



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**

**CARRERA DE FISIOTERAPIA**

**TEMA:**

Farmacología y química aplicada a la fisioterapia

**Trabajo final**

Tipo: ESTADO DEL ARTE

**AUTORES:**

Guillermo Emmanuel Viamontes Fernández

Kiara Betsabeth Quintero Sánchez

Jennifer Melissa Mera Barrionuevo

Sharith Anahy Ortega Diaz

**Docente:**

Ing. Diego Israel Robalino Salas

**Riobamba, Ecuador. 2023**

## ÍNDICE

<b>RESUMEN.....</b>	<b>4</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>5</b>
<b>GLOSARIO.....</b>	<b>6</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>7</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>8</b>
<b>2.1 Objetivo General.....</b>	<b>8</b>
<b>2.2 Objetivos Específicos.....</b>	<b>8</b>
<b>3. DESARROLLO Y CONTENIDO.....</b>	<b>9</b>
<b>3.1 Justificación.....</b>	<b>9</b>
<b>3.2 Problemática.....</b>	<b>9</b>
<b>3.3 Títulos de los proyectos.....</b>	<b>11</b>
<b>3.4 Desarrollo técnico.....</b>	<b>13</b>
<b>3.4.1 Antiinflamatorios no esteroideos (AINES).....</b>	<b>13</b>
<b>3.4.2 Crioterapia.....</b>	<b>15</b>
<b>3.4.3 Hidroterapia.....</b>	<b>17</b>
<b>3.4.4 Relajantes musculares.....</b>	<b>20</b>
<b>4 RESULTADOS.....</b>	<b>23</b>
<b>4.1 Antiinflamatorios no esteroideos (AINES).....</b>	<b>23</b>
<b>4.2 Crioterapia.....</b>	<b>23</b>
<b>4.3 Hidroterapia.....</b>	<b>24</b>

<b>4.4 Relajantes musculares.....</b>	<b>25</b>
<b>5. CONCLUSIONES.....</b>	<b>26</b>
<b>6. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>27</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>28</b>

## RESUMEN

El objetivo del estado del arte fue investigar acerca de la aplicación de procedimientos químicos y farmacológicos en la fisioterapia haciendo énfasis en los mecanismos químicos de los medicamentos en el momento de tratar distintas afecciones, para lograr un conocimiento general de la relación entre la química y esta profesión. Se realizó una revisión bibliográfica de la literatura científica sobre aplicaciones de procedimientos relacionados con la química y fármacos en terapias físicas de rehabilitación. La búsqueda se llevó a cabo en bases de datos especializadas como PubMed y Google Académico. Se encontró que los conocimientos de química y farmacología han sido poco utilizados en el campo de la fisioterapia, a pesar de su potencial para mejorar tratamientos. Entre los encontrados está el uso terapéutico de antiinflamatorios no esteroideos, relajantes musculares, crioterapia e hidroterapia en procesos de rehabilitación física. Sus mecanismos bioquímicos de acción contribuyen a objetivos fisioterapéuticos y por tanto al alivio de los síntomas de dolor de los pacientes. Es muy necesario incorporar principios químicos y farmacológicos en la formación y práctica de la fisioterapia moderna. Esto requerirá mayor investigación entre estas disciplinas y trabajo en equipo entre profesionales de ambas áreas. Los beneficios incluyen el desarrollo de abordajes terapéuticos más efectivos e innovadores en las terapias de rehabilitación física.

**Palabras clave:** fisioterapia, química, farmacología, rehabilitación, antiinflamatorios no esteroideos, relajantes musculares, crioterapia, hidroterapia.

## **ABSTRACT**

The objective of the state of the art was to investigate the application of chemical and pharmacological procedures in physiotherapy, emphasizing the chemical mechanisms of medications when treating different conditions, to achieve a general knowledge of the relationship between chemistry and this profession. A bibliographic review of the scientific literature was carried out on applications of procedures related to chemistry and drugs in physical rehabilitation therapies. The search was conducted in specialized databases such as PubMed and Google Scholar. It was found that knowledge of chemistry and pharmacology has been underutilized in the field of physiotherapy, despite its potential to improve treatments. Among the findings is the therapeutic use of nonsteroidal anti-inflammatory drugs, muscle relaxants, cryotherapy and hydrotherapy in physical rehabilitation processes. Their biochemical mechanisms of action contribute to physiotherapeutic objectives and therefore to the relief of patients' pain symptoms. It is very necessary to incorporate chemical and pharmacological principles in the training and practice of modern physiotherapy. This will require further research between these disciplines and teamwork between professionals from both areas. The benefits include the development of more effective and innovative therapeutic approaches in physical rehabilitation therapies.

Keywords: physiotherapy, chemistry, pharmacology, rehabilitation, nonsteroidal anti-inflammatory drugs, muscle relaxants, cryotherapy, hydrotherapy.

**GLOSARIO**

**AINES:** Antiinflamatorios no esteroideos.

**COX:** Enzima Ciclooxygenasa.

**SNC:** Sistema Nervioso Central.

**SN:** Sistema Nervioso.

## 1. INTRODUCCIÓN

En la fisioterapia moderna se han incorporado diversas herramientas físicas y mecánicas para la rehabilitación funcional de pacientes. Sin embargo, el aprovechamiento de los conocimientos químicos y farmacológicos no ha sido tan utilizado a pesar de su gran potencial para ofrecer tratamientos de calidad. La relación de la química y farmacología con la fisioterapia tiene el potencial de mejorar los resultados de los tratamientos al comprender mejor la acción bioquímica de fármacos y terapias. También permite desarrollar nuevos enfoques terapéuticos con base en principios químicos.

