



**Universidad**  
Zaragoza

## Trabajo Fin de Grado

Pilates y electroestimulación: un estudio  
comparativo

Autora

Beatrix Prades Martínez

Director/es

Nerea Estrada Marcén

Jorge Grasa Lambea

Universidad de Zaragoza

2015

## **ÍNDICE**

<b>Agradecimientos.....</b>	<b>3</b>
<b>1. Justificación del tema.....</b>	<b>3</b>
<b>2. Marco teórico.....</b>	<b>3</b>
2.1. Pilates.....	3
2.1.1. Historia.....	3
2.1.2. Método Pilates.....	4
2.1.3. Principios del Método Pilates.....	5
2.1.4. Beneficios.....	7
2.1.5. Corrientes.....	8
2.1.6. Maneras de ejecutar.....	9
2.1.7. Niveles.....	10
2.2. Electroestimulación.....	11
2.2.1. Historia.....	11
2.2.2. ¿Qué es la electroestimulación?.....	11
2.2.3. Tipos de máquinas.....	12
2.2.4. Utilidades.....	13
<b>3. Objetivos.....</b>	<b>16</b>
<b>4. Diseño del estudio.....</b>	<b>17</b>
4.1 Descripción pormenorizada de Fase I .....	18
4.1.1. Elaboración de protocolos.....	18
4.2 Descripción pormenorizada de Fase II .....	21
4.2.1. Descripción de la primera sesión.....	22
4.2.2. Descripción de la segunda sesión .....	22
4.2.3. Descripción de la tercera sesión.....	25
<b>5. Material y método.....</b>	<b>27</b>
5.1 Participantes.....	27
5.2 Variables valoradas en el estudio .....	28
5.3 Materiales empleados .....	29
5.3.1. Protocolo de Pilates.....	29
5.3.2. Protocolo de Electroestimulación.....	30
5.4 Tratamiento de los datos.....	35
<b>6. Resultados.....</b>	<b>36</b>
6.1Niveles de dificultad percibidos en los ejercicios.....	36
6.2Influencia de la electroestimulación.....	44
<b>7. Discusión.....</b>	<b>53</b>
<b>8. Conclusiones del estudio.....</b>	<b>60</b>
<b>9. Conclusiones del trabajo de fin de grado.....</b>	<b>60</b>
<b>10. Bibliografía.....</b>	<b>62</b>

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Nerea Estrada Marcén su constante atención y buen hacer en la guía de este trabajo, así como a Jorge Luis Grasa Lambea por su disposición e interés de cara a la elaboración de este proyecto y a la toma de datos en su estudio de Wellness, entrenamiento personal y Pilates, en Zaragoza. Agradecer también a todos los participantes que han sido objeto de estudio y han prestado su tiempo de manera desinteresada, haciendo posible que este trabajo saliera adelante. Y por supuesto, a mi familia, por su paciencia mientras elaboraba esta memoria de trabajo.

## 1. JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN DEL TEMA DEL TRABAJO DE FIN DE GRADO

Elegí este tema para el trabajo de fin de grado ya que empecé las prácticas en un sitio cuya principal actividad es el Pilates. En este lugar, también se ofrece la actividad de la electroestimulación integral o entrenamiento EMS, por lo que en dichas prácticas, aprendí a utilizarlo, descubriendo mundos nuevos de la actividad física.

Conforme pasaban los días más interesante me parecía todo aquello. También disponían de plataformas vibratorias, otra actividad muy curiosa y atractiva pero mis prácticas sobre todo estuvieron basadas en dirigir (bajo supervisión) entrenamientos con este material. Es por ello, que decidí orientar mi trabajo de fin de grado a la electroestimulación pero por otro lado, también quería aportar algo de Pilates, debido a que estuve en medio curso de formación (30 horas) para instructor de este método. Así nació este trabajo y con la ayuda de mi tutor de la entidad y mi tutora de la Universidad, conduje este proyecto hasta lo que hoy en día es.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Pilates

#### 2.1.1. Historia de la vida de Joseph Pilates y origen de su obra:

Joseph Hubertus Pilates nació en Mönchengladbach, una pequeña ciudad cerca de Düsseldorf, Alemania, en 1880. El interés por el ejercicio y la vida sana le vino de pequeño, ya que su padre era gimnasta y su madre naturópata. Sin embargo, fue un niño pequeño y enfermo que sufrió de asma, raquitismo y fiebre reumática, siendo además, extremadamente delgado. Estas condiciones lo llevaron al interés por el estudio del cuerpo humano de manera integral. Para ello se sumergió en la investigación de las técnicas de rehabilitación física de la época, siendo un gran depredador de conocimientos acerca del cuerpo, del dominio de las técnicas y de su control. Combinando y descartando elementos de oriente y occidente, bebiendo de la experiencia y del conocimiento de la obra de otros autores, comenzó a elaborar un método para aumentar la vitalidad de su propio cuerpo y fortalecer su malogrado sistema inmunológico.<sup>1</sup>

Tras estallar la Primera Guerra Mundial, Pilates fue encerrado en el campo de concentración de Lancaster (Gran Bretaña), debido a su nacionalidad alemana. Fue en esta época donde comenzó a elaborar un sistema de los ejercicios originales que

posteriormente denominaría “Contrología” y lo que hoy en día se conoce como “Método Pilates”. Tiempo después, lo trasladaron a otro campo de concentración donde trabajó como camillero en el hospital, asistiendo a los heridos de guerra. Fue en ese momento cuando su creatividad aumentó, ya que rehabilitaba a los enfermos mediante la invención de un equipo de aparatos, lo que daría lugar al Pilates con máquinas. Tomaba muelles de camas y otros materiales y los adoptaba para los pacientes encamados, siendo toda una revolución y según se dice, ninguno murió a causa de la epidemia de gripe de 1918.

Después de este periodo, Pilates volvió a Alemania y comenzó a entrenar a la policía militar de Hamburgo, así como a dirigir entrenamientos personales. Durante años siguió formándose en el campo de la actividad física, y famosos de la época, ya tenían en cuenta los ejercicios de Pilates.

En 1926, viajó a Estados Unidos, donde conoció a su futura esposa, Clara. En Nueva York creó su propio estudio en la Octava Avenida y consolidó y afianzó su técnica, a la cual llamó “Contrología”, cuyo significado es “la ciencia y arte del desarrollo coordinado de la mente, el cuerpo y el espíritu, a través de movimientos naturales, bajo el estricto control de la voluntad”.<sup>2</sup>

Él creía que el objetivo de una persona sana es lograr una mente fuerte y usarla para lograr un control total sobre su cuerpo físico. Por tanto, el MP, como Joseph Pilates defendía, es más que un entrenamiento físico para el cuerpo, es también un trabajo equilibrado para el fortalecimiento y acondicionamiento de la mente.<sup>3</sup> Su método se convirtió en parte del entrenamiento y rehabilitación de los mejores bailarines de la ciudad y Norteamérica, y fue, poco después, cuando deportistas de élite acudían a su estudio para depurar la técnica y obtener un mejor control postural.

Después de su muerte, en 1967, su esposa Clara es quien consolidó y comenzó a difundir el método. Además, muchos de sus alumnos colaboraron con la expansión de la técnica a partir de la apertura de diversos centros en distintas ciudades de Estados Unidos y posteriormente en Europa.<sup>1</sup>

### 2.1.2. Método Pilates:

El método Pilates comenzó a desarrollarse como tal en 1900, donde se produjo un punto de inflexión a partir del cual, se transformó, de una forma de ejercicio poco conocida con un grupo de seguidores devoto pero reducido, que incluía bailarines, cantantes, artistas circenses y actores, en un método de fitness mayoritario practicado en muchos hogares.<sup>4</sup>

Joseph Pilates no dejó extensos materiales escritos para orientar a las futuras generaciones de profesionales de su método. El reducido material de archivo (fotografías, películas y textos) ha sido muy valioso. No obstante, la transmisión de

gran parte de sus enseñanzas de la primera a la segunda generación y de esta a las siguientes se ha realizado principalmente de viva voz mediante el lenguaje universal del movimiento.<sup>4</sup>

Escribió dos libros: *Return to Life Through Contrology* (Regreso a la vida a través de la Contrología) y *Your Health* (Tu salud, 1934). En este último se recogen afirmaciones como las siguientes como: "Desde el punto de vista de la suprema salud física, la suprema felicidad mental y los supremos logros en el camino del progreso humano, probablemente los antiguos griegos sabían mejor que nadie el verdadero significado del "Equilibrio Corporal" [...] Comprendían plenamente que cuanto más se aproximara el físico a la perfección física, más cerca estaría la mente de la perfección mental [...] Sabían que el desarrollo simultáneo y paralelo de la capacidad de controlar voluntariamente el cuerpo y la mente era una ley primordial de la naturaleza y que el descuido de alguno de ellos o de ambos, daría lugar al absoluto incumplimiento de la primera y principal ley de la civilización: la conservación de la vida y el logro y mantenimiento de la propia capacidad corporal y mental.<sup>5</sup>

En su libro, *Vuelta a la Vida con la Contrología*, Pilates explica que la forma física consiste en lograr un mantener un cuerpo uniformemente desarrollado y una mente equilibrada, capaces ambos de realizar de un modo natural y satisfactorio, una gran variedad de tareas diarias de placer y espontánea alegría.<sup>5</sup> Es por ello, que va un paso más allá y acentúa la necesidad de realizar ejercicio consciente. Al controlar nuestros movimientos, estamos utilizando conjuntamente la mente y el cuerpo, idea ésta, que es fundamental en todo el sistema.

Lo más importante y diferenciador de este método es su enfoque holístico. No hay trabajo aislado, sino que todo funciona unido.

#### **2.1.3. Principios del método Pilates:**

El método Pilates aporta una coordinación total del cuerpo, mente y espíritu, promoviendo el desarrollo uniforme del cuerpo, la adopción de una buena postura y actividad física y la revitalización de la mente y el espíritu.<sup>6</sup>

Aunque Joseph Pilates no dejara anotaciones específicas sobre los principios que gobiernan su método, los siguientes pueden identificarse claramente a través de todas las páginas de sus textos y extraerse de secuencias filmadas originales y de otro material de archivo.<sup>4</sup>

Si bien es cierto, dependiendo de la escuela de Pilates, la lista de principios y la forma en que se presentan puede variar ligeramente pero la que presentaré a continuación, incluye aquellos principios que forman la base de muchos enfoques de Pilates y que se aceptan generalmente como los fundamentos de sistema.

- **Respiración:**

Este principio es de vital importancia para este método. Su utilización no solo es un mero hecho fisiológico ventilatorio sino que sirve de unión del resto de principios fundamentales del Pilates, conectándolos entre sí.

En este sentido, la respiración puede describirse como el combustible del centro de energía (o también llamado powerhouse), que es la máquina que impulsa el movimiento. Tal y como su autor la consideraba, puede contemplarse como perteneciente al cuerpo, a la mente y al espíritu.<sup>4</sup>

Por ello, es relevante conocer la anatomía sobre la que se establece la respiración para facilitar su óptimo empleo.

- **Concentración:**

Definida como la dirección de la atención hacia un objetivo único, referido al dominio de un determinado ejercicio de Pilates.<sup>4</sup> Es necesaria una concentración máxima en el sujeto para poder desempeñar la ejecución de la manera más correcta posible. La visualización de cada parte fundamental del cuerpo que poner en marcha para el desarrollo del ejercicio es esencial y a veces, requiere unos segundos o incluso minutos. Nunca se ha de perder la concentración en una sesión de Pilates, pues eso incluye perder la respiración así como la coordinación entre cuerpo y mente.

- **Centro:**

Este es un principio muy tenido en cuenta y nombrado en cada sesión. Puede tener diversos significados pero principalmente, se relaciona con el centro de gravedad del cuerpo. Es en este punto del cual podría suspenderse el cuerpo quedando totalmente equilibrado en todas las direcciones. Éste, depende de cada persona en cuanto a su complejión y sexo.

Anatómicamente, es la parte del cuerpo comprendida entre la caja torácica y el suelo pélvico e integra cinco grupos de músculos: los abdominales anteriores (recto abdominal, oblicuos y transverso del abdomen), abdominales posteriores (grupo erector espinal, grupo transverso espinal y cuadrado lumbar), los extensores de cadera (principalmente glúteo mayor), los flexores de cadera y la musculatura del suelo pélvico. El trabajo de esta zona aporta tres efectos fundamentales del Pilates: mejora la postura de la pelvis y, con ello, la de la columna lumbar; favorece la flexibilidad, el estiramiento y la potenciación de la columna; y, por último, aporta integridad estructural o tono a la cavidad abdominopélvica.<sup>4</sup>

- **Control:**

Definido este principio como la regulación de la ejecución de determinada acción.<sup>4</sup> El adoptar control en un ejercicio viene de la mano de mejorar técnicamente, aunque esta adquisición requiere tiempo, entrenamiento y paciencia. Esta mejora a nivel motriz permite también ejecutar los movimientos con menos atención consciente, pudiendo desviar la concentración a otros aspectos y detalles más finos.

- **Precisión:**

Empleando la noción de que cada momento tiene su objetivo, resultando en una filosofía de “menos es más”, y “calidad sobre cantidad”. Cuando un movimiento es ejecutado bien y pocas veces, no se necesita realizarlo más veces.<sup>7</sup>

- **Fluidez de movimiento:**

Esta es una cualidad esencial que hay que esforzarse por conseguir. La energía de un ejercicio conecta todas las partes del cuerpo, que fluye a través de él de una manera única.<sup>7</sup>

Fluir requiere una comprensión profunda y precisa del movimiento, la cual no es fácil de obtener, incorporando una activación y sincronización muscular muy precisas. Este principio, al igual que los anteriores, se va interiorizando poco a poco, conforme nos inmiscuimos en la práctica de este método. Al igual que el principio del centro, este también puede alcanzar un significado esotérico, consistente en que, según afirma Mihály Csikszentmihályi, “fluir es el estado mental de funcionamiento en el que la persona está plenamente inmersa en lo que está haciendo mediante una sensación de concentración vigorizada, total implicación y éxito en el proceso de la actividad”.<sup>4</sup>

Por ello, es importante que cada uno de estos principios esté presente en la práctica del Pilates, ya que es la forma en que cuerpo y mente estén unidos.

#### 2.1.4. Beneficios:

Una vez explicado todo lo anterior es preciso concretar en qué consiste este método y es que Pilates no es solo ejercicio, ni tampoco un mero repertorio de movimientos peculiares. Es una manera de comprender el movimiento que tiende al alargamiento, a la esbeltez del músculo, en vez de aumentar su volumen.<sup>8</sup>

Aunque según García <sup>3</sup>, no hay una gran argumentación científica de los beneficios que aporta el Pilates, Cruz et al <sup>6</sup>, exponen una serie de evidencias científicas en relación a este tema y que expongo a continuación:

- Existe una **fuerte** evidencia en relación a la mejora de flexibilidad, comparada con otros grupos poblacionales inactivos o grupos que realizan otro ejercicio, así como la mejora del equilibrio dinámico comparada con grupos inactivos.
- Existe una **moderada** evidencia en cuanto a la mejora de la resistencia muscular comparada con grupos poblacionales inactivos y grupos que realizan otra actividad física.
- Existen evidencias **limitadas** en cuanto a la mejora del transverso del abdomen y la disminución del grosor del músculo oblicuo interno en la ejecución del método Pilates, comparando dicho método con el entrenamiento de fuerza tradicional. Aunque el método Pilates incrementa la masa muscular, no mejora la función comparada con el entrenamiento de fuerza en sesiones aisladas. No

- obstante, según Memmedova<sup>7</sup>, constata la evidencia plena en cuanto a la mejora de los músculos profundos abdominales, como es el transverso.
- **No hay evidencias** científicas en cuanto a la mejora del rango de movimiento y salto vertical comparado con los que realizan otra actividad física.
  - Sin embargo, existe una **contradicción** en cuanto a las mejoras psicológicas entre los resultados de este estudio con el de Memmedova<sup>7</sup>, quien determina numerosos beneficios, como la mejora de la concentración, atención, disminución del estrés y ansiedad y aumento de la sensación de energía. No obstante, en sintonía con numerosos estudios, incluye una larga lista de beneficios físicos y fisiológicos como el aumento de flexibilidad, fuerza y vitalidad; mejora del equilibrio y del sistema inmune, así como la circulación cardiovascular, entre otros.
  - Finalmente, el método Pilates se utiliza desde un **enfoque** de mejora del rendimiento físico, psicológico y además, tiene también una labor terapéutica en la recuperación de lesiones. según Wells et col, el Pilates es frecuentemente prescrito para aquellas personas con dolor lumbar. Influye en la reactivación de estos músculos, reduciendo el dolor y la incapacidad de esta zona corporal.

#### 2.1.5. Corrientes:

Desde que Joseph Pilates creara su método, poco a poco se han ido integrando nuevas maneras de ejecutarlo. Una de las primeras discípulas de Pilates que divulgó su técnica fue Romana Kryzanowska, que junto con Mary Bowen representaron el estilo más purista y tradicional de la técnica de Pilates, línea denominada “The Traditionalist”, o **Escuela Tradicional o Clásica**. El predominio de las altas cargas de trabajo a un ritmo de ejecución muy marcado y relativamente elevado, la búsqueda de la anulación de las curvas de la columna, la aplicación de rutinas y ejercicios estandarizados con unos patrones de trabajo eminentemente rígidos, son características de esta escuela de práctica.<sup>9</sup>

A principios de los 70 surgieron otras visiones que se alejaban o modificaban algunos aspectos de la técnica original, y que fueron apareciendo en distintos puntos como la Costa Oeste, El Reino Unido, y desde Canadá. Esta línea, que algunos denominan como **“The Developers” o Escuela Evolucionada**, se dió cuenta de las nuevas necesidades que surgían de la aplicación del Método con distintos tipos de participantes que presentaban un mayor o menor grado de limitación al realizar los ejercicios originales. Todo esto hizo que se empezaran a aplicar ejercicios de menor carga, ejecutándolos a un ritmo mas pausado, realizando posibles modificaciones y clasificando ejercicios en distintos niveles de dificultad.<sup>10</sup>

Hoy en día existe una organización en EEUU, la **PMA (Pilates Method Alliance)**, que sirve como referencia mundial para determinar los criterios necesarios en la elaboración de un certificado de instrucción y apoya el movimiento para lograr un reconocimiento oficial del programa en todo el mundo.

En ocasiones se habla de “Pilates evolucionado” como un concepto o una línea de trabajo aunque, si ya es difícil encontrar unanimidad de criterios entre los profesores del Pilates clásico, establecer los límites sobre qué es Pilates y qué no lo es

en variaciones del método representa un problema mayor.

En Ewe Pilates, donde yo he estado aprendiendo Pilates, se siguen dos escuelas: **Polestar Pilates y Pilates Body Intelligence**.

