasco, J.L. Características físico-químicas de diferentes masas de agua: 11 cuencas de Duero (España), 1ed, España, (S.L), 2004, [Citado 12/11/2012], Formato, PDF, Disponible en:  
[http://www.magrama.gob.es/es/organismo-autonomo-parques-nacionales-oapn/publicaciones/ecologia\\_18\\_02\\_tcm7-46029.pdf](http://www.magrama.gob.es/es/organismo-autonomo-parques-nacionales-oapn/publicaciones/ecologia_18_02_tcm7-46029.pdf)
66. Welch-Fossum, T. Cirugía en pequeños animales [En línea], 3, (S.L), Elsevier Mosby, (S.L.), [Citado 11/10/2012], Formato PDF, Disponible en:  
[http://books.google.co.uk/books?id=Pvb\\_f2uGMygC&pg=PT400&lpg=PT400&dq=hidroterapia+en+animales&source=bl&ots=CPCTuSDK2k&sig=Omi4W](http://books.google.co.uk/books?id=Pvb_f2uGMygC&pg=PT400&lpg=PT400&dq=hidroterapia+en+animales&source=bl&ots=CPCTuSDK2k&sig=Omi4W)

[y5AqHIM7YA0xsnhCdygNKA&hl=es&sa=X&ei=1tN2UJX9JoXvygHRz4GQB  
Q&ved=0CC4Q6wEwAA](http://www.edepa.com/libro_archivos/edepa.pdf)

67. Yuste D. Santos Zazo, Técnicas de Fisioterapia en Espondilitis,[En línea],1 (S.L),Enfermos de Espondilitis Párlenos Asociados E.D.E,PA,2004[Citado 07/102012/],Formato en PDF, Disponible en internet: [http://www.edepa.com/libro\\_archivos/edepa.pdf](http://www.edepa.com/libro_archivos/edepa.pdf)

## GLOSARIO

**ALBUMINA:** Proteína que existe en casi todos los tejidos animales y en muchos vegetales, soluble en agua y coagulable por el calor. Contiene carbono, hidrogeno,, oxígeno, nitrógeno y azufre, pero su composición exacta no ha determinado todavía.

**ALDOSTERONA:** Hormona corticoadrenal que se distingue de los otros corticoides porque tiene un grupo aldehído en C<sub>18</sub>. Es un mineralcorticoide que provoca la retención de sodio y la pérdida de potasio a nivel del riñón.

**CONTRACTURA:** Contracción involuntaria, duradera o permanente, de uno o mas grupos musculares, que mantiene la parte respectiva en posición viciosa, difícil o imposible de corregir por movimiento pasivo.

**ECCEMA:** Afección inflamatoria aguda o crónica de la piel, que ofrece diversidad de causas y lesiones, entre las cuales las mas constantes son: eritema, vesiculacion, exudación y costras o liquenificacion y escamas.

**ESPASTICIDAD:** Se refiere a músculos tensos y rígidos. También se puede llamar tensión inusual o aumento del tono muscular.los reflejos (por ejemplo, un reflejo rotuliano) son mas fuertes o exagerados.

**ESPIRACION:** Acto de expeler el aire de los pulmones; segundo tiempo de la respiración.

**ESPONDILITIS ANQUILOSANTE:** es una enfermedad infamatoria crónica que afecta fundamentalmente a las articulaciones de la columna vertebral, las cuales tienden a soldarse entre sí, provocando una limitación de la movilidad (de ahí el término anquilosante, que proviene del griego *Ankylos* y significa soldadura, fusión). Como resultado final se produce una pérdida de flexibilidad de la columna, quedándose rígida y fusionada.

**HEMODILUCION:** Aumento del volumen del plasma en relación al de los glóbulos rojos.

**HIPERCOLESTEROLEMIA, HIPERCOLESTERINEMIA, HIPERCOLESTEREMIA:** Exceso de colesteroinao colesterol en la sangre.

**HIPOCOLESTEROLEMIA:** Disminución de la tasa de colesterol en la sangre por debajo de 100 mg/100 ml.

**HIPOGLUCEMIANTE:** Dícese de todo cuanto tiende a disminuir el contenido de glucosa de la sangre.

**HIPOTENSOR:** Reductor de la tensión o presión, especialmente sanguínea.// agente que posee esta acción.

**NEURODERMATITIS:** Erupción crónica liquenoide pruriginosa de las regiones axilar y púbica, llamada también liquen simple crónico.

**OLIGOELEMENTO:** Cuerpos simples (metales y metaloides) que se encuentran en proporciones indiciarias en el organismo y que son indispensables para completar el crecimiento y el ciclo reproductivo de animales y plantas.

**POLIPNEA:** Respiración rápida, anhelosa.

**PSORIASIS:** Dermatitis eritematoscamosa de etiología desconocida, propia de los individuos de raza blanca, en la edad media de su vida, persistente o con brotes repetidos y remisiones mas o menos largas.

**TROFISMO:** Influencia trófica directa; estado de la nutrición.