Esta investigación tiene como objetivo investigar acerca de la aplicación de procedimientos químicos y farmacológicos en la fisioterapia haciendo énfasis en los mecanismos químicos de los medicamentos en el momento de tratar distintas afecciones, para lograr un conocimiento general de la relación entre la química y esta profesión. Para esto se llevará a cabo una revisión de la literatura existente sobre aplicaciones de procedimientos relacionados con la química y fármacos en sesiones de terapias físicas.

Los resultados de este trabajo aportarán argumentos sólidos acerca de la necesidad de incorporar los conocimientos químicos y farmacológicos como elementos fundamentales en la fisioterapia moderna y sentará bases conceptuales para la convergencia de estas áreas. Esta investigación es importante para promover una visión integral de la fisioterapia, aprovechando los aportes de disciplinas afines como la química y farmacología. Los beneficiados principales serán los pacientes, quienes accederán a terapias mejoradas gracias a la integración de estas disciplinas. A nivel académico, este trabajo sienta precedentes para una mayor integración entre las carreras del área de la salud.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo General**

Investigar acerca de la aplicación de procedimientos químicos y farmacológicos en la fisioterapia haciendo énfasis en los mecanismos químicos de los medicamentos en el momento de tratar distintas afecciones, para lograr un conocimiento general de la relación entre la química y esta profesión.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Recopilar información acerca de los principales medicamentos y procedimientos químicos utilizados en la fisioterapia.
- Describir los principales mecanismos químicos de acción de estos medicamentos y procedimientos.
- Desarrollar un comentario crítico de cada uno de los aspectos fundamentados en este trabajo.

### **3. DESARROLLO Y CONTENIDO**

#### **3.1 Justificación**

La fisioterapia contemporánea ha incorporado diversas herramientas físicas y mecánicas para la rehabilitación funcional. No obstante, el aprovechamiento de los conocimientos químicos y farmacológicos ha sido limitado, a pesar de su gran potencial para optimizar los tratamientos. El objetivo de esta revisión es investigar acerca de la aplicación procedimientos químicos y farmacológicos en la fisioterapia haciendo énfasis en los mecanismos químicos de los medicamentos en el momento de tratar distintas afecciones. La integración de la química y farmacología con la fisioterapia tiene el potencial de acelerar la recuperación funcional, manejar de manera más eficiente cuadros dolorosos e inflamatorios y desarrollar novedosas tecnologías rehabilitadoras.

Por lo tanto, esta revisión aportará sólidos argumentos acerca de la necesidad de incorporar los conocimientos químicos y farmacológicos como elementos fundamentales en la fisioterapia moderna. Sentará las bases conceptuales y empíricas para la convergencia de estas áreas, resultando en abordajes más efectivos e innovadores para personas con discapacidades físicas.

#### **3.2 Problemática**

La fisioterapia moderna ha logrado grandes avances en el desarrollo de nuevas tecnologías y abordajes físicos para la rehabilitación. Sin embargo, la integración con las ciencias químicas y farmacológicas ha sido escasa, desperdiciando oportunidades para tratamientos más efectivos. Si bien se han estudiado algunas aplicaciones específicas de compuestos químicos y farmacológicos en fisioterapia, aún no existe una integración profunda y sistematizada entre estas áreas. Cada campo trabaja de forma relativamente aislada, con interacciones interdisciplinarias limitadas tanto en la práctica clínica como en la

investigación. Se requiere por tanto de una revisión profunda de la literatura existente, que analice las interrelaciones entre estas áreas, identifique vacíos de conocimiento, barreras y oportunidades.

### 3.3 Títulos de los proyectos

**Tabla 1:** Trabajos de revisión bibliográfica

<b>NÚMERO</b>	<b>NOMBRE DEL AUTOR</b>	<b>NOMBRE DEL ARTÍCULO</b>
<b>1</b>	Vicente Ortiz Pereda, Maite López, Agustín Arroita, Luciano Aguilera, Jon Azkue, F. Torre Mollinedo, A. Isla-Baranda	Antiinflamatorios no esteroideos y paracetamol en el tratamiento del dolor.
<b>2</b>	Andrés Pérez Ruiz, Ana Marta López Mantecón, Ileana Grau León	Antiinflamatorios no esteroideos (AINES): Consideraciones para su uso estomatológico.
<b>3</b>	María Cristina Sandoval Ortiz, Esperanza Herrera Villabona, Diana Marina Camargo Lemos, Mónica Jerez, Sonia L. Rivera, Gerlyn C. Cáceres, Nelson M. Osses, Laura C. Piamonte, Sandra G Celis	Efectos fisiológicos de la crioterapia.
<b>4</b>	Ana García Pantoja, Karen Sasía, Osvaldo Amaro	Revisión sistemática sobre los efectos de la crioterapia.
<b>5</b>	Roberto Falcón Barrera	Hidroterapia vs fisioterapia en tierra en el tratamiento de la enfermedad de Parkinson según la evidencia científica: revisión sistemática

6	Karen Miranda, Yolanda Espinosa	Hidroterapia con aguas termales del distrito Baños del Inca como tratamiento alternativo en niños y adolescentes epilépticos del centro poblado Santa Bárbara – Cajamarca, 2023 [universidad privada Antonio Guillermo Urrelo].
7	Maite Inthamussu, Stefano Fabbiani	Lumbalgia mecánica y relajantes musculares: ¿qué dice la evidencia?
8	Carlos Humberto Bautista Moya	Comparación farmacocinética y determinación analítica de relajantes musculares utilizados como tratamiento en dolores crónicos de espalda lumbar.