- **Polestar Education:** fue fundada por Brent D. Anderson y Elizabeth J. Larkam. Ellos dos identificaron los principios comunes a la mayoría de los pilates y a sus variantes. Su intención fue la de perfeccionar el método Pilates gracias a las últimas investigaciones en biomecánica, aprendizaje motor, bioenergía y a los avances en materia de comunicación, por lo que su programa ofrece soluciones en el campo de la habilitación motora combinada con programas de rehabilitación fisioterapeútica y por otro lado, amplía el abanico de ejercicios y su aplicación, acercándose al mundo del fitness.<sup>11</sup>
- **Pilates Body intelligence:** Gideon Avrahami es el fundador y basa su propuesta en despojar al método de la rigidez de una serie cerrada de ejercicios y centrar el foco de atención en lo que denomina "la esencia del Pilates". Gideon destila los principios del Método orginial y los resume en una secuencia de actuación retroalimentada y fundamentada en cuatro fases ordenadas: estabilidad articular, respiración, centro y movimiento. El programa de ejercicios parte de los más característicos y esenciales de la serie clásica, al que se incorporan variaciones surgidas del uso de nuevo material auxiliar de entrenamiento.<sup>12</sup>

#### 2.1.6. Maneras de ejecutar:

El método Pilates se ha diversificado con la extensión de su uso en los diferentes contextos. Se han realizado cambios relacionados con la modificación de los ejercicios para adaptarlos a las necesidades y capacidades de los clientes, actualizándolos en base a las evidencias científicas halladas en los mismos. La eliminación de las restricciones en el uso del término "Pilates" también ha dado lugar a una variedad en su ejecución.<sup>13</sup>

Para la creación de su método, como ya he mencionado, Pilates utilizó las camillas del hospital, valiéndose a su vez de muelles para la realización de sus ejercicios pero también los realizaba sobre colchonetas. Es por ello que hoy en día, existen dos de ejecutar este método; encontramos la modalidad de Pilates suelo (matt Pilates) y Pilates con máquinas o aparatos: Cadillac, reformer, ladder barrel y combo chair. También existen materiales que se utilizan para la ejecución de ambas modalidades aunque se utilizan sobre todo en mat Pilates.<sup>14</sup> distingue cuatro grupos: resistencias elásticas (flexband, circle); superficies inestables (bosu, fitball, foam roller entre otros); elementos para crear un apoyo o restringir un plano (pica) y cargas externas (mancuernas, balón medicinal, entre otros). ANEXO 1

En función de los objetivos, nivel de experiencia y necesidades de las personas, cada una de ellas elige una forma u otra de ejecutar esta actividad. Por ejemplo, un estudio llevado a cabo por López<sup>15</sup>, en relación a la lumbalgia crónica inespecífica, avala que los ejercicios del Método Pilates realizados en aparatos beneficiarían a las personas que sufren lumbalgia porque permiten el trabajo progresivo desde posiciones de descarga de columna a posiciones de carga; posibilitan el ajuste de la

intensidad de resistencia de cada ejercicio dependiendo de la persona; estabilizan la región lumbar; estiran la musculatura posterior del tronco; potencian especialmente la región abdominal, musculatura de la cadera y rodillas; y reeducan el movimiento normal que sirve al mismo tiempo como diagnóstico y como tratamiento.

En el presente estudio, la idea es realizar una serie de ejercicios de Pilates clásico ejecutados en el suelo, que manejen entre todos la mayor parte de grupos musculares posible. De esta manera, se activa y trabaja todo el cuerpo teniendo una visión holística de la práctica del sujeto en esta actividad.

#### **2.1.7. Niveles:**

Una vez elegida la modalidad a ejecutar, es interesante ver la progresión que puede tener cada una de ellas en cada ejercicio que se propone.

El presente estudio se centra en el Pilates suelo y en algunos de los ejercicios clásicos de este método.

En el libro escrito por Isacowitz<sup>4</sup>, “Anatomía del Pilates”, diferencia sus ejercicios en función de los niveles: básico, intermedio y avanzado. Comienza con los destinados al fortalecimiento abdominal y estabilización del tronco, seguidos por flexión lateral en una posición de decúbito lateral menos estable. Después se añade la rotación de columna. Finalmente, cuando los músculos del tronco están preparados adecuadamente, se realiza la extensión de columna.

Desde esta perspectiva, se observa que el autor, así como en tantos otros manuales, se ha basado en la ordenación de los ejercicios según los músculos implicados y la manifestación motriz realizada (flexión, rotación, extensión... etc). Lógicamente, esto conlleva, inherentemente, un incremento en la coordinación, equilibrio, control, fluidez, entre otros, a nivel neuromuscular. No obstante, desde mi punto de vista, sería interesante orientar cada ejercicio hacia un nivel concreto de dificultad en función de variables objetivas y subjetivas, como por ejemplo: la frecuencia cardíaca o la escala de dificultad perceptivo-motriz.

Es por ello, que el presente trabajo está enfocado hacia esta propuesta de desintegrar cada ejercicio (ya sea básico, intermedio o avanzado en los diferentes manuales) en dos o tres subniveles de dificultad, teniendo en cuenta, como ya he indicado, variables de carácter objetivo y subjetivo.

## **2.2. Electroestimulación**

### **2.2.1. Historia:**

La estimulación eléctrica neuromuscular, también llamada electroestimulación, se ha utilizado como terapia física desde la segunda mitad del siglo XVIII.

La era moderna de la estimulación eléctrica comienza en 1791, gracias a los estudios realizados por Galvani, observando los efectos de la corriente galvánica en preparaciones neuromusculares. Le seguirían otros autores como Volta, Faraday, Ritter, Duchenne de Boulogne, profundizando en este conocimiento. Osborne, 1951 en Ferrer et al <sup>16</sup>

Galvani, en 1786, realizó experimentos sobre la contracción muscular en animales, para lo que utilizó diferentes metales y dijo que la electricidad animal se produce gracias a una electricidad endógena propia de los tejidos vivos; en contraposición, Volta encontró en sus experimentos que las contracciones musculares no son autógenas, sino que están determinadas por cantidades de electricidad producidas intrínsecamente con la unión de diferentes metales.

Volta estaba en lo cierto, convirtiéndose la electricidad hacia el siglo XIX en una terapia con un amplio desarrollo. Es así como progresivamente se siguen realizando estudios, hasta que en 1833, Duchenne de Boulogne realiza aportes con el diseño de electrodos subcutáneos y el método de localización de puntos motores, otorgándole el reconocimiento de padre de la electroterapia. <sup>17</sup>

Finalmente, a partir de la segunda mitad del siglo XX, la estimulación eléctrica neuromuscular comienza a tomar entidad propia. <sup>16</sup>

### **2.2.2. ¿Qué es la electroestimulación?:**

La electroestimulación que hoy en día se aplica al deporte y rendimiento físico, se basa en la aplicación de series controladas de impulsos eléctricos en los principales grupos musculares.

Diseñado como un sistema modular, el sistema EMS integral permite estimular de forma individual todos los grupos musculares mediante un chaleco de perfecto ajuste. Los electrodos se encuentran en las áreas de la parte superior e inferior de la espalda, dorsales, el abdomen y el pecho; un cinturón ajustado a las caderas estimula los glúteos y unas correas para brazos y piernas activan los músculos de forma integral.

Los materiales de alta tecnología en el chaleco y correas, garantizan la comodidad de uso. Las superficies de los electrodos están cubiertas de una capa de microfibra absorbente y anti-bacteriana. <sup>18</sup>

### 2.2.3. Tipos de máquinas:

Muchos de los estudios se basan en aparatos de electroestimulación que se adhieren a la piel mediante electrodos, como se indica en la ilustración 1. Suelen ser aparatos más indicados para las recuperaciones tras lesión, en el área de fisioterapia.



Ilustración 1

El tema que en este estudio acontece, tiene que ver con un aparato mucho más moderno, cuyos electrodos van incluidos en un chaleco. De esta manera, el sujeto puede realizar diversos ejercicios, ya sean de tonificación, aeróbicos, de estiramiento... etc y combinar de esta manera, la electroestimulación y el ejercicio físico. Ilustración 2. Ilustración 3.



Ilustración 2



Ilustración 3

A su vez, se presentan diferentes materiales y modelos. Desde la máquina Miha, de origen Alemán y fue la primera en salir al mercado, hasta el último modelo

inalámbrico en el que el chaleco no está unido a la máquina central mediante cables, lo que permite mayor movilidad por el espacio y más capacidad de movimiento.

El modelo Miha lo explicaré en el apartado “Material” del presente estudio, abarcando el protocolo, programas, normas de utilización y reglas generales.

#### 2.2.4. Utilidades de la electroestimulación:

La electroestimulación ha tenido muchas aplicaciones a lo largo de los años. Desde la prevención de la atrofia muscular la atrofia muscular por inmovilización prolongada en deportistas y para acortar el periodo de rehabilitación de una lesión <sup>16</sup> hasta la mejora de la propiocepción.

- **Ventajas de la EMS**

Según Ferrer<sup>16</sup> las ventajas que presenta la electroestimulación serían las siguientes:

- Incremento de la fuerza muscular por el mayor reclutamiento de las fibras musculares
- Reeducación de la acción muscular
- Incremento de la capacidad funcional, la resistencia muscular y general
- Facilitación de las contracciones musculares
- Incremento de la velocidad de las contracciones musculares
- Facilitar la localización muscular y el progreso por las sensaciones que se reciben a través de la EEM. Bio-Feed Back indispensable para la propiocepción
- Incremento de la amplitud de movimiento
- Reducción de la hinchazón
- Regeneración y creación de tejidos

A continuación, me centraré en aquellas ventajas que más interesantes me parecen en cuanto al siguiente estudio que presentaré y que relaciona la electroestimulación y el Pilates.

- *Incremento de la fuerza muscular:* según Ferrer<sup>16</sup>, un estudio realizado por Alón (1985), que consistió en aplicar una sesión de electroestimulación a un grupo de 14 sujetos, les aumentó un 13% de media la fuerza de los cuádriceps. Esto tiene su lógica debido al mayor reclutamiento motor que se produce con este método. De esta manera, una vez realizamos el ejercicio sin estimulación eléctrica, nuestras fibras se activan porque previamente las hemos estimulado. Es por ello, que aumenta la fuerza muscular.
- *Incremento de la amplitud de movimiento:* la electroestimulación se puede utilizar junto con técnicas de movilización FNP (Facilitación Neuromuscular Propioceptiva), para mejorar su eficacia.
- *Mejora de la propiocepción muscular:* la electroestimulación permite que el sujeto sienta músculos durante la práctica que posiblemente nunca había sentido. De esta manera, puede mejorar su práctica en ausencia del chaleco

porque el sujeto ya está más concienciado de lo que ha de sentir mientras realiza el ejercicio.

Además de todo ello, existen estos otros beneficios comparándolos con el entrenamiento convencional:

- Permite la **activación de un porcentaje de fibras musculares** superior al de cualquier método de entrenamiento convencional.
- Con un entrenamiento **dirigido e individualizado**, se activan y refuerzan los músculos más profundos, lo que para el entrenamiento convencional es prácticamente imposible. La columna vertebral gana estabilidad y la espalda se descarga. Ciertos desequilibrios musculares se regulan y la musculatura del tronco se fortalece.
- El **entrenamiento y la aplicación del estímulo** se pueden hacer de manera **pasiva** (tumbado o sentado), de manera **activa** (realizando ejercicios sencillos de pie) o de forma **dinámica** (añadiendo movimientos complejos y/o rápidos).
- El sistema permite una **casi completa libertad de movimientos**, por lo que se puede entrenar la mejora técnica al tiempo que se desarrollan las capacidades físicas.
- Al no ser necesaria la aplicación de cargas para conseguir intensidad de entrenamiento, **se reduce el estrés articular unilateral y potenciales desequilibrios musculares**. El entrenamiento se puede combinar con movimientos dinámicos, incluso específicos deportivos. Esto significa que la fuerza adicional generada por el estímulo EMS puede coincidir con los objetivos del movimiento para cada deporte, de manera muy eficaz. Ya no existe una necesidad de separación estricta entre entrenamiento general de fuerza y entrenamiento más específico de rendimiento, cuya suma de esfuerzo en los métodos convencionales se asocia con más estrés, agotamiento y riesgo de lesión.
- **Resultados** que antes solo se podían conseguir después de un periodo largo de entrenamiento, se pueden lograr **en poco tiempo** con la electroestimulación muscular funcional. Los clientes se benefician inmediatamente de la eficacia de las sesiones y los resultados se consiguen en plazos más breves que con métodos convencionales.
- La intensidad del estímulo **reduce la frecuencia de las sesiones**: una sesión semanal de 40 minutos es suficiente para generar una suficiente progresión de las capacidades físicas.
- El estímulo se centra en la **velocidad y el control postural**. Mientras los métodos convencionales solamente permiten un máximo rendimiento incrementando la fuerza, el entrenamiento con EMS también mejora la velocidad del movimiento (incluso en atletas de élite) sin mucha carga sobre el sistema articular. Los impulsos eléctricos controlan especialmente las fibras musculares rápidas, de manera directa y efectiva, de forma que se incrementa el rendimiento máximo gracias a la mejora de velocidad del movimiento.
- La intensidad y naturaleza del entrenamiento EMS ayudan a la consecución de diferentes objetivos físicos: **reducción de grasa corporal, formación estilizada**

**de músculos, incremento de fuerza y resistencia y tonificación general del cuerpo.**

- **Bienestar y movilidad general** se mejorarán. Los atletas de alto rendimiento utilizan la electroestimulación muscular como suplemento a su entrenamiento habitual para incrementar fuerza y velocidad.
- Los fisioterapeutas lo usan para sus pacientes junto con ejercicios terapéuticos para el cuerpo y las articulaciones y para el entrenamiento específico de la espalda.
- Los entrenadores personales, centros de fitness, bienestar y belleza se concentran en los aspectos de fitness y belleza: tonificación del cuerpo mediante hipertrofia muscular, reducción de grasa, estimulación de tejido conectivo y circulación sanguínea.<sup>18</sup>

Partiendo de todas estas aplicaciones que promueve la electroestimulación, desde un punto de vista más deportivo y reciente, la utilización de la electroestimulación y el ejercicio realizados simultáneamente, aportan al rendimiento un mayor desarrollo. Desde esta perspectiva es desde la cual, hoy en día, los centros de Fitness utilizan este material, ya existente desde hace muchos años pero que poco a poco se ha ido modernizando, incluyendo nuevas aplicaciones.

Respecto a la frecuencia de realización para tener resultados óptimos, el manual de la máquina utilizada para el estudio recalca el entrenamiento de 1 día a la semana.

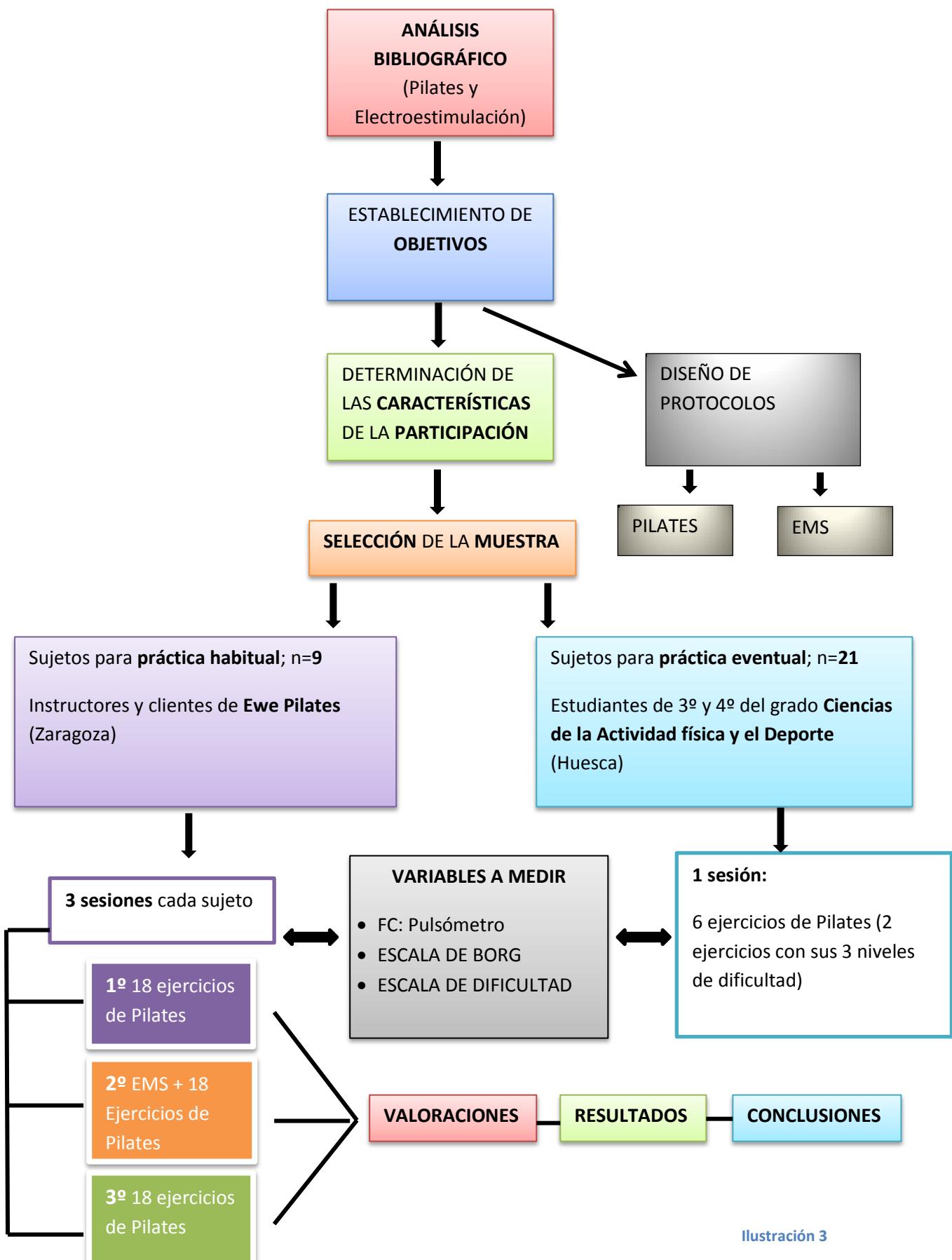
Por otro lado, es normal sentir agujetas y cansancio los días posteriores al entrenamiento pero nunca dolor en las inserciones (tendones y ligamentos), como ocurre haciendo entrenamientos convencionales intensivos. Indica que hemos logrado una activación alta que resultará en mayor tonificación del cuerpo.

Por todo lo comentado, pensamos que ambas tendencias son interesantes para su estudio. Además, la relación entre el Pilates y la electroestimulación es deficiente en cuanto a información, ya que aún no hay ninguna investigación que, de manera específica, haya medido diversas variables que puedan verse influenciadas en la práctica de una actividad sobre la otra. Así pues, damos paso a los siguientes objetivos, los cuales determinan este trabajo.

### **3. OBJETIVOS**

- Establecer niveles de intensidad en una serie determinada de ejercicios de Pilates para adecuar distintos niveles de trabajo según el individuo.
- Comprobar la utilidad de la electroestimulación (EMS) previa a la ejecución de una selección determinada de ejercicios de Pilates, comprobando la influencia de esta nueva aplicación sobre el método Pilates.

#### 4. DISEÑO DEL ESTUDIO



- **Fase I: FASE DE DISEÑO**
- **Fase II: TRABAJO DE CAMPO**
  - Puesta en práctica de los protocolos
  - Valoraciones
- **Fase III: RESULTADOS Y CONCLUSIONES**

#### **4.1. Descripción pormenorizada de Fase I**

Para comenzar este proyecto, primero me vi sumergida en una gran cantidad de información acerca del Pilates, su autor y creador, su historia, sus tendencias, así como maneras de ejecución. Además, puesto que mi estudio también trata con la electroestimulación, busqué muchos documentos que avalaran sus beneficios y lo definieran correctamente para que el lector pudiera comprender esta técnica, cuanto más novedosa conforme nos acercamos a nuestros días. El análisis bibliográfico por tanto, fue amplio y encauzado hacia los objetivos que en este trabajo se proponen.

Por ello, para el establecimiento de los objetivos, tuve en cuenta la dirección que quería tomar con el estudio. Además, la unión de la electroestimulación y el Pilates es algo que desde que empecé las prácticas me ha interesado, por lo que los objetivos propuestos van en esa línea de trabajo.

Es así que una vez establecidos los objetivos, me vi inmersa en la elaboración de los protocolos (tanto de Pilates como de electroestimulación) y la selección de la muestra para el estudio.

##### **4.1.1. Elaboración de los protocolos:**

Antes de seleccionar la muestra, quise comenzar a definir un poco el trabajo de campo.

###### **Protocolo 1: Pilates**

Comenzando con el **protocolo de Pilates** y de acuerdo a los objetivos propuestos, elaboré una secuencia de ejercicios de este método, la cual se vería influenciada en algún momento por el trabajo de electroestimulación.

Para los ejercicios (ANEXO 2), tuve en cuenta la globalidad corporal, es decir, mi interés era que los movimientos fueran lo más variados posible, dando la oportunidad al sujeto de probar distintas posiciones y activar distintos músculos.