### 3.4 Desarrollo técnico

#### 3.4.1 Antiinflamatorios no esteroideos (AINES)

En el artículo “Antiinflamatorios no esteroideos y paracetamol en el tratamiento del dolor” los autores plantean que los antiinflamatorios no esteroideos son agentes con efectos antiinflamatorios y analgésicos mediados por un mecanismo periférico de inhibición de la enzima ciclooxigenasa (COX) que permite el paso de ácido araquidónico a endoperóxido PGG<sub>2</sub> disminuyendo la síntesis de prostaglandinas y tromboxanos, obteniéndose de dicha acción la disminución de la concentración tisular de compuestos capaces de sensibilizar o activar los nociceptores periféricos. También tienen un efecto inhibitorio de la COX a nivel del sistema nervioso central reduciendo la formación de prostaglandinas en la médula espinal y en el cerebro disminuyendo los procesos de sensibilización central. (Ortiz et al., 2007)

**Comentario:** Los autores describen como los antiinflamatorios no esteroideos a través de un mecanismo de inhibición de la enzima ciclooxigenasa desencadenan una serie de procesos químicos que resultan en la inhibición de receptores del dolor periférico. Esto puede aplicarse a la fisioterapia para tratar la fase aguda de un dolor antes de empezar un proceso terapéutico.

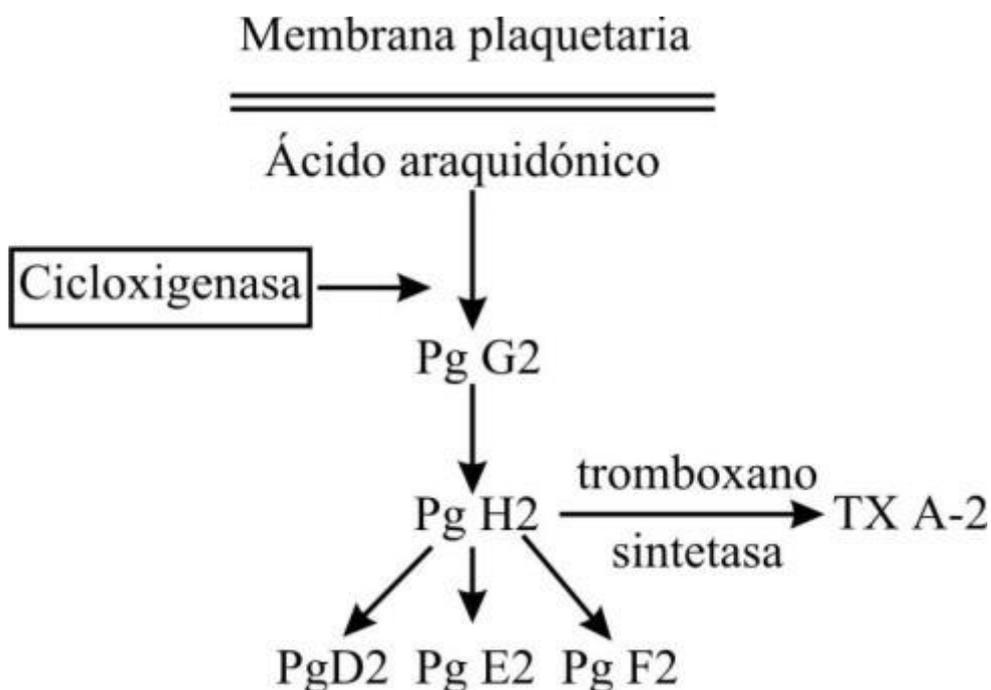
Por otra parte, según Pérez Ruiz et al., (2002) en el artículo “Antiinflamatorios no esteroideos (AINES). Consideraciones para su uso estomatológico” plantean que los AINES ejercen su actividad antiinflamatoria mediante la inhibición de la COX-2 en el sitio de la inflamación. Pero también estos fármacos son capaces de inhibir la COX-1 en los tejidos gastrointestinales y renal, lo que provoca efectos indeseables, y puede limitar su utilidad terapéutica. Con el avance de la farmacología se han desarrollado inhibidores altamente selectivos de la COX-2; entre estos se puede encontrar el Celecoxib 200 mg y recientemente el Rofecoxib 25 mg, ambos autorizados por la *Food and Drug Administration* de EE.UU. Los

Coxibs son un nuevo tipo de fármacos antiinflamatorios que tienen la capacidad de inhibir selectivamente COX-2, sin inhibir COX-1 en todo su espectro terapéutico.

**Comentario:** Los autores plantean que los AINES ejercen su actividad antiinflamatoria sobre la ciclooxigenasa 2 (COX-2) pero también sobre la COX-1 lo cual provoca efectos indeseables en el sistema gastrointestinal y renal. Esto debe tenerse en cuenta a la hora de administrar estos medicamentos en sesiones de fisioterapia y se deben buscar alternativas para lograr un efecto terapéutico óptimo. Como bien plantean estos autores existen otros AINES que solo ejercen su efecto sobre la COX-2 y por tanto son más recomendables para tratamientos del dolor.

### Figura 1

Mecanismo de acción de los AINES



**Nota:** Tomada de (Pérez Ruiz et al., 2002)

### 3.4.2 Crioterapia

En el artículo científico “Efectos fisiológicos de la crioterapia” los autores plantean que el frío es una de las modalidades físicas más utilizadas por el fisioterapeuta para el tratamiento de lesiones musculoesqueléticas, pues produce una disminución de la temperatura tisular, del metabolismo celular, de la velocidad de conducción nerviosa, del dolor y del espasmo muscular. La efectividad de la crioterapia depende entre otros factores de la actividad física realizada después del enfriamiento, pues esta incide en la disminución del metabolismo intracelular producido por el frío. La crioterapia consiste en la aplicación local o sistémica de frío con fines terapéuticos. La reacción inicial a la aplicación de frío comprende el descenso de la temperatura de la piel y la vasoconstricción local directa y persistente de los vasos superficiales acompañada por la acción refleja del sistema nervioso central (SNC), la disminución de la temperatura tisular trae consigo una reducción del consumo de O<sub>2</sub> evidenciado en la saturación del flujo sanguíneo venoso, que se incrementa desde un 70 a un 80%; a temperaturas cercanas de - 11°C se produce una disminución de la actividad enzimática metabólica. También se ha estudiado que el frío estimula áreas centrales de recepción del dolor a través de descargas de impulsos de frío que compiten con la transmisión de los impulsos dolorosos, bloqueando las sensaciones dolorosas. (Sandoval et al., 2007)

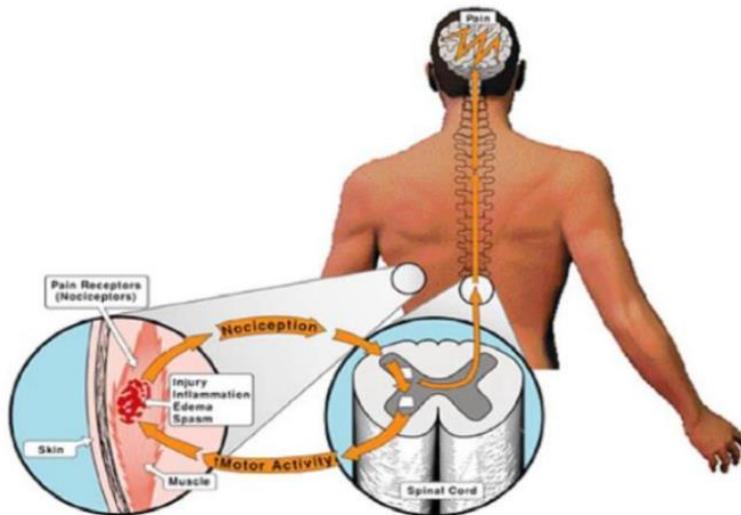
**Comentario:** Los autores nos explican como el frío incide directamente en la reparación de tejidos por enfriamiento y la disminución del dolor. Se plantea que a temperaturas de -11 °C disminuye la actividad enzimática metabólica y se bloquean las sensaciones dolorosas. Esto es aplicable a la fisioterapia para la recuperación de lesiones músculo-tendinosas y la disminución de síntomas de dolor.

Según García et al., (2015) en su artículo “Revisión sistemática sobre los efectos de la crioterapia” la crioterapia es una modalidad de termoterapia superficial que no es más que la aplicación local o sistémica de frío con fines terapéuticos. Esta es una de las modalidades terapéuticas más utilizadas en la fisioterapia. La acción analgésica de la crioterapia se basa en algunos cambios que se demuestran a nivel de la electrofisiología neuromuscular; ya que se ve asociado a la disminución local de la temperatura cutánea y se produce un retraso, tanto en la apertura como en el cierre de los canales de sodio (Na), produciéndose un retraso de las corrientes de sodio (Na) que se encargan de la despolarización de las fibras nerviosas y musculares, lo que provoca finalmente una reducción de la velocidad de conducción nerviosa del axón. El hecho de tener un periodo refractario más prolongado provocará una disminución del potencial de acción, que, junto a la disminución de la frecuencia de descarga de los receptores del dolor, explica el aumento del umbral del dolor y por tanto el efecto hipoalgésico de la crioterapia.

**Comentario:** En este artículo los autores explican como el frío aplicado en la crioterapia provoca un enlentecimiento de la apertura y cierre de los canales de sodio (Na) lo cual produce un retraso en la velocidad de transmisión del impulso nervioso dando lugar al efecto hipoalgésico que se traduce en una disminución del dolor. Con la crioterapia se combinan factores bioquímicos, físicos y fisiológicos que permiten en última instancia su aplicación en la fisioterapia para el tratamiento del dolor.

## Figura 2

Ciclo del dolor-espasmo-dolor



**Nota:** Tomada de (García et al., 2015)

### 3.4.3 Hidroterapia

En el trabajo de fin de grado “Hidroterapia vs fisioterapia en tierra en el tratamiento de la enfermedad de Parkinson según la evidencia científica: revisión sistemática” el autor plantea que la hidroterapia es un método empleado en el tratamiento de rehabilitación de distintas enfermedades con un resultado positivo, como enfermedades del sistema nervioso (SN) entre otras. Se utiliza en diversos programas de ejercicios y se ha demostrado que disminuye los síntomas clínicos de las enfermedades del SN, reduce el dolor y mejora la calidad de vida. El agua (H<sub>2</sub>O) actúa como un medio único que permite la realización de ejercicios con pesas con un impacto menor en las articulaciones, ejercicios de movimiento y estabilidad sin temor a caerse, y entrenamiento de resistencia multidireccional sin el uso de pesas libres o bandas. La hidroterapia se realiza en una piscina cálida, a una temperatura superior a los 30°C y poco profunda; puede implicar una diversidad de ejercicios que

incluyen aeróbicos, estiramientos, resistencia y entrenamiento de estabilidad. La hidroterapia se aplica frecuentemente a pacientes con alteraciones neurológicas o musculoesqueléticas dolorosas, porque el calor y la flotabilidad del agua propician el bloqueo de los nociceptores actuando sobre los receptores térmicos y los mecanorreceptores y ejercen un efecto positivo sobre los mecanismos segmentarios de la columna vertebral. El agua caliente también puede incrementar el flujo sanguíneo, ayudando a disipar las sustancias químicas alogénicas y a propiciar la relajación muscular. El efecto hidrostático del agua puede aliviar el dolor aminorando el edema periférico y la actividad del sistema nervioso simpático. Las características intrínsecas del agua como son la presión hidrostática, flotabilidad, viscosidad, densidad y temperatura, además de las dinámicas resistencia al flujo y flujo turbulento actúan como facilitadores y permiten al paciente ejecutar movimientos equilibrados y coordinados. La flotabilidad permite realizar movimientos que no se pueden realizar en tierra. El entorno de microgravedad permite la participación de los pacientes en el ejercicio gracias al alivio del peso corporal. (Falcón, 2020)