Para el orden de dichos ejercicios y desde mi experiencia personal, tuve en cuenta los principales grupos musculares trabajados y el esfuerzo percibido:

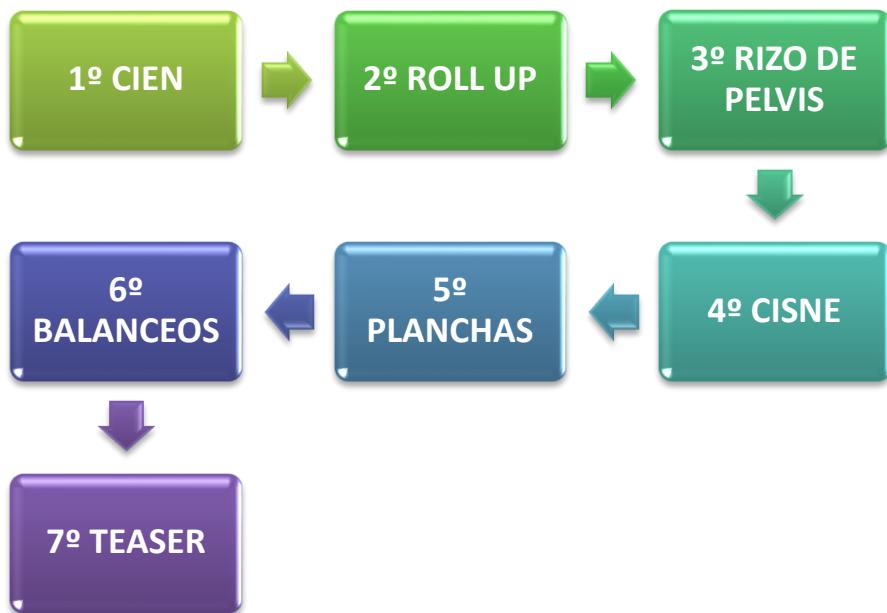


Ilustración 4

1. "Cien", el cual desde la escuela tradicional, sirve a modo de calentamiento y por ello, quise constatarlo poniéndolo en primer lugar de ejecución.
2. "Roll up", motrizmente más difícil pero sin tanto compromiso muscular.
3. "Rizo de pelvis", uno de los más fáciles y ligeros de todo el repertorio. No obstante, hay que tener un buen control corporal para su correcta realización pero creí que sería buen lugar después de los dos anteriores.
4. "Cisne", difícil en cuanto a comprenderlo si se ejecuta correctamente. Lo introduce en este lugar sobre todo por el cambio de postura. No implica mucho compromiso muscular pero según mi hipótesis inicial, sí sería motrizmente más difícil que el anterior.
5. "Planchas", ejercicio básico en Pilates. Quise ordenarlo así por mantener la posición decúbito prono pero variando los grupos musculares implicados.
6. "Balanceos de pierna", otro ejercicio básico en Pilates pero más sencillo que el anterior. Después de aumentar la frecuencia cardíaca con el último nivel de las planchas, me pareció buena idea colocar este a continuación. Por otro lado, ya que el siguiente ejercicio es exigente, los balanceos sirven también para recuperar un poco.
7. "Teaser", el más difícil y costoso de todos, tanto a nivel muscular, como de coordinación, equilibrio... etc. Lo situé el último por ser de elevado nivel y porque una vez ejecutado el resto de ejercicios, los músculos ya están completamente activados (a nivel global, por el carácter holístico de esta elección y secuenciación de los ejercicios) y creí conveniente su realización en último lugar.

Una vez definidos, establecí diferentes niveles de ejecución, para comprobar más adelante y una vez realizado el estudio, si mi propuesta para cada movimiento era la adecuada o en cambio, un ejercicio que a mí me parecía de nivel básico era por el contrario y para la mayoría, de nivel avanzado, o viceversa. No obstante, antes de darle “el visto bueno” definitivo, yo misma probé cada uno de ellos y vi que podía ser viable, obteniendo las primeras sensaciones.

Después de ello, elaboré un dossier en el que explicaba cada ejercicio y establecí las consignas de ejecución mínimas por las cuales dicho ejercicio se daba por válido. Además, introduce el número de repeticiones que habría que hacer, concretando la duración de este protocolo. Para las repeticiones, elegí un número de movimientos en el que la frecuencia cardíaca se pudiera adaptar pero sin fatigar a nivel muscular y cardiovascular.

De manera paralela, pensé en las variables que quería medir, ya que dependiendo de las que fueran, el protocolo tomaría una línea u otra. Decidí tomar parámetros tanto objetivos como subjetivos por lo que para los primeros, elegí la frecuencia cardíaca y para los segundos, la Escala de Borg y la Escala de Dificultad. Las leyendas y material están disponibles en el ANEXO 3.

#### **Protocolo 2: Electroestimulación**

En cuanto al **protocolo de electroestimulación** (ANEXO 4), tras informarme sobre la máquina y los programas que estaban incluidos en la misma, orienté la actividad al objetivo primario, activando al sujeto a nivel neuromuscular de manera que tuviera una influencia en la ejecución posterior de los ejercicios de Pilates. No sabía cómo iba a verse repercutido el participante en cuanto al Pilates una vez realizado el entrenamiento con chaleco pero mi idea se alejaba de una duración superior a los 20-25 minutos y de una intensidad que dejara al sujeto muscularmente muy fatigado.

Por ello, teniendo en cuenta la experiencia previa de la persona en cuanto a la electroestimulación, el programa tanto de calentamiento como de parte principal variaba del nivel inicial al nivel avanzado, haciendo las progresiones de la manera más individualizada posible.

El entrenamiento se dividió en tres partes: calentamiento (5'), programa tónico o fásico (10') y programa circulatorio (5'). En el apartado de “Material” pueden verse los distintos programas y las intensidades con las que se trabajó en cada momento.

En cuanto a los ejercicios, escogí aquellos que activaran de manera global los grandes grupos musculares del cuerpo, incidiendo en algunos sobre un mayor control del core o una mayor implicación de brazos y/o piernas.

#### 4.2. Descripción pormenorizada de la fase II (valoraciones y puesta en práctica de los protocolos)

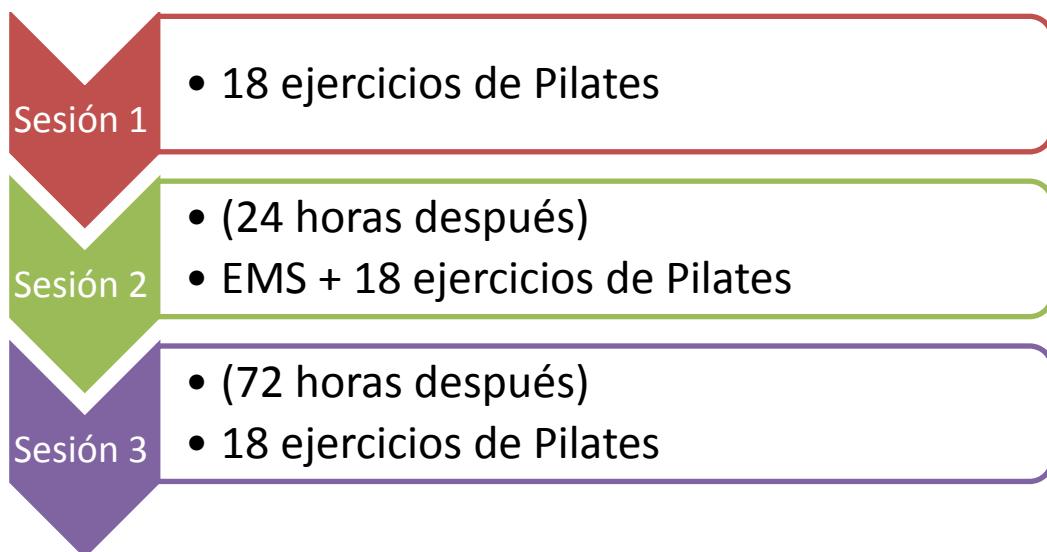


Ilustración 5

El estudio se llevó a cabo con cada sujeto durante tres días (3 sesiones).

- 1º sesión: se realizó la secuencia de ejercicios de Pilates, compuesto por los ya mencionados 7 ejercicios, disagregados cada uno de ellos en dos o tres niveles de dificultad, conformando un total de 18 ejercicios.
- 2º sesión: llevada a cabo a las **24 horas** desde la sesión anterior. Compuesta por un entrenamiento de 20 minutos de electroestimulación, seguido inmediatamente de la práctica de Pilates (18 ejercicios).
- 3º sesión: a las **72 horas** (3 días después) se volvió a realizar los 18 ejercicios de Pilates. De esta manera, teóricamente, el sujeto ya se había recuperado muscularmente del entrenamiento de la electroestimulación.

A continuación, explicaré el procedimiento que llevé a cabo con cada sujeto que formaba parte de la muestra de **práctica habitual**: En general, tuve que adecuarme a los horarios de los participantes, de manera que también se respetaran las horas de recuperación entre sesión y sesión. Por otro lado, también tuve que adaptarme a los horarios del centro, sobre todo para las sesiones de electroestimulación, ya que solo se dispone de una máquina en el centro. No obstante, todos pusieron de su parte para poder realizarlo a su debido tiempo.

Antes de comenzar la primera sesión, les expliqué de manera detallada el estudio y en qué consistía cada entrenamiento de cada sesión. Una vez estaban conformes, les entregué un consentimiento informado para que plasmaran su firma y pudiéramos comenzar la toma de datos (ANEXO 5).

#### 4.2.1. Descripción de la primera sesión:

Antes de comenzar la batería de ejercicios de Pilates preparé los siguientes materiales:

- La colchoneta
- Las leyendas
- La hoja de toma de datos
- El dossier (en los primeros días)
- El sujeto se colocó el pulsómetro

Después, llevé a cabo un pequeño calentamiento, con movilidad articular a nivel general y pequeños estiramientos, tanto para el primer día como para el tercero, ya que los sujetos no habían hecho ejercicio previo a la sesión. Aunque en el Pilates de la escuela tradicional, el ejercicio CIEN (primero en el orden de la secuencia del presente estudio), se utiliza para calentar, desde mi punto de vista y desde el de otras escuelas, como la Body Intelligence, se considera que es necesario un breve calentamiento previo que active globalmente todo el cuerpo.

Inmediatamente después, comenzamos con una dinámica que consistió en la explicación del ejercicio, teniendo en cuenta todos los puntos clave y las consignas técnicas a tener en cuenta, seguido de la ejecución del mismo, tantas veces como yo previamente le había indicado.

Una vez ejecutado, el sujeto miraba el reloj en donde estaba reflejada su frecuencia cardíaca para dicho ejercicio y lo apuntaba en la hoja de toma de datos. Después, rellenaba los campos subjetivos de la escala de Borg y la de dificultad, en base a su percepción del ejercicio, eligiendo los valores de las leyendas que más se adecuaran. Respecto a este tema, durante las tres primeras sesiones, eran ellos mismos los que rellenaban los campos pero me di cuenta que los valores anteriormente apuntados, les condicionaban para la decisión de los siguientes. Así pues, decidí ser yo quien apuntaba los datos y ellos simplemente, me indicaban los números que debía poner en cada casilla. A veces, me decían alguna valoración, por ejemplo: "este ha sido más duro a nivel de abdominales pero sin embargo, me ha parecido más fácil".

En cuanto a la frecuencia cardíaca, apuntaba el valor inicial antes de comenzar el primer ejercicio, tomándolo como referencia. De este modo, al acabar cualquier ejercicio esperábamos a que la frecuencia cardíaca bajara a la de referencia. Así, me aseguraba (dentro de un margen de error) que el ejercicio siguiente no se veía influenciado por el anterior en cuanto a los latidos del corazón.

#### 4.2.2. Descripción de la segunda sesión:

Realizada 24 horas después de la primera, el sujeto comenzaba con el entrenamiento de electroestimulación. Para ello, se vestía con la ropa correspondiente que nosotros le facilitábamos y le colocábamos el chaleco, enchufándolo a la máquina. Antes de nada, les indiqué una serie de pautas que fueron las siguientes:

- Es un entrenamiento intensivo (aunque la intensidad es progresiva)

- Puede que noten algún tipo de agujeta y cansancio en los dos siguientes días (aunque el objetivo no era más que el de activar las fibras musculares)
- No debía entrenar los dos días de después

En esta sesión de 20 minutos, objetivo, simplemente, era el de activar la musculatura. En entrenamiento constó de:

#### A. Calentamiento:

- Programa **Memory 1**: se trata de un programa de trabajo para niveles bajos, medio y elevados que se utiliza para el calentamiento. Es continuo, es decir, en todo momento existe estímulo (85 Hz).
- Duración: 5 minutos
- Ejercicios:
  - Sentadilla con acción isométrica de brazos sobre una pelota blanda
  - Lunge (adelante y atrás) con acción isométrica de brazos sobre una pelota blanda
  - Lunge lateral con acción isométrica de brazos sobre una pelota blanda
  - Balanceos de un lado a otro con rotación de cintura hacia los lados, con acción isométrica de brazos sobre una pelota.
  - Flexión de columna
  - Flexión de brazos en pared con puños cerrados

Elegí todos estos ejercicios por ser fáciles en ejecución. Los primeros momentos de la electroestimulación son para ir aumentando poco a poco y por grupos musculares la intensidad; es el momento de la adaptación. Por ello, el sujeto está más atento a lo que va sintiendo que al propio ejercicio.

Por otro lado, el trabajo de rotación tiene una mayor eficacia debido al mayor porcentaje de contracción de los músculos implicados en la acción, ya que se activan fibras que en un trabajo sin estimulación no se activan. Además, es un movimiento complejo por lo que el sujeto ha de poner su voluntad, su estabilidad y su dirección del movimiento a la contracción provocada por la electroestimulación, con lo que se afina el camino neuromuscular del movimiento, consiguiéndose una mejor coordinación intramuscular e intermuscular.

Por todo ello, hay una acción facilitadora (activación de la fibra muscular, aumentando el porcentaje de las mismas) y una acción retadora (obligar a organizar mejor la acción muscular para conseguir precisión en el movimiento).

El detalle de los puños cerrados es para darle actividad a las manos, ya que si se quedan extendidas, los músculos se tetanizan por no realizar ningún movimiento y es incómodo para el sujeto.

#### B. Parte principal: fase tónica o fásica.

- Programa **Memory 2** (nivel bajo y medio) o **Advance 2** (nivel elevado): ambos dos son programas discontinuos, es decir, la duración de cada estímulo es de un tiempo determinado y después hay unos segundos de descanso, hasta comenzar la

estimulación de nuevo. Cada ciclo se denomina “tren” y es útil para determinar las repeticiones de un ejercicio (5 trenes: 5 estímulos de trabajo con sus 5 períodos de descanso). El estímulo es de 85 Hz, por lo que es intenso.

- *Memo 2*: cuando empieza el estímulo, lo hace de manera progresiva, sintiendo un incremento de intensidad que va menos a más de la intensidad; no obstante, esta progresión dura 1 segundo pero suele agradecerse. Los tiempos son 4 segundos de trabajo y 4 de descanso.
- *Advance 2*: cuando empieza el estímulo, no lo hace de manera progresiva, sintiendo el estímulo desde el milisegundo 1 a la intensidad programada en ese momento. Los tiempos también son de 4 segundos de trabajo y 4 de descanso.
- Duración: 10 minutos
- Ejercicios: Rizos de pelvis
  - Rizos de pelvis con elevación de pierna (a posición de mesa porque si extienden la rodilla, la pierna se tetaniza y es incómodo para el sujeto)
  - Alargar pierna con manos en cajón (posición de plancha)
  - Rodilla al pecho con manos en cajón (posición de plancha)
  - Planchas laterales con apoyo de antebrazo
  - Dominadas con apoyo de pie en colchoneta
  - Flexión de brazos con rotación con muelles

Elegí estos ejercicios por implicación de diferentes grupos musculares. No incluí trabajo de flexión de core porque resta eficacia en cuanto al chaleco en esa zona corporal, ya que los electrodos no tienen contacto pleno, al doblarse.

La duración de cada ejercicio viene marcada por el propio programa, el cual es intermitente (4 segundos de trabajo y 4 de descanso). Un ciclo de trabajo y descanso supondría una repetición, llamada “tren”, por lo que establecí las repeticiones según los trenes (más detallado en apartado de “material”).

### C. Parte aeróbica: fase metabólica.

- Programa **Celullitis 2** (nivel bajo, medio y elevado): programa continuo que tiene un objetivo metabólico. De esta manera, se ve comprometido el sistema cardiovascular, haciendo un trabajo más aeróbico. El estímulo es más suave (7 hz) por lo que ya se va disminuyendo la intensidad.
- Duración: 5 minutos
- Ejercicios:
  - Elevación de pierna a colchoneta, una vez con cada pierna.
  - Double step (dos pasos laterales sobre colchoneta), una vez hacia cada lado
  - Saltos diagonales con manos apoyadas en cajón.
  - Saltos verticales con manos apoyadas en cajón.
  - Carrera en el sitio
  - Jumping Jack
  - Carrera en el sitio con puñetazo
  - Tijeras en salto

Elegí estos ejercicios porque han de ser lo más aeróbicos posible para que vayan acorde con el tipo de programa. No son muy difíciles a nivel coordinativo (aunque con el primero y el segundo algunos sujetos tenían algún problema al principio) pero comprometen al sistema cardiovascular, que es el objetivo principal de este programa. Además, cada uno de ellos no tiene mucha duración y son variados en cuanto a ritmo, material utilizado y posición, por lo que tiene un carácter dinámico y ameno.

#### D. Al terminar el entrenamiento:

Una vez terminado, el participante se ponía ropa cómoda e inmediatamente volvía a ejecutar los 18 ejercicios. La transición variaba desde los 4 a los 6 minutos, por lo que no se considera que hubiera un enfriamiento a nivel muscular que hiciera necesario un pequeño calentamiento previo. Así pues, la dinámica fue la misma que en la sesión nº1.

#### 4.2.3. Descripción de la tercera sesión:

Realizada 72 horas después de la segunda, tiempo en el que, teóricamente, ya ha habido una recuperación en las fibras musculares. Pese a que el entrenamiento de electroestimulación, como ya he comentado anteriormente, tenía el objetivo de activar solamente las fibras sin fatigarlas, en alguna ocasión, los sujetos sí habían presentado agujetas, sobre todo en el segundo día (a las 36-48 horas) después de la segunda sesión. Aun así, en seis ocasiones, me comentaron que no se sentían más fatigados muscularmente. De los tres restantes, uno se sentía más fatigado puesto que le duraban las agujetas y los otros dos, se sentían incluso mejor.

La dinámica fue similar a la sesión nº1.

A continuación, explicaré el procedimiento que llevé a cabo con los sujetos que formaron parte de la muestra de **práctica eventual**:

Ya que solo dispuse de un día y el tiempo fue limitado, únicamente recogí datos de dos ejercicios: rizos de pelvis (con sus tres niveles de dificultad) y planchas (con sus tres niveles de dificultad).

En cuanto a la toma de variables, solo tenía 12 pulsómetros, por lo que las 9 personas restantes no pudieron dar este dato objetivo. No obstante, hubo algún problema con alguno de ellos y de los 12 pulsómetros solo 10 apuntaron su frecuencia cardíaca.

Les expliqué el procedimiento (mismo llevado a cabo con los participantes de Ewe Pilates, aunque en esta ocasión fueron ellos los que apuntaron todos los valores, ya que era inviable que lo hiciera yo).

En esta ocasión, recurrió a la demostración más que a la explicación debido a la amplia sala y a que era un grupo relativamente grande. Me interesaba que se fijaran muy bien en cada punto clave que les indicaba en mi propia ejecución para que lo tuvieran en cuenta. También, introduce una técnica, llamada la ampliación del error o error exagerado, para que vieran qué no tenían que hacer, si había un punto que me interesaba específicamente.

A continuación, les indicaba las repeticiones y durante la ejecución seguía dándoles feedback, aunque a nivel general. Posteriormente, apuntaban los valores y pasábamos al siguiente, hasta completar los 6 ejercicios.

## 5. MATERIAL Y MÉTODO

### 5.1. Participantes

- Selección de la muestra (descripción de los sujetos):

- Población de **práctica habitual**: Una vez conducido el estudio hacia los protocolos pertinentes, escogí una serie de sujetos provenientes de donde realicé el estudio (EWE PILATES), a los que previamente les expliqué el funcionamiento del mismo.

Finalmente, conté con un total de 9 sujetos (yo incluida) que presentaban distintas características en cuanto a (a parte de la edad y el sexo):

- Condición física
- Nivel en la práctica del Pilates
- Experiencia previa a la electroestimulación

Partiendo de esta base, atendemos a los siguientes gráficos que muestran los porcentajes en cuanto a las características de los sujetos:

**Nivel Condición Física**

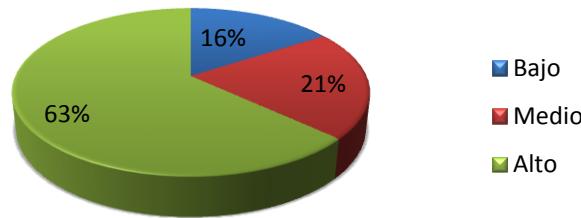


Ilustración 6

**Nivel experiencia chaleco**

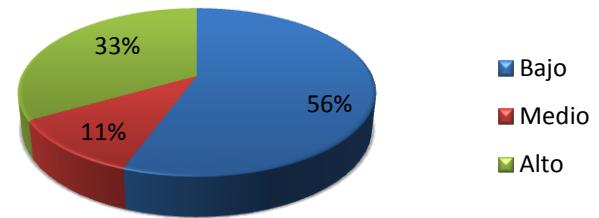


Ilustración 7

**Nivel Pilates**

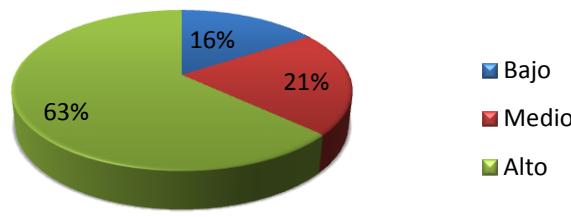


Ilustración 8

De esta manera, se puede comprobar que la mayoría de sujetos tienen una condición física elevada (63%), así como una práctica del Pilates también

elevada (63%). No obstante, los porcentajes hallados no corresponden con las mismas personas ya que una puede tener elevada condición física pero no elevado nivel en Pilates. Respecto a la experiencia previa de la electroestimulación, destaca la poca práctica, siendo un 56% aquellos que todavía no lo han probado o su vivencia es mínima en esta actividad, como se muestra en la ilustración 4.

- Población de **práctica eventual**: debido a que me interesaba obtener más datos para contrastar, tuve la oportunidad de hacer una pequeña parte del protocolo de Pilates con 21 de mis compañeros de 3º y 4º de la asignatura de Fitness del grado de la Actividad Física y el Deporte.

## 5.2. Variables valoradas en el estudio

Variables valoradas:

- **Frecuencia Cardíaca**: Me pareció interesante, ya que es comprobar el esfuerzo real durante la ejecución y de cara a los objetivos es un buen medidor objetivo. El instrumento utilizado fue un pulsómetro, el cual, situado a la altura del pecho refleja los latidos por minuto.
- **Escala de Borg**: método que mide el esfuerzo que le supone al sujeto cada ejercicio y por ello, es subjetivo. Es una escala del 0 al 10 en el que la persona elige un valor una vez acabado dicho ejercicio y que se corresponde con su percepción del esfuerzo.  
También existen las escalas del 6 al 20, cuyos valores van paralelos, teóricamente, al de la frecuencia cardíaca (si eligen el valor 7, es que podrían ir aproximadamente, a 70 pulsaciones por minuto). No escogí esa escala puesto que creo que las personas, en general, se aclaran mejor con puntuaciones del 0 al 10 y puede ser una manera más fácil de que se acerquen a un valor real aunque sea de manera subjetiva. No obstante, después de cada número aparece una valoración (duro, muy duro, ligero,... etc.) que les facilita la decisión.
- **Escala de Dificultad**: método que mide la dificultad perceptivo-motriz que le supone al sujeto cada ejercicio y por ello, es subjetivo. Es una escala del 0 al 15 en el que la persona elige un valor una vez acabado dicho ejercicio y que se corresponde con su percepción de la dificultad. En este caso, hay más margen que para la escala de Borg pero el procedimiento es el mismo. Es necesario saber diferenciar bien ambas escalas puesto que un ejercicio puede resultar muy costoso a nivel muscular pero sin embargo, ser fácil en cuanto a la ejecución (a nivel de coordinación, equilibrio,... etc.). Junto a cada valor numérico hay una valoración (difícil, muy difícil, extremadamente difícil... etc.).
- Intentamos también utilizar otro método objetivo para valorar la **actividad muscular** durante la ejecución a través de un aparato llamado **Musclelab**, pero

no pudimos utilizar el de la Universidad ya que no estaba disponible en esos momentos. Se trata de un método objetivo que mide la actividad muscular en un punto en concreto, lo cual resultaba interesante para ver la intensidad con la que trabajaba el músculo en cuestión durante el ejercicio. Así también se podría haber determinado qué grandes músculos están más implicados en un ejercicio y otro.

### **5.3. Materiales empleados**

#### **5.3.1. Protocolo de Pilates:**

Para llevar a cabo la parte del estudio en donde se realiza el Pilates, simplemente necesitaremos (cada material más explicado en ANEXO 3):

- Una colchoneta o esterilla: para que el sujeto realice los ejercicios
- Un pulsómetro: para medir la frecuencia cardíaca
- Un poco de agua: para mojar los electrodos del pulsómetro
- Las leyendas de la escala de Borg y escala de dificultad percepтивомotriz
- Una hoja de datos: para recoger lo que nos diga el sujeto en cuanto a las dos variables anteriores
- Un bolígrafo para poder apuntar
- En las primeras sesiones, hasta que no tenía claros los ejercicios, la ejecución de cada ejercicio y el número de repeticiones de cada uno, utilicé un dossier donde estaba explicado cada ejercicio con su ejecución correcta. De esta manera también podía ir corrigiendo según el sujeto realizaba el ejercicio.

En la siguiente imagen se muestra cómo un sujeto del estudio realiza un ejercicio. Ahí podemos observar los distintos materiales mencionados anteriormente. El papel que aparece más a la izquierda es el dossier, el del medio la hoja de toma de datos y la de la derecha las leyendas de las dos escalas, Borg y Dificultad. El reloj que lleva en su mano izquierda es en el cual se reflejan las pulsaciones.

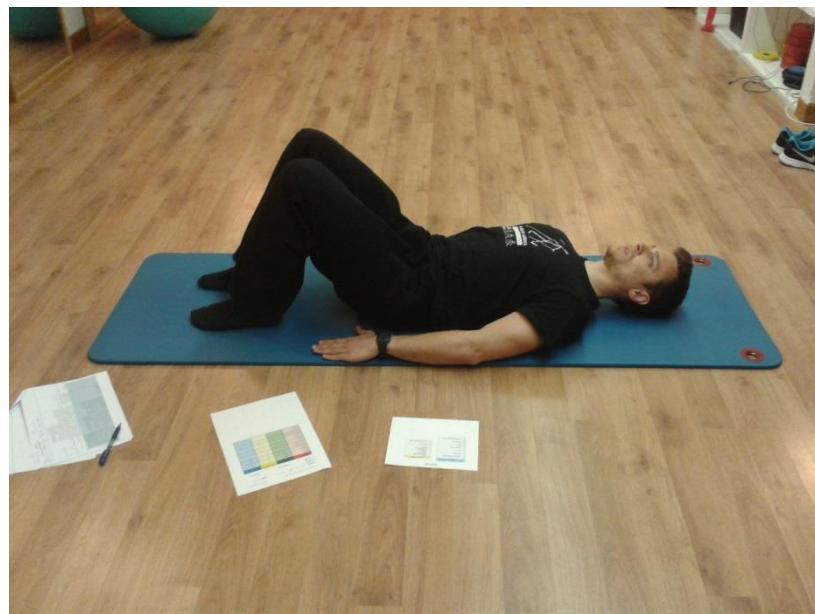
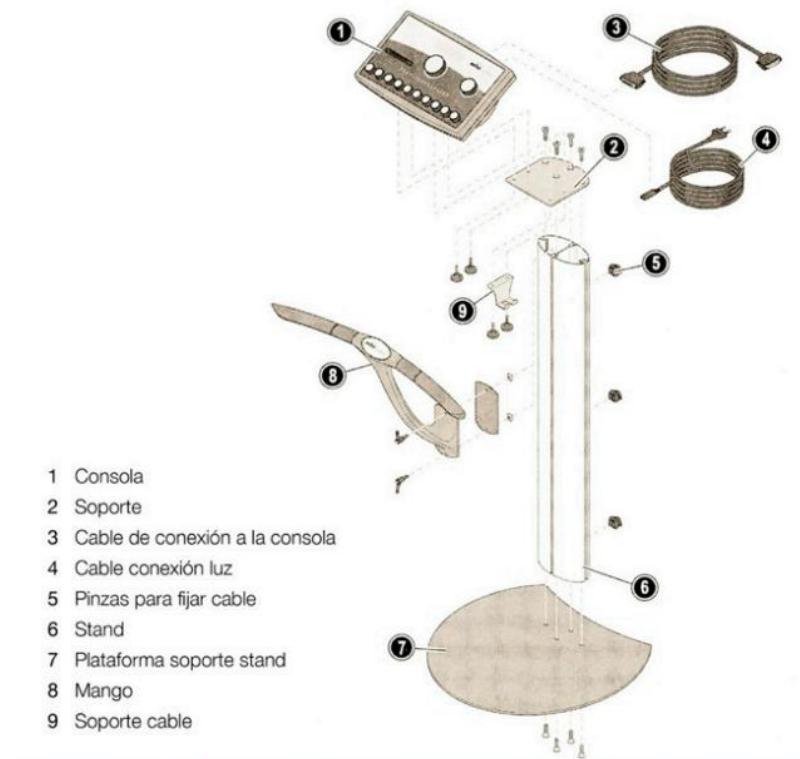


Ilustración 9

### 5.3.2. Protocolo de Electroestimulación:

- **Máquina:** Modelo Miha-Bodytec



## La consola



1. Regulador Piernas
2. Regulador Glúteos
3. Regulador Espalda inferior (zona de lumbares)
4. Regulador Espalda superior (zona de trapecios)
5. Regulador Espalda lateral (zona de dorsal)
6. Regulador Abdominal
7. Regulador Pectoral
8. Brazos
9. Regulador para electrodos extras
10. Regulador para electrodos extras
11. Pantalla LDC, muestra los programas con cuenta atrás, intensidad del regulador principal y de todos los reguladores parciales
12. Inserción tarjeta chip
13. Botón Multifunción para Inicio / Stop y para regular los programas y parámetros de los programas
14. Controlador general para ajustar la intensidad de los impulsos

Para controlar las intensidades: Dos formas

1. Si la persona **no** está **adaptada**: se sube la general a un valor de 65% (mínimo en este modelo a partir de cual ya notamos eficacia en cuanto a intensidad) y poco a poco, se van subiendo los valores parciales de los grupos musculares (piernas, glúteos, lumbar, dorsal, zona de trapecios, pectoral, abdominal y brazos) hasta los máximos de los mínimos. A partir de ahí, según se vea al sujeto, se aumentan los parciales hasta un punto a partir del cual, ya solo se aumente la general (todos a la vez).  
Esto es así porque de esta manera, se va avisando al participante del grupo muscular en donde va a notar la estimulación, abriendo los canales uno a uno y dejándole mentalizarse y concentrarse en esa área corporal.

- Si el sujeto **sí** está **adaptado**, se suben todos los valores a los máximos de los mínimos y poco a poco, se va aumentando la general. De esta manera, la estimulación se percibe de golpe, aunque de forma progresiva, en todos los grupos musculares. Una vez se ha adaptado a esa intensidad, se aumentan los parciales hasta que, finalmente, solo se manipula la ruleta general.

- **Chaleco de electrodos**



1. Enchufe conexión
2. Cinturón para ajustar el chaleco
3. Cables

- **Electrodos de brazos y electrodos de piernas:**



**Electrodos brazos**  
Electrodo para colocación en la parte superior del brazo.



**Electrodos piernas**  
Electrodo para colocación en la parte superior de la pierna.

- **Electrodos de glúteos:**



- **Ropa interior:** pantalón y camiseta. El sujeto solamente llevará estas prendas, sin ropa interior por debajo de ellas. Puede hacerlo con calcetines o con zapatillas



- **Bomba atomizadora:** para humedecer los electrodos

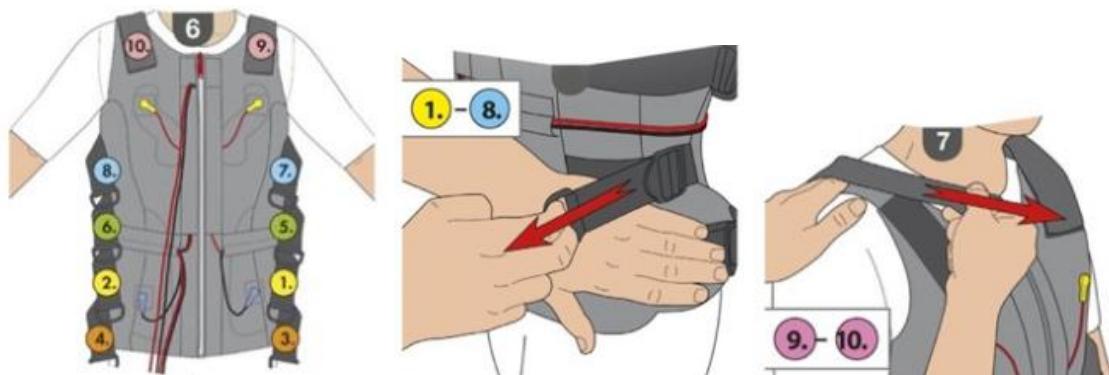


Para colocar el chaleco:

1. Elección de talla de chaleco, cinturón y electrodos de brazos y piernas acorde con el sujeto.
2. Revisar los cables.
3. Pulverizar todos los electrodos de cada parte del equipo.



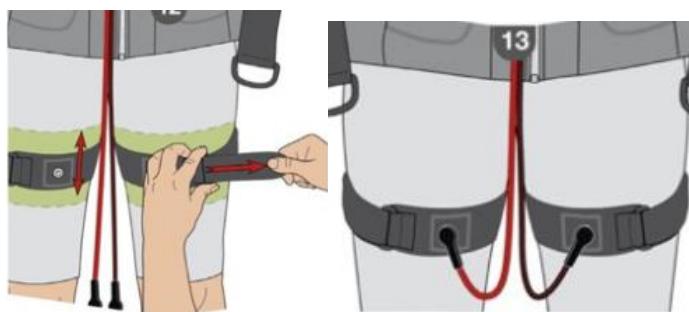
4. Poner el chaleco y cerrar la cremallera (es importante asegurarse de que los cinturones laterales del chaleco están completamente abiertos).
5. Cerrar los cinturones laterales según se aprecia en el dibujo:



6. Ajustar electrodos de brazos y conectar los cables a ellos (en el derecho el cable rojo y en la izquierda el cable negro).



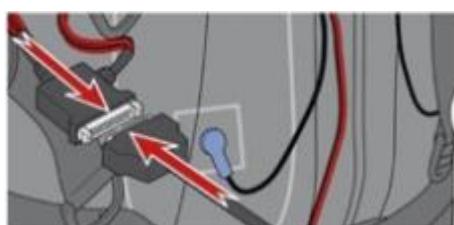
7. Ajustar electrodos de piernas y conectar los cables a ellos (en el derecho el cable rojo y en la izquierda el cable negro).



8. Conexión de los cables de los glúteos y ajuste del cinturón: (en el derecho el cable rojo y en la izquierda el cable negro).



9. Conectar chaleco a la máquina



**IMPORTANTE:** Nunca conectar o desconectar los cables porque pueden causarnos lesión.

Para desmontar el equipo, los pasos son los mismos pero a la inversa. De esta manera, no se nos olvidará desajustar bien el chaleco y dejarlo todo como al principio, siendo más eficaces en tiempo y profesionalidad.

#### **5.4. Tratamiento de los datos**

- **MICROSOFT EXCEL 2010: análisis descriptivo de los datos**
  - Tablas de comparación de medias: entre niveles de dificultad y entre momentos. Además, se han plasmado las diferencias significativas entre las variables, así como el porcentaje de incremento de cada par de datos.
  - Gráficos que ordenan los datos, en este caso, se emplean gráficos de barras y sectores, en función del tipo de datos presentado: entre niveles de dificultad y entre momentos.
- **PAQUETE ESTADÍSTICO SPSS, versión 15.0:**
  - **Tratamiento descriptivo**, obteniendo las medias, las desviaciones típicas y los porcentajes, en función de la naturaleza de los datos.
  - **Tratamiento inferencial** (relaciones entre variables) para contrastar las medias y correlacionar las variables.
    - Correlación de variables: se utilizaron las correlaciones de Pearson, que permite estudiar la fuerza de la correlación o la asociación lineal entre dos variables cuantitativas, en el caso de cumplirse las condiciones de normalidad, o la prueba de Spearman para muestras no paramétricas en el caso de no cumplirse. Esto es interesante para conocer la intensidad con la que se correlacionan unos datos y otros. Si este coeficiente está cercano a 1, la correlación es fuerte y positiva, si está cercano a -1, la correlación es fuerte pero negativa (datos inversamente proporcionales) y si está cercano a cero, la correlación es débil.
    - Contraste de medias: se utilizó el test de Wilcoxon para relacionar dos variables (medias), debido a que los datos no cumplían el supuesto de normalidad (no paramétricos). De esta manera, se pudieron sacar las diferencias significativas, las cuales debían obtener un valor  $\leq 0,05$ .

## 6. RESULTADOS

Se han analizado los datos desde dos puntos de vista. Por un lado, se han obtenido resultados comparando las medias entre las tres variables, en función de los niveles de dificultad y el número de sesión. Y por otro, se han obtenido resultados provenientes de la comparación de los niveles de dificultad entre las distintas sesiones (antes de EMS, inmediatamente después de EMS y tres días después de EMS).

### 6.1. Niveles de dificultad percibidos en los ejercicios

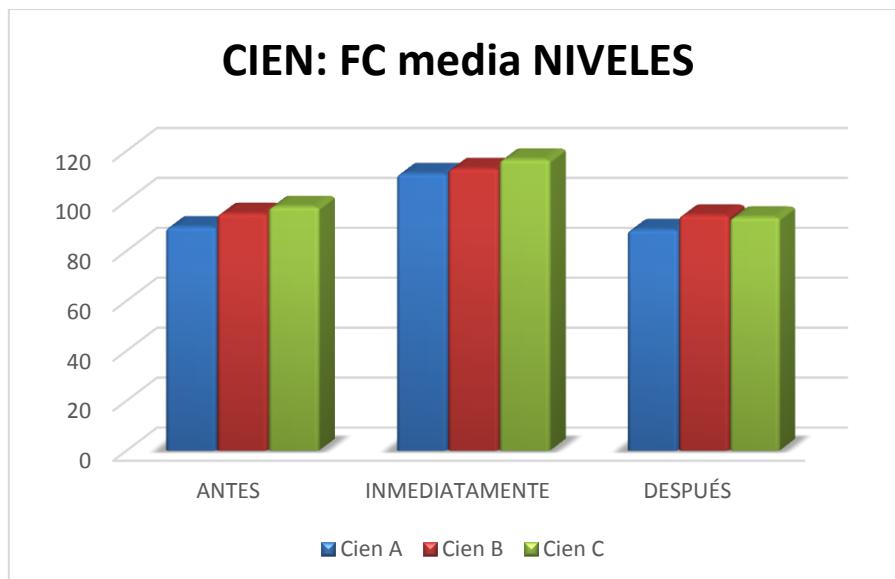
Para los distintos ejercicios, al comparar las medias y establecer sus diferencias significativas, destacan ciertos valores en el establecimiento por niveles de dichos ejercicios. En función de los mismos y atendiendo a sus distintas variables:

#### 6.1.1. “Cien”:

- **Frecuencia cardíaca:**

La FC varía de forma significativa entre niveles de dificultad. Es decir, fijándonos en las diferencias significativas, la FC ha sido superior en el nivel avanzado que en el intermedio y este, mayor que en el básico, en los tres momentos. Pequeños cambios en un mismo ejercicio, motivan que el esfuerzo se incremente de forma significativa.

Según se refleja en la gráfica:



La FC ha ido incrementando de forma significativa de un nivel a otro.

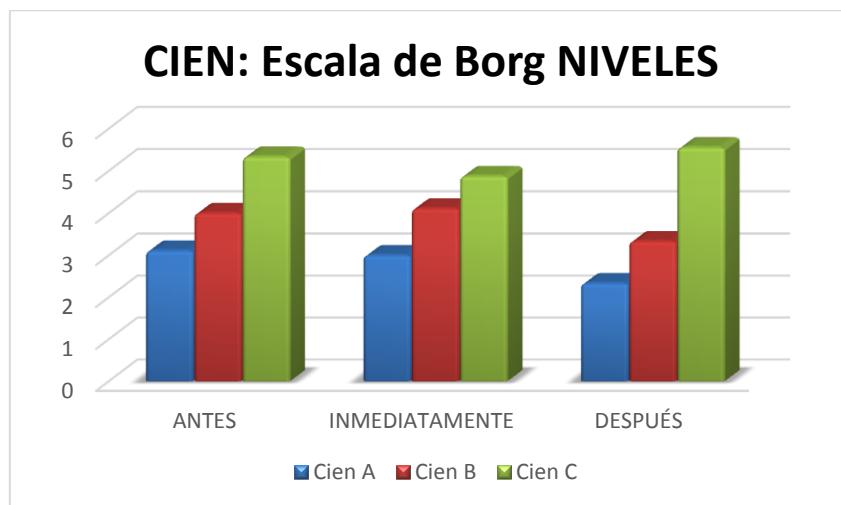
Hay diferencias significativas en el momento antes y después entre los ejercicios básico e intermedio y básico y avanzado, observándose una clara subida de la FC entre niveles, siendo más acusada en conjunto en la segunda sesión.

- **Escala de Borg:**

Hay diferencias significativas en cuanto a la percepción del esfuerzo valorada a través de la escala de Borg entre todos los niveles. Es decir, los participantes perciben un gran incremento de esfuerzo al pasar del nivel básico al intermedio, y al pasar del nivel intermedio al avanzado. Esto va en la línea de lo sucedido a nivel de FC.

Hay significación en todos sus niveles, en función del momento, estableciéndose, según el esfuerzo percibido, una progresión adecuada en el establecimiento de los distintos grados.

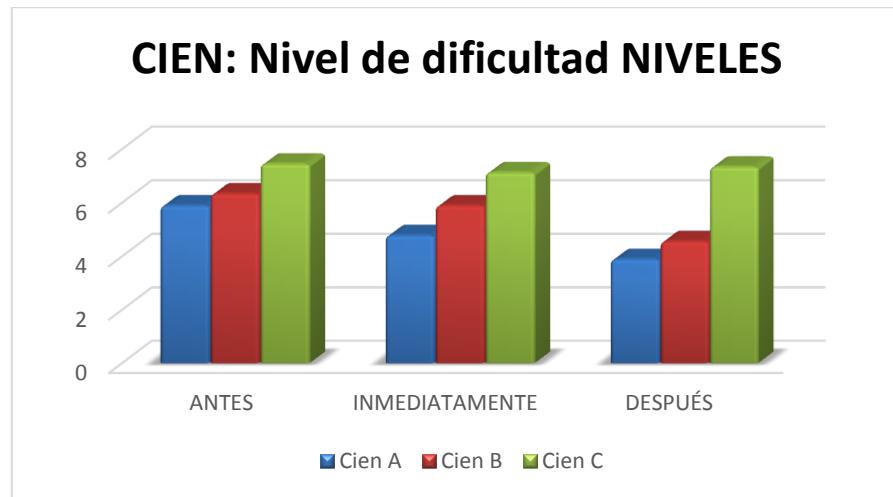
Como se muestra en el gráfico:



Sobre todo, se diferencia un gran aumento en el momento de después respecto al nivel avanzado, donde el porcentaje de incremento es de un 138,2% con respecto al nivel básico ( $p=0,007$ ). Es por ello que el nivel básico se considera “muy ligero-ligero”; el intermedio “ligero-moderado” y el avanzado “un poco duro”.

- **Escala de Dificultad:**

En esta variable los resultados son todos significativos excepto en el momento “antes” entre el nivel básico y el intermedio ( $p>0,05$ ). El resto nos indica que los participantes han percibido un aumento en la dificultad conforme se avanzaba de nivel. Atendiendo al gráfico:

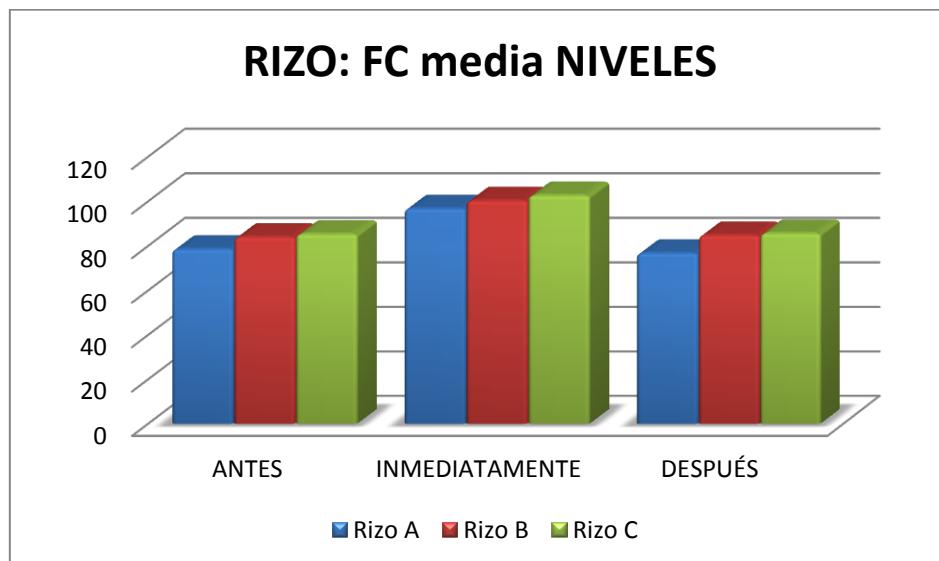


Según se refleja, sobre todo en el momento de después, la diferencia del nivel intermedio al avanzado es notable, ya que hay un gran salto en cuanto a la dificultad perceptivo-motriz ( $p=0,011$ ) y con una diferencia de porcentaje de incremento de un 88,9%. Por ello, según la escala utilizada, el nivel básico se considera “muy fácil-fácil”; el intermedio “muy fácil-fácil” y el avanzado: “fácil-un poco difícil”.

#### 6.1.2. “Rizo”:

- **Frecuencia cardíaca:**

Analizando los datos de las dos poblaciones y los datos conjuntos a ambas (solo en el momento “antes”, ya que los restantes momentos pertenecen solo a los datos de la población de Ewe), podemos establecer diferencias significativas, presentándose éstas en el momento antes y después entre los ejercicios básico e intermedio y básico y avanzado, y en el inmediatamente, solo en los ejercicios del básico al avanzado.

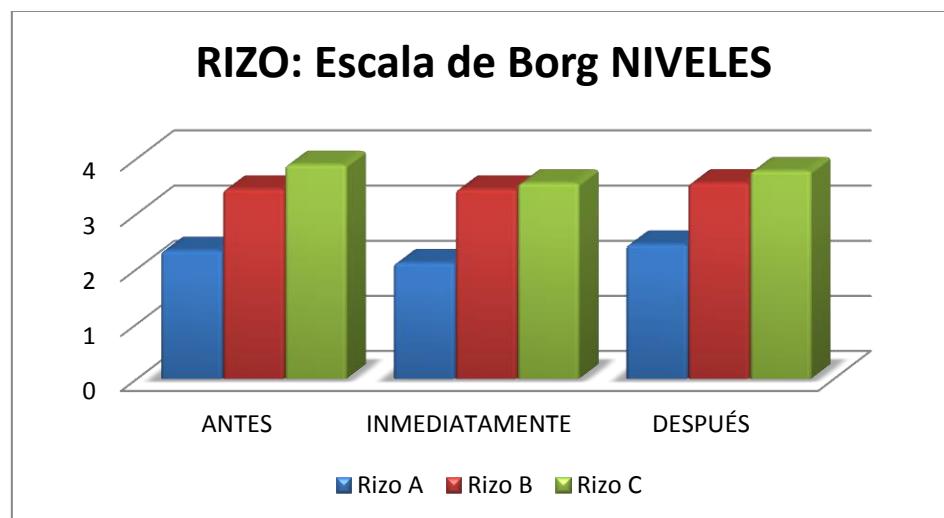


No obstante, en general, se muestra una progresión entre los diferentes niveles para esta variable, siendo los valores más bajos tres días después de la EMS.

Por otro lado, analizando los datos de la primera sesión con la población de Ewe y los datos con los Universitarios, se pueden establecer resultados similares, un poco más bajos los de estos últimos que los de Ewe.

- **Escala de Borg:**

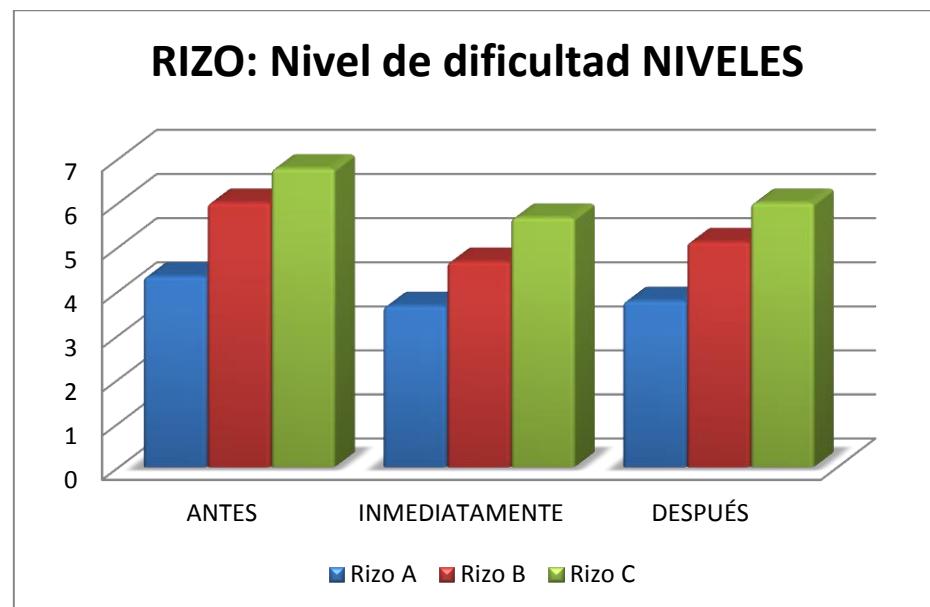
Según los resultados definidos por las dos poblaciones de muestras juntas, hay diferencias significativas entre todos los niveles en el momento de antes y solo entre los ejercicios básico e intermedio y básico y avanzado para los momentos inmediatamente y después.



Se muestra un claro salto entre el nivel básico y el nivel intermedio, siendo mucho más pronunciado entre el básico y el avanzado. Mientras que el primero de ellos no llega a un esfuerzo de valor 3 (ligero), el nivel avanzado casi alcanza el valor 4 (moderado).

- **Escala de Dificultad:**

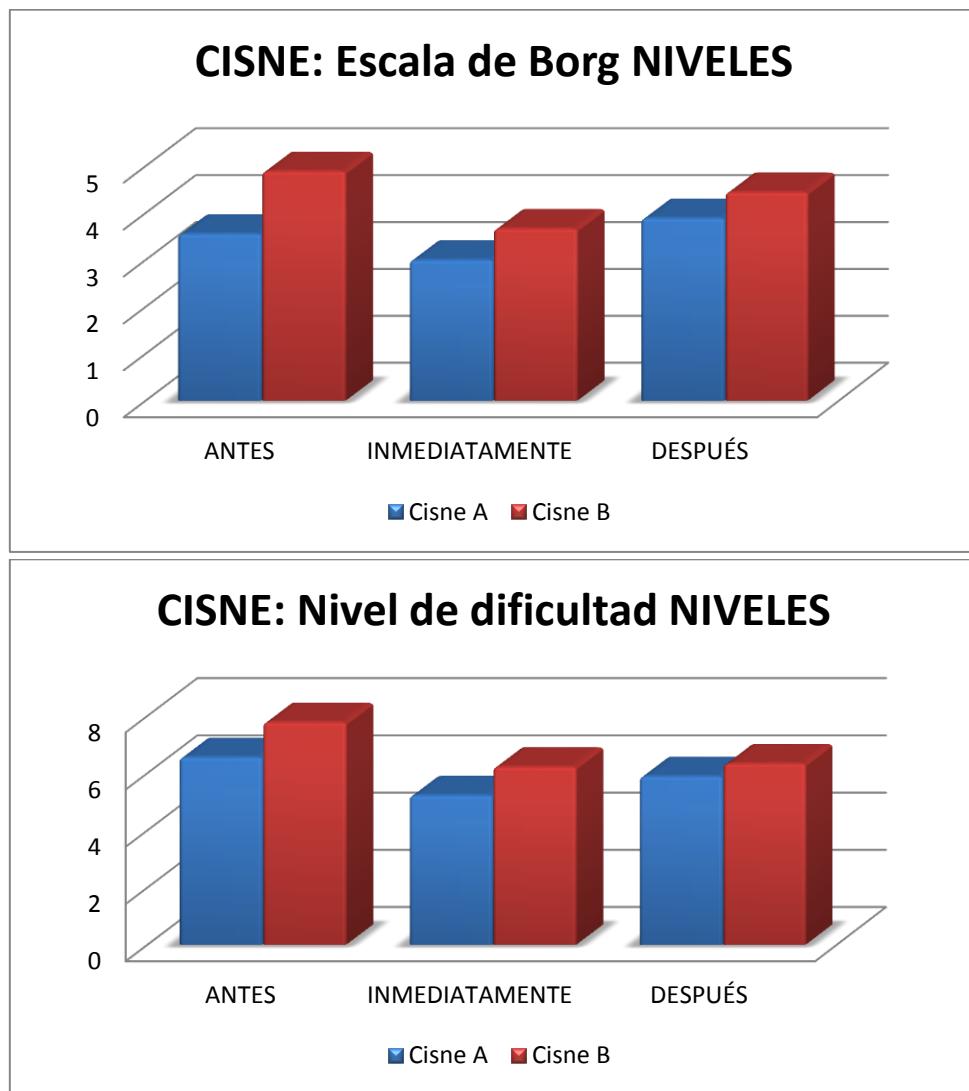
Las diferencias significativas vienen establecidos entre los niveles A-B y A-C en la primera y tercera sesión, y entre todos los niveles en la segunda sesión.



De esta manera, se observa que en la primera sesión los valores son mayores, mientras que entre la segunda y tercera sesión los valores se mantienen casi parejos, observándose un ligero aumento en esta última. El mayor porcentaje de incremento de variación se observa en la tercera sesión entre el nivel A y el C (59,1%). Según la escala utilizada el nivel A se considera: “extremadamente fácil-muy fácil”; el B: “muy fácil” y el C: “fácil”.

#### 6.1.3. “Cisne”:

Para este ejercicio de tan solo dos niveles, únicamente se muestran diferencias significativas en la sesión 1, en las variables del esfuerzo percibido ( $p=0,005$ ) localizándose entre la percepción de ligero y moderado, y la dificultad ( $p=0,009$ ), entre fácil y un poco difícil. El mayor incremento del porcentaje de variación se localiza en la primera variable comentada (37,5%), por ello, sí sigue una línea ascendente aunque en las variables subjetivas.

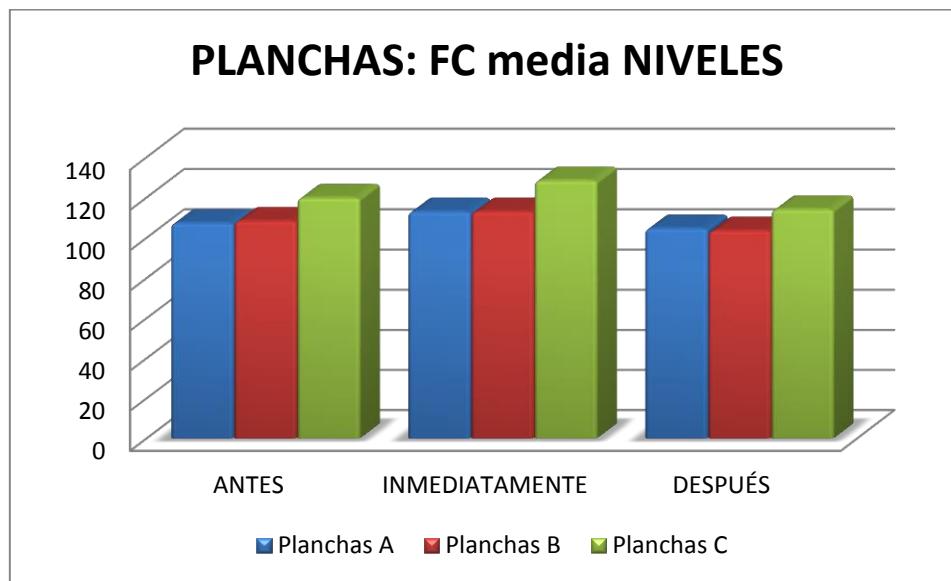


En general, las valoraciones aumentan según se incrementa la dificultad, por lo que son aspectos a tener muy en cuenta de cara a elaborar una sesión, en función de los alumnos o clientes.

#### 6.1.4. "Plancha":

- **Frecuencia cardíaca:**

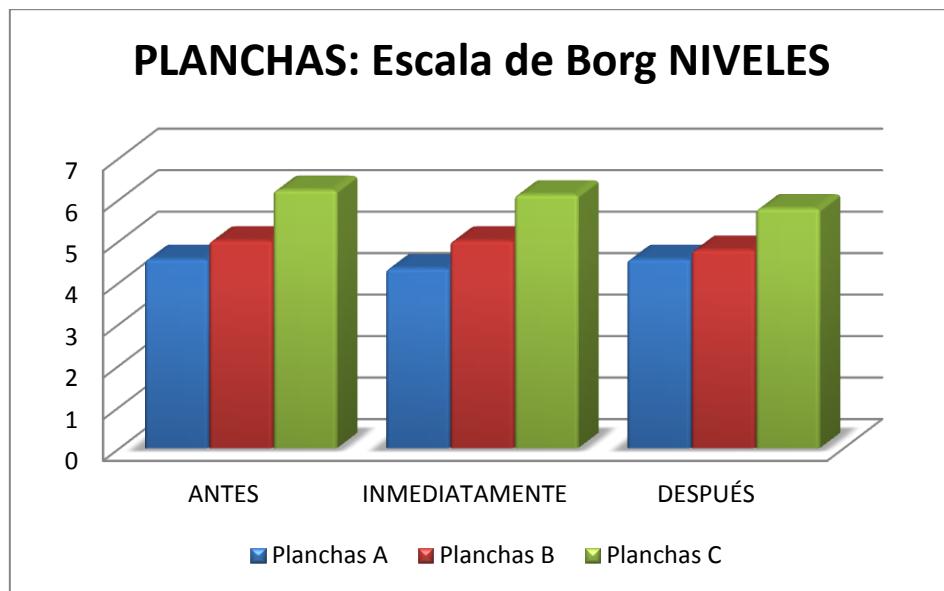
Para esta variable y teniendo en cuenta solo los datos de Ewe, se muestra una clara diferencia significativa en las tres sesiones entre los niveles básico y avanzado e intermedio y avanzado. Como muestra la gráfica:



Los datos están bastante parejos, aunque se ve una ligera disminución en la tercera sesión en comparación con las anteriores. No obstante, en los tres momentos, el tercer nivel sobre sale respecto a los demás. Respecto al porcentaje de incremento de variación, destaca la sesión dos, donde entre los niveles básico y avanzado e intermedio y avanzado, el porcentaje es de 13,7%, mayor que en el resto de niveles.

- **Escala de Borg:**

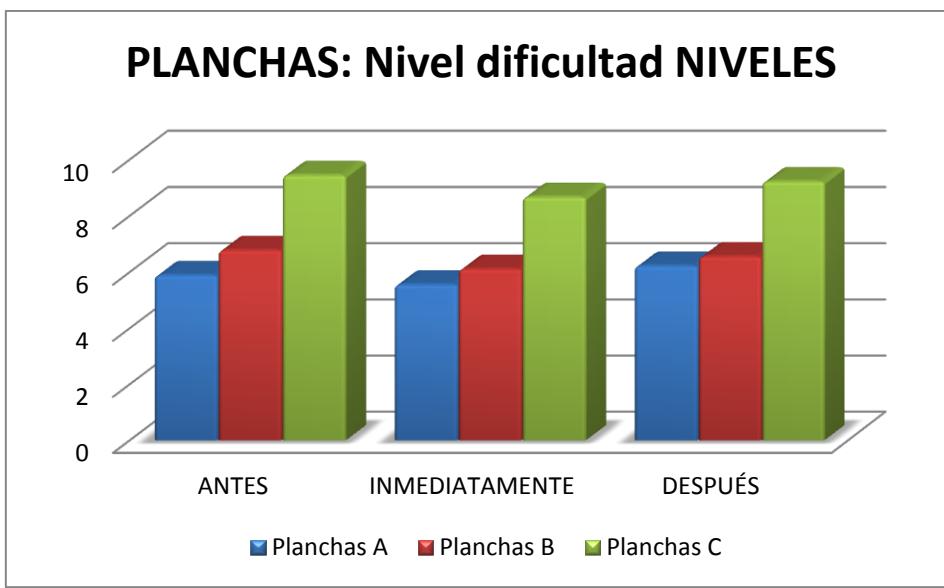
En esta variable, las diferencias significativas entre todos los niveles se establecen en la primera y segunda sesión, mientras que en la restante solo se observa entre los niveles básico e intermedio y básico y avanzado.



Según se refleja, los sujetos vuelven a encontrar más costosos los ejercicios a medida se avanza en su dificultad, estableciéndose, respecto al esfuerzo percibido, una clara escalera de niveles. El nivel avanzado, en todas las sesiones se aleja de los restantes niveles, alcanzando una media de valor de 6,03(Duro) en la primera sesión y en la segunda de 6,11 (Duro).

- **Escala de dificultad:**

Para esta variable, en las sesiones 1 y 2, las diferencias significativas se observan entre todos los niveles de dificultad, mientras que en la 3, solo se establece entre los ejercicios básico y avanzado ( $p=0,007$ ) e intermedio y avanzado ( $p=0,011$ ).

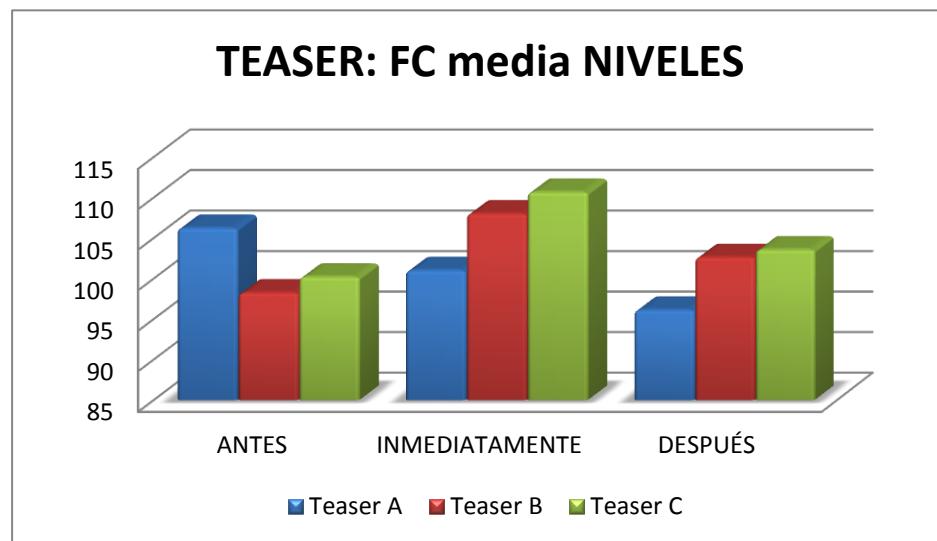


No obstante, vuelve a presentarse un patrón parecido al esfuerzo percibido para este ejercicio, donde se discriben claramente los niveles, destacando el nivel avanzado por encima del resto, obteniendo un valor de dificultad entre un poco difícil y difícil.

#### 6.1.5. "Teaser":

- **Frecuencia cardíaca:**

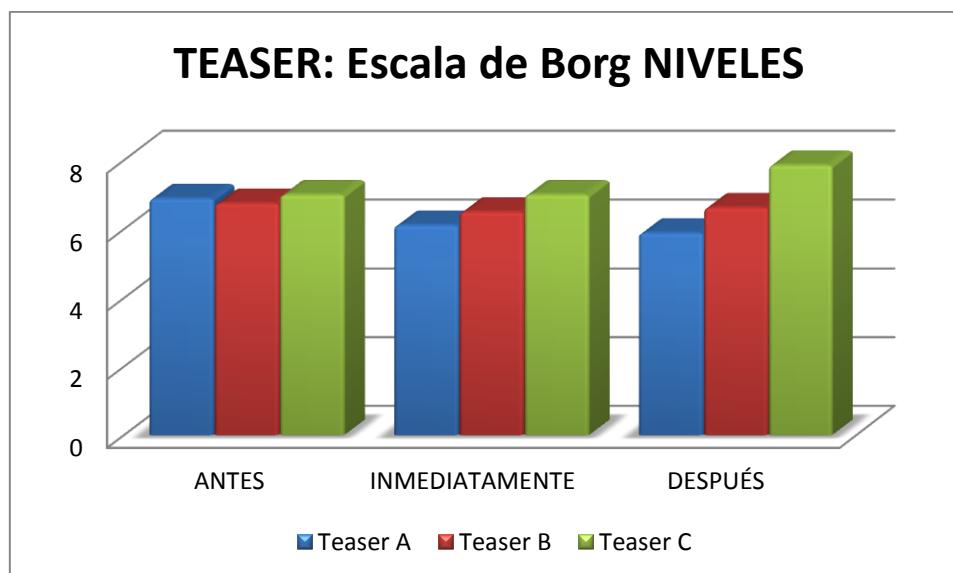
Únicamente se muestran diferencias significativas en la primera y segunda sesión entre el nivel básico y el intermedio ( $p=0,05$ ;  $p=0,035$ , respectivamente). La tendencia es negativa en la primera sesión, costando menos el segundo nivel (valor medio 98,25 pm) que el primero (106,22 pm), mientras que en la segunda, el carácter es positivo del primer nivel (FC media=101 pm) al segundo (FC media =108 pm).



Quizás este aumento en la primera sesión con respecto al nivel básico se deba a que muchos participantes en esta sesión, solo pudieron realizar el primer nivel, ya que el resto de niveles no los superaron en cuanto a la técnica y por tanto, no se tuvieron en cuenta.

- **Escala de Borg:**

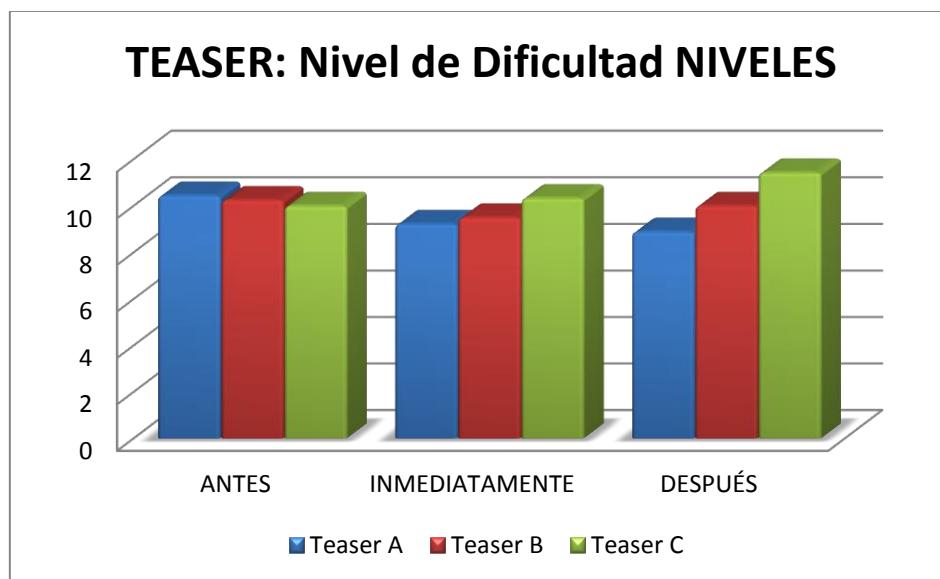
Para esta variable, solo se observan diferencias en la sesión 3, entre todos los niveles. La tendencia vuelve a ser positiva. Como muestra la gráfica:



Se observa una clara escalera de valores entre todos los niveles en la sesión 3, considerándose, el nivel básico, según su valor medio (5,88), “duro”; el nivel intermedio (6,62) “de duro a muy duro” y el nivel avanzado (7,85) casi “muy duro”.

▪ **Escala de Dificultad:**

Para el nivel de dificultad, solo se observan diferencias significativas en la sesión 2 entre el ejercicio básico e intermedio y en la sesión 3, entre todos los niveles de ejercicios. Como muestra la gráfica:



El nivel de dificultad en la tercera sesión, al igual que en la anterior variable, muestra una escalera clara positiva en cuanto a la dificultad entre todos los niveles. El nivel A, cuya media en relación a la dificultad se establece en el valor 8,89 “un poco difícil”; el nivel B, con una media de 10, se considera “difícil” y el nivel C (11,43) se cataloga como casi “muy difícil”.

Respecto a los ejercicios “roll up” y “balanceos”, no hay diferencias significativas en ninguna de sus variables.

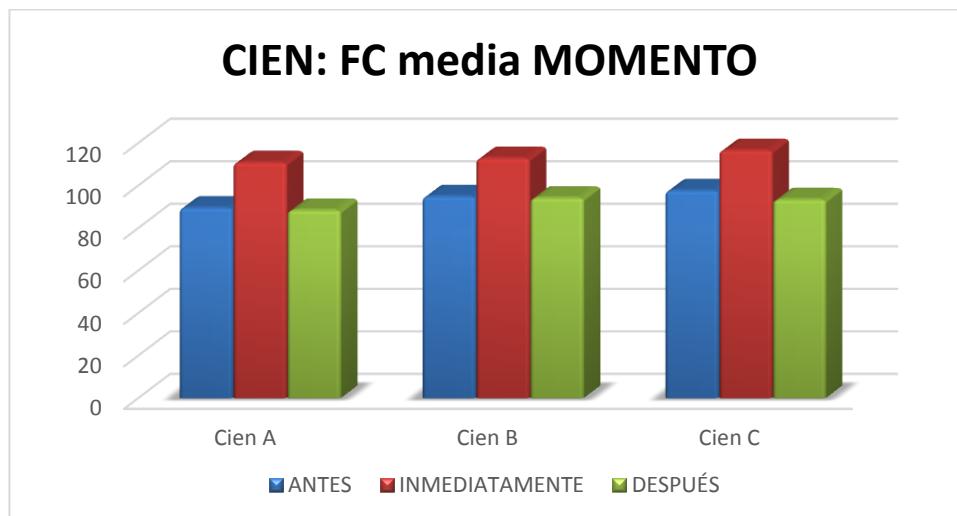
## **6.2. Influencia de la Electroestimulación**

### **6.2.1. “Cien”:**

#### **Frecuencia cardíaca:**

- **Nivel básico:** se han encontrado diferencias significativas entre los momentos de antes de realizar la EMS y una vez realizada de manera inmediata ( $p=0,008$ ). También entre este último y el de después, es decir, la tercera sesión ( $p=0,008$ ), siendo un porcentaje de incremento de variación negativo por lo que se refleja una disminución de la frecuencia cardíaca de la segunda a la tercera sesión.

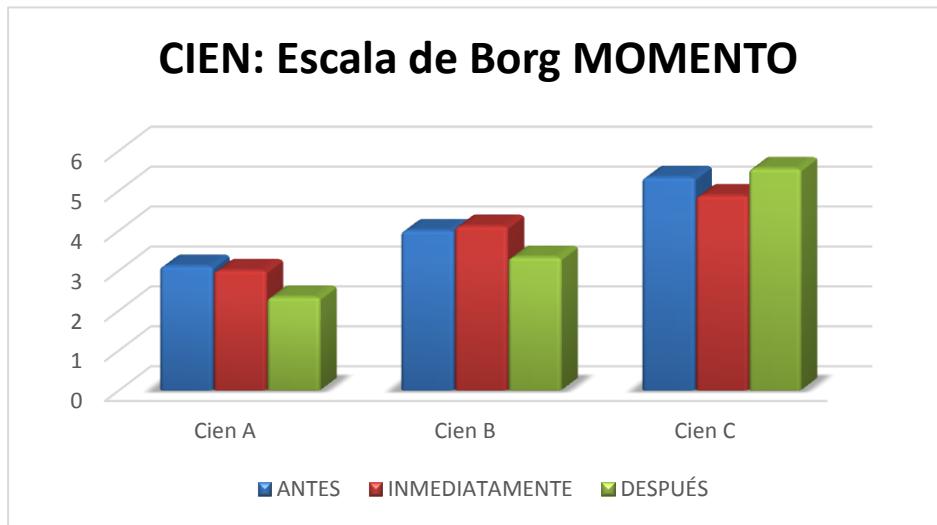
- **Nivel intermedio:** las diferencias han sido similares al nivel básico.
- **Nivel avanzado:** diferencias similares al nivel básico e intermedio, pero con  $p=0,018$  entre la primera y la segunda sesión y  $p=0,012$  entre la segunda y la tercera sesión, siendo un porcentaje de incremento de variación de nuevo.



Como se observa, destaca la sesión 2, en donde la frecuencia cardíaca se ha visto incrementada una vez realizada la EMS. No obstante, tres días después, la frecuencia cardíaca no ha disminuido casi en comparación a la primera sesión.

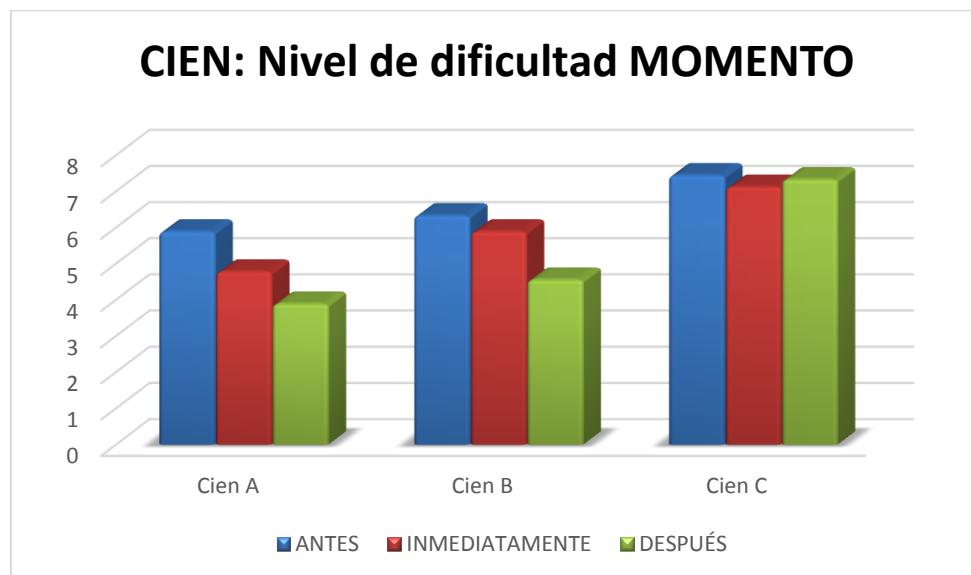
#### Escala de Borg:

- **Nivel básico:** los diferencias significativas se encuentran de la primera a la segunda sesión ( $p=0,021$ ) y de la segunda a la tercera sesión ( $p=0,039$ ), teniendo ambas un porcentaje de incremento de variación negativo, lo que quiere decir que el esfuerzo para este ejercicio se ha visto disminuido después de hacer la EMS de manera inmediata y tres días después de realizarla.
- **Nivel intermedio:** únicamente ha habido diferencias significativas de carácter negativo, de la primera a la tercera sesión, con  $p=0,034$ , notando una disminución en el esfuerzo desde el inicio hasta el final de la ejecución del nivel intermedio.
- **Nivel avanzado:** no ha habido diferencias significativas para este ejercicio en función del momento, aunque en la gráfica se perciben valores inferiores que en el resto de niveles. Tan solo tres días después de la EMS es cuando, al parecer, resulta más costoso.



#### Escala de dificultad:

- **Nivel básico:** no ha habido diferencias significativas para este ejercicio en función del momento.
- **Nivel intermedio:** únicamente se han mostrado diferencias significativas y de carácter negativo entre la segunda y la tercera sesión, con  $p=0,023$ .
- **Nivel avanzado:** no ha habido diferencias significativas para este ejercicio en función del momento.



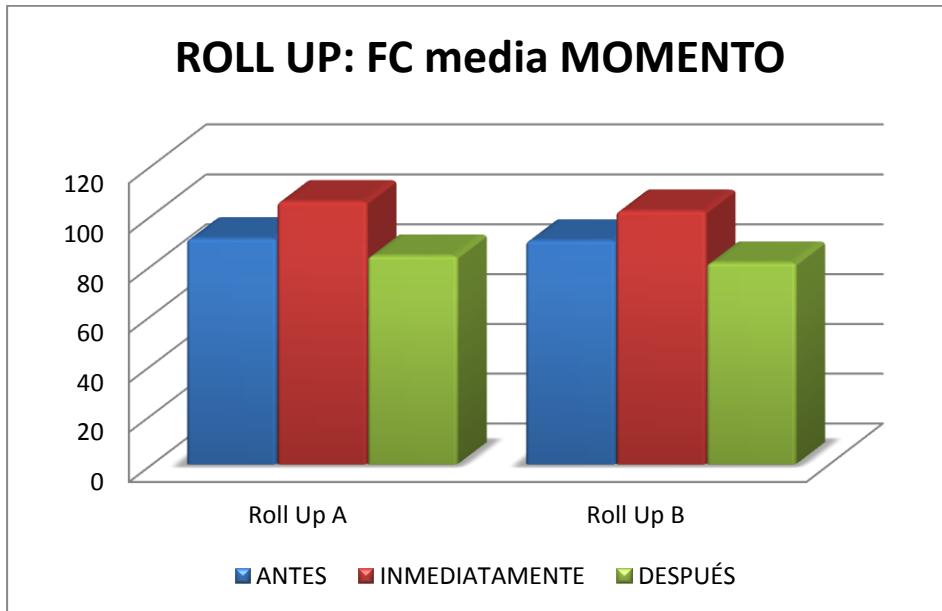
El patrón de las barras es similar al esfuerzo percibido para este ejercicio.

### 6.2.2. "Roll up":

#### Frecuencia cardíaca:

- **Nivel básico:** Se reflejan diferencias significativas de la primera a la segunda sesión ( $p=0,021$ ) y de la segunda a la tercera sesión ( $p=0,008$ ), siendo esta de carácter negativo, por lo que tres días después de haber realizado el entrenamiento con EMS se atisba un menor esfuerzo real para este nivel.
- **Nivel intermedio:** los datos significativos se sitúan de la primera a la segunda sesión ( $p=0,038$ ) y de la segunda a la tercera sesión ( $p=0,017$ ), siendo esta última de carácter negativo, por lo que para este nivel de ejecución, se distingue un menor esfuerzo real tres días después de haber hecho el entrenamiento con EMS.

Para ambos niveles, destaca el valor de la segunda sesión, ya que la frecuencia cardíaca es muy superior una vez realizado la EMS.



**Escala de Borg:** no hay diferencias significativas en ningún momento para ningún ejercicio.

**Escala de dificultad:** no hay diferencias significativas en ningún momento para ningún ejercicio.

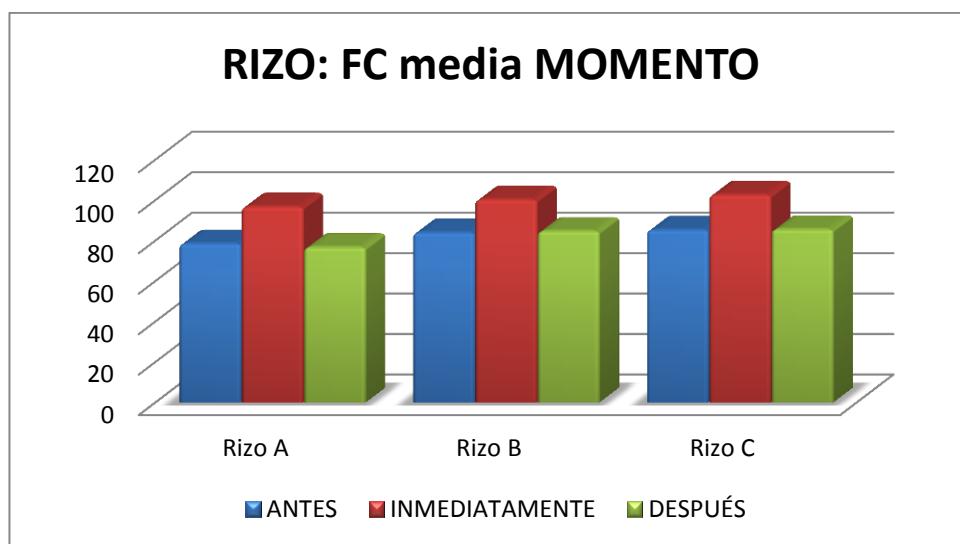
### 6.2.3. "Rizo":

#### Frecuencia cardíaca:

- **Nivel básico:** se ha encontrado significación entre los momentos de antes de realizar el chaleco y una vez realizado de manera inmediata ( $p=0,008$ ), y también entre este último y el de después, es decir, la tercera sesión

( $p=0,008$ ), siendo un porcentaje de incremento de variación negativo, por lo que se refleja una disminución de la frecuencia cardíaca de la segunda a la tercera sesión.

- **Nivel intermedio:** al igual que en el nivel básico, se han encontrado diferencias significativas entre los momentos de antes de realizar el chaleco y una vez realizado de manera inmediata ( $p=0,008$ ), y también entre este último y el de después, es decir, la tercera sesión ( $p=0,012$ ), siendo un porcentaje de incremento de variación negativo, por lo que se refleja una disminución de la frecuencia cardíaca de la segunda a la tercera sesión.
- **Nivel avanzado:** al igual que en el nivel básico, se han encontrado diferencias significativas entre los momentos de antes de realizar el chaleco y una vez realizado de manera inmediata ( $p=0,011$ ), y también entre este último y el de después, es decir, la tercera sesión ( $p=0,008$ ), siendo un porcentaje de incremento de variación negativo, por lo que se refleja una disminución de la frecuencia cardíaca de la segunda a la tercera sesión.



**Escala de Borg:** no hay diferencias significativas en ningún momento para ningún ejercicio.

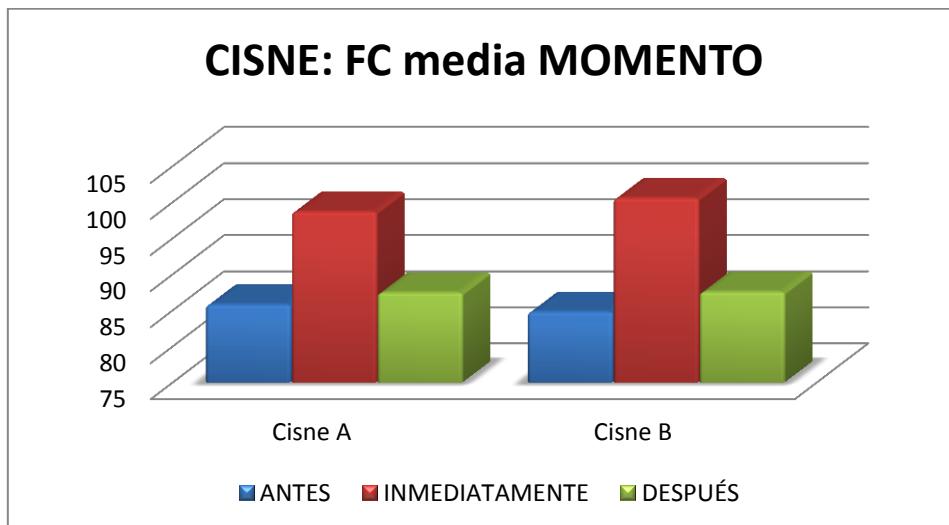
#### Nivel de dificultad:

- **Nivel intermedio:** únicamente para el nivel intermedio y teniendo en cuenta la población de Ewe, se ha encontrado significativa la diferencia entre los valores de la primera y la segunda sesión ( $p=0,026$ ), siendo de carácter negativo. Y por otro lado, los valores de la primera a la tercera sesión (0,023), de carácter negativo también.

#### 6.2.4. "Cisne":

##### Frecuencia cardíaca:

- **Nivel básico:** se han encontrado diferencias significativas entre los momentos de antes de realizar la EMS y una vez realizado de manera inmediata ( $p=0,007$ ), y también entre este último y el de después, es decir, la tercera sesión ( $p=0,008$ ), siendo un porcentaje de incremento de variación negativo, por lo que se refleja una disminución de la frecuencia cardíaca de la segunda a la tercera sesión.
- **Nivel intermedio:** mismo patrón se observa en este nivel con respecto al nivel básico.



Para ambos niveles, el realizar los ejercicios después del chaleco de electroestimulación supone un aumento de frecuencia cardíaca con respecto al día anterior y al posterior.

##### Escala de Borg:

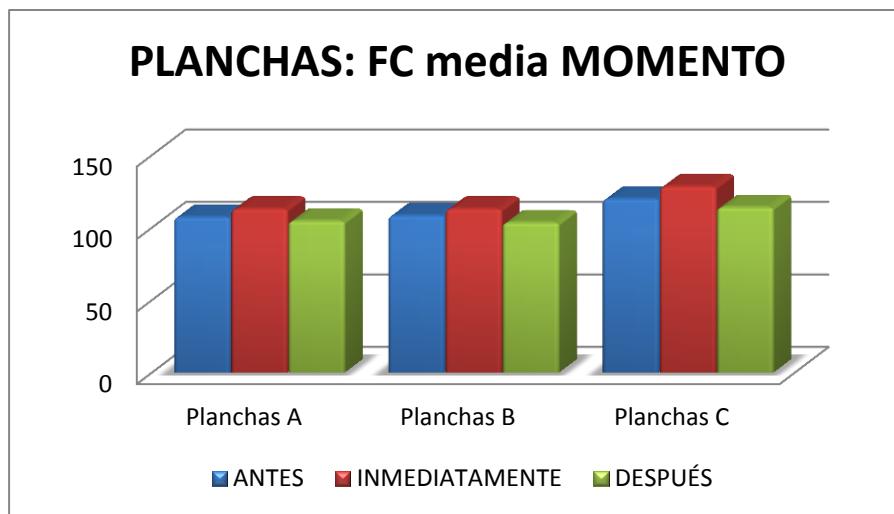
- **Nivel básico:** únicamente se han obtenido diferencias significativas en este nivel entre la segunda y tercera sesión, es decir, la percepción subjetiva del esfuerzo para este ejercicio ha sido superior en la tercera sesión que en la segunda.

**Escala de dificultad:** no hay diferencias significativas en ningún momento para ningún ejercicio.

### 6.2.5. “Planchas”:

#### Frecuencia cardíaca:

- **Nivel avanzado:** solamente se ha registrado significación entre la segunda y tercera sesión ( $p=0,018$ ) y la primera y la tercera sesión ( $p=0,024$ ), teniendo ambas un porcentaje de incremento de variación negativo, lo que aporta un esfuerzo menor en el ejercicio conforme avanza el estudio según las sesiones.



**Escala de Borg:** no hay diferencias significativas en ningún momento para ningún ejercicio.

**Escala de dificultad:** no hay diferencias significativas en ningún momento para ningún ejercicio.

### 6.2.6. “Balanceos de pierna”:

#### Frecuencia cardíaca:

- **Nivel básico:** solamente se han obtenido diferencias significativas para esta variable, en este ejercicio entre la primera y la segunda sesión ( $p=0,05$ ).

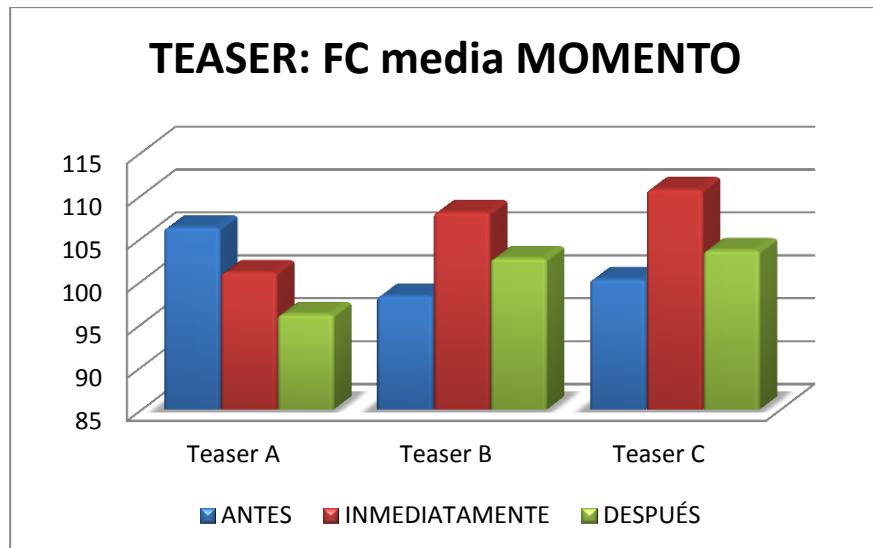
**Escala de Borg:** no hay diferencias significativas en ningún momento para ningún ejercicio.

**Escala de dificultad:** no hay diferencias significativas en ningún momento para ningún ejercicio.

#### 6.2.7. "Teaser":

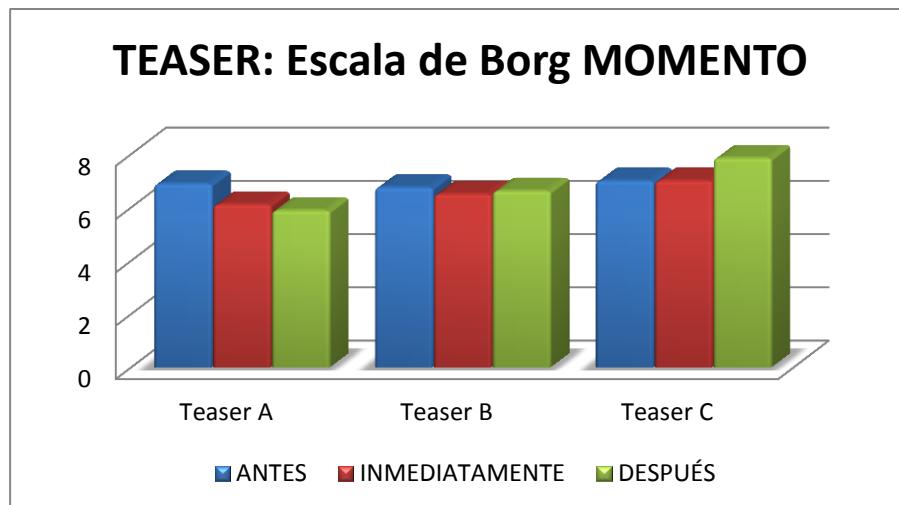
##### Frecuencia cardíaca:

- **Nivel básico:** únicamente hay diferencias significativas entre la primera y la tercera sesión ( $p=0,012$ ), siendo de carácter negativo.



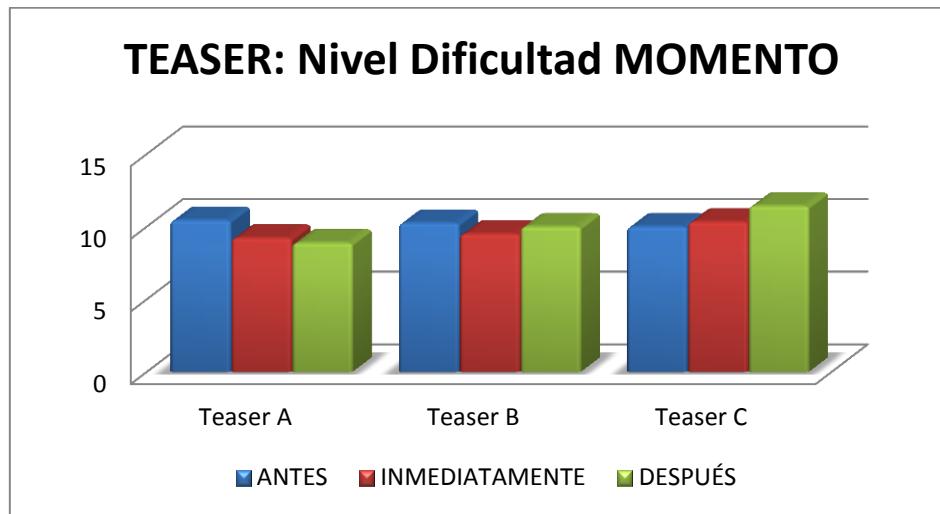
##### Escala de Borg:

- **Nivel básico:** únicamente hay diferencias significativas entre la primera y la tercera sesión ( $p=0,041$ ), siendo de carácter negativo.



**Escala de dificultad:**

- **Nivel básico:** únicamente hay diferencias significativas entre la primera y la tercera sesión ( $p=0,008$ ), siendo de carácter negativo.



## 7. DISCUSIÓN

El Pilates es una actividad extendida a nivel mundial y la electroestimulación aplicada de una manera concurrente al ejercicio es otra actividad que está en auge, sobre todo en el ámbito del fitness. Es por este motivo, que el presente estudio intenta demostrar los posibles efectos que produce la segunda sobre la primera a lo largo de unas horas.

Además, de cara a posibles posteriores estudios, a través de los resultados obtenidos en este proyecto, se podrán establecer niveles de dificultad según los ejercicios propuestos, atendiendo a las diferentes variables evaluadas.

Por todo ello, desde la experiencia y las diferencias significativas obtenidas y plasmadas anteriormente respecto a los distintos niveles de ejercicio en función del momento, en general, muestran una buena progresión en cuanto a la dificultad según las variables de frecuencia cardíaca, escala de Borg y escala de dificultad.

En general, se muestra una tendencia positiva entre todos los niveles. Esta tendencia se refleja sobre todo en aquellos ejercicios con tres niveles de dificultad. Únicamente, en el ejercicio del “cisne” (dos niveles) se muestran diferencias significativas en las variables subjetivas en la primera sesión, las cuales siguen una tendencia positiva, avalando una vez más la diferencia de niveles según la propuesta por el estudio. Además, destaca la correlación intra e inter variables subjetiva, la cual es muy fuerte para este momento. Viendo los datos reflejados en la tabla, a nivel de frecuencia cardíaca no hay mucha diferencia pero sin embargo, a nivel de esfuerzo percibido y a nivel de dificultad sí, viéndose incrementados de uno a otro en un 37,5 % el esfuerzo y en un 18,6 la dificultad.

CISNE	Básico	Intermedio
FC (bpm)	85,77	84,77
Esfuerzo percibido	3,55	4,88
Nivel de dificultad	6,55	7,77

Es relevante destacar que para ejercicios isométricos o de fuerza, la frecuencia cardíaca no es tan buen indicador del esfuerzo como lo es para el ejercicio aeróbico. Por ello, en el Pilates, es importante tener en cuenta la referencia subjetiva de los sujetos para establecer relaciones más reales en el esfuerzo.

Al igual que ocurre con este ejercicio, en las “planchas” también se ha obtenido una clasificación positiva de los niveles, destacando el nivel avanzado en las tres variables por encima de los demás, destacando además la correlación de este nivel con la escala subjetiva del esfuerzo. Como se observa, el progresar del nivel básico al avanzado supone una gran variación, reflejado en un incremento en la frecuencia cardíaca del 12,2%

PLANCHAS	Básico	Intermedio	Avanzado
FC (bpm)	101,57	102,68	114
Esfuerzo percibido	3,8	4,53	6,03
Nivel de dificultad	5,37	6,4	8,8

Por otro lado, también se observa en el ejercicio del “rizo” que del nivel básico al intermedio y del básico al avanzado, hay significación en las tres variables. Estas diferencias se aprecian en el porcentaje de incremento de variación, que es más elevado en proporción del primer al segundo nivel.

RIZO	Básico	Intermedio	Avanzado
FC (bpm)	73	82,05	83,84
Esfuerzo percibido	1,73	2,8	3,13
Nivel de dificultad	3,5	4,9	5,4

En este caso, progresar del primer al segundo nivel supone un aumento del 12,4% en la frecuencia cardíaca, del 61,8% en el esfuerzo percibido y del 40% en el nivel de dificultad perceptivo-motriz.

Por todo ello, estos tres ejercicios recién comentados coinciden en una cuestión: **la falta de uno o dos apoyos corporales**. La razón es que cuando se compromete la estabilidad de una zona corporal, tanto la frecuencia cardíaca como la percepción subjetiva del sujeto varía, incrementándose conforme el movimiento se hace más complicado. Esto hay que tenerlo en cuenta para aquellas personas con hipertensión o con baja condición física, ya que como se ha observado, sobre todo en el rizo y las planchas, la frecuencia cardíaca sufre un gran aumento en sus valores.

Por otro lado, analizando los datos de la población de Ewe y los de los estudiantes de la Universidad, se aprecian valores más bajos en los segundos en torno a las tres variables pero ambas muestras reflejan una tendencia positiva en los dos ejercicios (“rizo de pelvis” y “planchas”) y sus respectivos niveles. La razón para la variable objetiva de la frecuencia cardíaca es la diferencia de edad, ya que los estudiantes se sitúan en edades de 20 a 25 años, mientras que los de Ewe presentan una media superior y niveles de actividad física menores. En cambio, la baja percepción de los parámetros subjetivos de la muestra eventual podría verse afectada por la falta de técnica en este campo y es que cuanta menos experiencia y conocimiento se tiene para cierta práctica, menos valor crítico se demuestra. Elegí estos ejercicios por la aparente facilidad para su realización pero sin embargo, el éxito real del movimiento radica en el fiel seguimiento de los principios del Pilates y es algo que solo alguien con mucha práctica y control corporal puede conseguir.

Así pues, **a la hora de programar una sesión de Pilates**, hay que tener presente que pasar de un nivel a otro de dificultad puede suponer un gran cambio en la frecuencia cardíaca y en las valoraciones subjetivas, para aquellas personas que no están adaptadas a la práctica. Hay que reflexionar cuánto tiempo hay que mantenerse en un mismo nivel hasta pasar al siguiente, para que no haya riesgos en la integridad de la persona y su progresión sea adecuada, tanto a nivel físico como técnico. Si bien es cierto, los más puristas defienden que es necesario un año para poder ascender de nivel, recibiendo una atención especializada e individualizada, pero cada vez más, se observan clases de Pilates saturadas de gente en las que parece ser, no se tiene en cuenta el nivel de conocimiento ni de condición física de los

practicantes. Así pues, no hay tanta individualización y las progresiones son muy rápidas, aumentando el riesgo de estas personas a sufrir algún tipo de lesión.

Otro aspecto muy importante en estos ejercicios son las **palancas corporales**. Son complejas y características del sistema musculoesquelético en el cuerpo humano. El brazo de impulso (MA) de un músculo es la distancia perpendicular desde la línea de fuerza o acción del músculo al eje de la articulación implicada. Esta distancia perpendicular (MA) en ningún caso debe confundirse con la longitud del brazo de palanca, es decir, la distancia del punto de unión del músculo al eje de la articulación. Puesto que un músculo siempre tiene una unión cerca de la articulación en la que actúa, un brazo de palanca muscular y un MA más breve incluso son típicos de todas las articulaciones y palancas corporales.<sup>19</sup>

Partiendo de esta explicación, podemos analizar los ejercicios del “Cien” y el “Teaser”, ya que los niveles se establecen según el torque (distancia entre la vertical del brazo de resistencia y la vertical en el fulcro). En el caso del “Cien” se observan diferencias muy significativas en todos los valores de todas las variables, según los momentos, del nivel básico al nivel avanzado:

CIEN	Básico	Intermedio	Avanzado
FC (bpm)	89,55	94,88	97,66
Esfuerzo percibido	3,11	4	5,33
Nivel de dificultad	5,88	6,33	7,44

Esto es porque hay más torque cuando las piernas están estiradas a 45 grados que cuando las rodillas están flexionadas a 90 grados respecto al suelo, en posición de mesa. Por esta cuestión, se refleja una mayor frecuencia cardíaca (con una correlación positiva fuerte entre el primer nivel y el segundo), un mayor esfuerzo percibido (también reflejado en la correlación entre el nivel básico e intermedio), así como una mayor dificultad perceptivo-motriz, ya que el trabajo de estabilización es mucho mayor. Por ello, para el “Cien”, pasar del nivel básico al nivel intermedio ya supone incrementar un 5,9% la frecuencia cardíaca y un 9% si progresamos al nivel avanzado, de ahí, la importancia de individualizar las sesiones.

En general, las fuertes correlaciones se reflejan entre los valores más significativos y entre las mismas variables, ya que rara vez se observa correlación de una variable a otra (por ejemplo, del nivel de esfuerzo percibido a la frecuencia cardíaca). Este aspecto es importante porque se ve coherencia en los resultados y las diferencias, consolidando los niveles propuestos para este ejercicio.

Por otro lado, en el caso del “Teaser”, la situación es similar. Cuando se flexionan las piernas hay menos torque y menos reto muscular que cuando se estiran. Además, se le añade la coordinación intramuscular e intermuscular que supone esa extensión de rodillas y la coordinación del movimiento simultáneo de subida de piernas y de tronco, para formar esa especie de “V” corporal. Según los datos, los sujetos lo reflejan sobre todo en las valoraciones subjetivas, en las cuales además, se observa una fuerte correlación, especialmente entre niveles, teniendo en cuenta las diferencias significativas. Hay que tener en cuenta, que según los datos, es el ejercicio más difícil percibido y en general, la frecuencia cardíaca también se

eleva notablemente, aunque menos que en otros ejercicios. En este caso, es curioso que el nivel avanzado parece ser el más fácil, aunque el más costoso a nivel de esfuerzo; no obstante, en el estudio no todos pudieron hacerlo, por no llegar a la ejecución mínima por lo que se habrá de tener en cuenta que para este ejercicio sobre todo, la progresión será mucho más lenta que con otros.

TEASER	Básico	Intermedio	Avanzado
FC (bpm)	106	98,25	100,2
Esfuerzo percibido	6,88	6,75	7
Nivel de dificultad	10,44	10,25	10

Por otro lado, por lo que se refleja en los datos y atendiendo a la reflexión realizada anteriormente entre las dos muestras (Ewe y Universidad), hay que destacar el nivel técnico de los sujetos. Posiblemente, no se han visto diferencias significativas en ejercicios como los “Balanceos” o el “Roll up” donde, a priori, el ejercicio parece fácil pero si se es crítico y se realiza por profesionales de este campo, las diferencias serían, posiblemente, notables. No obstante, para el “Roll up”, muchas personas avalan la dificultad para el ejercicio con piernas estiradas (por una mayor palanca) y otras con piernas flexionadas (por la coordinación del movimiento entre brazos y tronco con las piernas), teniendo todas ellas el factor común de la activación del centro, principio muy importante y básico en el método Pilates.

Otro aspecto a destacar es el orden de ejecución de los ejercicios, pese a que en el Pilates clásico, Joseph defendía que el ejercicio “Cien” servía de calentamiento para iniciar la clase<sup>4</sup>, desde mi perspectiva, se necesitaría un calentamiento previo basado en la movilidad articular y suaves estiramientos, que preparen al organismo para una actividad posterior de mayor intensidad. Además, la implicación muscular y de estabilidad corporal es muy elevada para la correcta realización del ejercicio, por lo que es preciso un adecuado condicionamiento previo tanto a nivel físico como psicológico.

Es por ello, que en este orden y atendiendo a los resultados y la reflexión obtenida de los niveles, presento una nueva secuenciación de los ejercicios con sus modificaciones, con nuevos niveles de ejecución:

EJERCICIO	NIVEL A	NIVEL B	NIVEL C
<b>Rizo de pelvis</b>	Igual	Igual	Con la pelvis elevada, extender la rodilla y realizar tres giros a un lado y tres al otro, implicando una mayor resistencia muscular, así como control y estabilidad corporal. La respiración también ha de verse reforzada.
<b>Roll up</b>	Igual	La posición inicial es la misma pero para centrarnos en la acción del centro, realizaremos medio movimiento, parándonos justo después de haber elevado la zona lumbar.	Con piernas flexionadas realizamos todo el ejercicio, mejorando la coordinación del movimiento.
<b>Cien</b>	Igual	Igual	Igual
<b>Cisne</b>	Igual	Igual	Con brazos estirados hacia adelante el torque es mayor, por lo que el esfuerzo muscular también.
<b>Planchas</b>	Igual	Laterales: con el cuerpo lateral, un antebrazo en el suelo, elevamos el otro brazo como si quisieramos tocar el techo. Con las caderas una encima de la otra, alargamos la pierna que está encima. Diferente postura y trabajo, más riqueza al ejercicio.	Igual
<b>Balanceos</b>	Igual	Las dos piernas estiradas pero los brazos extendidos y levantados hacia arriba. Restamos apoyos por lo que la cintura escapular se ve más libre, lo que hace que nuestro esquema corporal cambie notando un mayor compromiso del control.	La pierna que estaría apoyada en el suelo se queda flexionada a 90 grados con respecto al suelo. Realizamos el balanceo con la otra pierna. De esta manera hay un apoyo menos, comprometiendo la estabilidad de la cintura escapular sobre todo.
<b>Teaser</b>	Igual	Igual	Igual

Este nuevo orden intenta realizar una secuencia más progresiva en la acción de los músculos, comenzando por un “Rizo de pelvis” que poco a poco incrementa la temperatura corporal, para continuar con el “Roll up” que moviliza la zona de la columna y sigue calentando la parte del core. A continuación, es el momento adecuado para realizar el “Cien”, cuyos músculos se relajarán ligeramente en el “Cisne”. Además, se cambia de orientación, lo que ameniza el entrenamiento pero se sigue decúbito prono en las “Planchas”, las cuales aumentarán el ritmo cardíaco para frenarlo, nuevamente, en los “Balanceos” (aunque con más exigencia que en la secuencia inicial de este estudio). Finalmente, el “Teaser” mantiene sus niveles y su posición ya que es un ejercicio que requiere práctica y entrenamiento en la materia.

Por otro lado, he introducido tres niveles en cada ejercicio para dar más bagaje a cada uno de ellos y quizás así, se puedan demostrar más diferencias significativas en las escalas de niveles para poder individualizar mejor los entrenamientos.

En relación a la **influencia de la electroestimulación**, en general las mayores modificaciones se obtienen a nivel de frecuencia cardíaca, ya que se eleva mucho en la segunda sesión una vez realizado el entrenamiento con EMS y desciende en la tercera sesión con respecto a la primera. Esto nos indica que la nueva aplicación de esta técnica de estimulación, al excitar las fibras nerviosas y musculares, acelera el ritmo cardíaco, reflejándose después en los ejercicios. Paradójicamente, este aumento de pulsaciones no se ve aumentado en la percepción del esfuerzo ni en la dificultad perceptivo-motriz, ya que lejos de elevar la fatiga muscular o la dificultad a la hora de realizar el ejercicio, las disminuye.

Es el caso del ejercicio “Cien” en el nivel básico, donde el esfuerzo percibido disminuye inmediatamente después de la EMS en un -20,2%, desde la percepción de “ligero” a “muy ligero”. En el nivel intermedio, también hay cambios numéricamente negativos en la percepción subjetiva del esfuerzo en un valor de -2,5 % de la primera sesión a la tercera y en la dificultad de la segunda a la tercera. Recordando alguna de las mejoras conseguidas por la electroestimulación defendidas por Ferrer et al.<sup>16</sup> esto puede deberse a una adaptación cardiovascular y muscular en estos ejercicios, sobre todo a nivel de core, donde la estabilidad se ha visto mejorada ligeramente tanto posiblemente, por la acción de la estimulación como por la repetición de la técnica.

CIEN		N. INICIAL (A)	N. MEDIO (B)	N. AVANZADO (C)
VARIABLES	MOMENTO	Δ%	Δ %	Δ %
FC	ANTES Vs INTERMEDIO	23,8	19	19,6
	INTERMEDIO Vs DESPUÉS	-20,2	-16,5	-19,9
	ANTES Vs DESPUÉS	-0,01	-0,007	-4,3
ESCALA DE BORG	ANTES Vs INTERMEDIO	-3,5	2,7	-8,6
	INTERMEDIO Vs DESPUÉS	-2,2	-18,9	14
	ANTES Vs DESPUÉS	-2,5	-16,7	4,1
NIVEL DE DIFICULTAD	ANTES Vs INTERMEDIO	-18,8	-7,1	-4,3
	INTERMEDIO Vs DESPUÉS	-18,6	-22,6	2,9
	ANTES Vs DESPUÉS	-34	-28,1	-1,4

Tabla 1: incrementos de los porcentajes de variación para cada nivel entre momentos según las distintas variables.

Δ%: porcentaje de incremento de variación

También se observa que en el “Teaser” para el nivel básico, entre la primera y la tercera sesión las variables disminuyen numéricamente, atendiendo a un menor esfuerzo real y subjetivo, así como a nivel de dificultad. Posiblemente, al verse más músculos implicados en la acción y al ser un ejercicio complicado a nivel motriz y ser exigente cardiovascularmente, cuanto más se practica, más se mejora en cada sesión.

Por otro lado, es curioso atisbar que la frecuencia cardiaca disminuye de la segunda a la tercera sesión en todos los niveles, siendo más notable en el avanzado, siendo su incremento de un -6,5%. Posiblemente, se deba a una mejora de la técnica o a posibles adaptaciones a la práctica tras todos los ejercicios ya ejecutados.

También es para destacar, la valoración del esfuerzo subjetivo en la escala de Borg una vez ejecutado el entrenamiento de EMS. Las fibras están más activadas y se refleja en una diminución del esfuerzo y de la dificultad, tanto para el primer nivel como para el segundo.

TEASER		N. INICIAL (A)	N. MEDIO (B)	N. AVANZADO (C)
VARIABLES	MOMENTO	Δ%	Δ %	Δ %
FC	ANTES Vs INTERMEDIO	-4,9	9,9	10,4
	INTERMEDIO Vs DESPUÉS	-4,8	-5	-6,4
	ANTES Vs DESPUÉS	<b>-9,5</b>	4,4	3,4
ESCALA DE BORG	ANTES Vs INTERMEDIO	-11,2	-3,7	0
	INTERMEDIO Vs DESPUÉS	-3,8	1,8	12,1
	ANTES Vs DESPUÉS	<b>-14,5</b>	-1,9	12,1
NIVEL DE DIFICULTAD	ANTES Vs INTERMEDIO	-11,7	-7,3	3,3
	INTERMEDIO Vs DESPUÉS	-3,6	5,3	10,6
	ANTES Vs DESPUÉS	<b>-14,8</b>	-2,4	14,3

Tabla 2: incrementos de los porcentajes de variación para cada nivel entre momentos según las distintas variables.

Δ%: porcentaje de incremento de variación

En los ejercicios “Roll up”, “Planchas” y “Balanceos” solo se ve este cambio a nivel de frecuencia cardíaca de la segunda a la tercera sesión, mientras que en el “Rizo de pelvis” en el nivel intermedio, posiblemente, gracias a una mejora de la estabilización articular, el nivel de dificultad perceptivo-motriz disminuye de la primera a la tercera sesión. No obstante, no es un dato muy definitorio de la eficacia de la EMS sobre el movimiento, ya que no se repite en ningún momento más ni para ningún otro nivel de este ejercicio. Por ello, aunque se defienda que la electroestimulación aporta beneficios a corto plazo, harían falta por lo menos, de 2 a 5 sesiones en avalar dichos beneficios.

Quizás se habría de tener en cuenta para posteriores estudios el nivel de fatiga muscular que supone cada ejercicio. Como se ha visto, en ejercicios como los “Balanceos” o el “Roll up”, el nivel de compromiso muscular y/o nivel de dificultad perceptivo-motriz es mínimo para la mayoría (sobre todo los “Balanceos”) por lo que es difícil encontrar una variación de un momento a otro del estudio, con tan pocas sesiones y/o repeticiones del ejercicio.

En general y atendiendo a las gráficas por niveles, se ve que las pulsaciones y las variables subjetivas son más elevadas después de la EMS y en algunas, algo más bajas después de él pero se ha de atender a las diferencias significativas.

Todos estos resultados indican que el trabajar con EMS también requiere un entrenamiento individualizado, ya que si hubiéramos fatigamos en exceso las fibras, el rendimiento posterior hubiera sido negativo y el sujeto no se hubiera encontrado en condiciones de realizar la sesión de Pilates ni inmediatamente después de la EMS y a los tres días posteriores.

## **8. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO**

- Los ejercicios que solo contienen dos niveles de dificultad no han establecido casi diferencias significativas.
- La eliminación de uno o varios apoyos, el aumento del torque en la biomecánica del movimiento y el aumento de coordinación intramuscular e intermuscular, dan lugar a un incremento de los valores en los parámetros de frecuencia cardíaca (objetivo), así como en la percepción subjetiva del esfuerzo y dificultad perceptivo-motriz (subjetivas).
- En general, se reflejan fuertes correlaciones entre los niveles de las mismas variables, encontrándose también entre la escala de Borg y la escala de dificultad.
- Para diseñar una sesión de Pilates es necesario atender al nivel, características y condición física del practicante, reflexionando sobre el momento en el que es preciso progresar de un nivel a otro, obteniendo de esta manera, un entrenamiento individualizado por niveles.
- El protocolo de Pilates ha sido bien diseñado, aunque se podrían establecer otras nuevas propuestas de trabajo más definidas que proporcionaran más diferencias significativas.
- Las intensidades manejadas en la electroestimulación con los participantes han sido las adecuadas porque los sujetos no se han visto fatigados muscularmente, en exceso, tres días después del entrenamiento.
- Son necesarias más sesiones y/o estudios para establecer una mejoría clara del entrenamiento con electroestimulación sobre el Pilates, aunque hay algunos indicios en este trabajo de su eficacia a nivel subjetivo en la percepción del esfuerzo y la dificultad perceptivo-motriz, como en el caso del “Cien” o el “Teaser”.
- El Pilates requiere gran esquema y control corporal, además de práctica y experiencia, avalando por tanto, los principios básicos que Pilates designó a su método.

## **9. CONCLUSIONES DEL TRABAJO DE FIN DE GRADO**

- Llevar a cabo un trabajo de estas características supone un gran esfuerzo pero a la vez, un gran aprendizaje en el campo del Pilates y la electroestimulación.
- La elaboración de este trabajo abre nuevas curiosidades y ganas de emprender nuevos proyectos a posteriori.

- Los conocimientos aprendidos en algunas de las asignaturas de este grado son muy útiles de cara a la elaboración de un trabajo de estas características, aplicándolos tanto a nivel técnico como específico.
- La realización de las prácticas pueden ser una herramienta indispensable, si éstas están íntimamente relacionadas con el trabajo de fin de grado, aportando un aprendizaje significativo al alumno.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

- 1 Fernández MT, Martín MJ. Revisión bibliográfica de los estudios de investigación relacionados con el Método Pilates. *Scientia*. 2010; 15 (2): 105-124.
2. Fernández E, Santana F, Merino R. Joseph Hubertus Pilates; anatomía de un gigante olvidado. *Trances*. 2011 [citado 20 Mayo 2015]; 3(3): 353-378.
3. García T. Efecto de la práctica del Método Pilates: beneficios en estado de salud, aspectos físicos y comportamentales [Tesis doctoral]. Toledo: Universidad de Castilla-La Mancha. 2009.
4. Isacowitz R, Clippinger K. Anatomía del Pilates. Madrid: Tutor; 2011.
- 5 Blount T, McKenzie E. El Método Pilates. Gran Bretaña: Sirio, S.A; 2000
6. Cruz-Ferreira F, Fernandes J, Laranjo L, Bernardo LM, Silva A. A Systematic Review of the Effects of Pilates Method of Exercise in Healthy People. *Arch Phys Med Rehabil*. 2011;92: 2071-2081.
7. Memmedova K. Impact of Pilates on Anxiety Attention, Motivation, Cognitive function and Achievement of Students: Structural Modeling. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. 2015;186:544–548.
8. Kries J. Pilates Plus Method. 2nd ed. Badalona (España): Ediciones Robinbook; 2003.
9. Siller B. El Método Pilates [Internet]. Barcelona: Ediciones Oniro (2000) [citado 6 Jun 2015]. Disponible en:  
[https://www.google.es/search?q=siller+B+\(2000\).+%E2%80%9Cel+m%C3%A9todo+pilates%E2%80%9D.+Ediciones+Oniro.+Barcelona&oq=siller+B+\(2000\).+%E2%80%9Cel+m%C3%A9todo+pilates%E2%80%9D.+Ediciones+Oniro.+Barcelona&aqs=chrome..69i57.651j0j7&sourceid=chrome&es\\_sm=122&ie=UTF-8](https://www.google.es/search?q=siller+B+(2000).+%E2%80%9Cel+m%C3%A9todo+pilates%E2%80%9D.+Ediciones+Oniro.+Barcelona&oq=siller+B+(2000).+%E2%80%9Cel+m%C3%A9todo+pilates%E2%80%9D.+Ediciones+Oniro.+Barcelona&aqs=chrome..69i57.651j0j7&sourceid=chrome&es_sm=122&ie=UTF-8)
10. Origins of Pilates [homepage on the Internet]. Sacramento (USA): Balanced Body [citado en 2 Jun 2015]. Disponible en: [www.pilates.com/BBAPP/V/pilates/origins-of-pilates.html](http://www.pilates.com/BBAPP/V/pilates/origins-of-pilates.html)
11. Anderson BD, Spector A. Introduction to Pilates-Based on Rehabilitation. *Orthopaedic Physical Therapy Clinics Of North America* 2000;9(3):395-410.
12. Gideon avrahami [homepage on the Internet]. Madrid; 2010 [Consultado el 2 Jun 2015]. Disponible en:  
[http://gideonpilates.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=64&Itemid=210&lang=es](http://gideonpilates.com/index.php?option=com_content&view=article&id=64&Itemid=210&lang=es)
13. Wells C, Kolt GS, Bialocerkowski A. Defining Pilates exercise: A systematic review. *Comp Ther In Med*. 2012; 20: 253-262.
14. Fernández R, González SM, Paredes P. Manual de Pilates Suelo con Implementos (Color). España: Editorial Paidotribo; 2008.
15. López María. Pilates máquinas frente a Pilates suelo en el tratamiento de la lumbalgia crónica inespecífica: ensayo clínico aleatorizado. *Reduca*. 2010; 2 (1): 1359-1373.

16. Ferrer A, Pérez M. Electroestimulación: efectos en el organismo a través de la ganancia de fuerza. *Fuerza y Salud*. 2003; 196-206.
17. Matheus, Margin del Socorro Martínez. *Principios de estimulación y terminología electroterapéutica*. Bogotá: Centro Editorial; 2006.
18. Electroestimulación Integral [Internet]. Zaragoza (España): Estudio de Wellness & Entrenamiento Personal [citado en 7 Jun 2015] Disponible en: [http://nueva.ewepilates.es/?page\\_id=1106](http://nueva.ewepilates.es/?page_id=1106)
19. Gowitzke BA, Milner M. *El cuerpo y sus movimientos. Bases científicas*. : Editorial Paidotribo; 1999.