**Comentario:** El autor plantea en su trabajo de fin de grado las ventajas que tiene la hidroterapia a la hora de tratar a pacientes con enfermedades del sistema nervioso y musculoesquelético como el Parkinson. Plantea que esto se debe a las propiedades físicas y químicas del agua (H<sub>2</sub>O) como su flotabilidad, viscosidad, densidad y temperatura que permitan la realización de ejercicios terapéuticos con un impacto mínimo en las articulaciones. Además, también plantea como las propiedades del agua producen un bloqueo de los nociceptores que se traduce en una disminución del dolor de los pacientes.

Karen & Espinoza (2023) plantean en su tesis “HIDROTERAPIA CON AGUAS TERMALES DEL DISTRITO BAÑOS DEL INCA COMO TRATAMIENTO ALTERNATIVO EN NIÑOS Y ADOLESCENTES EPILÉPTICOS DEL CENTRO POBLADO SANTA BÁRBARA – CAJAMARCA, 2023” que la hidroterapia o terapia

acuática, es una práctica común de rehabilitación que se realiza en el agua, normalmente en una piscina cubierta climatizada a una temperatura de entre 33 y 36 grados centígrados. El efecto de la hidroterapia se debe múltiples factores que son las propiedades físicas de cualquier hidroterapia y los efectos químicos de la absorción de los solutos contenidos en las aguas termales. Las piscinas de hidroterapia son por lo general poco profundas para permitir caminar a lo largo de toda su longitud. El objetivo de la hidroterapia es relajar los músculos, optimizar el rango de movimiento de las articulaciones, la fuerza muscular y disminuir el dolor. El agua es un medio que equilibra ya que su naturaleza anti gravitatoria reduce las fuerzas de compresión. La disminución del peso del cuerpo en el agua y la facilidad para desplazarse en ella, permiten explorar nuevos movimientos, así como mejorar la tonificación con un reducido nivel de carga e impacto directo sobre las articulaciones. El motivo por el cual la hidroterapia funciona óptimamente para muchos es debido a las propiedades del agua como la flotabilidad (es la fuerza hacia arriba experimentada en el agua que actúa de manera opuesta al tirón gravitatorio hacia abajo), la presión hidrostática (se refiere a la fuerza del agua que presiona contra la superficie de su cuerpo que está sumergido en el agua), la temperatura (aunque no son exclusivos de un entorno acuático, las piscinas de hidroterapia climatizada proporcionan un efecto fisiológico muy similar al de las compresas calientes aplicadas al cuerpo), la hidrodinámica (hace referencia a los factores que facilitan o resisten el movimiento dentro del agua y cuyo adecuado uso permite progresión en los ejercicios) y los principios térmicos (suelen ser en relación a los beneficios que proporciona el calor, en el agua la temperatura debe ser mínimo de 35°C).

**Comentario:** En esta tesis los autores plantean que la hidroterapia produce un efecto beneficioso en pacientes con epilepsia gracias a sus propiedades físicas y químicas. En el caso de esta investigación se plantea que los efectos químicos se dan por la absorción de los solutos contenidos en las aguas termales lo cual es un punto en común entre la química, la

hidroterapia y la fisioterapia; además el agua es un compuesto químico que gracias a sus propiedades tiene efectos en la disminución del dolor y la mejora de la calidad de vida de los pacientes que se someten a sesiones de hidroterapia.

### **Figura 3**

Sesión de hidroterapia con pesas



**Nota:** Tomada de <https://saludycardiologia.com/>

#### **3.4.4 Relajantes musculares**

En el artículo “Lumbalgia mecánica y relajantes musculares: ¿qué dice la evidencia?” los autores plantean que una práctica común en el tratamiento de la lumbalgia es el uso de relajantes musculares con el propósito terapéutico de contribuir en la terapia del dolor, bajo la concepción de que podría existir una contracción muscular que desencadena el mismo. El término “relajantes musculares” se refiere a fármacos heterogéneos entre sí, que son distintos en su estructura química y mecanismo de acción, pertenecen a grupos terapéuticos diferentes y por lo tanto en sus aplicaciones clínicas. En esta categoría están incluidos grupos

farmacológicos como antiespásticos (baclofeno), antiespasmódicos no benzodiazepínicos (ciclobenzaprina 10mg, tizanidina 2mg, orfenadrina 60 mg), benzodiazepinas y otros (toxina botulínica). En el tratamiento de la lumbalgia específicamente, los relajantes musculares que más se utilizan son los antiespasmódicos no benzodiazepínicos y las benzodiazepinas. Entre los relajantes musculares más utilizados se encuentran la Ciclobenzaprina hidrocloreto, Orfenadrina, Tizanidina, Diazepam 10 mg y Clonazepam 2mg. (Inthamussu & Fabbiani, 2021)

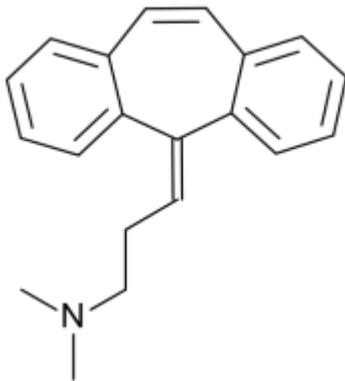
**Comentario:** Los autores describen como los relajantes musculares son utilizados para el tratamiento de la lumbalgia. Muchos de los pacientes que llegan a consultas de fisioterapia lo hacen por lumbalgias y estos relajantes musculares a través de sus mecanismos de acción pueden poner alivio al dolor.

En su monografía “Comparación farmacocinética y determinación analítica de relajantes musculares utilizados como tratamiento en dolores crónicos de espalda lumbar” el autor plantea que los relajantes musculares son un grupo de fármacos cuya administración provoca como resultado la relajación del músculo. Se usan frecuentemente cuando los músculos están demasiado contraídos, duros y por tanto provocan dolor, estos también se conocen como miorelajantes. Se utilizan como tratamiento de la contractura muscular, para aminorar los dolores provocados por la tortícolis, así como los dolores lumbares o dorsales. Los relajantes musculares esqueléticos son fármacos que inciden sobre los centros nerviosos y deprimen la actividad del músculo esquelético, disminuyendo el tono y los movimientos involuntarios. Para curar y mejorar los síntomas de pacientes que padecen dolor de espalda lumbar asociado a espasmos musculares, se emplean relajantes musculares como la ciclobenzaprina y tiocolchicósido, ya que éstos dos fármacos han sido reconocidos como los más efectivos y seguros. El clorhidrato de ciclobenzaprina fue desarrollado por la empresa Merck-Sharp & Dohme. Este un relajante muscular de acción central que disminuye

eficazmente la actividad eferente de las neuronas motoras  $\alpha$  y  $\gamma$ . El peso molecular de este medicamento es de 311.85 gramos y el contenido de cloro es del 11.37% p/p. La ciclobenzaprina es un sólido blanco, cristalino, inodoro, con un punto de fusión entre 216°C – 218°C. La ciclobenzaprina mejora los espasmos musculares a través de un efecto central, probablemente en el tronco encefálico, mientras que no posee ningún efecto sobre la unión neuromuscular o sobre el músculo. (Bautista, 2017)

**Comentario:** El autor argumenta como los relajantes musculares ejercen su acción en los centros nerviosos dando como resultado una relajación de la musculatura esquelética, esto los hace muy efectivos en el ejercicio de la fisioterapia. También destaca a la ciclobenzaprina como uno de los relajantes musculares más efectivos describiendo sus propiedades físicas y químicas, dichas propiedades son las que permiten su acción como relajante muscular para aliviar el dolor.

**Figura 4** Estructura Molecular de la Ciclobenzaprina



**Nota:** Tomada de (Bautista, 2017)

## **4 RESULTADOS**

### **4.1 Antiinflamatorios no esteroideos (AINES)**

Según Ortiz et al., (2007) la importancia de los antiinflamatorios no esteroideos radica en que son agentes con efectos antiinflamatorios y analgésicos mediados por un mecanismo periférico de inhibición de la enzima ciclooxigenasa (COX) y que también poseen un efecto inhibidor de la COX a nivel del sistema nervioso central reduciendo la formación de prostaglandinas en la médula espinal y en el cerebro disminuyendo los procesos de sensibilización central.

Por otra parte, Pérez Ruiz et al., (2002) son más específicos argumentando que los AINES ejercen su actividad antiinflamatoria mediante la inhibición de la COX-2 en el sitio de la inflamación. Pero también estos fármacos son capaces de inhibir la COX-1 en los tejidos gastrointestinales y renal, lo que provoca efectos indeseables, y puede limitar su utilidad terapéutica. Por esto es importante el desarrollo de otros fármacos más específicos que solo ejerzan su acción sobre la ciclooxigenasa 2 (COX- 2).

### **4.2 Crioterapia**

Sandoval et al., (2007) argumentan que el frío es una de las modalidades físicas más utilizadas por el fisioterapeuta para el tratamiento de lesiones musculoesqueléticas pues produce una disminución de la temperatura tisular, del metabolismo celular, de la velocidad de conducción nerviosa y del dolor. Todo esto debido a que se produce una reducción del consumo de O<sub>2</sub> evidenciado en la saturación del flujo sanguíneo venoso, que se incrementa desde un 70 a un 80%. También a temperaturas cercanas de - 11°C se produce una disminución de la actividad enzimática metabólica estimulando las áreas centrales de recepción del dolor a través de descargas de impulsos de frío que compiten con los impulsos de dolor bloqueando las sensaciones dolorosas.

Por otra parte, García et al., (2015) argumentan que la crioterapia es una modalidad de termoterapia superficial que no es más que la aplicación local o sistémica de frío con fines terapéuticos. La acción analgésica de la crioterapia se basa en que el frío tiene un efecto tanto en la apertura como en el cierre de los canales de sodio (Na), produciéndose un retraso de las corrientes de sodio (Na) que se encargan de la despolarización de las fibras nerviosas y musculares, lo que provoca finalmente una reducción de la velocidad de conducción nerviosa del axón, esta disminución trae consigo una disminución de los síntomas dolorosos.

### **4.3 Hidroterapia**

El autor Falcón (2020) plantea que el agua (H<sub>2</sub>O) actúa como un medio único para la realización de ejercicios con pesas con un impacto menor en las articulaciones, el agua caliente también puede incrementar el flujo sanguíneo, ayudando a disipar las sustancias químicas alogénicas y a propiciar la relajación muscular. Las características intrínsecas del agua como son la presión hidrostática, flotabilidad, viscosidad, densidad y temperatura, además de las dinámicas resistencia al flujo y flujo turbulento actúan como facilitadores permiten al paciente ejecutar movimientos equilibrados y coordinados, y el entorno de microgravedad permite la participación de los pacientes en el ejercicio gracias al alivio del peso corporal.

Karen & Espinoza (2023) plantean que la hidroterapia o terapia acuática, es una práctica común de rehabilitación que se realiza en el agua a una temperatura de entre 33 y 36 grados centígrados. El efecto de la hidroterapia se debe múltiples factores como son las propiedades físicas del agua y los efectos químicos de la absorción de los solutos contenidos en las aguas termales. El agua es un medio que equilibra ya que su naturaleza anti gravitatoria reduce las fuerzas de compresión y funciona óptimamente debido a las propiedades del agua

como la flotabilidad, la presión hidrostática, la temperatura, la hidrodinámica y los principios térmicos.

#### **4.4 Relajantes musculares**

Según lo planteado por Inthamussu & Fabbiani (2021) una práctica común en el tratamiento de la lumbalgia es el uso de relajantes musculares con el propósito terapéutico de contribuir en la terapia del dolor. El término “relajantes musculares” se refiere a fármacos heterogéneos entre sí, que son distintos en su estructura química y mecanismo de acción. En esta categoría están incluidos grupos farmacológicos como antiespásticos (baclofeno), antiespasmódicos no benzodiazepínicos (ciclobenzaprina, tizanidina, orfenadrina), benzodiazepinas y otros (toxina botulínica). Entre los relajantes musculares más utilizados se encuentran la Ciclobenzaprina hidrocloreto, Orfenadrina, Tizanidina, Diazepam y Clonazepam.

Por otro lado, Bautista (2017) argumenta que los relajantes musculares son un grupo de fármacos cuya administración provoca como resultado la relajación del músculo. Entre los más empleados se encuentran la ciclobenzaprina y tiocolchicósido, ya que éstos dos fármacos han sido reconocidos como los más efectivos y seguros. El clorhidrato de ciclobenzaprina es un relajante muscular de acción central cuyo peso molecular es de 311.85 gramos y el contenido de cloro es del 11.37% p/p. La ciclobenzaprina es un sólido blanco, cristalino, inodoro, con un punto de fusión entre 216°C – 218°C. Este medicamento mejora los espasmos musculares a través de un efecto central, probablemente en el tronco encefálico, mientras que no posee ningún efecto sobre la unión neuromuscular o sobre el músculo.

## 5. CONCLUSIONES

- Se investigó acerca de la aplicación de procedimientos químicos y farmacológicos en la fisioterapia haciendo énfasis en los mecanismos químicos de los medicamentos en el momento de tratar distintas afecciones. Entre estos medicamentos se mencionaron los antiinflamatorios no esteroideos y los relajantes musculares además de procedimientos como la crioterapia y la hidroterapia. Todo para lograr un conocimiento general de la relación entre la química y la fisioterapia.
- Se recopiló información acerca de los principales medicamentos y procedimientos químicos utilizados en la fisioterapia a través de buscadores académicos como PubMed y Google Académico.
- Se describieron los principales mecanismos químicos de acción de estos medicamentos y procedimientos.
- Se desarrolló un comentario crítico de cada uno de los aspectos fundamentados en este trabajo para aumentar la capacidad de razonamiento y argumentación en el ámbito académico.

## 6. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que, en la investigación de Ortiz et al., (2007) acerca de los antiinflamatorios no esteroideos se profundice acerca de la acción de estos medicamentos sobre la COX 1 y sus efectos adversos en el sistema gastrointestinal y renal, los cuales pueden entorpecer la eficacia del tratamiento para el dolor.

- Se recomienda que, en la investigación de Sandoval et al., (2007) acerca de la crioterapia se aborde de manera más precisa los efectos que produce el frío a nivel bioquímico como por ejemplo el retraso, tanto en la apertura como en el cierre, de los canales de sodio (Na) en las membranas de las células musculares.

- Se recomienda que, en la investigación de Karen & Espinoza (2023) acerca de la hidroterapia se argumente de manera más profunda como las propiedades del agua como la flotabilidad, la presión hidrostática, la temperatura, la hidrodinámica y los principios térmicos influyen en el alivio de los síntomas de dolor en pacientes que se someten a este tratamiento.

## Bibliografía

- Bautista, C. (2017). *Comparación farmacocinética y determinación analítica de relajantes musculares utilizados como tratamiento en dolores crónicos de espalda lumbar* [PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR].  
<https://n9.cl/zfeb9>
- Falcón, R. (2020). *Hidroterapia vs fisioterapia en tierra en el tratamiento de la enfermedad de Parkinson según la evidencia científica: revisión sistemática* [Universidad de Zaragoza]. <https://zaguan.unizar.es/record/101914/files/TAZ-TFG-2020-1631.pdf>
- García, A., Karen, S., Osvaldo, & Amaro. (2015). Revisión sistemática sobre los efectos de la crioterapia. *Revista de Aplicación Científica y Técnica*, 1(1), 66–72.  
[https://www.researchgate.net/profile/Karen-Sasia-Zayas/publication/283298851\\_Revisión\\_sistemática\\_sobre\\_los\\_efectos\\_de\\_la\\_crioterapia/links/5631ba0708ae3de9381d0e27/Revisión-sistemática-sobre-los-efectos-de-la-crioterapia.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Karen-Sasia-Zayas/publication/283298851_Revisión_sistemática_sobre_los_efectos_de_la_crioterapia/links/5631ba0708ae3de9381d0e27/Revisión-sistemática-sobre-los-efectos-de-la-crioterapia.pdf)
- Inthamussu, M., & Fabbiani, S. (2021). Lumbalgia mecánica y relajantes musculares: ¿qué dice la evidencia? *BOLETÍN FARMACOLÓGICO*, 12(3).  
[https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/31326/1/Lumbalgia%20mec%C3%A1nica%20y%20relajantes%20musculares\\_qu%C3%A9%20dice%20la%20evidencia.pdf](https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/31326/1/Lumbalgia%20mec%C3%A1nica%20y%20relajantes%20musculares_qu%C3%A9%20dice%20la%20evidencia.pdf)
- Karen, M., & Espinoza, Y. (2023). *HIDROTERAPIA CON AGUAS TERMALES DEL DISTRITO BAÑOS DEL INCA COMO TRATAMIENTO ALTERNATIVO EN NIÑOS Y ADOLESCENTES EPILÉPTICOS DEL CENTRO POBLADO SANTA BÁRBARA – CAJAMARCA, 2023* [UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO

URRELO].

[https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as\\_sdt=0%2C5&q=HIDROTERAPIA+CON+AGUAS+TERMALES+DEL+DISTRITO+BA%3%91OS+DEL+INCA+COMO+TRATAMIENTO+ALTERNATIVO+EN+NI%3%91OS+Y+ADOLESCENTES+E+PIL%3%89PTICOS+DEL+CENTRO+POBLADO+SANTA+B%3%81RBARA+%E2%80%93+CAJAMARCA%2C+2023+%5BUNIVERSIDAD+PRIVADA+ANTONIO+GUILLERMO+URRELO%5D.&btnG=](https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=HIDROTERAPIA+CON+AGUAS+TERMALES+DEL+DISTRITO+BA%3%91OS+DEL+INCA+COMO+TRATAMIENTO+ALTERNATIVO+EN+NI%3%91OS+Y+ADOLESCENTES+E+PIL%3%89PTICOS+DEL+CENTRO+POBLADO+SANTA+B%3%81RBARA+%E2%80%93+CAJAMARCA%2C+2023+%5BUNIVERSIDAD+PRIVADA+ANTONIO+GUILLERMO+URRELO%5D.&btnG=)

Ortiz, V., López, M., Arroita, A., Aguilera, L., Azkue, J., Torre, F., & Isla, A. (2007).

Antiinflamatorios no esteroideos y paracetamol en el tratamiento del dolor. *Gaceta médica de Bilbao*, 104(4), 148–155. [https://doi.org/10.1016/s0304-4858\(07\)74595-x](https://doi.org/10.1016/s0304-4858(07)74595-x)

Pérez Ruiz, A. A., López Mantecón, A. M., & Grau León, I. (2002). Antiinflamatorios no

esteroideos (AINES): Consideraciones para su uso estomatológico. *Revista cubana de estomatología*, 39(2), 119–138.

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0034-75072002000200004&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0034-75072002000200004&lng=es&nrm=iso&tlng=es)

Sandoval, M., Herrera, E., Camargo, D., Jerez, M., Rivera, S., Caceres, G., Osses, N.,

Piamonte, L., & Celis, S. (2007). Efectos fisiológicos de la crioterapia. *Salud UIS*, 39, 62–73. [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/56449864/51763990-EFECTOS-FISIOLOGICOS-DE-LA-CRIOTERAPIA1-libre.pdf?1525008135=&response-](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/56449864/51763990-EFECTOS-FISIOLOGICOS-DE-LA-CRIOTERAPIA1-libre.pdf?1525008135=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DEfectos_fisiologicos_de_la_crioterapia.pdf&Expires=1693192663&Signature=dJOiCFKHX6Sb5mnbvbanxP2I2jCLenvlZrOTEmbaqEwhclvD1JB~CRnpDIHiv3x60SzHtpmQJsQJoZu757KsRffZmXfFXkFx8o4iLOLeFeFEAnjG0Lw0P~dp49foHo8mLTDqvJ9wnyrTAoettxuYdFHkqdlr7uw0eIYLTXxlo)

[content-disposition=inline%3B+filename%3DEfectos\\_fisiologicos\\_de\\_la\\_crioterapia.pdf&Expires=1693192663&Signature=dJOiCFKHX6Sb5mnbvbanxP2I2jCLenvlZrOTEmbaqEwhclvD1JB~CRnpDIHiv3x60SzHtpmQJsQJoZu757KsRffZmXfFXkFx8o4iLOLeFeFEAnjG0Lw0P~dp49foHo8mLTDqvJ9wnyrTAoettxuYdFHkqdlr7uw0eIYLTXxlo](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/56449864/51763990-EFECTOS-FISIOLOGICOS-DE-LA-CRIOTERAPIA1-libre.pdf?1525008135=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DEfectos_fisiologicos_de_la_crioterapia.pdf&Expires=1693192663&Signature=dJOiCFKHX6Sb5mnbvbanxP2I2jCLenvlZrOTEmbaqEwhclvD1JB~CRnpDIHiv3x60SzHtpmQJsQJoZu757KsRffZmXfFXkFx8o4iLOLeFeFEAnjG0Lw0P~dp49foHo8mLTDqvJ9wnyrTAoettxuYdFHkqdlr7uw0eIYLTXxlo)

5X7un~Q7u2C-

dCNJ1EnFXj~T1BhEouihpDT061e7lcxJJrPulJY4eq1fQAi8ca601Jd0CtRuZbeJspWD

Ww7frEhbJF2ZsunN~-7jyZJe~Qet-

qSPAAq9QL8X6xITwervUwonNeZEKLoUEKxCVFrCXKHpiq5AQjKzPq~sT2~7ta

TQ\_\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA