



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**CARRERA DE TERAPIA FÍSICA**

**INFORME DE INVESTIGACIÓN SOBRE:**

**“ANÁLISIS BIOMECÁNICO EN LOS CICLISTAS DE RUTA**  
**CATEGORÍA MASTER”**

Requisito previo para optar por el Título de Licenciado en Terapia Física

**Autor:** Carrasco Jaramillo, Santiago Gabriel

**Tutora:** Lic. TF. Mg. Peñafiel Luna, Andrea Carolina

**Ambato – Ecuador**

**Octubre 2017**

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de Tutora del Trabajo de Investigación sobre el tema: “**ANÁLISIS BIOMECÁNICO EN LOS CICLISTAS DE RUTA CATEGORÍA MASTER**”, de Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo, estudiante de la Carrera de Terapia Física, considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del jurado examinador designado por el H. Consejo Directivo de la Facultad Ciencias de la Salud.

Ambato, Mayo 2017

**LA TUTORA**

---

Lic. TF. Mg. Peñafiel Luna Andrea Carolina

## **AUTORÍA DEL TRABAJO DE GRADO**

Los criterios emitidos en el Trabajo de Investigación **ANÁLISIS BIOMECÁNICO EN LOS CICLISTAS DE RUTA CATEGORÍA MASTER”** como también los contenidos, ideas, análisis, conclusiones y propuesta son de exclusiva responsabilidad de mi persona como autora de este trabajo de grado.

Ambato, Mayo 2017

## **EL AUTOR**

---

Carrasco Jaramillo Santiago Gabriel

## **DERECHOS DE AUTOR**

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este proyecto de investigación o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y proceso de investigación. Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi proyecto de investigación con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este trabajo, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos del autor.

Ambato, Mayo 2017

## **EL AUTOR**

---

Carrasco Jaramillo Santiago Gabriel

## **APROBACIÓN DEL JURADO EXAMINADOR**

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Informe de Investigación sobre el tema: **“ANÁLISIS BIOMECÁNICO EN LOS CICLISTAS DE RUTA CATEGORÍA MASTER”**, de Gamboa Torres Juan Francisco, estudiante de la Carrera de Terapia Física.

Ambato, Octubre 2017

**Para constancia firman**

---

**PRESIDENTE/A**

---

**1er VOCAL**

---

**2do VOCAL**

## **DEDICATORIA**

Este proyecto va dedicado a toda mi familia, esposa y en especial a mi hijo.

A ellos en especial ya que son el pilar fundamental en mi vida, y todo esfuerzo que haga será pequeño para todo lo que ellos se merecen, a mis abuelos y mi madre que me han guiado siempre y son mi ejemplo a seguir, a mi esposa por depositar toda su confianza y cariño, y a mi hijo que es el motor que me motiva a ser mejor cada día.

La culminación de este proyecto también está dirigido a mis dos ángeles en el cielo.

Santiago Carrasco.

## **AGRADECIMIENTO**

Mi agradecimiento a la Universidad Técnica de Ambato, a la Facultad de Ciencias de la Salud, por darme la oportunidad de formarme como un profesional altamente competitivo.

Mi efusivo agradecimiento a Lcda.TF. Mg. Andrea Peñafiel, por su invaluable aporte al desarrollo del presente trabajo investigativo, ya que sus sabios conocimientos guiaron este proceso.

Finalmente agradezco a los ciclistas de ruta categoría master, y al centro Pedalea Bien bike- house, por su valiosa colaboración para el desarrollo del presente trabajo.

**Santiago Carrasco**

## ÍNDICE

|                                       |      |
|---------------------------------------|------|
| PORTADA.....                          | i    |
| APROBACIÓN DEL TUTOR.....             | ii   |
| AUTORÍA DEL TRABAJO DE GRADO .....    | iii  |
| DERECHOS DE AUTOR .....               | iv   |
| APROBACIÓN DEL JURADO EXAMINADOR..... | v    |
| DEDICATORIA .....                     | vi   |
| AGRADECIMIENTO .....                  | vii  |
| ÍNDICE .....                          | viii |
| ÍNDICE DE TABLAS .....                | xii  |
| ÍNDICE DE CUADROS.....                | xiii |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS .....              | xiii |
| RESUMEN.....                          | xv   |
| SUMMARY .....                         | xvi  |
| INTRODUCCIÓN .....                    | 1    |

## CAPÍTULO I EL PROBLEMA

|                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| Tema.....                           | 2 |
| 1.1 Planteamiento del Problema..... | 2 |
| 1.1.1 Contextualización.....        | 2 |
| Análisis crítico .....              | 6 |
| Prognosis .....                     | 6 |
| Justificación.....                  | 6 |
| Objetivos .....                     | 7 |
| Objetivo general .....              | 7 |
| Objetivos específicos .....         | 7 |



## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

|  |    |
|--|----|
| 2.1 ESTADO DEL ARTE.....                       | 8  |
| 2.2. FUNDAMENTO TEÓRICO .....                  | 9  |
| Variable independiente.....                    | 9  |
| Condición física .....                         | 9  |
| Perfil antropométrico .....                    | 9  |
| Biomecánica.....                               | 9  |
| Función de la biomecánica.....                 | 11 |
| Importancia del conocimiento biomecánico ..... | 11 |
| Magnitudes escalares y vectoriales .....       | 12 |
| Formas de movimiento.....                      | 13 |
| Traslación.....                                | 13 |
| Rotación .....                                 | 14 |
| Movimiento mixto o general.....                | 14 |
| Cinemática lineal.....                         | 15 |
| Variables Temporales.....                      | 16 |
| Variables espaciales .....                     | 16 |
| Variables espacio-temporales.....              | 17 |
| Movimiento parabólico .....                    | 18 |
| Cinemática rotatoria .....                     | 19 |
| Variables temporales.....                      | 20 |
| Variables espaciales .....                     | 20 |
| Variables espacio-temporales.....              | 21 |
| Cinética o dinámica.....                       | 21 |
| Cinética lineal.....                           | 21 |
| I Ley o ley de la inercia.....                 | 21 |
| II Ley de Newton o ley de la aceleración.....  | 22 |
| III Ley o ley de la acción y reacción .....    | 23 |
| Fuerzas sin contacto .....                     | 23 |
| Fuerzas de contacto .....                      | 24 |

|  |    |
|--|----|
| Fuerzas de reacción de la tierra.....  | 25 |
| Conceptos y perspectivas tradicionales de la variabilidad en el movimiento humano.....           | 25 |
| Nuevos lineamientos en el entendimiento de la variabilidad del movimiento humano.....            | 27 |
| La variabilidad como resultado del ajuste.....   | 28 |
| La teoría de la variabilidad en los sistemas dinámicos en el rendimiento deportivo .....         | 28 |
| Funciones de la variabilidad en la técnica deportiva .....                                       | 29 |
| Metodología biomecánica tradicional para el análisis e intervención de la técnica deportiva..... | 29 |
| Fuerzas de resistencia opuestas al desplazamiento .....  | 30 |
| Fuerzas propulsivas.....   | 32 |
| Parámetros de eficacia en la aplicación de fuerza.....   | 33 |
| Posición sobre la bicicleta.....   | 37 |
| Tipos de cadenas cinéticas .....   | 38 |
| Análisis biomecánico de la actividad ciclista.....   | 40 |
| Variable dependiente.....  | 42 |
| Resistencia.....   | 42 |
| Composición corporal .....   | 42 |
| Rendimiento deportivo.....   | 42 |
| Principios y diseño del control del entrenamiento .....  | 43 |
| Síntesis adaptativa de proteínas .....   | 51 |
| Control metabólico.....  | 51 |
| Autorregulación celular.....   | 52 |
| Control metabólico hormonal .....  | 53 |
| Adaptación aguda y a largo plazo .....   | 54 |
| Mejora del control metabólico .....  | 55 |
| El entrenamiento .....   | 55 |
| El proceso de entrenamiento .....  | 55 |
| La regla de los diez años .....  | 60 |
| La competición.....  | 66 |
| 2.3. HIPÓTESIS.....  | 68 |

|                 |    |
|-----------------|----|
| Variables ..... | 68 |
|-----------------|----|

### **CAPÍTULO III**

#### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

|   |    |
|---|----|
| 3.1 Tipo de Investigación.....  | 69 |
| 3.2 Selección de área o ámbito de estudio .....   | 69 |
| 3.3 Población.....  | 69 |
| 3.4 Criterios de inclusión y exclusión .....  | 69 |
| 3.5 Aspectos éticos.....  | 70 |
| 3.6. Descripción de la intervención y procedimientos para la recolección de información ..... | 72 |
| 3.7 Plan de análisis de datos.....  | 72 |

### **CAPÍTULO IV**

#### **ANÁLISIS DE RESULTADOS**

|  |    |
|--|----|
| 4.1 Procesamiento de resultados .....              | 73 |
| 4.2 Interpretación de la ficha de observación..... | 86 |
| 4.3 Conclusiones .....                             | 93 |
| 4.4 Recomendaciones.....                           | 93 |
| Ficha de análisis biomecánico.....                 | 94 |
| Bibliografía .....                                 | 95 |
| Citas bibliográficas-base de la uta.....           | 96 |
| Anexos .....                                       | 97 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| Tabla N° 01 Ciudades que cuentan con ciclopasesos.....   | 4  |
| Tabla N° 02 Fuerzas sin contacto .....                   | 24 |
| Tabla N° 03.- relación entre longitud de biela .....     | 35 |
| Tabla N° .04- Optimización de variables .....            | 36 |
| Tabla N° 05 Tiempo de manejo de la bicicleta .....       | 73 |
| Tabla N° 06 Postura correcta.....                        | 74 |
| Tabla N° 07 DÍAS DE PRÁCTICA .....                       | 75 |
| Tabla N° 08 EVALUACIÓN TÉCNICA .....                     | 76 |
| Tabla N° 09 DINÁMICA MUSCULAR.....                       | 77 |
| Tabla N° 10 CLASE DE PEDALEO .....                       | 78 |
| Tabla N° 11 Movimiento de rodillas .....                 | 79 |
| Tabla N° 12 Rendimiento del ciclismo .....               | 80 |
| Tabla N° 13 MANILLAR .....                               | 81 |
| Tabla N° 14 FACTOR DE RENDIMIENTO.....                   | 82 |
| Tabla N° 15 CONTROL BIOMECÁNICO .....                    | 83 |
| Tabla N° 16 Análisis biomecánico .....                   | 84 |
| Tabla N° 17 ANÁLISIS MTB.....                            | 85 |
| Tabla N° 18 Análisis de la eficiente práctica .....      | 86 |
| Tabla N° 19 Talla y longitud.....                        | 87 |
| Tabla N° 20 Ángulo de espalda.....                       | 88 |
| Tabla N° 21 Ángulo de brazos .....                       | 89 |
| Tabla N° 22 Importancia de la posición del sillín .....  | 90 |
| Tabla N° 23 Importancia de la posición del manillar..... | 91 |
| Tabla N° 24 Fuerza de pedaleo .....                      | 92 |

## ÍNDICE DE CUADROS

|  |    |
|--|----|
| Cuadro N° 01 Interpretación ficha de observación ..... | 93 |
|--|----|

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

|  |    |
|--|----|
| Gráfico N°01 ÁRBOL DE PROBLEMAS .....  | 5  |
| Gráfico N° 02 conocimiento biomecánico .....   | 12 |
| Gráfico N° 03 Magnitudes escalares y vectoriales.....  | 13 |
| Gráfico N° 04 Formas de movimiento .....   | 14 |
| Gráfico N° 05 Rotación .....   | 14 |
| Gráfico N° 06 Movimiento mixto o general.....  | 15 |
| Gráfico N° 07 Cinemática lineal .....  | 16 |
| Gráfico N° 08 Variables espaciales .....   | 17 |
| Gráfico N° 09 Variables espacio-temporales .....   | 18 |
| Gráfico N° 10 Movimiento parabólico.....   | 19 |
| Gráfico N° 11 Cinemática rotatoria.....  | 20 |
| Gráfico N°12 I Ley o ley de la inercia .....   | 22 |
| Gráfico N°13 II Ley de Newton o ley de la aceleración .....  | 22 |
| Gráfico N° 14 III Ley o ley de la acción y reacción.....   | 23 |
| Gráfico N° 15.- Esquema de control para sub movimientos correctivos .....  | 26 |
| Gráfico N° 16.- Modelo Determinístico de un salto en longitud utilizado para un análisis cualitativo.....            | 26 |
| Gráfico N° 17.- elipse de la metodología biomecánica tradicional para analizar e intervenir el gesto deportivo ..... | 29 |
| Gráfico N° 18- Representación gráfica del efecto de la resistencia .....   | 31 |
| Gráfico N° 19 Fuerzas propulsivas .....  | 33 |
| Gráfico N° 20 Posición sobre la bicicleta .....  | 38 |
| Gráfico N° 21 Cadenas cinéticas .....  | 40 |
| Gráfico N° 22 Rendimiento deportivo .....  | 43 |
| Gráfico N° 23.- Esquema para analizar los efectos del entrenamiento.....   | 47 |
| Gráfico N° 24 adaptación celular en los cambios inducidos por el entrenamiento.....                                  | 49 |

|  |    |
|--|----|
| Gráfico N° .25 - Efectos .....   | 50 |
| Gráfico N° .26- intercambio iónico al inicio y al final de la acción funcional de. 50              |    |
| Gráfico N° .27- Tres niveles de regulación del metabolismo. ....                                   | 52 |
| Grafico N 28 Control metabólico hormonal .....   | 53 |
| Gráfico N° 29- Regulación Homeostática.....  | 54 |
| Gráfico N° 30- modelo de entrenamiento para entrenadores expertos.....                             | 57 |
| Gráfico N° .31- Factores que condicionan a los deportistas expertos.....                           | 59 |
| Gráfico N° .-32 Estructuración de los Factores que condicionan a los deportistas<br>expertos. .... | 60 |
| Gráfico N° 33- Concepto de Mentoring .....   | 65 |
| Gráfico N° 34 La competición .....   | 67 |
| Gráfico N° 35 Tiempo de manejo de la bicicleta .....   | 73 |
| Gráfico N° 36 Postura correcta .....   | 74 |
| Gráfico N° 37 DÍAS DE PRÁCTICA .....   | 75 |
| Gráfico N° 38 EVALUACIÓN TÉCNICA.....  | 76 |
| Gráfico N° 39 DINÁMICA MUSCULAR.....   | 77 |
| Gráfico N° 40 CLASE DE PEDALEO .....   | 78 |
| Gráfico N° 41 Movimiento de rodillas.....  | 79 |
| Gráfico N° 42 Rendimiento del ciclismo .....   | 80 |
| Gráfico N° 43 MANILLAR .....   | 81 |
| Gráfico N° 44 FACTOR DE RENDIMIENTO .....  | 82 |
| Gráfico N° 45 CONTROL BIOMECÁNICO .....  | 83 |
| Gráfico N° 46 Análisis biomecánico.....  | 84 |
| Gráfico N° 47 ANÁLISIS MTB   | 85 |
| Gráfico N° 48 Análisis de la eficiente práctica .....  | 86 |
| Gráfico N° 49 Talla y longitud.....  | 87 |
| Gráfico N° 50 Ángulo de espalda.....   | 88 |
| Gráfico N° 51 Ángulo de brazos .....   | 89 |
| Gráfico N° 52 Importancia de la posición del sillín.....   | 90 |
| Gráfico N° 53 Importancia de la posición del manillar.....   | 91 |
| Gráfico N° 54 Fuerza de pedaleo .....  | 92 |

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**CARRERA DE TERAPIA FISICA**  
**“ANÁLISIS BIOMECÁNICO EN LOS CICLISTAS DE RUTA**  
**CATEGORÍA MASTER”**

**Autor:** Carrasco Jaramillo Santiago Gabriel

**Tutora:** Lcda.TF. Mg. Peñafiel Luna Andrea Carolina

**Fecha:** Mayo 2016

**RESUMEN**

El manejo direccional de la biomecánica conlleva a la integración de cada uno de sus factores en la práctica del ciclismo, de esta manera al problemática se centra en el desconocimiento del análisis biomecánico afecta el rendimiento deportivo en los ciclistas de ruta categoría máster, de la ciudad de Ambato, de esta manera a partir del análisis de cada uno de los elementos se pretende conocer los factores que generan un alto rendimiento, en el deportista, entonces en la metodología se aplicó la investigación de campo, la misma que mediante la aplicación de las encuestas y la ficha de observación se recabo información, la misma que permitió conocer la necesidad de un análisis integral, ya que esto promoverá alto rendimiento en la personas que practican este deporte, se concluye entonces que es de vital importancia generar un estudio integral de la biomecánica en el ciclista para poder generar un proceso sistemático de conocimiento de cómo mejorar la posición, la postura la fuerza del ciclista y entonces promover un alto rendimiento en el entorno deportivo.

**PALABRAS CLAVES:** BIOMECÁNICA, FUERZA, POTENCIA, RESISTENCIA, ERGONOMÍA, RENDIMIENTO.

**TECHNICAL UNIVERSITY OF AMBATO**  
**FACULTY OF HEALTH SCIENCES**  
**PHYSICAL THERAPY CAREER**  
**"BIOMECHANICAL ANALYSIS IN THE CYCLISTS OF ROUTE**  
**CATEGORY MASTER"**

Author: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo  
Tutorial: Lcda.TF. Mg. Peñafiel Luna Andrea Carolina

Date: May 2016

**SUMMARY**

The directional management of biomechanics leads to the integration of each of its factors in the practice of cycling, so the problem is centered on the lack of knowledge of the biomechanical analysis affects the sport performance in cyclists of the category of the city Of Ambato, in this way from the analysis of each one of the elements it is tried to know the factors that generate a high performance, in the sportsman, then in the methodology the field investigation was applied, the same that through the application of the Surveys and the observation sheet were collected information, which allowed the need for a comprehensive analysis, as this will promote high performance in people who practice this sport, it is concluded that it is vital to generate a comprehensive study of the Biomechanics in the cyclist to be able to generate a systematic process of knowledge of how to improve the position, the po Stura the strength of the cyclist and then promote a high performance in the sports environment.

**KEY WORDS: BIOMECHANICS, STRENGTH, POWER, ENDURANCE, ERGONOMICS, PERFORMANCE.**



## INTRODUCCIÓN

Es importante que en la práctica del deporte se genere un análisis técnico especializado, en este contexto el ciclismo no puede quedar fuera de este proceso, de manera que el análisis biomecánico se convierte en la herramienta sistemática para mejorar el rendimiento deportivo, en el presente trabajo se determina en el capítulo I, la problemática, en el cual se detalla su contexto, las causas y efectos, así como la justificación y objetivos del tema, en tanto que en el capítulo II, se da a conocer el desarrollo teórico y bibliográfico de las variables de estudio, ya que su sustento avala el proceso investigativo, en tanto que el capítulo III, permitió establecer el análisis metodológico y de campo, así como las técnicas de recolección de la información, finalmente en el análisis e interpretación de resultados se utilizó, como técnica, la encuesta y la ficha de observación, la misma que permitió generar un marco de análisis integral en base a las variables de estudio, finalmente se estableció las conclusiones y recomendaciones.

# **CAPÍTULO I**

## **EL PROBLEMA**

### **Tema**

Análisis biomecánico en los ciclistas de ruta categoría máster

### **1.1 Planteamiento del Problema**

#### **1.1.1 Contextualización**

En el país, la edificación de vías y senderos para bicicletas es competitividad del gobierno nacional y de los gobiernos autónomos descentralizados provinciales y Cantonales en sus respectivas jurisdicciones (Asamblea Constituyente, 2008: Art. 209). En efecto, el Gobierno Nacional a través del Ministerio de Transporte y Obras públicas ha iniciado el Plan Nacional de Ciclovías que consiste en la construcción de rutas segregadas y de espaldón para promover el derecho de las personas de movilizarse de forma segura en bicicleta (Ministerio de Transporte y obras Públicas, 2013). Actualmente, existen 17 ciclovías en el país. (1). Es decir existe un trabajo mancomunado de entidades gubernamentales para generar el desarrollo operativo de rutas, las mismas que promuevan la práctica del deporte.

En la localidad, destaca la ciudad de Cuenca, en donde se han construido sendas de uso compartido a lo largo de las orillas de los ríos Tomebamba y Yanuncay, totalizando 17 km (El Tiempo, 2013). Además, se espera contar con alrededor de 14 km de ciclovías adicionales que se conectarán con las rutas de uso compartido (Cadena Radial Visión, 2012). De acuerdo a un estudio realizado por la empresa consultora Movére, el 50% de los desplazamientos que se realizan en la ciudad son inferiores a los 4 km de distancia por lo que la bicicleta se perfila como una opción ideal de transporte (El Tiempo, 2013). (1). Es decir existe un fuerte

desarrollo al sur del país, el mismo que ha crecido acorde al cambio de tendencias deportivas de la población.

La cultura del uso de la bicicleta no es reciente en Ecuador. No obstante, cabe destacar que en las últimas décadas toma fuerza debido, en parte, a las discusiones sobre la problemática medioambiental, que se plasmaron en la firma de acuerdos y tratados como el de Kyoto y la Declaración de Río de Janeiro. Así, en la década de los 80 emergen algunas organizaciones que intentan introducir una visión sustentable en los proyectos propuestos para generar conciencia social y disminuir los problemas ambientales. Una de las líneas de acción incluía el transporte a través del uso de la bicicleta para promover un modelo de movilidad menos contaminante, menos costoso, más eficaz y más amigable.

Después de una década de encuentros y acciones formales e informales entre organizaciones de ciclistas y usuarios de bicicleta, en agosto de 2014 y por iniciativa del colectivo Ciclistas de Santa Elena –que contó con el apoyo de otras organizaciones- se concretó el “Primer encuentro nacional de ciclistas” que tuvo lugar en la ciudad de La Libertad, provincia de Santa Elena. El objetivo de la convocatoria fue analizar la problemática del ciclismo en Ecuador y propender al desarrollo y fortalecimiento del ciclismo en todo el país. A la convocatoria acudieron más de 20 organizaciones y colectivos de ciclistas de todo el país, lo cual condujo a la creación de la Unión de ciclistas del Ecuador, BiciUnión Ec, integrada por varias comisiones. (1)

Semanas más tarde, CER Promotora de Ciclismo y Friederich-Ebert-Stiftung en Ecuador (FES-ILDIS) convocaron al taller “Ciclismo, participación y acción comunitaria” en la ciudad de Quito, con el afán de dar continuidad al diálogo, con alcance nacional, que condujera a encontrar acciones concretas y así mejorar la situación de los ciclistas y usuarios de bicicleta en Ecuador. (1).

Por tanto las ciudades que tienen el ciclo paseo en la actualidad son: Loja, Quito, Cuenca y Ambato. Otras ciudades que han realizado ciclopaseos pero que al momento están suspendidos son: Ibarra, Guayaquil y Santo Domingo. En el cuadro a continuación se puede observar la frecuencia de realización de la actividad y el número de kilómetros (km) aproximados para la circulación de los ciclistas. (1). De manera que se observa un incremento de la práctica deportiva, la misma que permite un amplio trabajo de las instituciones gubernamentales y locales.

**Tabla N° 01 Ciudades que cuentan con ciclopaseos**

| <b>Ciudad</b>        | <b>Frecuencia</b>               | <b>Estado</b> | <b>Km</b> |
|----------------------|---------------------------------|---------------|-----------|
| <b>Quito</b>         | Todos los domingos del mes      | Activo        | 30        |
| <b>Loja</b>          | Todos los domingos del mes      | Activo        | 10        |
| <b>Cuenca</b>        | Cada 15 días                    | Activo        | 5-10      |
| <b>Ambato</b>        | Dos domingos del mes            | Activo        | 6         |
| <b>Santo Domingo</b> | Todos los domingos del mes      | Suspendido    | 6         |
| <b>Guayaquil</b>     | Ocasional, ejecutado hasta 2013 | Suspendido    | 1,76-6,95 |
| <b>Ibarra</b>        | Ocasional, seis fechas fijadas  | Suspendido    | 5         |

Fuente: Investigación propia

Bajo este contexto se observa que la práctica del ciclismo ha sido en el país paulatina mediante prácticas de ciclo paseos, pero se determina también que la inexistencia de un análisis biomecánico, no permite establecer una técnica deportiva que permita maximizar el rendimiento deportivo del ciclista.

La provincia de Tungurahua y específicamente en Ambato, el Ministerio de Salud junto con el Gobierno Municipal y CiclóPolis llevaron a cabo un ciclo paseo denominado la “Ruta de la Salud” para brindar información sobre salud y nutrición a los ciudadanos en puntos estratégicos ubicados para el efecto (Ministerio de Salud Pública, 2013). (1). Esto se direccionó debido a su situación geográfica estratégica, la misma que permite acceder a una mejor calidad de vida en el área deportiva.

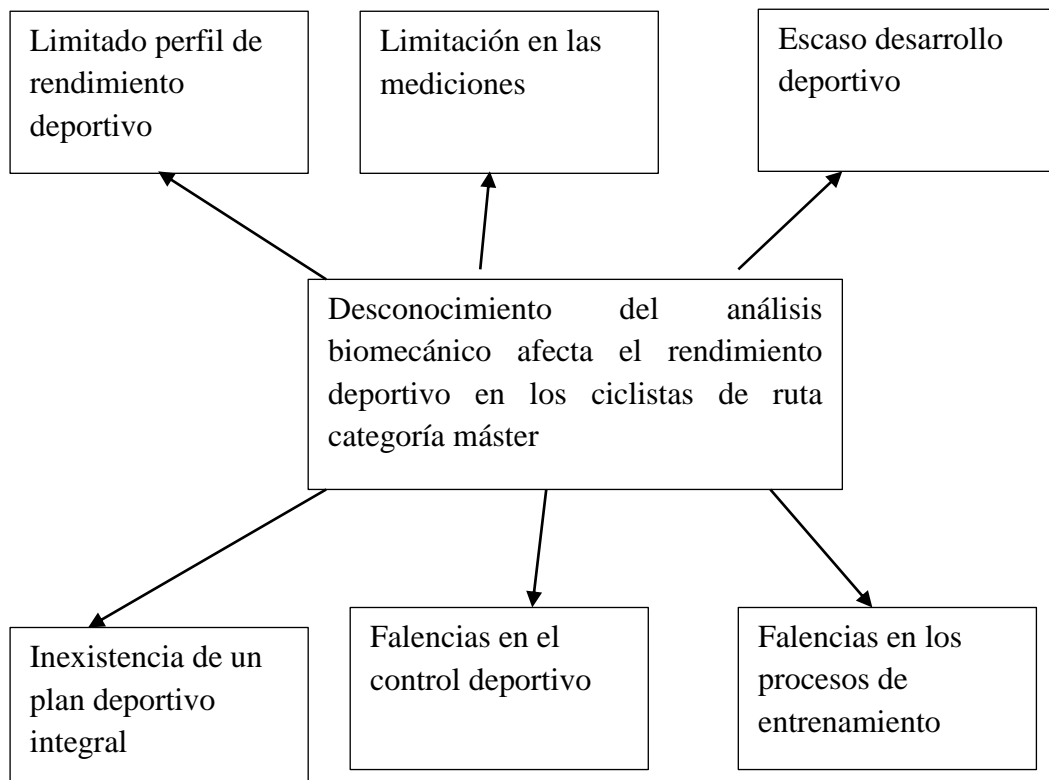
Se evidencia entonces que en Ambato la práctica deportiva, no está estructurada desde una planeación deportiva en un amplio contexto, de manera que no existe conocimiento de un análisis biomecánico que permita generar un amplio dimensionamiento de dicho deporte.

### **Formulación del problema**

Para determinar la formulación del problema se lo ha establecida mediante la siguiente interrogante:

¿Cómo el desconocimiento del análisis biomecánico afecta el rendimiento deportivo en los ciclistas de ruta categoría máster?

**Gráfico N °01 ÁRBOL DE PROBLEMAS**



## **Análisis crítico**

Se determina entonces que los factores que han conllevado a la problemática es que la inexistencia de un plan deportivo integral ha dado lugar a que se genere un limitado rendimiento deportivo, el cual no permite que el deportista no tenga la alta capacidad de desarrollo.

Otro factor importante es que las falencias del control deportivo no promueven una importancia por alcanzar un proceso de trabajo deportivo altamente eficaz, lo cual da paso a que existan limitaciones en las mediciones.

Finalmente se observa que otra causa es que las falencias en los procesos de entrenamiento originan un escaso desarrollo deportivo, el mismo que no admite la maximización de los recursos utilizados para el desarrollo deportivo.

## **Prognosis**

De esta manera de no establecer un análisis biomecánico integral a los ciclistas, no solo que se podrá generar una falencia en la planificación del deporte, en el cual se pone en riesgo al integridad física del deportista, sino que no se podrá dar paso al fortalecimiento de las características diferenciadoras de cada deportista desde la perspectiva de sus potencialidades físicas, lo cual limitara su rendimiento y por ende no podrá ser considerado como eje de desarrollo deportivo, en especial en la categoría master se pondrá en riesgo también su perfil de salud ya que no contar con información que permita alcanzar la excelencia.

## **Justificación**

De esta manera es importante la investigación porque se pretende generar mediante el análisis biomecánico en los ciclistas de ruta categoría máster, una nueva forma de control en el rendimiento deportivo, de manera que esta

información promueva la maximización de los recursos humanos y materiales para fomentar un ciclo deportivo altamente competitivo en dicha categoría.

El interés está sustentado en la generación de una metodología técnica que permita establecer un proceso sistemático de mediación integral en el cual la antropología del deportista master sea optimizada mediante sus movimientos motrices y generar perfeccionamiento deportivo, el mismo que se refleje en el rendimiento.

De esta manera en este contexto se establecerá una nueva práctica deportiva, la misma que permita generar mejores resultados empleando una técnica particular y distinta no solo teóricamente sino práctica, en el cual se optimice recursos.

Se establece entonces la utilización de una técnica útil para el deportista, específicamente el ciclista debido a que se generara una garantía de la postura correcta en la práctica del deporte, en el cual se pueda evitar lesiones y obtener un alto rendimiento deportivo, de manera que será la herramienta que dinamice las destrezas deportivas, de tal manera que se constituye en una contribución para mejorar el sistema locomotor del deportista en todo su contexto.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Establecer un análisis biomecánico para mejorar el rendimiento deportivo en los ciclistas de ruta categoría máster

### **Objetivos específicos**

- Establecer los factores que permiten desarrollar un eficiente análisis biomecánico para la potencialización del movimiento del ciclista.
- Determinar los elementos que permiten incrementar el rendimiento deportivo para un alto nivel de su función física.

- Proponer un modelo de análisis biomecánico para mejorar el rendimiento deportivo en los ciclistas de ruta categoría máster.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 ESTADO DEL ARTE**

En el proceso de la investigación se encontró los siguientes trabajos:

Para (2), quien indico, en su trabajo, con el tema “ESTUDIO DE LAS VARIABLES BIOMECÁNICAS IMPLICADAS EN EL PEDALEO EN CICLISMO Y SUS INTERRELACIONES. INFLUENCIA DE LA EXPERIENCIA Y EL NIVEL DE RENDIMIENTO . Valencia: Universidad de Valencia las siguientes conclusiones:

- Se confirma la existencia de unos rangos de velocidad y cadencia para los que cada marcha disponible es especialmente adecuada. Este estudio no ha podido determinar un “instante preciso” para realizar el cambio de marcha, pero sí ha podido establecer unos desarrollos óptimos para unos valores de cadencia y velocidad determinados.
- No se ha podido identificar ninguna alteración en la cinética del pedaleo como consecuencia de los cambios de marchas en este estudio. Las pequeñas variaciones en las mismas no han resultado significativas y, por tanto, no puede afirmarse que tengan una influencia negativa sobre el pedaleo.
- Tampoco ha podido demostrarse en este estudio que el hecho de la realización de un cambio de marchas repercuta de forma significativa sobre la biomecánica del pedaleo.



De (3), quien con el tema “*ESTUDIO DEL RENDIMIENTO DEPORTIVO EN LOS CICLISTAS DE IMBABURA ENTRE 15 Y 16 AÑOS.* . Ibarra: Universidad Técnica del Norte, llegó a las siguientes conclusiones:

- El desarrollo de la fuerza de las extremidades inferiores en 8 semanas fue eficaz.
- La fuerza si tiene influencia en la velocidad de desplazamiento y de pedaladas por minuto.
- El plan fue efectivo ya que hubo un incremento de fuerza grupal del 31.73% y el 12.26% en pedaladas por minuto

## **2.2. FUNDAMENTO TEÓRICO**

### **Variable independiente**

#### **Condición física**

Para (4), dice” la condición física en la alta competición o alto rendimiento comprende los siguientes componentes: resistencia cardiorrespiratoria, fuerza, resistencia muscular, velocidad, potencia, dimensiones antropométricas, flexibilidad, equilibrio y coordinación”.

#### **Perfil antropométrico**

Declara (5), “ Es el estudio de medidas en el tamaño corporal, la forma, la proporción, la composición, la maduración y su función que tienen como propósito entender el movimiento del cuerpo en el contexto del crecimiento, ejercicio y el rendimiento individual.”

#### **Biomecánica**

Cuando una nueva área de conocimientos es desarrollada y llega a ser reconocida, se le asignan nombre y la visión de las áreas en estrecha relación a la nueva

ciencia aparecen bajo cuidadoso escrutinio. Lo que resulta es una multiplicidad de términos, usualmente con formas variadas de significado, todos intentando describir de una mejor manera lo que pasa con el sujeto u objeto de estudio de la nueva área. (6). De manera que esta práctica sustenta el manejo biomecánico permitirá un análisis sistematizado de los deportistas.

El incremento en el desarrollo del acercamiento científico al análisis del movimiento humano ha sido intenso.

El término kinesiología fue usado para describir el conjunto de conocimientos relacionados con la estructura y función del sistema músculo esquelético del cuerpo humano. Más tarde, el estudio de los principios mecánicos aplicables al movimiento humano llegó a ser ampliamente aceptado como una parte integral de la kinesiología.

Luego el término fue usado mucho más literalmente para resaltar los aspectos de todas las ciencias que de alguna manera tienen que ver con el movimiento humano. En este punto llega a ser claro que la kinesiología había perdido su utilidad para describir específicamente esa parte de la ciencia del movimiento, relacionada o con el sistema músculo-esquelético o con los principios mecánicos aplicados al movimiento. (6).

#### Definiciones de la biomecánica

- Las bases mecánicas de la biología, la actividad muscular, el estudio de los principios y relaciones implicadas.
- La aplicación de las leyes mecánicas a las estructuras vivas, especialmente al aparato locomotor del cuerpo humano.
- Es la ciencia que examina las fuerzas internas y externas que actúan sobre el cuerpo humano y el efecto que ellas producen.

(6).

## **Función de la biomecánica**

Los entrenadores son continuamente confrontados con problemas relacionados con la técnica usada en varias actividades en las cuales ellos están inmersos. (6).

La función radica en la amplia tendencia en entrenadores y atletas a adoptar incondicionalmente los métodos del campeón, otros copiaron sólo su carrera de aproximación o el movimiento circular con ambos brazos antes del despegue. Años después, Emil Zatopek revolucionó las carreras de distancia. Al igual que lo ocurrido con Brummel, se copiaron sus métodos de entrenamiento, su zancada, etc. La historia y la literatura están llenas de estos ejemplos. (6).

## **Importancia del conocimiento biomecánico**

El conocimiento está sustentado en aspectos para el entrenador, y el atleta de la siguiente manera:

Para el entrenador: La eficiencia en la técnica está determinada por la biomecánica pues son las leyes de la mecánica las que determinan a qué velocidad debe realizarse un movimiento para ser eficiente o máximo. Debido a que los entrenadores trabajan en el máximo rendimiento y dado que éste depende de la precisión en los detalles, entonces el entrenador debe conocer con mayor precisión la biomecánica, en orden a establecer estos detalles. (6).

Para el atleta: El aprendizaje de la técnica se lleva a cabo de una manera más eficiente cuando el alumno puede establecer la relación entre la causa y el efecto de un movimiento. Desde este punto de vista, la biomecánica es un instrumento muy valioso para los atletas en el sentido de que este conjunto de conocimiento le provee de respuestas a muchos de los interrogantes en lo referente al porqué de la técnica. (6).

## Gráfico N° 02 conocimiento biomecánico



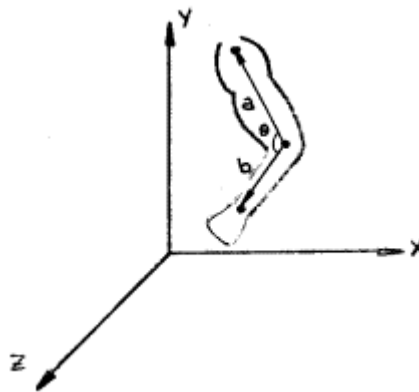
Fuente: . (6).

### Dimensiones escalares y vectoriales

Las cantidades escalares aquellas que sólo poseen un número que indica la cantidad y una unidad de medida. Así por ejemplo, 40 libras, 50 naranjas, 10 hombres, etc., son magnitudes escalares porque cumplen con las dos condiciones enumeradas. (6).

Los vectores a las cantidades que poseen cuatro condiciones: un número que indica cantidad, una unidad de medida, una dirección y un sentido. Así, la fuerza es una variable vectorial porque debe indicar las unidades de medida, la dirección y sentido en el cual se ejerce. (6).

### Gráfico N° 03 Magnitudes escalares y vectoriales



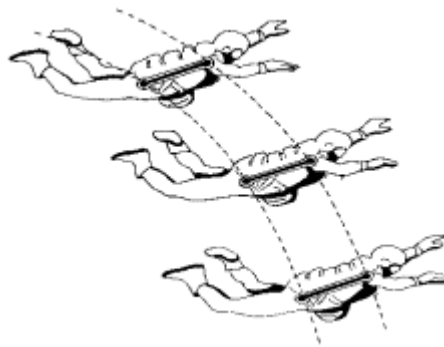
Fuente: (6).

### Signos de movimiento

#### Traslación

La traslación (o movimiento lineal) tiene lugar cuando un cuerpo mueve todas sus partes de manera que todas recorren el mismo espacio, en la misma dirección e intervalo de tiempo. Si durante el movimiento la línea permanece con la misma longitud y siempre está paralela a la posición inicial, se puede concluir que el movimiento es translatorio. (6).

**Gráfico N° 04 Formas de movimiento**

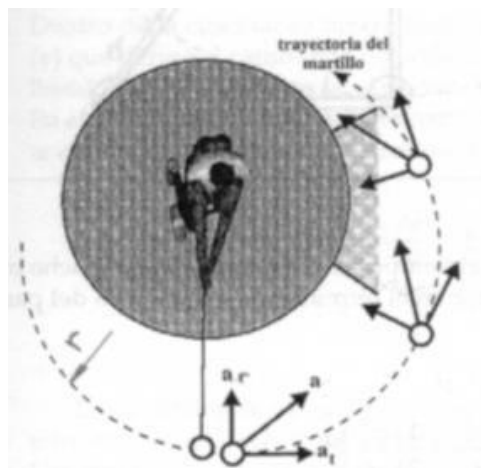


Fuente: (6).

### **Rotación**

Este movimiento rotatorio (o movimiento angular) tiene lugar cuando todas las partes de un cuerpo se mueven a lo largo de una trayectoria circular alrededor de una línea (considerada como eje de rotación), con el mismo ángulo, al mismo tiempo. (6).

**Gráfico N° 05 Rotación**



### **Inclinación mixta o general**

La rotación es un movimiento más común que la traslación en las técnicas deportivas, lo es mucho más el movimiento mixto o general. (6).

### **Gráfico N° 06 Movimiento mixto o general**



Fuente: (6).

### **Cinemática lineal**

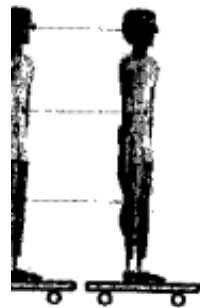
Es la rama de la biomecánica que describe los movimientos sin tener en cuenta su causa. La cinemática lineal está relacionada con los movimientos de tipo lineal o curvilíneo. (6).

El estudio de la cinemática se estudia las siguientes variables:

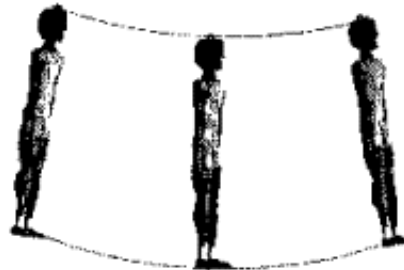
- Temporales: tiempo, frecuencia y período
- Espaciales: distancia y desplazamiento

- Espacio-temporales: velocidad, rapidez y aceleración

### Gráfico N° 07 Cinemática lineal



Movimiento rectilíneo



Movimiento curvilíneo

Fuente: (6).

### Variables Temporales

La unidad internacional de medida del tiempo o básica es el segundo. Otras medidas mayores son el minuto, la hora, el día, la semana, el mes o el año. Medidas menores son las décimas de segundo, las centésimas o las milésimas de segundo. (6).

La frecuencia es el número de movimientos que se realizan en la unidad de tiempo, por ejemplo, el número de pasos por segundo, el número de brazadas por segundo en natación.

$$f = \# \text{ movimientos} / \text{intervalo de tiempo}$$

El período es el inverso de la frecuencia, es decir, el tiempo para un movimiento.

$$p = 1 / f$$

### Variables espaciales

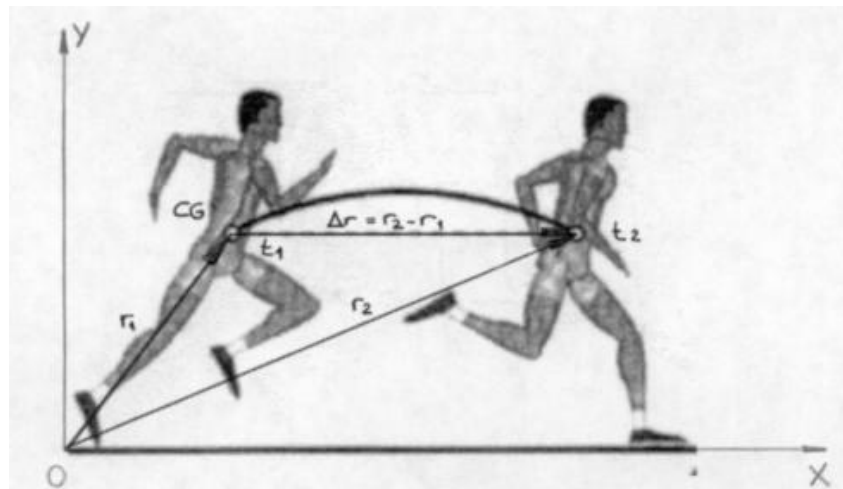
Una variación de posición en el espacio durante un determinado tiempo y con respecto a un punto de referencia considerado como fijo, se habla de que el cuerpo recorrió una distancia o que realizó un desplazamiento. (6).



El término de la distancia se hace referencia a la sumatoria de los cambios de posición de un objeto en el espacio, recorrido que se hace sin tener en cuenta su dirección. (6). Es de carácter vectorial, por lo que se tiene en cuenta su dirección. No en todos los casos de movimiento de un cuerpo la distancia y el desplazamiento son diferentes. En el caso de un corredor de 100 m llanos, la distancia y el desplazamiento son iguales. (6).

La unidad internacional de medida es el metro (m). Esta unidad de medida tiene a su vez derivadas mayores como son el decámetro (dam = 10 m), hectómetro (hm= 100 m ) y el kilómetro (km = 1.000m). Las menores son del decímetro (dm = 0.10 m), el centímetro (cm = 0.01 m) y el milímetro (mm = 0.001 m). (6).

### Gráfico N° 08 Variables espaciales



Fuente: (6).

### Variables espacio-temporales

Son las variables que no sólo tienen en cuenta la variación espacial que sufre un cuerpo con respecto al marco de referencia fijo, sino que además la relacionan con el tiempo empleado para dicho movimiento, de esta manera estas variables espacio-

temporales son por tanto la rapidez y la velocidad. Así como se diferenci6 entre distancia y desplazamiento (porque son cantidades de diferente tipo: escalar la primera y vectorial la segunda), de la misma manera la rapidez es una cantidad escalar y la velocidad es una cantidad vectorial. (6).

Para el ejemplo del nadador que recorre 100 m nadando, si asumimos que en el trayecto emple6 50 s, entonces su rapidez ser6 igual a:

$$r = \text{distancia} / \text{intervalo del tiempo}$$

$$r = d / t$$

$$r = 100 \text{ m} / 50 \text{ s} = 2 \text{ m/s}$$

Para el mismo ejemplo, la velocidad resultante ser6 de:

$$v = \text{desplazamiento} / \text{tiempo}$$

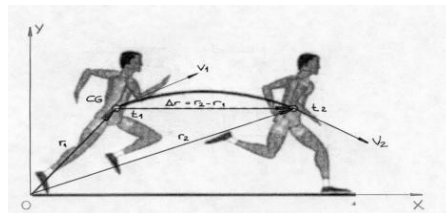
$$v = \text{posici6n final} - \text{posici6n inicial} / \text{tiempo final} - \text{tiempo inicial}$$

$$v = (P_f - P_i) / (t_f - t_i)$$

$$v = \Delta P / \Delta t$$

$$v = 0 \text{ m} / 50 \text{ s} = 0$$

### Gr6fico N° 09 Variables espacio-temporales



**Fuente:** (6).

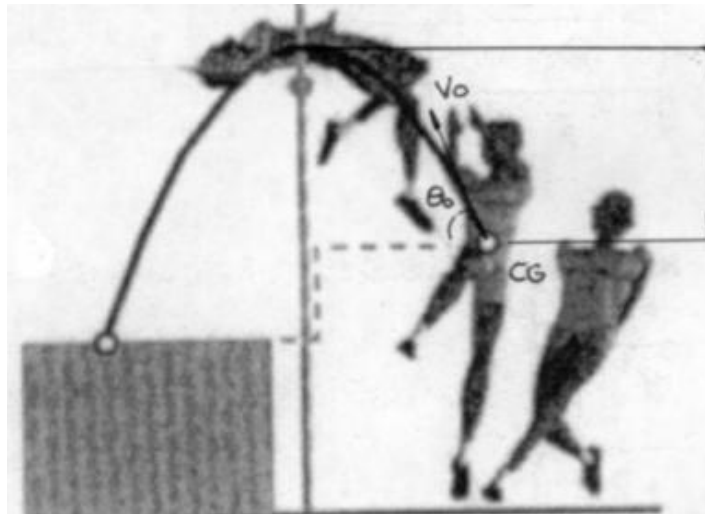
### Movimiento parab6lico

Este tipo de movimiento se produce cuando un cuerpo es lanzado al aire, de manera que sobre 6l s6lo influyen dos factores para modificar su trayectoria: la fuerza de la gravedad y la resistencia del viento. La fuerza de la gravedad es un vector perpendicular a la superficie terrestre y en sentido hacia el centro de la

misma. La magnitud de la aceleración de esta fuerza es de  $9.8 \text{ m/s}^2$ . En el movimiento parabólico se produce una combinación de movimiento uniforme y de movimiento uniformemente acelerado o retardado. Así, en el plano horizontal, el movimiento es uniforme, aplicándose para ello las fórmulas pertinentes, anteriormente anotadas. En el plano vertical, el movimiento es uniformemente variado. (6).

Por tanto la fuerza de la gravedad, el movimiento de un cuerpo que es lanzado al aire, sigue una trayectoria parabólica, pues la atracción de la gravedad implica una variable exponencial, que produce trayectorias parabólicas. Si la atracción de la tierra no existiera, al lanzar un cuerpo al espacio, éste seguiría una trayectoria rectilínea. (6).

**Gráfico N° 10 Movimiento parabólico**

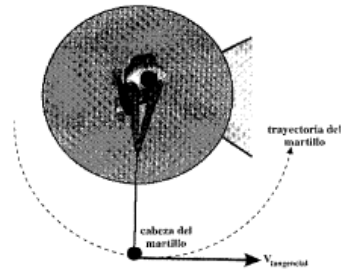


### **Cinemática rotatoria**

Este elemento está relacionada con los movimientos de tipo angular. En este sentido, ésta describe los movimientos angulares sin tener en cuenta su causa. Para este apartado, se desarrollarán las siguientes variables:

- Temporales: tiempo, frecuencia y período
- Espaciales: distancia angular y desplazamiento angular
- Espacio-temporales: velocidad angular, rapidez angular y aceleración angular. (6).

**Gráfico N° 11 Cinemática rotatoria**



Fuente: (6).

### **Variables temporales**

La unidad internacional básica de medida del tiempo es el segundo. Otras medidas mayores son el minuto, la hora, el día, la semana, el mes o el año. Medidas menores son las décimas de segundo, las centésimas o las milésimas de segundo. El período es el inverso de la frecuencia, es decir el tiempo para una rotación. (6)

### **Variables espaciales**

Cuando un cuerpo experimenta una rotación en el espacio, durante un determinado tiempo y con respecto a un marco de referencia considerado como fijo, se habla de que el cuerpo recorrió un ángulo o que realizó un desplazamiento angular. (6).

El término desplazamiento es de carácter vectorial, por lo que se tiene en cuenta su dirección. La unidad internacional de medida angular es el grado. Una revolución o giro completo tiene  $360^\circ$ . Existe también el radián. El radián (rad) equivale a  $57.3^\circ$  o 0.16 revoluciones. (6).

### **Variables espacio-temporales.**

La variación espacial que sufre un cuerpo con respecto al marco de referencia fijo, sino que además la relacionan con el tiempo empleado para dicho movimiento. Las variables espacio-temporales son por tanto la rapidez angular ( $\dot{\theta}$ ) y la velocidad angular ( $\omega$ ). De igual modo que se diferencié entre distancia angular y desplazamiento angular (porque son cantidades de diferente tipo: escalar la primera y vectorial la segunda), así mismo la rapidez es una cantidad escalar y la velocidad es una cantidad vectorial. (6).

### **Cinética o dinámica**

Su estudio está centrado en la fuerza, como la causa que produce los movimientos. El estudio de la dinámica es por tanto el estudio de las fuerzas que actúan sobre un cuerpo para producir movimiento. (6).

### **Cinética lineal**

Se define como un agente que produce o tiende a producir un cambio en el estado de reposo o de movimiento de un objeto. Así por ejemplo, un balón de fútbol colocado sobre la grama permanecerá en ese sitio a menos que alguien le aplique una fuerza por medio de un puntapié y entonces él cambiará de posición y de velocidad. (6)

### **I Ley o ley de la inercia**

De acuerdo a esta ley, siempre se requiere una fuerza para iniciar un movimiento, para pararlo o cambiar su dirección o velocidad. De la misma manera, es necesario definir los conceptos de inercia y de masa para aclarar esta ley: Inercia: propiedad de los cuerpos de conservar el estado de reposo o de movimiento rectilíneo uniforme. Es directamente proporcional a la masa o a la cantidad de movimiento ( $mv$ ). (6).

**Gráfico N °12 I Ley o ley de la inercia**



## **II Ley de Newton o ley de la aceleración**

La aceleración que adquiere un objeto por la acción de una fuerza constante no equilibrada es directamente proporcional a dicha fuerza y tiene la misma dirección y sentido que ella ( $F = m \cdot a$ ). (6)

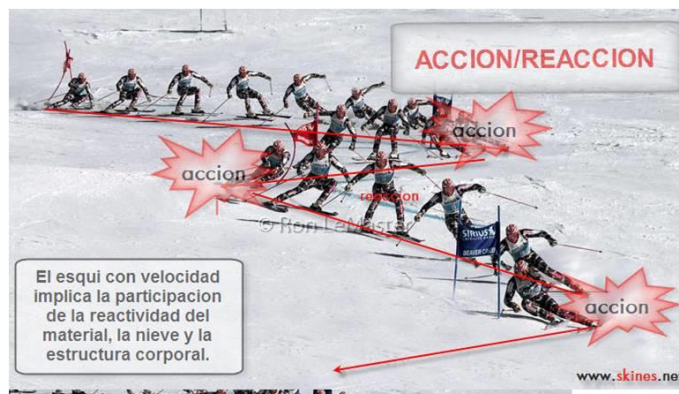
**Gráfico N °13 II Ley de Newton o ley de la aceleración**



### III Ley o ley de la acción y reacción

Esto implica que la fuerza ejercida por un cuerpo sobre otro, es contrarrestada por una fuerza que el segundo cuerpo ejerce sobre el primero. Esta ley enfatiza en que la fuerza representa una interacción entre un objeto y su medio circundante. (6).

Gráfico N° 14 III Ley o ley de la acción y reacción



### Fuerzas sin contacto

Las fuerzas que obran sin estar de por medio el contacto entre los cuerpos son las fuerzas asociadas con los componentes de los núcleos de los átomos y que son

debidas a la gravedad. La dirección del vector peso es siempre vertical hacia el centro de la tierra; el origen del vector es un punto conocido como el centro de gravedad. (6)

**Tabla N° 02 Fuerzas sin contacto**

| Segmentos     | Peso de los segmentos relativo al peso total del cuerpo (% de 1) |         | Localización del vector CG de los segmentos corporales, expresado como porcentaje de la distancia total, a partir del punto proximal. |         |
|---------------|--|---------|---|---------|
|               | Hombres  | Mujeres | Hombres   | Mujeres |
| Cabeza-cuello | 0.0694   | 0.0688  | 59.76   | 58.94   |
| Tronco        | 0.4346   | 0.4257  | 44-86   | 41.51   |
| Brazo         | 0.0271   | 0.0255  | 57.72   | 57.54   |
| Antebrazo     | 0.0162   | 0.0138  | 45.74   | 45.59   |
| Mano          | 0.0061   | 0.0056  | 79.00   | 74-.74  |
| Muslo         | 0.1416   | 0.1478  | 40.95   | 36.12   |
| Pierna        | 0.0433   | 0.0481  | 44.59   | 44.16   |
| Pie           | 0.0137   | 0.0129  | 44.15   | 40.14   |

### **Fuerzas de contacto**

Estas fuerzas no son realmente fuerzas de diferente tipo, sino diferencias en el agente que causa la interacción. Tales fuerzas se hallan frecuentemente en análisis de movimiento humano y son: la fuerza de reacción articular, la fuerza de reacción de la tierra, la fuerza elástica y la fuerza muscular. En la mayoría de los casos, estas fuerzas no son calculadas, pero con la tecnología apropiada, es posible determinarla. (6).



## **Fuerzas de reacción de la tierra**

La Ley de impacto de Newton: si dos cuerpos se mueven uno hacia el otro en una línea recta, la diferencia de las velocidades después del impacto depende de la diferencia de sus velocidades en el momento del impacto. (6).

Desde esta perspectiva, la variabilidad en el comportamiento del sistema del movimiento humano no es vista como típicamente se ve, como un factor de ruido o error en la ejecución, por el contrario, se indica en Davids y otros (2003a), que los sistemas del movimiento humano necesitan acceder a esta información para contextualizar los movimientos en presencia de error o ruido, en la forma de variabilidad de la estructura del resultado motor, factor que constituye un imperativo para las adaptaciones funcionales a los ambientes dinámicos. (6).

## **Perspectivas tradicionales de la variabilidad en el movimiento humano**

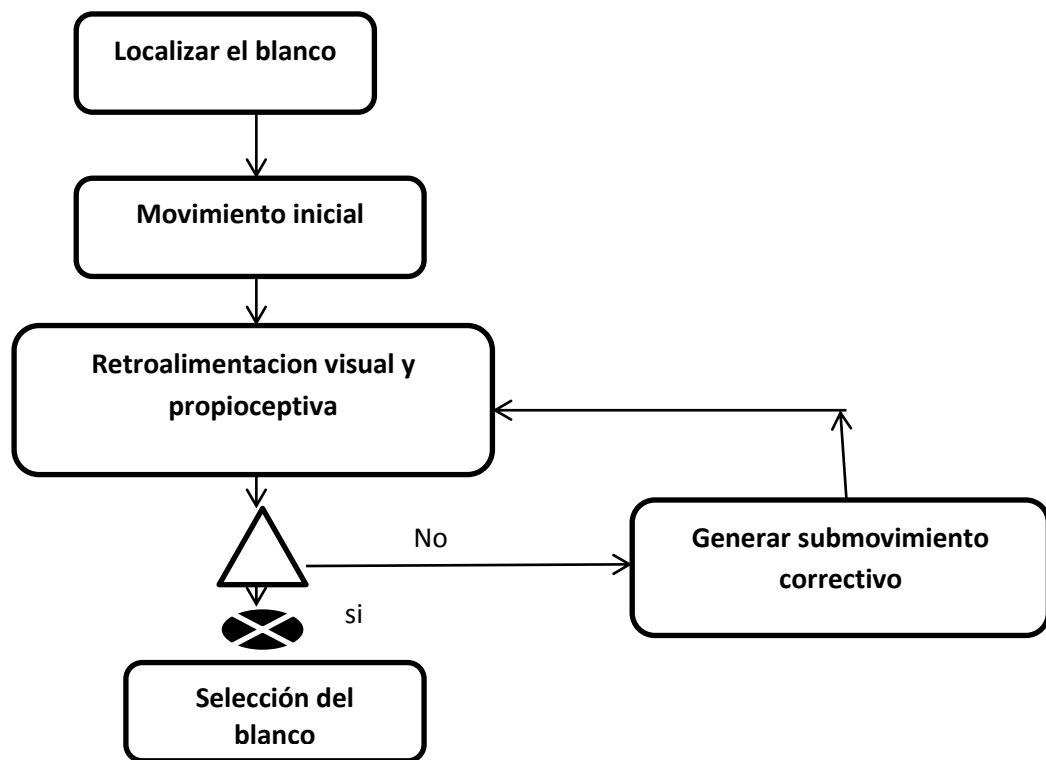
En la literatura de Control Motor existe una variedad de lineamientos científicos sobre la variabilidad del movimiento humano. Por ejemplo, en concordancia con Schmidt (2003) y Schmidt & Lee (2005), la variación de un patrón de movimiento en un momento determinado, puede ser considerada como la consecuencia de errores en la habilidad de predecir los parámetros necesarios para utilizar un programa motor y, con la práctica de tareas específicas, la predicción de errores puede ser eliminada gradualmente y de esta forma optimizar la precisión y eficiencia del patrón motor. (6).

Bajo este concepto, un incremento en la variabilidad de un patrón de movimiento significa una menor cooperación de los tres componentes del sistema referencial antes enunciado. Una disminución en la variabilidad del patrón de movimiento indicaría un comportamiento cooperativo y altamente estable del sistema. Esta línea de pensamiento indicaría en el plano deportivo, que para realizar el saque de

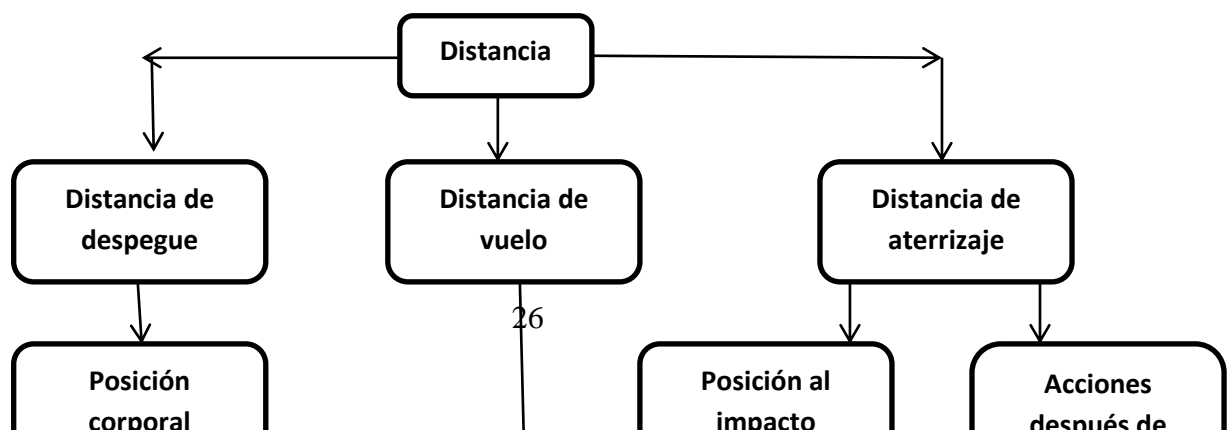
tenis hay que tener en cuenta el ambiente o estado externo del momento del gesto y las limitaciones biomecánicas y morfológicas del tenista. (6).

Entonces la variabilidad en el movimiento humano ha sido tradicionalmente interpretada como un problema o “ruido” que debe ser minimizado para un rendimiento óptimo en una técnica definida. El “ruido” aquí se presume como las fluctuaciones al azar y está presente en los mecanismos neuromusculares en los sistemas biológicos. Este concepto ha sido adoptado como un factor limitante en control moto pero esta visión necesita de una mayor exploración para ir más allá de la desviación estándar. Entre mayor sea la variabilidad operacionalizada por la desviación estándar, mayor el ruido en el sistema.

**Gráfico N° 15.- Esquema de control para sub movimientos correctivos**



**Gráfico N° 16.- Modelo Determinístico de un salto en longitud utilizado para un análisis cualitativo.**



En el mundo de la técnica deportiva son muchos los ejemplos que pueden ser sujetos a la aplicación de este modelo que conlleva precisión y velocidad. Por ejemplo, se conocen, entre otros, los lanzamientos en baloncesto, los saques en tenis y voleibol, los tiros al arco en fútbol, los saltos en atletismo, los agarres en la mayoría de los deportes y las técnicas gimnásticas. Para explicar esta teoría de la variabilidad- impulso desde el mundo del deporte, se ha reportado por Miller (2002) una gran variabilidad en velocidad linear de los segmentos terminales (T= tobillo, R = rodilla, C= cadera, H= Hombro, Co = codo, M = muñeca y MCP = metacarpo) para los tiros libres largos y cortos, en baloncesto. Los tiros no efectivos son más variables, lo mismo que los tiros largos. (6).

### **Lineamientos en el entendimiento de la variabilidad**

La variabilidad está inherente dentro y entre los sistemas biológicos (Newell & Corcos, 1993). Teniendo en cuenta el principio de la complejidad de la medición y análisis del movimiento humano expuesto por Acero (2002) donde existe un número finito de partes corporales y un número infinito de combinaciones de movimientos producidos por ellas, comprendiendo que todas están trabajando para producir un mismo patrón de movimiento, parece imposible que un movimiento humano del mismo patrón sea igual a otro. En este sentido

investigadores biomecánicos han empleado, recientemente, técnicas de análisis que van desde la aplicación de acercamientos de sistemas dinámicos hasta el control y coordinación de movimientos (6).

En forma típica en la investigación en el movimiento humano, los datos cinemáticos y cinéticos de varios intentos de la misma técnica, son promediados para generar un registro intermediado por la ejecución de la persona o el patrón del movimiento, acompañado de una normalización. Aquí el patrón de organización temporal se pierde. Desde la estadística, las herramientas lineares tradicionales para estudiar e interpretar la variabilidad asumen que las variaciones entre las repeticiones de una técnica son aleatorias e independientes de repeticiones pasadas y futuras. Sin embargo, en estudios recientes se ha demostrado que las mencionadas variaciones son diferenciadas del “ruido”. Entonces estas no son ni aleatorias ni independientes. (6).

### **La variabilidad como resultado del ajuste**

Deportistas extraordinarios tales como Tiger Woods, Diego Maradona, Michael Jordan, Rafael Nadal, Nadia Comaneci y Sergei Bubka, entre otros, han mostrado capacidad para ejecutar sus técnicas en una forma muy consistente, sin embargo sus movimientos no son los mismos de intento a intento, cuando se miden en una forma precisa. Esto implica que sus movimientos fueron o son altamente consistentes pero no son los mismos entre sí. (6).

### **El enfoque de la variabilidad en el rendimiento deportivo**

Un sistema, según Aracil (1986), puede definirse como una entidad compleja formada por partes en interacción mutua, cuya identidad resulta de una adecuada armonía entre sus constituyentes, y dotada de una sustantividad propia que trasciende a la de esas partes. Un sistema dinámico (SD) implica la generación de

una actividad de cooperación entre un grupo de componentes inter-actuantes de un sistema (Mpitsoy & Soinila, 1993). Entonces, ¿qué es un sistema dinámico? (6).

### **Funciones de la variabilidad en la técnica deportiva**

La variabilidad ha sido reportada en lanzamientos, baloncesto, carrera, velocidad, gimnasia, tenis de mesa, tenis de campo, hockey sobre hierba, cricket, golf, fútbol, levantamiento olímpico, movimientos cíclicos y acíclicos, procedimientos terapéuticos y de rehabilitación; en competiciones reales y en condiciones de laboratorio con una alta validez investigativa. Los siguientes pueden ser los principales aportes de la variabilidad al rendimiento en la técnica deportiva y a su proceso de control en el entrenamiento. (6).

### **Sistemática biomecánica**

El análisis de la técnica en biomecánica deportiva ha tenido tradicionalmente los siguientes pasos: a) observación directa o indirecta de los movimientos ejecutados de los deportistas, b) comparación de sus técnicas de movimiento con las de los deportistas “superiores”, tomadas como el modelo a mejorar y a optimizar, c) evaluación y diagnóstico de los movimientos de los deportistas, d) identificación de los errores técnicos y factores limitantes y e) enseñanza al deportista de cómo modificar su técnica a través de un entrenamiento apropiado. Lo más difícil en esta elipse de optimización es el diagnóstico del movimiento y la identificación de sus errores y factores limitantes. (6)

### **Gráfico N° 17.- Órbita biomecánica en el rendimiento deportivo.**



En el uso de este método predictivo se han encontrado dificultades para determinar las funciones objetivas y los criterios de decisión y estimar los movimientos ideales. (6).

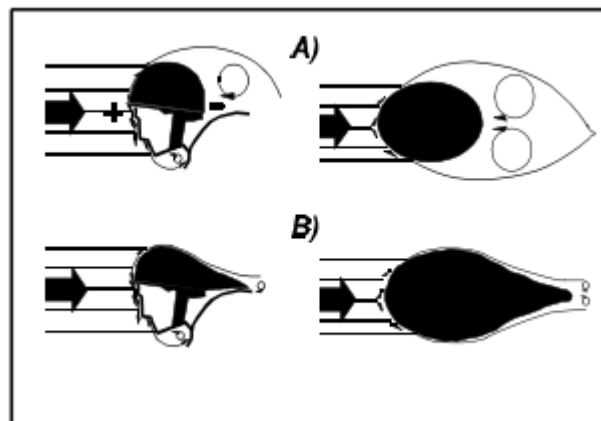
En la práctica tradicional los procesos del entrenamiento y control de la técnica y de la enseñanza del gesto deportivo se hacen básicamente por la imitación de una técnica hecha por deportistas superiores o suficientemente adiestrados. (6).

### **Impulsos de resistencia opuestas al desplazamiento**

La mayor fuerza opuesta al desplazamiento del ciclista es la aerodinámica, ésta supone más del 80% de todas las fuerzas de resistencia cuando solo se desplaza a 30 Km/h y muy superiores cuando se incrementa la velocidad (Gross; Kyle & Malewicki, 1984). En general se puede decir que la fuerza total producida por las resistencias del aire es la suma vectorial de dos fuerzas: a) Fuerza de arrastre, producida en la misma dirección del desplazamiento y en sentido contrario y b) Fuerza de sustentación, perpendicular a la dirección del desplazamiento, aunque esta fuerza solo adquiere cierta importancia en determinadas situaciones, como es el caso de la existencia de vientos relativos laterales. (7).

En esta situación, parte del aire se frena cuando choca con la sección transversal del cuerpo perpendicular al flujo y otra parte es incapaz de seguir el contorno de la superficie, produciéndose dos vórtices iguales o corrientes en torbellino detrás del ciclista que, según el teorema del momento cinético, producen una fuerza de arrastre opuesta al desplazamiento. Además, este hecho hace que la velocidad del flujo sea mayor detrás del ciclista que en la parte frontal y, según el teorema de Bernoulli, se produce una fuerza de succión posterior que reduce la velocidad del ciclista. (7).

**Gráfico N° 18- Representación gráfica del efecto de la resistencia**



Por último, otra de las fuerzas importantes que se oponen al desplazamiento de una bicicleta es el rozamiento en giro, especialmente cuando nos desplazamos a velocidades pequeñas, ya que a estas velocidades las resistencias aerodinámicas no son tan relevantes. La intensidad de la fuerza de resistencia producida por el rozamiento en giro depende de los siguientes factores:

- a) Peso del ciclista y la bicicleta. Al incrementar el peso, el rozamiento en giro también se incrementa. Por esta razón, para subir un puerto se utilizan bicicletas más ligeras y tienen más facilidad los ciclistas con menor peso.
- b) La presión de la rueda. Cuanto más presión tenga el tubular, el rozamiento en giro disminuye, incrementándose en un 30% cuando la presión de la rueda se reduce a la mitad.
- c) La resistencia producida por el rozamiento en giro es inversamente proporcional al diámetro de la rueda (Whit & Wilson, 1974). La utilización, cada vez más habitual, de ruedas con un diámetro menor responde al propósito de reducir el rozamiento producido por el aire y no el de giro, lo que se desprende de la expresión E-2.
- d) Sección transversal del tubular. Cuanto mayor es la sección transversal mayor será la resistencia producida por el rozamiento en giro. Dill, Seed & Marzulli (1954) comprobaron que una cubierta de 71 x 5.4 cm. requería un consumo máximo equivalente a 0.19 litros por minuto más que utilizando otra cubierta de 68 x 3.2 cm.
- e) El coeficiente de rozamiento. Cuanto menor sea éste, menor será la resistencia en giro, aunque es necesario considerar que una reducción máxima de su magnitud podría suponer un cierto peligro de caída. En este sentido se debe diferenciar entre el coeficiente de rozamiento estático y el dinámico. (7)

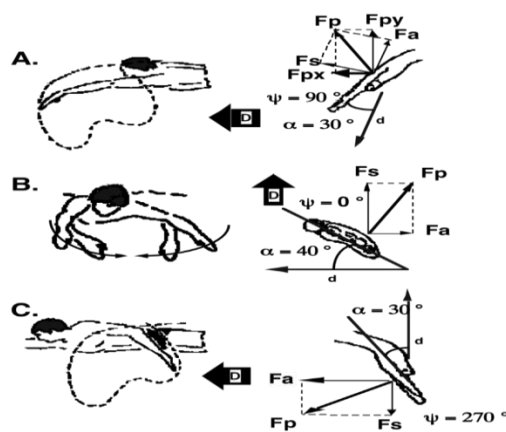
### **Fuerzas propulsivas**

Según el sistema de análisis propuesto, las fuerzas propulsivas deben de considerarse como interactivas dentro del sistema ciclista-bicicleta, aunque para comprender mejor las fuerzas que el ciclista ejerce sobre la bicicleta es necesario tratar de interpretar solo al ciclista como objeto de estudio, el cual ejerce fuerzas contra la bicicleta para desplazarse. (7).



La fuerza de empuje sobre el manillar supone un 29% y las de tracción un 71%, cuando se realiza una salida máxima y un 43% de fuerza de empuje cuando se realiza una escalada, mientras que en llano las fuerzas de empuje superan a las de tracción en un 61% del total y que la fuerza total desarrollada sobre el manillar, durante un ascenso importante, es el doble que la desarrollada durante el llano. (7).

**Grafico N° 19 Fuerzas propulsivas**



**Fuente:** (7)

### **Medidas de eficacia en la aplicación de fuerza**

Valorado mediante una función de costo referida a los momentos articulares de la cadera, rodilla y tobillo, las cuales habían sido correlacionadas con las fuerzas ejercidas sobre los pedales y los registros electromiográficos (Hull & Jorge,

1985). Los resultados indican que existe una cadencia óptima, entre 90 rpm. y 110 rpm., para las articulaciones de la cadera y el tobillo, mientras que la cadencia no incide significativamente sobre el momento del tobillo. (7).

**Tabla N° 03.- relación entre longitud de biela, ritmo de pedaleo (cadencia) y medidas antropométricas, valorando mediante el porcentaje de desviación de la función de costo de los momentos articulares. Utilizando una potencia de 100 W en cada pierna.**

|                  | Cadencia (rpm)         | 60  | 70  | 80  | 90  | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 |
|------------------|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Talla<br>pequeña | Longitud de biela (mm) | 200 | 200 | 200 | 200 | 175 | 155 | 140 | 140 | 140 |
|                  | % desviación, func.    | 186 | 87  | 34  | 13  | 7.1 | 2.8 | 0.0 | 8.5 | 36  |
|                  | Costo.                 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Talla<br>mediana | Longitud de biela (mm) | 200 | 200 | 200 | 185 | 160 | 145 | 140 | 140 | 140 |
|                  | % desviación, func.    | 150 | 60  | 17  | 6.7 | 2.4 | 0.0 | 7.3 | 39  | 97  |
|                  | Costo.                 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Talla<br>alta    | Longitud de biela (mm) | 200 | 200 | 200 | 170 | 150 | 140 | 140 | 140 | 140 |
|                  | % desviación, func.    | 110 | 33  | 6.7 | 2.0 | 0.0 | 6.1 | 53  | 113 | 220 |
|                  | Costo.                 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |

Fuente: (7)

**Tabla N° .04- Optimización de variables** mediante el momento de la función de costo, en relación a los diferentes ritmos de pedaleo (cadencias) y las medidas antropométricas de los ciclistas. con una potencia de 200 W.

|                            | Bajos  | Medianos | Altos  |
|----------------------------|--------|----------|--------|
| Cadencia (rpm)             | 95     | 90       | 85     |
| Longitud biela (L1) (mm)   | 193    | 191      | 185    |
| Angulo tubo sillín (6) (°) | 81.6   | 78.4     | 74.9   |
| Altura sillín (L2) (mm)    | 696    | 773      | 858    |
| Posición pie (L3) (mm)     | 130    | 143      | 156    |
| Función de costo (N2 m2)   | 41.481 | 48.053   | 58.442 |
| Cadencia (rpm)             | 100    | 95       | 90     |
| Longitud biela (L1) (mm)   | 182    | 178      | 173    |
| Angulo tubo sillín (6) (°) | 80.7   | 77.6     | 74.5   |
| Altura sillín (L2) (mm)    | 705    | 784      | 868    |
| Posición pie (L3) (mm)     | 130    | 143      | 156    |
| Función de costo (N2 m2)   | 40.560 | 47.982   | 57.176 |
| Cadencia (rpm)             | 105    | 100      | 95     |
| Longitud biela (L1) (mm)   | 171    | 167      | 161    |
| Angulo tubo sillín (6) (°) | 80     | 77       | 74     |
| Altura sillín (L2) (mm)    | 714    | 793      | 876    |
| Posición pie (L3) (mm)     | 130    | 143      | 156    |
| Función de costo (N2 m2)   | 39.766 | 47.095   | 56.262 |
| Cadencia (rpm)             | 110    | 105      | 100    |
| Longitud biela (L1) (mm)   | 161    | 157      | 151    |
| Angulo tubo sillín (6) (°) | 79.3   | 76.5     | 73.4   |
| Altura sillín (L2) (mm)    | 722    | 801      | 876    |
| Posición pie (L3) (mm)     | 130    | 143      | 156    |
| Función de costo (N2 m2)   | 39.09  | 46.405   | 55.819 |

Fuente: (7)

Gonzalez & Hull (1989) realizaron un estudio donde analizaron cinco factores que consideraron relevantes y dependientes con la aplicación de fuerzas sobre el pedal, llegando a la conclusión que el factor más importante era la cadencia de pedaleo, seguido de la longitud de biela, el ángulo del tubo del sillín, altura del sillín y, por último, la posición del pie sobre el pedal. Para un ciclista de talla media, la máxima eficacia corresponde a una cadencia de 115 rpm., una longitud de biela (L1) de 0.140 m., un ángulo de 75.7° del tubo del sillín (&) y, la altura del sillín (L2) más la longitud del brazo de la biela debe ser igual al 97% de la longitud de la pierna, medida hasta el trocánter. (7).

En general se debe de considerar que una menor altura del sillín supone un incremento en la actividad muscular y especialmente del cuádriceps y bíceps femoral (Ericson y Col., 1985; Jorge & Hull, 1986; Desipres, 1974), lo que nos da base para decir que una mayor altura del sillín permite pedalear con mayor facilidad, sobre todo cuando se incrementa la actividad. (7).

La biomecánica deportiva es una disciplina que estudia las fuerzas desarrolladas por los músculos aplicadas a las palancas óseas del atleta. (8).

Es una ciencia que busca el perfeccionamiento de la máquina humana para obtener de ella el máximo rendimiento en el gesto deportivo. La biomecánica es una ayuda legal y eficaz al servicio del deportista, pudiendo considerarla como una «técnica no dopante». (DE MONDENARD y CHEVALIER). (8)

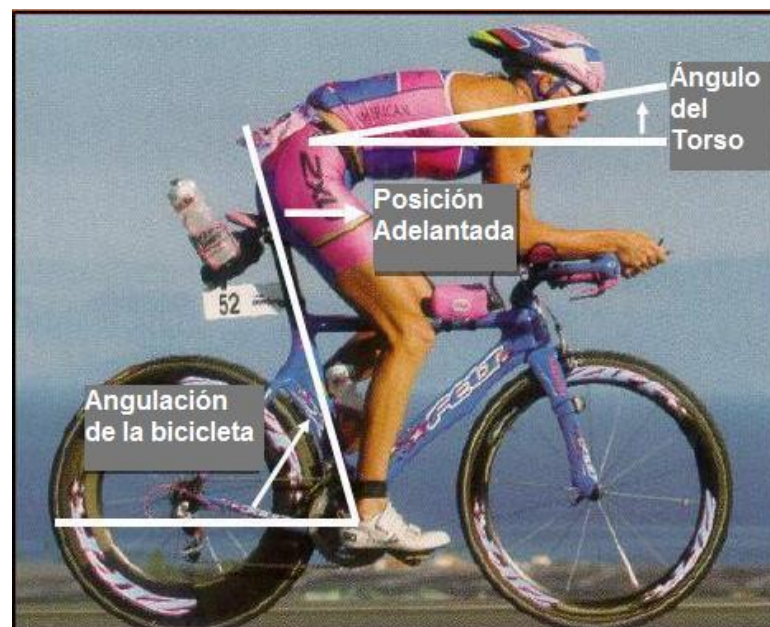
### **Posición sobre la bicicleta**

Altura del sillín: el sillín debe de alzarse de tal forma que estando el ciclista sentado sobre él, con las piernas extendidas, el talón llegue a contactar con el centro del pedal, estando éste en su punto más bajo. (8)

Retroceso del sillín: es el segundo paso a realizar tras haber colocado los pies en los pedales (se colocan de tal forma que la cabeza del primer metatarsiano se sitúe sobre el eje del pedal). (8).

Distancia sillín-manillar: para calcular colocaremos al ciclista con la biela adelantada paralela al tubo del cuadro que va desde la «caja pedalier» hasta la dirección. Le haremos colocar las manos en la parte baja del manillar, codo ligeramente flexionado. (8).

**Gráfico N° 20 Posición sobre la bicicleta**



### **Tipos de cadenas cinéticas**

El análisis de un movimiento suele hacerse a nivel de las diferentes articulaciones, estudiando cada una por separado, pero el problema es más complejo ya que ellas se enlazan formando una unidad de movimiento compleja, una cadena cinética. (8)

En el ciclismo, los dos extremos fijos de la cadena cinética se hallan a nivel del apoyo en el sillín, y de los apoyos fijos en los pedales:

- El sillín no debe ser blando ni poseer muelles, pues de ser así las caderas muestran un movimiento excesivo en cada pedalada, disminuyendo el rendimiento mecánico de la misma. Siendo grandes, los sillines dificultan el correcto ascenso y descenso de las piernas, que para ser eficaz ha de ser rectilíneo. (8)
- El anclaje inferior está compuesto por: el pedal; un calapié con su correa; la zapatilla, que en su suela posee un taco con una ranura para ser acoplada a la parte posterior del pedal:
  - el pedal. Es el lugar de la bicicleta donde se concentran todas las fuerzas generadas en el pedaleo. En él se transmite el esfuerzo alternativo de cada pie, transformándose posteriormente en un movimiento continuo mediante el cual se movilizará la bicicleta. (8)
  - el calapié. Los hay de diferentes profundidades; su elección dependerá del pie del ciclista. Sujetando con fuerza mediante la correa la zapatilla, su función consistirá en transmitir al pedal la fuerza generada por el ciclista en la FASE ASCENDENTE del pedaleo y no en la fase de avance anterior como a veces se piensa. (8)
  - la zapatilla. La zapatilla actual de competición posee una suela rígida - con una plancha de metal en su interior, o madera. (8).

## Gráfico N° 21 Cadenas cinéticas



Fuente: (8)

### Análisis biomecánico de la actividad ciclista

Gracias a los cambios sufridos por los tres segmentos -muslo, pierna y pie-, por las articulaciones -coxofemoral, rodilla y tobillo- y por las acciones de los músculos que intervienen en el pedaleo, pueden distinguirse cuatro fases:

**FASE I.** Va de  $20^\circ$  a  $145^\circ$  en relación con la vertical que pasa por el eje de pedaliar ( $0^\circ$  su parte más superior,  $180^\circ$  su parte inferior). Durante esta fase el pie se extiende  $30^\circ$  sobre la pierna, pero guarda una orientación estable en el espacio de  $45^\circ$  respecto a la horizontal. La pierna se estira  $70^\circ$ . El muslo se estira en una amplitud de  $44^\circ$ . La extensión del muslo se debe al glúteo mayor, al tensor de la fascia lata y a los isquiotibiales. La extensión de la pierna se debe al cuadriceps por medio del vasto externo y del crural. La extensión del pie se realiza mediante el tríceps sural, sobre todo, y también con la colaboración de los grupos retromaleolares -interno y externo-. Los músculos intrínsecos del pie no tienen un efecto cinético aparente. (8)



**FASE II.** Va de 145° a 215°. Aquí se incluye uno de los denominados «puntos muertos», característicos del ciclismo; corresponden a la posición alta y baja de la biela. Es una fase de inversión en la cual se pasa de completar la extensión del miembro inferior a comenzar su flexión. Es conveniente dividirla en dos partes:

- de 145° a 180°. En esta fase el miembro inferior se extiende gracias a una abertura del tobillo de 15°. Este movimiento es realizado gracias al sóleo, músculo monoarticular, cuya contracción es independiente de la posición de la rodilla. (8)

No es esencial en esta fase la acción de los gemelos ya que, al ser biarticulares, su máxima potencia depende de la posición de la rodilla, y no es máxima más que cuando la pierna se halla en completa extensión. De esta forma, puede observarse a veces un «surmenage» del sóleo hipersolicitado. (8)

Durante esta fase, la extensión de la rodilla es mínima, 2°.

- de 180° a 215°. La orientación del pie permanece similar a la de la fase precedente (de 145° a 180°). Se observa una flexión activa del miembro inferior: la pierna se flexiona de 150° a 135° sobre el pie, la rodilla se flexiona de 150° a 125° sobre el muslo, y éste se acerca 5° a la horizontal. (8)

**FASE III.** Es la fase opuesta a la fase I. Van de los 215° a los 325°. Durante ella, el pie se flexiona cerrándose 15° el tobillo. La rodilla se cierra 55°. La cadera se flexiona en una amplitud de 35°. Los músculos que actúan son poco potentes, debiendo luchar contra la gravedad. La flexión del muslo se realiza mediante el psoas-iliaco, el recto anterior y el sartorio. La pierna se flexiona gracias a los músculos de la cara posterior del muslo: músculos de la pata de ganso, poplíteo y bíceps. La flexión del pie se realiza mediante potentes músculos biarticulares: tibial anterior, extensor común de los dedos y extensor propio del dedo gordo. La ligerísima extensión del antepié se debe a los músculos intrínsecos del pie, que luchan asimismo por elevar el pie tirando de la correa del calapié hacia arriba. (8)

**FASE IV.** Va de los 325° a los 20°. Los movimientos en esta fase son complejos y difíciles de esquematizar. En el comienzo de esta fase el pie se haya extendido a 140°; luego se flexiona brutalmente hasta los 105°. Es una gran amplitud la recorrida por esta articulación, asemejándose a la realizada en la fase II. En contraposición, la amplitud de movimientos de la rodilla y de la cadera es mínima.  
(8)

### **Variable dependiente**

#### **Resistencia**

Declara (9), “Es la capacidad física que permite la realización de un ejercicio físico durante el mayor tiempo posible y facilita una rápida recuperación del esfuerzo físico”

#### **Composición corporal**

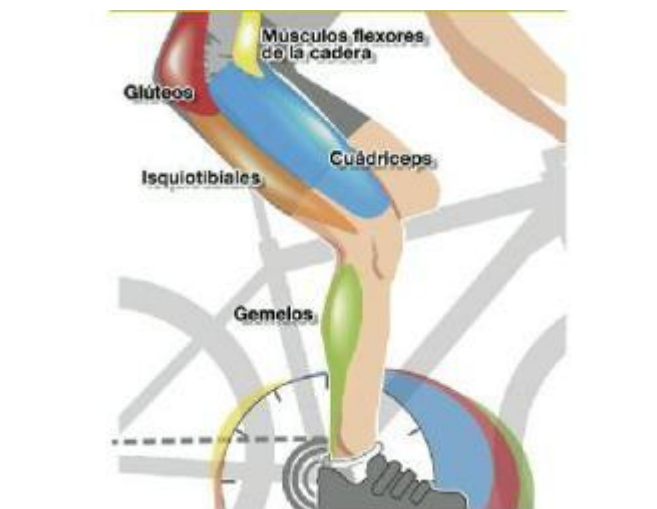
Indica (10), “Realiza el análisis de la constitución orgánica mediante el fraccionamiento del peso corporal, para determinar en kilogramos, los tejidos que constituyen el organismo humano.

#### **Rendimiento deportivo**

Ha sido observado que para cargas moderadas (200 Watts) la fuerza máxima por pedalada es similar entre un ciclista de élite y un ciclista normal. Pero, para cargas de trabajo elevadas, (420 Watts) es menor para los ciclistas de élite que para los ciclistas de recreo. Esta diferencia es debida a la existencia de calapiés y al buen uso que de ellos hacen los profesionales del ciclismo. Durante un esfuerzo máximo tiran de los calapiés hacia arriba permitiendo que la fuerza desarrollada sea positiva durante toda la revolución. De esta forma se aumenta la eficacia

durante el ascenso del pedal, lo suficiente para desarrollar una fuerza relativamente menor durante el descenso de la otra pierna. (8)

### Gráfico N° 22 Rendimiento deportivo



Fuente: (8)

### Principios y diseño del control del entrenamiento

Los deportistas han sido objeto de un gran número de mediciones, y es que cada aspecto en particular requiere diversas pruebas o mediciones. Sin embargo, el hecho de que se esté calculando determinado aspecto en los deportistas no significa que esa valoración constituya un control del entrenamiento. El control del entrenamiento debe incluir los siguientes cinco principios:

1. Es un proceso realizado con el objetivo de aumentar la eficacia del entrenamiento.
2. Se basa en los cambios registrados en los deportistas durante diversas fases del entrenamiento o bajo la influencia de los principales elementos de las actividades deportivas (sesión de entrenamiento, competición, microciclo del entrenamiento).

3. Es un proceso altamente específico que depende del evento deportivo, el nivel de resultados del deportista y las diferencias de edad/sexo. En consecuencia, los métodos para el control del entrenamiento deben ser escogidos específicamente para el suceso concreto y las características personales de cada deportista.
4. Cualquier método o medición realizados tienen sentido en el control del entrenamiento si proporcionan información fiable relacionada con la tarea que está siendo controlada.
5. La información obtenida a partir de las mediciones realizadas debe ser comprensible; es decir, debe ser científicamente válida para poder realizar las necesarias correcciones en el diseño del entrenamiento.

(11).

El principio básico para el diseño del control del entrenamiento es prueba mínima – máxima información fiable. El principio alternativo, más pruebas – más información no puede aceptarse, puesto que el control no es el objetivo en sí mismo sino un medio para ayudar a los entrenadores y los deportistas. Las pruebas deben estar hechas a la medida del entrenamiento y no deben sobrecargar al deportista. Hay que escoger las pruebas y mediciones más adecuadas entre las distintas posibilidades disponibles. (11).

La acertada elección de los métodos, pruebas y parámetros es la condición indispensable para minimizar el número de pruebas y maximizar la información obtenida. Es preferible evitar la medición de parámetros distintos que proporcionen la misma información y tener en cuenta los que estén directamente relacionados con los resultados. En estos casos, es importante la relación entre el resultado y el parámetro medido. (11).

Desde una perspectiva ética:

- deben padecer lo mínimo posible durante el estudio;
- los deportistas deben estar completamente libres de presiones;

- deben dar su consentimiento por escrito para la utilización de cualquier procedimiento, manipulación o método;
- la participación no debe provocar emociones negativas en los deportistas, y
- éstos deben estar informados sobre quién va a conocer los resultados de las pruebas y tienen derecho a exigir limitaciones respecto a la distribución de la información obtenida.(11)

El objetivo del control del entrenamiento está basado en la necesidad de:

- obtener información de retroalimentación sobre los efectos reales del entrenamiento;
- saber que el diseño de la sesión de entrenamiento es el adecuado para una fase específica del deportista en cuestión, y
- reconocer el patrón de las posibilidades adaptativas del deportista.

(11)

La valoración del patrón del desarrollo de los efectos del entrenamiento debe proporcionar la posibilidad de evaluar la relación entre el ejercicio realizado y los cambios específicos resultantes producidos en el organismo. El análisis del diseño de la sesión de entrenamiento en las planificaciones del mismo exige la evaluación de la carga de las sesiones de entrenamiento (tanto de la intensidad como del volumen de la carga) y de los microciclos de entrenamiento. Lo más importante es averiguar si la sesión de entrenamiento ejerce el efecto ejercitador esperado. Para la evaluación de los microciclos, hace falta información sobre los procesos de recuperación. El análisis de los procesos de recuperación también puede ser esencial para el establecimiento de los intervalos óptimos de descanso entre ejercicios durante una sesión de entrenamiento. La evaluación de las sesiones de entrenamiento y los microciclos está relacionada en gran medida con el diagnóstico de la fatiga. (11)

Los siguientes puntos determinan las bases del control bioquímico del entrenamiento:

- La adaptación metabólica constituye la base para la mejora de un resultado específico en la principal prueba deportiva del deportista. Estas

adaptaciones deben ser caracterizadas cualitativa y cuantitativamente para poder completar el método del entrenamiento.

- En el entrenamiento, la adaptación metabólica también es esencial para la mejora de la condición fisicomotora general y la específica para una competición concreta. Además, las adaptaciones intervienen en gran medida a la hora de explorar la eficiencia del entrenamiento.
- La eficiencia de la gestión del proceso de entrenamiento durante cortos períodos de tiempo puede evaluarse a través de los cambios metabólicos y funcionales que se sabe ocurren como resultado de determinados ejercicios y métodos de entrenamiento.
- La base para un entrenamiento efectivo es la adaptación estructural enzimática celular provocada por los cambios metabólicos y hormonales durante y después de las sesiones de entrenamiento. Obtener los valores de estos parámetros abre el camino para la valoración del efecto ejercitador de las sesiones de entrenamiento.
- La dirección errónea del proceso de entrenamiento que da lugar a una dirección equivocada en la adaptación metabólica o un descenso peligroso de la adaptabilidad y las reservas del organismo puede ser detectada mediante la realización de estudios metabólicos y hormonales.
- En el control del entrenamiento, los estudios metabólicos y hormonales son de utilidad si proporcionan resultados cuya información sea significativamente

(11)

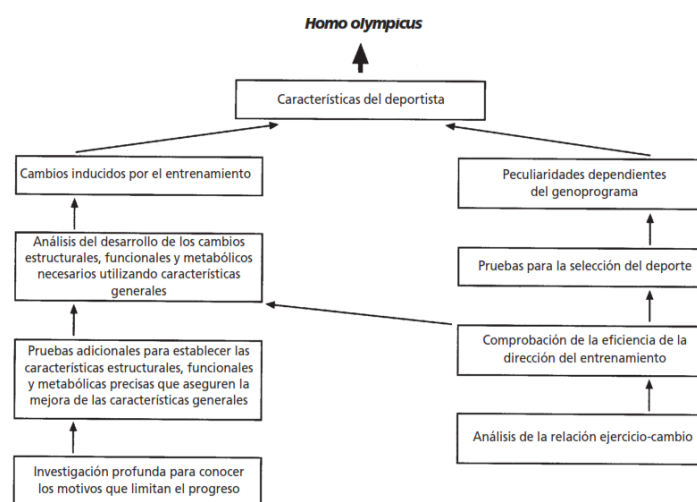
La elección de técnicas y métodos para el control bioquímico se basa en el conocimiento de la naturaleza específica de la adaptación metabólica inducida por el entrenamiento. En consecuencia, los coordinadores del control del entrenamiento deben saber cuáles son los cambios que debe experimentar el organismo para que un adolescente o un adulto joven normal se convierta en un homo olympicus capaz de competir en los Juegos Olímpicos o los Campeonatos del Mundo para conseguir una medalla. El objetivo es establecer el camino para la obtención de información sobre el logro de las características necesarias, la

discriminación de las tareas a introducir en el entrenamiento y el significado de las peculiaridades genotípicas (figura 1.1). Esta clase de información es necesaria para realizar correcciones en la dirección del entrenamiento y retener de manera objetiva la experiencia acumulada. (11).

Las necesarias características registradas deben proporcionar una información válida y específica para la especialidad Deportiva en cuestión sobre los procesos de Desarrollo que se dan con el paso de los años. En muchos casos, los años incluyen la prepubertad, la pubertad, el desarrollo pospuberal y los primeros años de adultez (adulto joven). No obstante, surge el problema de saber si el valor informativo de los parámetros registrados sigue siendo el mismo durante el desarrollo ontogénico y la madurez. Aunque es un problema importante, no vamos a entrar a discutirlo, puesto que se han realizado muy pocos estudios al respecto como para establecer una generalización. (11).

Otra consideración a tener en cuenta es que el control bioquímico es más eficiente con el tiempo, es decir, cuanto mayor sea el nivel de rendimiento, más profunda será la información obtenida. En un nivel avanzado de rendimiento, con mayor frecuencia que anteriormente, (11).

**Gráfico N° 23.- Esquema para analizar los efectos del entrenamiento.**



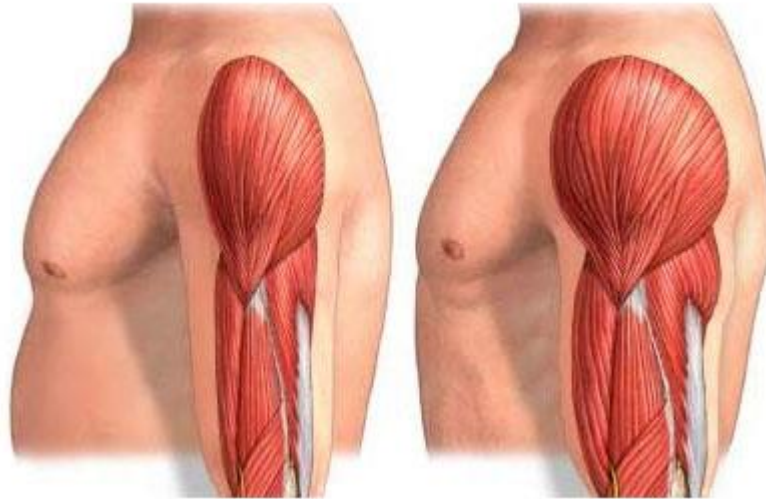
Fuente: (11).

### **Función de la adaptación celular en los cambios inducidos por el entrenamiento**

En los procesos de adaptación del organismo intervienen diversos sistemas orgánicos y sus mecanismos de control correspondientes. No es difícil entender que en el entrenamiento de resistencia la mejora de la capacidad funcional del corazón proporciona un mayor suministro de sangre a los músculos activos. Este cambio es una relación inevitable que conecta los resultados del entrenamiento y el rendimiento en los ejercicios de resistencia. Prácticamente todos los tipos de entrenamiento conducen, inevitablemente, a cambios en los músculos esqueléticos. Primero aumenta el volumen muscular, y en un entrenamiento con cargas de alta intensidad este cambio es claramente visible. No obstante, en el entrenamiento de resistencia, los deportistas no perciben unos músculos bien desarrollados. En el interior de los músculos se puede ver que la adaptación se expresa de forma diferente en el volumen de los distintos tipos de fibras musculares. El entrenamiento con cargas provoca hipertrofia de las fibras musculares de todos los tipos, predominando la hipertrofia de las fibras de contracción rápida (FT) (Dons et al., 1978; Costill et al., 1979). Un estudio señaló que el área muscular ocupada por las fibras de contracción rápida (tipo II) aumentó un 90% a pesar de mantener la composición del tipo de fibra dentro de los valores normales (Tesch y Karlsson, 1985). El entrenamiento de velocidad o potencia generó una hipertrofia selectiva de las fibras glucolíticas de contracción rápida (tipo IIb) o de las fibras glucolíticas oxidativas de contracción rápida (tipo IIa) (Saltin et al., 1976; Tihanyi y col., 1982). En el entrenamiento con resistencias o de potencia y parcialmente en el entrenamiento de velocidad, los cambios aparecieron en las miofibrillas que realizan la contracción muscular. El aumento del tamaño miofibrilar se relacionó con el incremento de las proteínas miofibrilares relacionadas con el acto de la contracción (Yakovlev, 1978). Estos cambios son necesarios para la mejora de la fuerza y la potencia musculares. (11).



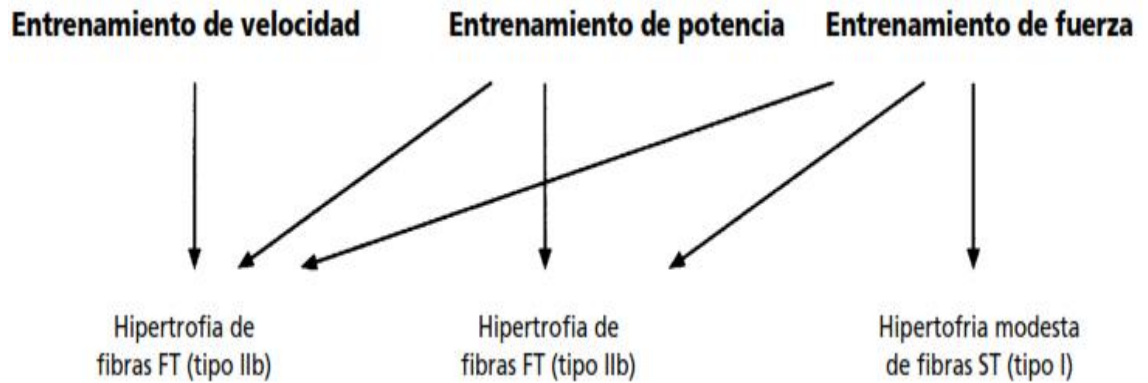
**Gráfico N° 24 adaptación celular en los cambios inducidos por el entrenamiento**



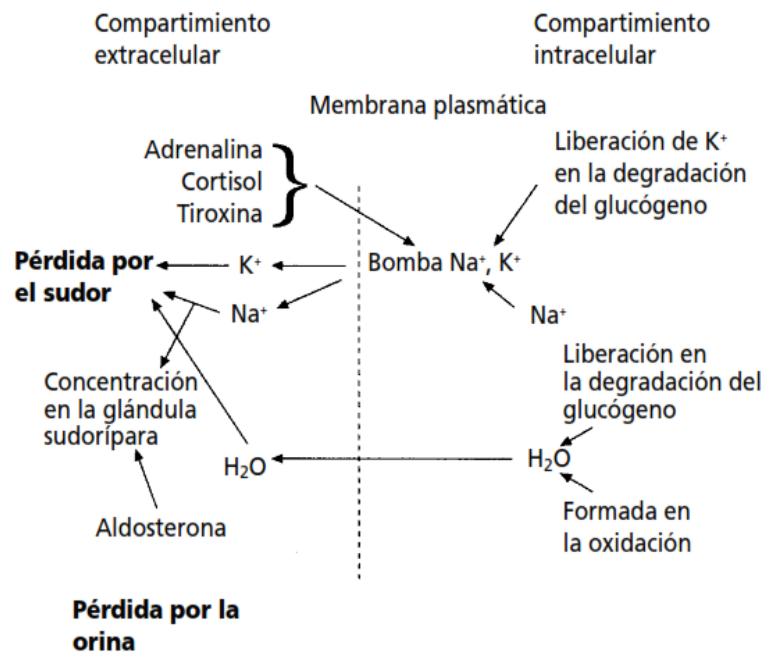
Fuente: (11)

La composición constante de iones en el medio celular y sus rápidos intercambios son condiciones esenciales para las actividades de la vida normal. Los intercambios iónicos entre los líquidos intra y extracelulares inician la acción de una célula, y cada ciclo funcional debe terminar con cambios iónicos en la dirección opuesta. Por una parte, estos intercambios dependen de la diferencia de concentración iónica en los medios intra y extracelulares. Por otra parte, los intercambios iónicos, que restablecen las condiciones basales, deben llevarse a cabo contra gradiente iónico (de baja concentración a alta concentración), de manera que el proceso consume energía. Este proceso se lleva a cabo mediante la intervención de las bombas iónicas existentes en las membranas celulares. (11)

**Gráfico N° .25 - Efectos** de los diversos tipos de entrenamiento sobre la hipertrofia de las fibras musculares. FT= contracción rápida; ST= contracción lenta.



**Gráfico N° .26- intercambio iónico al inicio y al final de la acción funcional de una célula.**



Fuente: (11)

## **Síntesis adaptativa de proteínas**

Existe un mecanismo intracelular que une la función celular con la actividad del aparato genético celular (Meerson, 1965). A través de este mecanismo, un intenso funcionamiento de las estructuras celulares incrementa la síntesis de las proteínas especialmente relacionadas con la manifestación funcional (p. ej.: contracción muscular, síntesis y secreción de hormonas). Estas proteínas son «material de construcción» para la renovación y el crecimiento de las estructuras proteicas que realizan la actividad funcional y proteínas enzimáticas que catalizan las vías metabólicas más importantes haciendo posible la actividad funcional. Como resultado, se desarrollan las estructuras celulares implicadas y la actividad enzimática aumenta al aumentar el número de moléculas de enzimas. De esta manera, la síntesis relacionada asegura el efecto adaptativo, y el proceso generalizado recibe el nombre de «síntesis adaptativa de proteínas». (11).

## **Control metabólico**

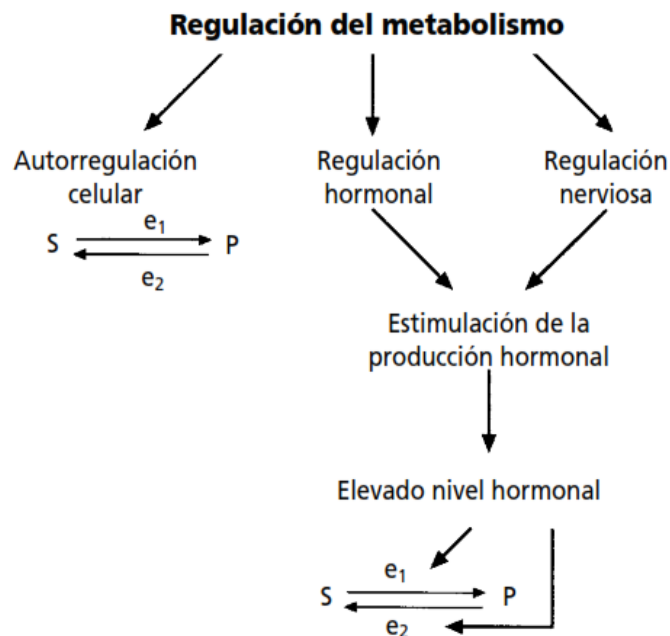
El control metabólico es la herramienta necesaria para la adaptación de los procesos metabólicos en los distintos tejidos a las demandas derivadas de las diferentes actividades del organismo. El control metabólico se produce bajo la influencia de la actividad enzimática. Como resultado, cambian la dirección de las reacciones bioquímicas, basadas en los procesos metabólicos, y el ritmo de los ciclos metabólicos. Los ejercicios pueden realizarse si los procesos metabólicos están adaptados a la demanda de un mayor gasto energético que de ellos se deriva. En este sentido, las reservas de energía y otros recursos (p. ej.: recursos proteicos) deben estar disponibles para ser utilizados durante el ejercicio. Ésta es la función del control metabólico que se lleva a cabo en tres niveles: autorregulación celular, regulación hormonal y regulación nerviosa. (11).

## Autorregulación celular

El principio básico del control metabólico es que la relación sustrato/producto determina la actividad de las enzimas que catalizan, respectivamente, la conversión de un sustrato (S) en un determinado producto (P) o la reacción en la dirección opuesta. (11).

El aumento del sustrato y la disminución del producto estimula la actividad de la enzima  $e_1$  (cataliza la conversión del sustrato S en el producto P) e inhibe la actividad de la enzima  $e_2$  (cataliza el proceso opuesto). El sustrato puede ser convertido en el producto en la actividad de la enzima  $e_1$  supera la actividad de la enzima  $e_2$ . Cuando disminuye la cantidad de sustrato y aumenta la de producto, aparece la situación opuesta y tiene lugar una inhibición de la enzima  $e_1$  y una estimulación de la enzima  $e_2$ . Como resultado, la reacción se detiene y es sustituida por la reacción opuesta. (11).

Gráfico N° .27- Tres niveles de regulación del metabolismo.



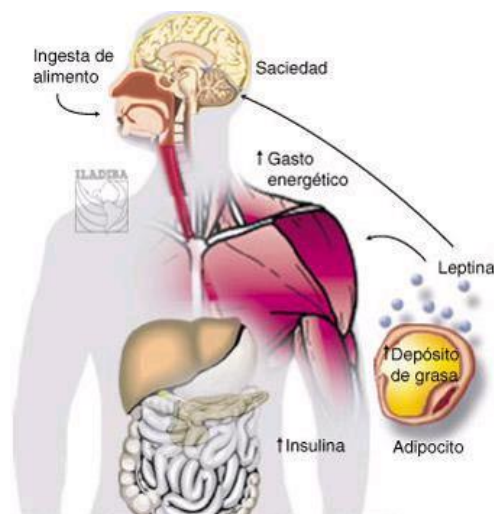
Fuente: (11)

## Control metabólico hormonal

La movilización general de los recursos celulares y del organismo exige la interrelación entre la regulación hormonal y la autorregulación celular. El principal objetivo de la regulación hormonal es la adaptación de los procesos metabólicos a las necesidades reales de las actividades propias de la vida diaria, a pesar de los efectos opuestos de la autorregulación celular. Este objetivo se consigue mediante la acción de las hormonas sobre la actividad enzimática. (11).

Los efectos hormonales sobre la actividad enzimática se desarrollan de dos formas. En primer lugar, en un cierto número de casos, la estructura de la molécula de enzima cambia bajo la influencia de una hormona y, como resultado, la actividad de la enzima aumenta o disminuye. En muchos casos, el cambio correspondiente consiste en la fosforilación o la defosforilación de la molécula de enzima. Un cierto número de hormonas puede inducir o inhibir la síntesis de las proteínas enzimáticas cuyo resultado es un aumento o una disminución del número de moléculas de enzima. En muchos casos, las hormonas son capaces de intensificar o suprimir la degradación de las proteínas enzimáticas. (11).

**Grafico N 28 Control metabólico hormonal**

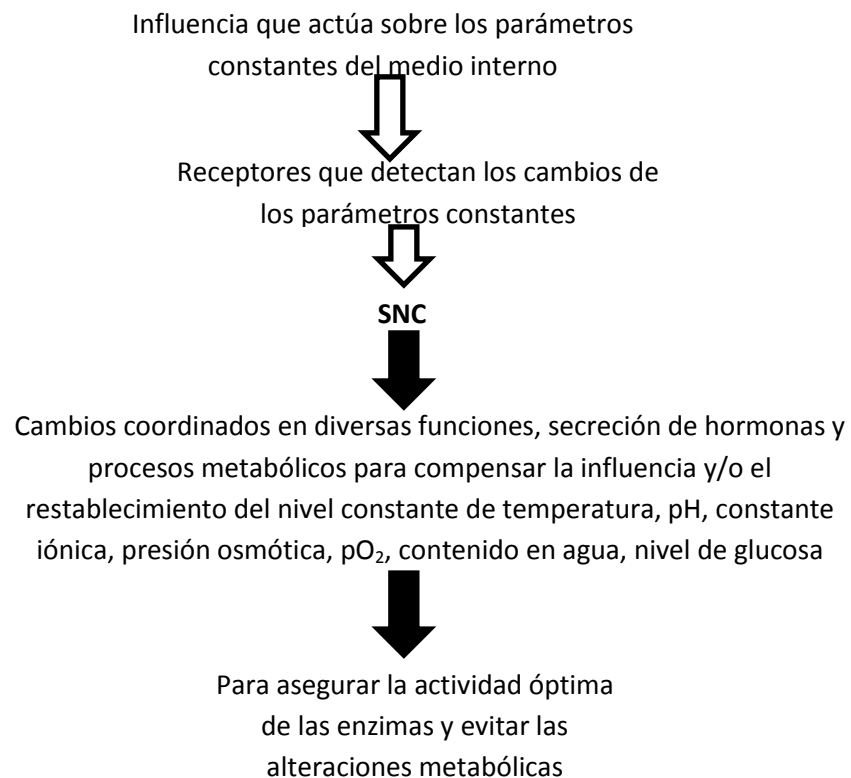


**Fuente:** (11)

## Adaptación aguda y a largo plazo

Los ejercicios realizados por los deportistas durante las sesiones de entrenamiento provocan adaptaciones que pertenecen al grupo de los procesos de adaptación aguda. Estos procesos son las respuestas de regulación homeostática, la activación del transporte de oxígeno y el uso de las reservas de energía. Cada ejercicio provoca un incremento de la demanda de oxígeno y la necesidad de eliminar el CO<sub>2</sub> producido. En consecuencia, la actividad de los sistemas cardiovascular y respiratorio también debe incrementarse. Cuanto mayor sea la intervención de la glucogenólisis anaeróbica en la resíntesis de ATP, mayor será la necesidad homeostática de evitar el aumento de la concentración de H<sup>+</sup>. La elevación del metabolismo energético provoca un aumento de la producción de calor que tendrá como consecuencia los correspondientes ajustes de la termorregulación. El aumento de sudoración altera el equilibrio hidroelectrolítico, de manera que, de nuevo y al igual que para mantener los niveles normales de glucemia, será necesaria una respuesta homeostática. (11).

### Gráfico N° 29- Regulación Homeostática



## **Mejora del control metabólico**

Los tres resultados principales de la mejora del control metabólico inducida por el entrenamiento son:

1. La movilización rápida y estable de los recursos del organismo.
2. Una utilización más económica de los recursos del organismo.
3. Una mayor labilidad del control metabólico.

(11)

Una expresión del primer resultado es el previamente expuesto efecto de las catecolaminas sobre la glucogenólisis anaeróbica y en consecuencia sobre la capacidad de trabajo anaeróbico. Otras expresiones del primer punto son el ajuste más rápido del  $VO_2$  durante el ejercicio (Hickson et al., 1978) y la importancia que supone mantener un adecuado nivel sanguíneo de glucocorticoides para la realización de ejercicios de larga duración. (11).

## **El entrenamiento**

Una actividad humana se considera profesión cuando su práctica pertenece a un cuerpo especializado de conocimiento (Doyle, 1990). Esto es, la práctica está validada por la tradición y la ciencia y orientada por proposiciones teóricas que incluyen modelos y descripciones para aplicar a los casos particulares. El entrenamiento para Woodman (1993) es una ciencia, un arte, una vocación y una profesión emergente; aspectos que parecen interrelacionados y mutuamente dependientes. (12).

## **El proceso de entrenamiento**

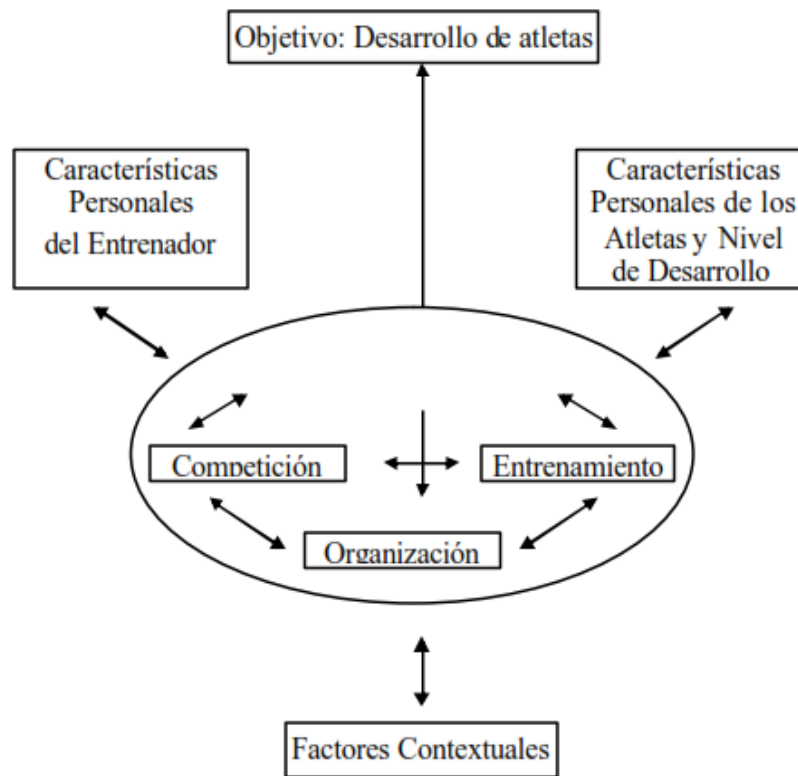
Para este autor, los entrenadores no deberían pensar por sus atletas, sino compartir el conocimiento teórico con ellos para acelerar su desarrollo y posibilitar la motivación para el entrenamiento. Son muchos los entrenadores de deportistas de

elite que están de acuerdo con la visión de Bompa y sugieren que de esta manera el desarrollo de los atletas los hace más “entrenables”. Además, hace que la comunicación entre atleta y entrenador sea mucho más efectiva porque los atletas tienen una comprensión mejor de las preguntas que se plantean relativas a los aspectos del entrenamiento. (12).

Mientras existe una gran cantidad de información general acerca del entrenamiento, sorprendentemente, hay muy pocos enfoques conceptuales sintetizados sobre el proceso de entrenamiento. Una excepción ha sido el reciente trabajo de Coté, Salmela, Trudell, Barla y Russell (1995), en el cual se propone un modelo conceptual específico de deporte para el proceso de entrenamiento de gimnasias. Este modelo de entrenamiento, con tres componentes principales de organización, entrenamiento y competición, trata de proporcionar a los aspirantes a entrenador un modelo heurístico, para la adquisición del conocimiento del entrenamiento. Asimismo, ha sido utilizado con éxito, como estructura conceptual en la investigación del conocimiento de los entrenadores en equipos deportivos (Salmela, 1994b) y patinaje (Laplante y Salmela, 1993), y como sistema de organización para clasificar la literatura existente sobre la observación directa de las conductas de los entrenadores (Trudell, Coté y Donohue, 1993). Además, como sugieren Coté et al, (1995), existe otra literatura sobre el entrenamiento que se podría relacionar con uno o varios de los componentes de este modelo con la finalidad de darles una nueva perspectiva. Algunos de los estudios a los que se refieren, serían los que explican el rol educativo de los entrenadores (Horn, 1985), la conducta de liderazgo del entrenador (Terry y Howe, 1984) y las estrategias utilizadas en el entrenamiento. Así, en lugar de centrarse en variables aisladas, se podrían realizar estudios más comprensivos a partir del análisis de la interacción entre los diferentes componentes del modelo de entrenamiento. (12).



**Gráfico N° 30- modelo de entrenamiento para entrenadores expertos.**



Fuente Manno, R. (1981)

Dimensiones de estos estímulos son tres:

1. Dimensión orgánico-muscular o de la condición física:  
Determinado fundamentalmente por un potencial genético del deportista y por los estímulos que desarrollan dicho potencial. Son las diferentes capacidades orgánicas que coincidan las capacidades físicas. En los deportes individuales esta dimensión es determinante para el alto rendimiento deportivo. En estos deportes, es fundamental adquirir y desarrollar al máximo el potencial del deportista sobre la especialidad específica. (13)
2. Dimensión técnico-táctica:  
Determinado por los aspectos reglamentarios de cada especialidad deportiva y por la inteligencia motriz de los deportistas. La capacidad de aprendizaje, afianzamiento y optimización de las diferentes técnicas se

realiza a lo largo de varios años de entrenamiento, incluso en aquellos deportes de técnicas de ejecución más estandarizadas y cerradas como son los deportes individuales, el entrenamiento constante de la técnica es imprescindible para obtener el mejor rendimiento energético posible, minimizando los riesgos de lesión y sobrecargas provocadas por la aplicación de las cargas de entrenamiento. (13)

### 3. Dimensión psicológica

Es evidente que el entrenamiento psicológico de los deportistas de alto rendimiento es fundamental para obtener los mejores resultados. Hasta no hace mucho tiempo, este entrenamiento recaía sobre la capacidad y experiencia del entrenador para motivar, activar, minimizar los niveles de ansiedad, etc., de los deportistas ante los retos competitivos. (13)

Esta nueva orientación metodológica propone hacer el análisis al revés, de abajo-arriba (bottom-up). Es decir, teniendo en cuenta a las y los deportistas de élite que han destacado en su rendimiento, analizar su proceso de formación (Régnier, Salmela y Russell, 1993; Ruiz, 1998), para poder encontrar aquellas variables críticas que establecen las diferencias entre los y las distintas deportistas. Este nuevo análisis se puede hacer, a su vez, desde dos perspectivas: bien analizando la formación de quienes ya están ya formados, o bien, comparando deportistas de distinto nivel de rendimiento pero de la misma edad. (14)

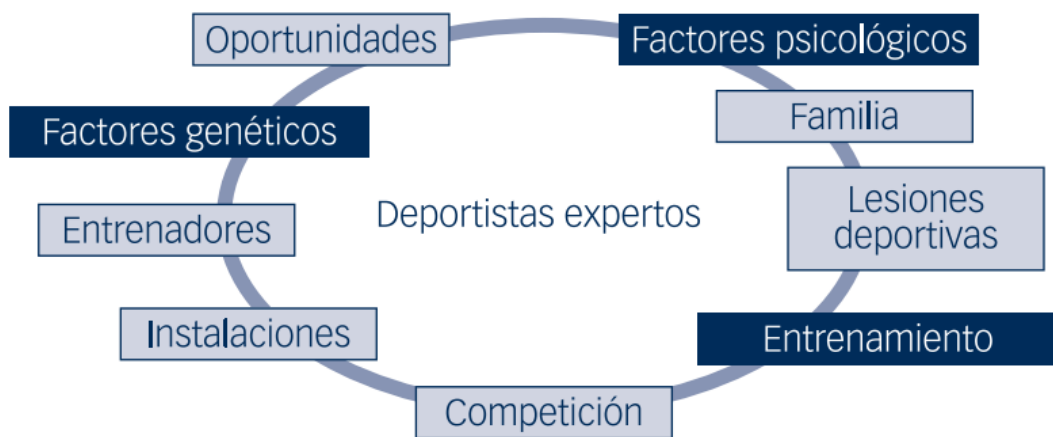
Lógicamente, con estas consideraciones en mente, el entrenamiento solo se nos antoja insuficiente para alcanzar el número uno. Asumiendo que algunas personas, por la "lotería genética", han sido más agraciadas en aspectos como los atributos físicos o la capacidad de adaptarse al entrenamiento, sus posibilidades de alcanzar niveles elevados de rendimiento en un deporte concreto son obviamente mayores que la de aquellas con peores capacidades. (14)

“El preguntarse si las diferencias en el rendimiento de un individuo son debidas a la herencia genética o al entorno es como preguntarse si el área de un rectángulo viene determinada por su altura o por la anchura” (Kimble, 1993, p. 13-14).

Partiendo de esta posición, en la actualidad se utiliza una segunda clasificación de los factores asociados al rendimiento de la persona. Así, Baker & Horton (2004) nos proponen dividir dichos factores en dos grupos. Por un lado, situaríamos a los factores primarios asociados al rendimiento, que serán aquellos parámetros con una influencia directa en el rendimiento y se incluyen todos aquellos elementos con los que el o la deportista contribuye a su propio rendimiento. Estos factores serían los genéticos, el entrenamiento y los condicionantes psicológicos. (14).

Mientras que en un segundo nivel, situaríamos a los factores secundarios o con una influencia secundaria en el rendimiento, y en los que se incluyen los socio-culturales (influencia cultural, recursos disponibles, influencia de la familia) y el entorno contextual (madurez del deporte, nivel competitivo,...). (14).

**Gráfico N° .31- Factores que condicionan a los deportistas expertos**



Fuente: (14)

Como tercera línea de investigación en este ámbito, se observa en los últimos años, trabajos cuyo objeto de estudio no se centra en entender como las y los deportistas alcanzan dicho nivel de rendimiento, sino en distinguir, que es lo que les permite mantener dicho nivel de una forma estable a lo largo de los años. (14)

**Gráfico N° .-32 Estructuración de los Factores que condicionan a los deportistas expertos.**



Fuente: (14)

De hecho, a menudo se considera que una señal de que estamos ante un campeón o campeona es su habilidad para retener la excelencia a lo largo de los años (Abbott & Collins, 2004). Es evidente que las capacidades físicas que han permitido a una persona alcanzar un alto nivel deportivo permanecen durante algunos años, sin embargo, no todos los deportistas ni todas las deportistas consiguen mantener el rendimiento deportivo. (14).

Además, esta práctica deliberada viene definida por el número total de horas dedicadas a dicha práctica, realizada con el objetivo de mejorar el nivel de rendimiento; por el esfuerzo, determinación y concentración necesarios; y por qué este tipo de actividad no es intrínsecamente divertida y no conlleva una inmediata recompensa social o económica (Ericsson et al., 1993).

### **La regla de los diez años**

El segundo concepto a tener en cuenta es lo que las y los científicos denominan “la regla de los diez años”, la cual se plantea a partir de los estudios de Simon y

Chase (1993), en los que encuentran que las diferencias entre las personas expertas de ajedrez y las novatas, se podrían explicar a partir de las diferencias encontradas en la cantidad y la calidad del entrenamiento. (14)

Sin embargo quisiéramos hacer algunas precisiones sobre este argumento:

1. En primer lugar, no se indica que a partir de los 10 años se alcancen los resultados deportivos deseados; sino que se necesita como mínimo ese tiempo para empezar a conseguirlos, pero en muchos estudios se observa que esos resultados requieren algo más de tiempo. En el análisis realizado por Helsen, Starkes & Hodges (1998), se observó que los jugadores de fútbol, a partir de los 9 años de entrenamiento deliberado, tomaron la decisión de invertir más tiempo y esfuerzo en el entrenamiento con el objetivo de mejorar el rendimiento obtenido. (14).

2. Parece intuitivamente obvio, que cuanto más practique una persona y durante más tiempo, con unos niveles adecuados de concentración, esfuerzo y determinación, es bastante probable que alcance los niveles de rendimiento deseados. Pero si ésta fuese exclusivamente la cuestión, muchos de nosotros y nosotras nos dedicaríamos a entrenar durante 10 años, con el objeto de ganar importantes sumas de dinero. Salvando esta simplificación de este argumento, también podríamos considerar el hecho de que es probable que la variabilidad de los distintos entrenamientos pueda generar distintos niveles de pericia en el deportista y la deportista entrenando las mismas horas. (14)

3. Teniendo en cuenta también las evidencias mencionadas anteriormente sobre la influencia de los factores genéticos (entre otros aspectos, el de la adaptación al entrenamiento), pensamos que la cuestión fundamental no está tanto en la cantidad de años o cuanto de duros sean los entrenamientos, sino más bien en qué entrenar y cómo entrenar. Dicho de otro modo, por encima de la cantidad debe primar la calidad. Por eso, volvemos a insistir en que las tareas que propongamos a los y las deportistas deben estar correctamente definidas y adecuadas al nivel de cada deportista, siendo tareas desafiantes, en las que exista información y oportunidad para corregir los errores y repetir. (14)

4. Tampoco se plantea que, aplicando esta regla, empecemos con los niños y las niñas pequeñas a realizar este tipo de entrenamiento para alcanzar cuanto antes los resultados esperados. Sobre este sentido, hay multitud de investigaciones que han demostrado el perjuicio que genera una especialización precoz (abandono deportivo, falta de motivación, perjuicio en el desarrollo psicosocial, aumento de lesiones deportivas) (Baker, 2003). Wiersma (2000), señala que cuanto más limitada sea la cantidad de habilidades deportivas dominadas durante la iniciación deportiva consecuencia de la especialización precoz, más limitado será el potencial de desarrollo motor. Ward, Hodges, Starkes & Williams (2002) observaron en su estudio, que los jóvenes futbolistas de élite no se especializaron hasta los 16 años. Similares resultados fueron encontrados por Côté (1999) en jugadores y jugadoras de tenis y remeros de élite, así como Baker et al. (2003) y Côté, Baker & Abernethy (2003) en jugadores y jugadoras de hockey sobre hierba, netball y jugadores y jugadoras de baloncesto. (14)

Por tanto, Côté y Hay (2002) plantean una evolución en dichas actividades, diferenciando cuatro tipos de estadios:

- El juego libre, caracterizado por la diversión, por no estar controlado por ningún monitor, monitora, ni entrenador o entrenadora, no existir correcciones, y porque el niño y la niña se centran fundamentalmente en el proceso, obteniendo un placer inmediato y siendo inherente el carácter divertido del juego.
- “El juego deliberado”, de características similares al anterior, pero en el que ya existe una persona que aporta algunas orientaciones. Este tipo de actividad caracteriza fundamentalmente a los y las deportistas durante los primeros años, hasta aproximadamente los 12 años.(14)
- “El entrenamiento deliberado”, similar al anterior, pero con una planificación más cuidadosa del entrenamiento. En este caso, la gratificación que se obtiene por implicarse en dicha práctica no es inmediata y es fundamentalmente de carácter extrínseco. Se observa fundamentalmente a partir de los 16 años. (14)

Ryan y Deci (2000), sugieren como aspectos claves para el desarrollo de una elevada motivación de la persona, involucrarles en actividades que supongan la oportunidad de tomar decisiones, desarrollar su sentido de la competencia y conectar con otros y otras deportistas.

Ericsson (1996), confirma que el hecho solo de la cantidad de entrenamiento no es un indicador perfecto de la pericia, y que el entrenamiento realizado sin una concentración permanente no implica una mejora del rendimiento. Lo que se aprende, retiene y transfiere está influido de forma notable por la manera en que se entrena y por la estructura del entrenamiento (Christina y Alpenfels, 2002).

De tal forma, que el entrenamiento en bloques y estructurado puede producir una mejora en el rendimiento a largo plazo, pero este incremento es relativamente corto y poco duradero en el tiempo. En contraste con esta propuesta se propone un entrenamiento más variado y con mayor cantidad de “interferencias contextuales”, que, en el corto plazo, puede incluso disminuir el rendimiento, pero que bien desarrollado y llevado a cabo, genera una mayor transferencia a largo plazo y más duradera (Abraham y Collins, 1998).

Otra cuestión evidente para mejorar la calidad de los entrenamientos es que éstos deben evolucionar en contenidos, adaptándose a las necesidades de la persona entrenada. Sin embargo, quisiéramos detenernos en que esa evolución que debe experimentar el entrenamiento vaya dirigida a tratar de “reducir la ayuda externa al deportista, haciéndole cada vez más autónomo y más consciente de sus necesidades como practicante de alto rendimiento” (Glaser, 1996; en Singer, 1999). Este es un concepto difícil de entender, y al que podríamos definir como “la capacidad de organizarse o plantearse actividades con el objetivo de mejorar el rendimiento y la consecución de los objetivos previstos” (Bradbury, 2000).

“Para adquirir un buen rendimiento a largo plazo, en la actualidad se recomienda que el feedback se reduzca gradualmente o se oculte, fomentando que los

deportistas funcionen independientemente de la ayuda externa” (Vickers et al., 1999).

En línea con este último argumento, Barba et. al. (1999) demostraron que un entorno de aprendizaje en el que el o la deportista participase, no solamente permitiría alcanzar un mayor rendimiento y un aprendizaje más profundo, sino también mejoraría los niveles de motivación intrínsecos.

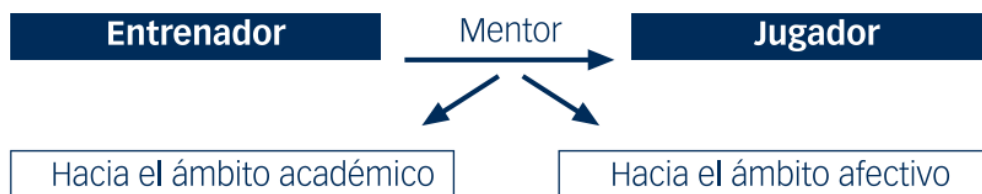
En esencia, los resultados de Barba et al. (1999), nos hacen considerar la estructura del entorno del entrenamiento como un factor que genera motivación y que conlleva un tiempo extra de práctica que permite mejorar el rendimiento. En esta línea, Voight (2002), nos propone para mejorar, que “ayudemos a los deportistas a establecer sus objetivos para mejorar del proceso... y que además, enseñemos a cómo desarrollar su concentración y sus necesidades”.

Como ya destacamos anteriormente, es necesario que el deportista y la deportista presenten un deliberado deseo de mejorar y un elevado compromiso con el entrenamiento y la actividad deportiva. Será, por tanto, necesario combinar con el entrenamiento cuestiones tales como los sentimientos personales de competencia, las sensaciones de flujo y el optimismo que toda persona deportista debe manifestar para poder llegar a ser excelente (Ruiz, 2003).

Más aún, en los últimos años ha surgido una nueva línea de estudio relacionada con el análisis del papel desarrollado por el o la entrenadora como “mentor” de sus deportistas. Esta idea que tradicionalmente se ha desarrollado en el campo de la formación del profesorado y en el ámbito empresarial, se ha trasladado en los últimos años hacia el entorno deportivo, estudiando fundamentalmente las relaciones que se establecen entre entrenadoras y entrenadores expertos como mentores y los novatos. A partir de estas propuestas, también se ha investigado este tipo de relaciones entre los y las entrenadoras y sus jóvenes deportistas. (14).



**Gráfico N° 33- Concepto de Mentoring**



Fuente: (14)

“Se puede concluir que el rendimiento de un jugador está más influido por la percepción que el jugador de lo que el/la entrenador/a piense de él que por lo que realmente piense el/a jugador/a” (Becker & Solomon, 2005, p.22).

Este mismo argumento es expresado por Miller & Kerr (2002). Dichos autores manifiestan que, además de preocuparse por conseguir la excelencia deportiva, es preciso desarrollar aquellas habilidades o atributos que contrarresten los efectos negativos del rendimiento deportivo (problemas educativos, dificultad en la transición a otro tipo de actividades,...).

Entre estas cualidades, que denominan “life skills”, se incluyen atributos como trabajo en equipo, esfuerzo, liderazgo, toma de decisión,..., y que permiten a la persona un desarrollo completo, no solo a nivel motor, sino también a nivel psicológico, emocional, social, moral, personal e intelectual. En este sentido, se observa cómo se han desarrollado programas en los últimos años que contemplan este hecho en la formación de las y los deportistas. Así, por ejemplo, surge el NCAA’s CHAMPS/Life Skills Program que trabaja con los y las jugadoras de baloncesto, a través de seminarios, sesiones individuales o grupales, etc., sobre cinco aspectos claves en su formación: académicos, deportivos, desarrollo personal, servicio a la comunidad y desarrollo profesional. (14)

## **La competición**

En algunos trabajos científicos se plantea también como factor condicionante de la pericia, la competición en la que se desarrolla el o la deportista. De acuerdo con los estudios de Bloom (185), la competición evoluciona a lo largo de las tres fases de desarrollo de la pericia. En la primera, apenas tiene importancia, y fundamentalmente debe tratar de proporcionar experiencias positivas a los y las jóvenes deportistas, primando el factor diversión sobre el de rendimiento. (14).

Por lo tanto, en la actualidad se propone un control más meticuloso de los entrenamientos y de las competiciones, con el fin de reducir la duración a través de una “programación económicamente concentrada” (Baur, 1993), y conseguir compatibilizar el entrenamiento con el resto de las actividades lógicas de las y los deportistas adolescentes. (14).

Pero este argumento debe ir más lejos. Indicábamos que además del contexto educativo de la persona deportista, debemos observar también la planificación a largo plazo para conseguir que alcance el alto rendimiento deportivo en las mejores condiciones posibles. (14).

En definitiva, y como indica Buceta (1998, p. 345-346), para que las competiciones contribuyan al desarrollo de la capacidad competitiva, deben reunir las siguientes características:

1. Que sean suficientes a lo largo de la temporada, como para provocar condiciones variadas que obliguen a las y los deportistas a adaptarse las diferentes situaciones.
2. Que no sean excesivas.
3. Que se desarrollen en los momentos de la temporada más apropiados.
4. Que se adapten a las posibilidades reales de rendimiento de las y los deportistas.(14)

Además, consecuencia de dicho efecto, se observan otras desventajas. El nivel de rendimiento de una persona adolescente es el resultado de sus capacidades y motivación, siendo esta última la que tiene un impacto importante sobre la calidad de su aprendizaje y su rendimiento. una jugadora o un jugador nacido al principio del año obtendrá, como media, mejor rendimiento que otro nacido al final del año. Este rendimiento inicial es probable que aumente la motivación, tanto a nivel intrínseco como extrínseco (Helsen et al., 2005).

En un estudio de Carlson (1993), componentes de selecciones nacionales suecas de siete deportes fueron comparados con deportistas de similares características que no habían alcanzado dicho rendimiento. Además, y en relación al sistema competitivo, indican que “la profundidad de la competición”, entendida ésta como la cantidad de competidores así como la calidad de la competición también influye en que una persona puede alcanzar el nivel de élite. Seguramente será más difícil alcanzar el alto rendimiento en un deporte como el fútbol, que tiene una base muy amplia de practicantes y competidores, que, por ejemplo, en el salto de trampolín. Baker et al. (2003b) concluyeron que llevaba mucho más tiempo y más horas de entrenamiento el alcanzar la pericia en baloncesto que en otros deportes como el netball o el hockey sobre hierba. (14).

### **Gráfico N° 34 La competición**



Fuente: (14)

### **2.3. HIPÓTESIS**

Con el modelo de análisis biomecánico se podrá mejorar el rendimiento deportivo en los ciclistas de ruta categoría máster.

#### **Variables**

**Variable independiente:** análisis biomecánico

**Variable dependiente:** rendimiento deportivo

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1 Tipo de Investigación**

Esta investigación será de tipo mixta, observacional y descriptiva ya que la evaluación específica de este estudio se realizara mediante una tabla de valoración, en donde se ira observando la biomecánica y gesto deportivo que realice el ciclista, se alcanzará un nivel de investigación explicativa debido a que se concluirá la relación especifica entre la biomecánica y el rendimiento. Siendo también descriptiva debido a que es un estudio observacional que detallara características de la población en estudio.

#### **3.2 Selección de área o ámbito de estudio**

Los ciclistas de ruta master cuyas edades oscilan entre los 30 y 39 años de edad son un grupo heterogéneo para realizar este estudio.

#### **3.3 Población**

Está conformado por un grupo de ciclistas master de alto rendimiento

#### **3.4 Criterios de inclusión y exclusión**

Criterios de inclusión

- Ciclistas de sexo Masculino
- Promedio de edad entre 30 y 39 años
- Realicen ciclismo de la modalidad ruta
- Entrenamiento mínimo de 5 días a la semana

#### Criterios de exclusión

- Ciclistas de sexo femenino
- Promedio de edad más de 45 años
- Ciclistas de fin de semana

#### **Procedimiento para la recolección de información**

Los datos serán recolectados mediante una ficha de observación, enfocados en evaluar la biomecánica y el gesto deportivo en ciclistas de alto rendimiento de la categoría master. Los resultados obtenidos serán cuantificados y procesados a través de la estadística descriptiva para probar la hipótesis de la investigación, con la utilización de la estadística de frecuencia.

#### **3.5 Aspectos éticos**

Según la Federación de Kinesiología deportiva sudamericana, deberán tener prioridad los intereses y el bienestar de cada persona en relación al interés exclusivo de la sociedad al aplicar la práctica clínica se deberán dirigir los objetivos a la potenciación máxima de los beneficios tanto directos como indirectos para la población en estudio. El participante en cuestión actuara de manera autónoma siendo responsable de sí mismo y de sus decisiones durante la investigación. Es indispensable respetar la igualdad justicia y equidad de cada individuo así como también no restarle importancia al pluralismo cultural.

Según el Modelo de Atención Integral de Salud Familiar, Comunitario e intercultural MAIS-FCI, el mismo que está amparado en la Constitución de la República del Ecuador y el Plan Nacional del buen vivir. Toda atención en salud debe regirse por los principios de universalidad, integralidad, equidad, continuidad, participativo, desconcentrado, eficiente, eficaz y de calidad, para garantizar el cumplimiento pleno de los derechos de salud de la ciudadanía.

Los ejes permiten ordenar la respuesta socio-sanitaria ante la complejidad de las necesidades de salud, con participación de otros sectores. Ellos incorporan las diferentes modalidades de intervención orientadas a restablecer, conservar y mejorar la vida y la salud de la persona, la familia y la comunidad, promoviendo cambios de actitudes y comportamientos, mejorando el acceso a los servicios y facilitando información que permita a las personas tomar mejores decisiones en relación a su salud de acuerdo a su dignidad humana.

- Eje de las NECESIDADES DE SALUD
- Eje de LAS PRIORIDADES SANITARIAS

Para lo cual sus componentes son:

- El componente de PROVISIÓN.- El componente de Provisión comprende un conjunto de atenciones y cuidados que el equipo de salud y la propia persona, familia y comunidad, en diversos escenarios (hogar, escuela, comunidad, establecimientos de salud y otros), organizados en cuidados esenciales, los cuales se orientan a promover la salud y prevenir las enfermedades.
- El componente de ORGANIZACIÓN.- El componente de Organización comprende el conjunto de sistemas que permiten ordenar la oferta sanitaria para cubrir las necesidades de salud de las personas, familia y comunidad, de acuerdo al Modelo de Atención Integral.
- El componente de GESTIÓN.- El componente de Gestión comprende los procesos gerenciales que brindan un soporte a la provisión y organización de los servicios de salud para el logro de resultados sanitarios dentro del contexto del Modelo de Atención Integral.
- El componente de FINANCIAMIENTO.- El componente de Financiamiento viabiliza la obtención de los recursos necesarios para el logro de los resultados sanitarios, realizando una adecuada distribución presupuestal considerando criterios de equidad y solidaridad, y desarrollando los mecanismos de transferencia del financiamiento en

función a resultados y desarrolla la capacidad de uso eficiente de los recursos por parte de las entidades prestadoras.

### **3.6. Descripción de la intervención y procedimientos para la recolección de información**

La recolección de la información será en base a datos primarios, es decir la aplicación de una encuesta, la misma que ira direccionada al personal técnico de la práctica deportiva, para conocer las características de la problemática. También se utilizara una ficha de observación, en al cual se utilizó los instrumentos de medición antropométrica como:

- Cinta de medición
- Bascula
- Plomada

### **3.7 Plan de análisis de datos**

Declara (15), Las técnicas para el procesamiento de la información se lo hacen mediante una consistencia de clasificación y tabulación de datos mediante:

- **La revisión y consistencia de la información.-** este paso consiste en depurar la información revisando los datos contenidos en los instrumentos de trabajo o de investigación de campo, la consistencia efectúa con el propósito de ajustar los datos primarios.
- **Clasificación de la información.-** es una etapa básica en el tratamiento de datos, se efectúa con la finalidad de agrupar datos mediante la distribución de frecuencias de la variable independiente y dependiente.
- **Codificación y tabulación.-** es una etapa que consiste en formar un cuerpo o grupo de símbolos o valores de tal forma que los datos pueden ser tabulados.
- **Interpretación de la ficha de observación,** en la cual se toma en consideración factores antropométricos del seleccionado.



## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS DE RESULTADOS

#### 4.1 PROCESAMIENTO DE RESULTADOS

1.-¿Cuánto tiempo tiene manejando bicicleta?

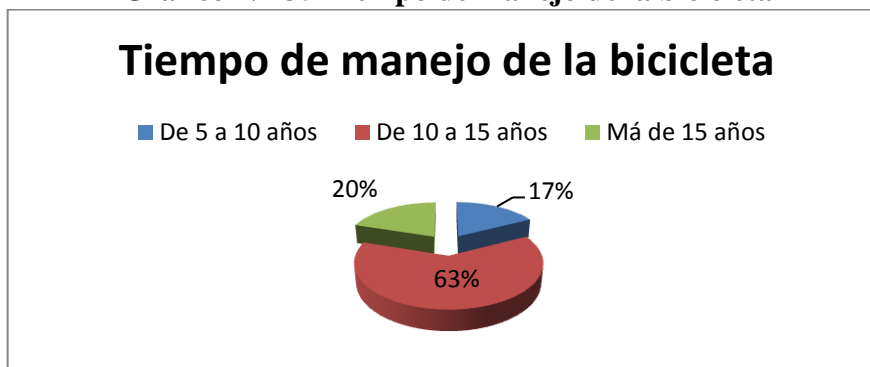
**Tabla N° 05 Tiempo de manejo de la bicicleta**

| Alternativa     | Frecuencia | %   |
|-----------------|------------|-----|
| De 5 a 10 años  | 7          | 17  |
| De 10 a 15 años | 25         | 63  |
| Más de 15 años  | 8          | 20  |
| Total           | 40         | 100 |

Fuente: La encuesta

Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo

**Gráfico N° 35 Tiempo de manejo de la bicicleta**



Fuente: La encuesta

Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo

#### **Análisis**

En los datos de la encuesta se determina que el 17% maneja de 5 a 10 años, el 63% de 10 a 15 años y el 20% restante declara que más de 15 años.

#### **Interpretación**

Se determina entonces, que la mayoría de encuestados indican que el tiempo de práctica del ciclismo es de 5 a 10 años

2.-¿Cree UD, que ha mantenido la postura correcta en la práctica del deporte?

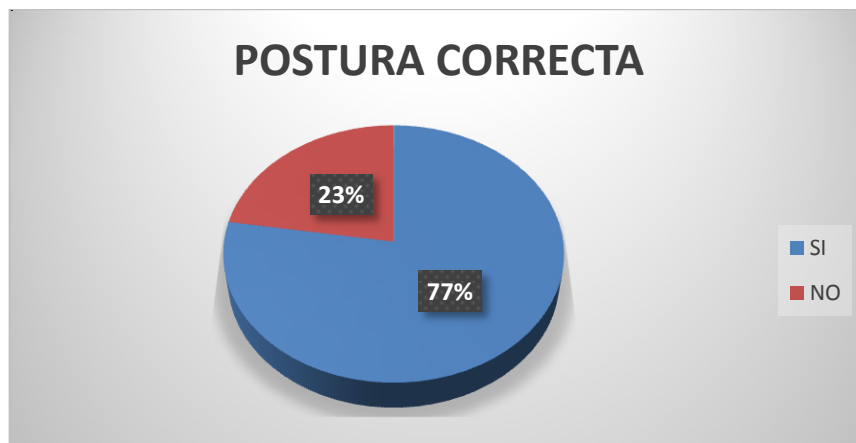
**Tabla N° 06 Postura correcta**

| Alternativa | Frecuencia | %   |
|-------------|------------|-----|
| SI          | 31         | 77  |
| NO          | 9          | 23  |
| Total       | 40         | 100 |

Fuente: La encuesta

Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo

**Gráfico N° 36 Postura correcta**



Fuente: La encuesta

Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo

### **Análisis**

De la encuesta se deleva que, el 23% manifiesta que no ha mantenido la postura correcta en la práctica del deporte, el otro 77 que sí.

### **Interpretación**

De esta manera la gran mayoría de los encuestados indican que si ha mantenido la postura correcta en la práctica del deporte ya que es importante para su práctica.

3.-¿Cuántos días a la semana practicas ciclismo?

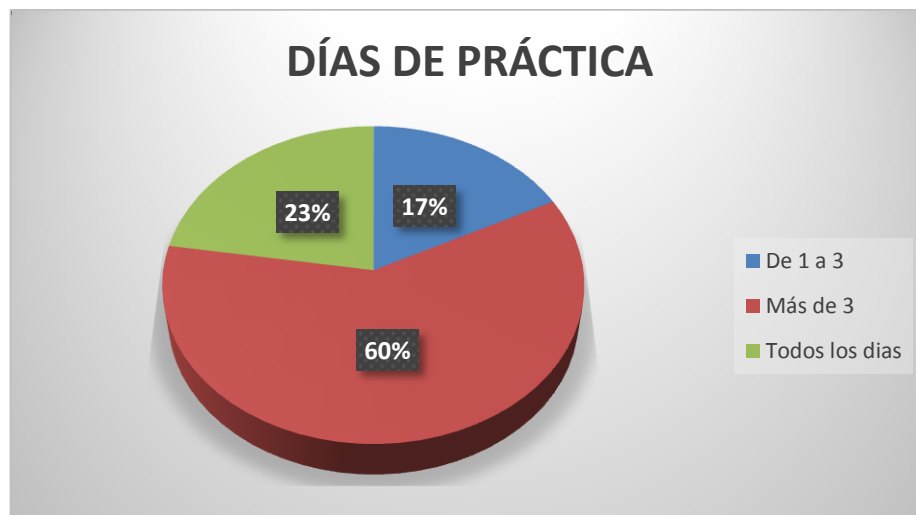
**Tabla N° 07 DÍAS DE PRÁCTICA**

| Alternativa    | Frecuencia | %   |
|----------------|------------|-----|
| De 1 a 3       | 7          | 17  |
| Más de 3       | 24         | 60  |
| Todos los días | 9          | 23  |
| Total          | 40         | 100 |

Fuente: La encuesta

Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo

**Gráfico N° 37 DÍAS DE PRÁCTICA**



Fuente: La encuesta

Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo

### **Análisis**

La mayoría de los encuestados indican que, el 17% declara que practica de 1 a 3 días, el 60% manifiesta que más de 3 días y el 23% restante declara que todos los días.

### **Interpretación**

Indican la mayoría que practican el ciclismo más de 3 días, ya que es un hábito en el diario vivir.

4.-¿Realizas una evaluación técnica antes de la práctica deportiva?

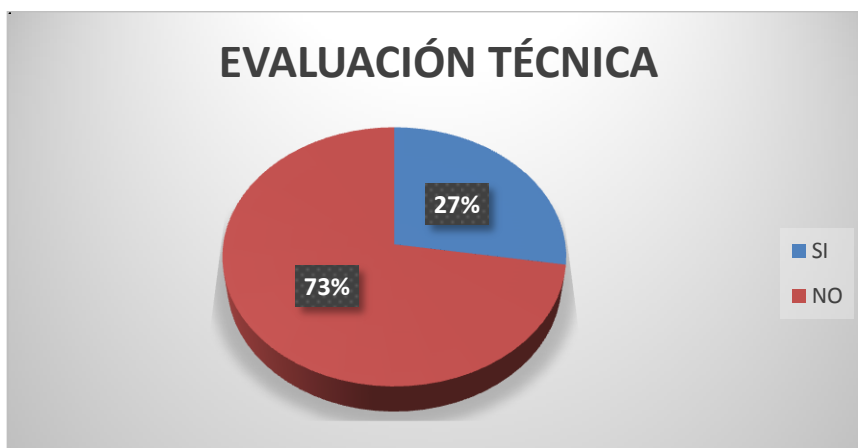
**Tabla N° 08 EVALUACIÓN TÉCNICA**

| Alternativa | Frecuencia | %   |
|-------------|------------|-----|
| SI          | 11         | 27  |
| NO          | 29         | 73  |
| Total       | 40         | 100 |

Fuente: La encuesta

Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo

**Gráfico N° 38 EVALUACIÓN TÉCNICA**



Fuente: La encuesta

Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo

### **Análisis**

Indican el 27% que si realiza una evaluación técnica antes de la práctica deportiva, el otro 73% restante manifiesta que no.

### **Interpretación**

La gran mayoría de los encuestados indican que si realizan una evaluación técnica antes de la práctica deportiva, ya que es parte de la seguridad de la práctica del deporte.

5.- ¿La dinámica muscular que efectúa en el deporte es integral?

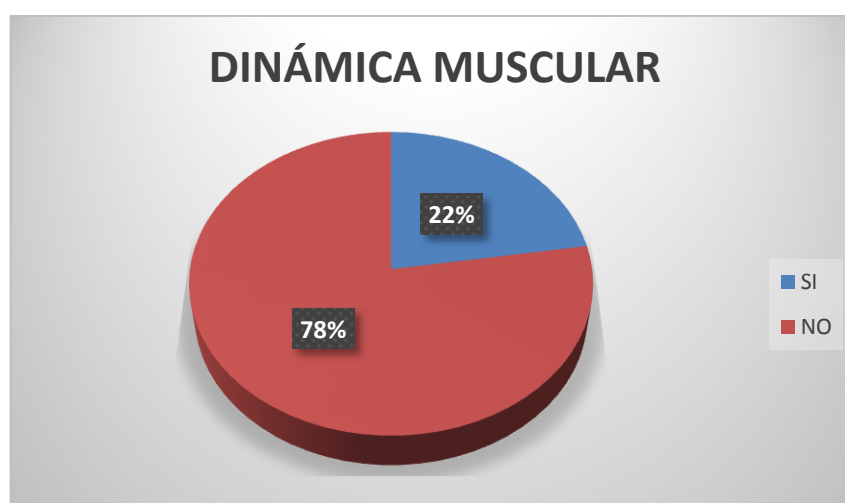
**Tabla N° 09 DINÁMICA MUSCULAR**

| Alternativa | Frecuencia | %   |
|-------------|------------|-----|
| SI          | 9          | 22  |
| NO          | 31         | 78  |
| Total       | 40         | 100 |

Fuente: La encuesta

Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo

**Gráfico N° 39 DINÁMICA MUSCULAR**



Fuente: La encuesta

Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo

### **Análisis**

Los datos de la encuesta determinan, que el 22% de los encuestados manifiestan que la dinámica muscular que efectúa en el deporte si es integral, el 78% declara que no.

### **Interpretación**

Declara la mayoría de los encuestados que la dinámica muscular que efectúa en el deporte, no es integral, lo cual afecta en ocasiones al desarrollo de su actividad deportiva.

6.-¿Según su criterio el pedaleo que efectúa es natural?

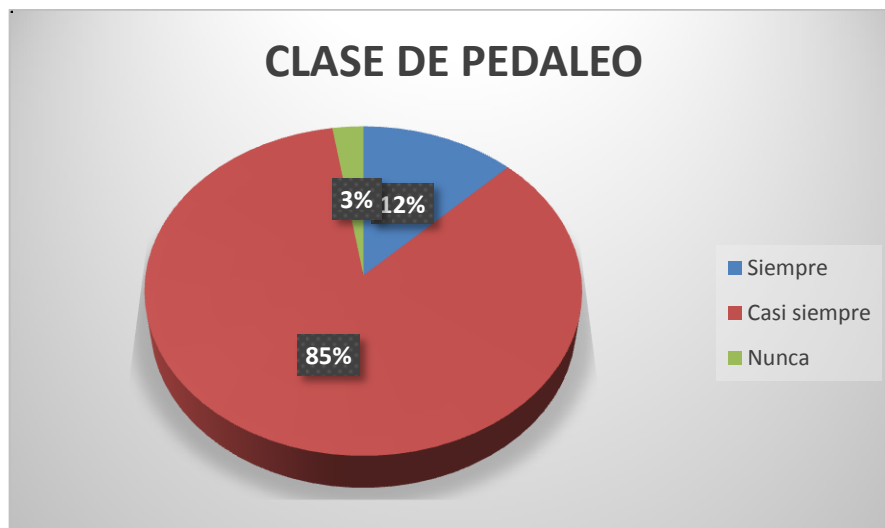
**Tabla N° 10 CLASE DE PEDALEO**

| Alternativa  | Frecuencia | %   |
|--------------|------------|-----|
| Siempre      | 5          | 12  |
| Casi siempre | 34         | 85  |
| Nunca        | 1          | 3   |
| Total        | 40         | 100 |

Fuente: La encuesta

Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo

**Gráfico N° 40 CLASE DE PEDALEO**



Fuente: La encuesta

Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo

### **Análisis**

Indica el 12% que siempre el pedaleo que efectúa es natural, el 85% declara que casi siempre y el 3% dice que nunca.

### **Interpretación**

Por tanto la mayoría de los encuestados declaran que casi siempre el pedaleo que efectúa es natural y todo depende de la zona por donde transite.

7.-¿El movimiento de rodillas y tobillos se sustenta en?

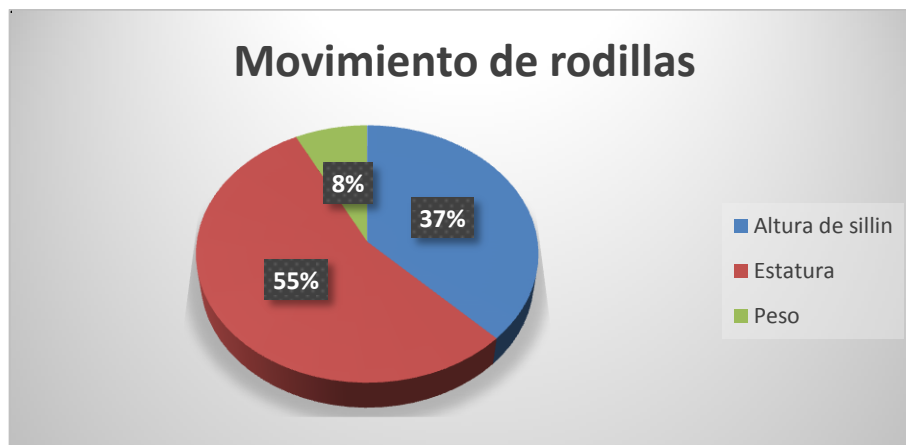
**Tabla N° 11 Movimiento de rodillas**

| Alternativa      | Frecuencia | %   |
|------------------|------------|-----|
| Altura de sillín | 15         | 37  |
| Estatura         | 22         | 55  |
| Peso             | 3          | 8   |
| Total            | 40         | 100 |

Fuente: La encuesta

Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo

**Gráfico N° 41 Movimiento de rodillas**



Fuente: La encuesta

Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo

### **Análisis**

Declara el 37% que el movimiento de rodillas y tobillos se sustenta en la altura del sillín, el 55% manifiesta que estatura y el 37% que depende del peso.

### **Interpretación**

La gran mayoría de los encuestados indican que el movimiento de rodillas y tobillos se sustenta en la estatura de la persona que practica el deporte.

8.-¿La distribución del peso y la aplicación de la fuerza permite un mejor rendimiento en el ciclismo?

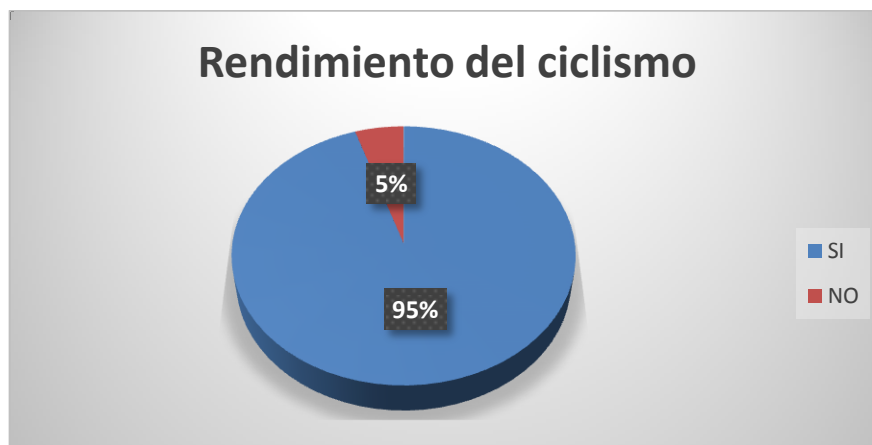
**Tabla N° 12 Rendimiento del ciclismo**

| Alternativa | Frecuencia | %   |
|-------------|------------|-----|
| SI          | 38         | 95  |
| NO          | 2          | 5   |
| Total       | 40         | 100 |

Fuente: La encuesta

Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo

**Gráfico N° 42 Rendimiento del ciclismo**



Fuente: La encuesta

Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo

### **Análisis**

Del 100% de los encuestados, el 95% declara que la distribución del peso y la aplicación de la fuerza si permite un mejor rendimiento en el ciclismo, el otro 5% restante indica que no.

### **Interpretación**

Se evidencia entonces que la gran mayoría de los encuestados declaran que La distribución del peso y la aplicación de la fuerza si permiten un mejor rendimiento en el ciclismo, por ende son vital.



9.-¿El alcance y la altura del manillar le permite?

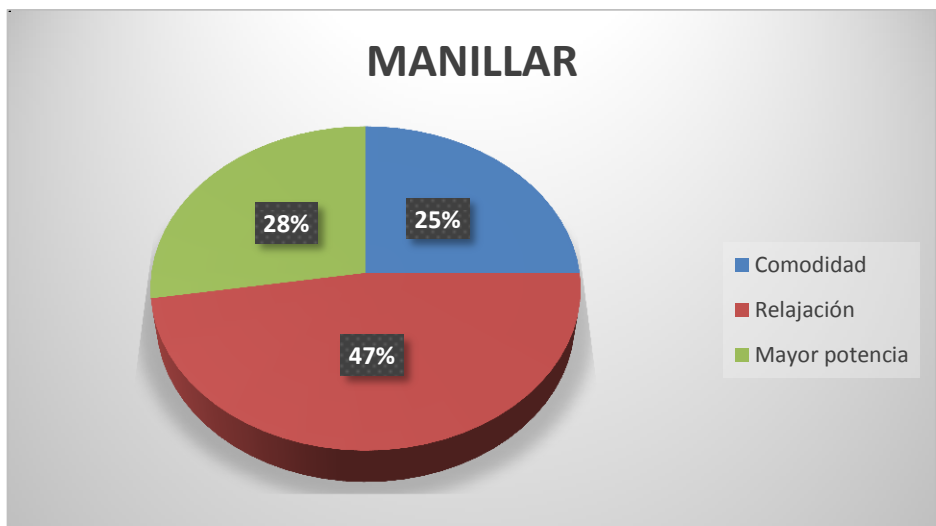
**Tabla N° 13 MANILLAR**

| Alternativa    | Frecuencia | %   |
|----------------|------------|-----|
| Comodidad      | 10         | 25  |
| Relajación     | 19         | 47  |
| Mayor potencia | 11         | 28  |
| Comodidad      | 40         | 100 |

Fuente: La encuesta

Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo

**Gráfico N° 43 MANILLAR**



Fuente: La encuesta

Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo

### **Análisis**

Indica el 25% de los encuestados que el alcance y la altura del manillar le permite comodidad, el 47% declara que la relajación y el 28% manifiesta que genera mayor potencia.

### **Interpretación**

La mayoría de los encuestados indican que el alcance y la altura del manillar le permiten relajación a la hora de practicar el deporte.

10.-¿Cuales el factor que le ayuda a tener mayor mas rendimiento en la práctica del deporte?

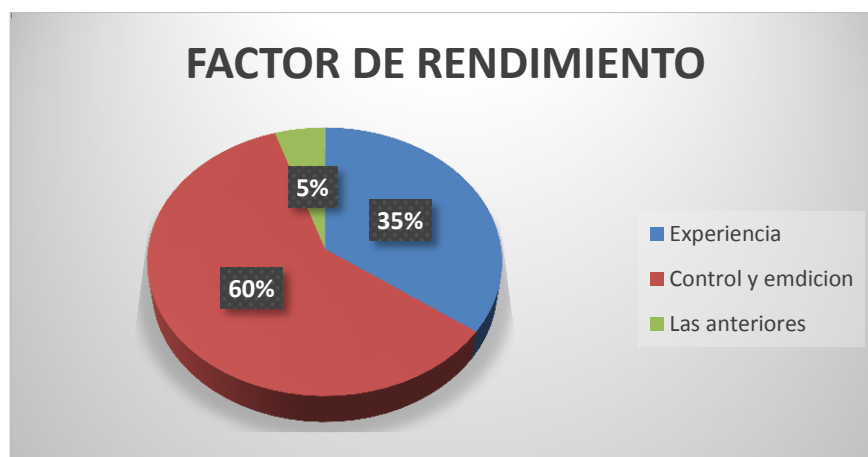
**Tabla N° 14 FACTOR DE RENDIMIENTO**

| Alternativa        | Frecuencia | %   |
|--------------------|------------|-----|
| Experiencia        | 14         | 35  |
| Control y medición | 24         | 60  |
| Las anteriores     | 2          | 5   |
| Comodidad          | 40         | 100 |

Fuente: La encuesta

Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo

**Gráfico N° 44 FACTOR DE RENDIMIENTO**



Fuente: La encuesta

Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo

### **Análisis**

Indica el 35% de las personas encuestadas que el factor que le ayuda a tener mayor mas rendimiento en la práctica del deporte es la experiencia, el 60% dice que control y medición y 5% manifiesta que las anteriores.

### **Interpretación**

Indican la mayoría de los encuestados que el factor que le ayuda a tener mayor mas rendimiento en la práctica del deporte es el control y medición, como factores de un eficiente desarrollo del deporte.

11.-¿Considera importante que exista un análisis biomecánico integral para el ciclista?

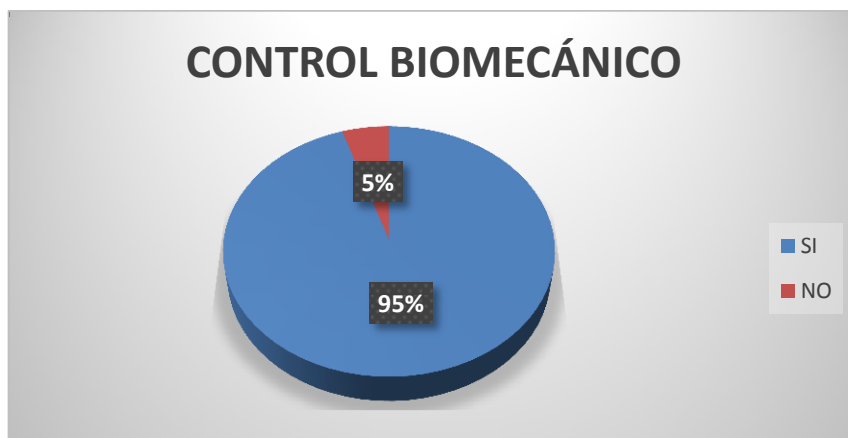
**Tabla N° 15 CONTROL BIOMECÁNICO**

| Alternativa | Frecuencia | %   |
|-------------|------------|-----|
| SI          | 38         | 95  |
| NO          | 2          | 5   |
| Total       | 40         | 100 |

Fuente: La encuesta

Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo

**Gráfico N° 45 CONTROL BIOMECÁNICO**



Fuente: La encuesta

Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo

### **Análisis**

Indica el 95% de los encuestados que si es importante que exista un análisis biomecánico integral para el ciclista, el otro 5% restante dice que no.

### **Interpretación**

De esta manera la mayoría de los encuestados indican que si es importante que exista un análisis biomecánico integral para el ciclista como parte de una seguridad total de la práctica del deporte.

12.-¿Para mejorar su rendimiento deportivo el análisis biomecánico será?

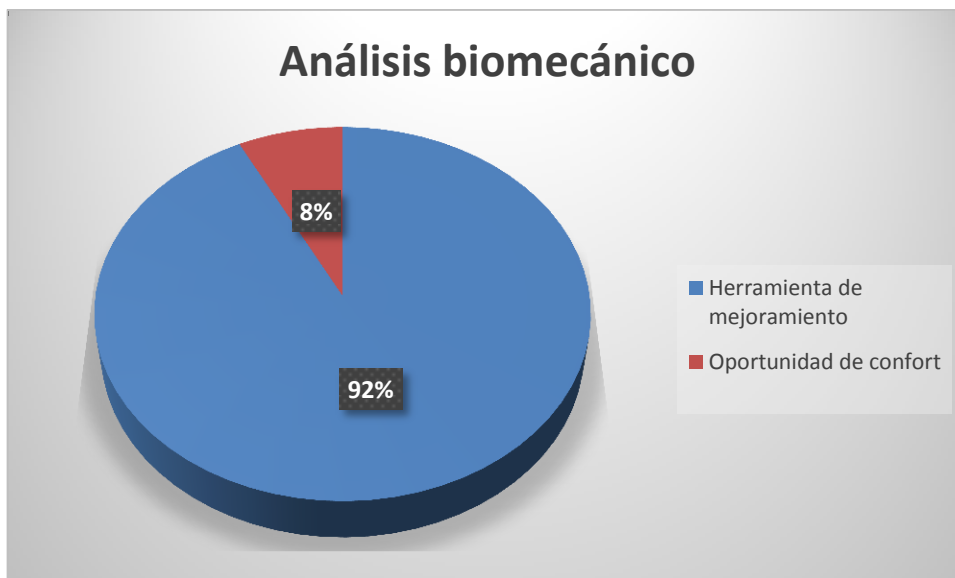
**Tabla N° 16 Análisis biomecánico**

| Alternativa                 | Frecuencia | %   |
|-----------------------------|------------|-----|
| Herramienta de mejoramiento | 37         | 92  |
| Oportunidad de confort      | 3          | 8   |
| Total                       | 40         | 100 |

Fuente: La encuesta

Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo

**Gráfico N° 46 Análisis biomecánico**



Fuente: La encuesta

Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo

### **Análisis**

Indica el 92% de los encuestados, que importante que para mejorar su rendimiento deportivo el análisis biomecánico será una herramienta de mejoramiento, el 8% restante indica que es una oportunidad de confort.

### **Interpretación**

Se determina que la mayoría de los encuestados dicen que será una herramienta de mejoramiento en la práctica del deporte y será parte de un ciclo de cambio.

13.-¿Considera necesario un análisis MTB para mejorar su rendimiento?

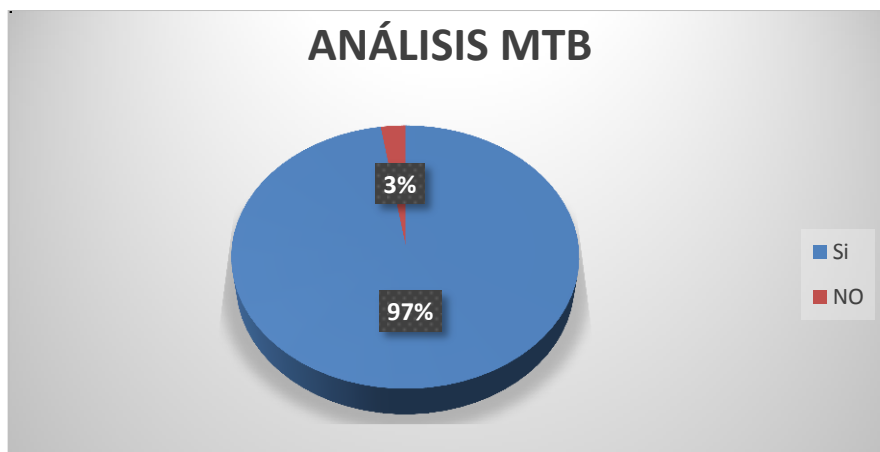
**Tabla N° 17 ANÁLISIS MTB**

| Alternativa | Frecuencia | %   |
|-------------|------------|-----|
| Si          | 39         | 97  |
| NO          | 1          | 3   |
| Total       | 40         | 100 |

Fuente: La encuesta

Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo

**Gráfico N° 47 ANÁLISIS MTB**



Fuente: La encuesta

Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo

### **Análisis**

Dice el 97% de los encuestados que si es necesario un análisis MTB para mejorar su rendimiento, tan solo el 3% manifiesta que no.

### **Interpretación**

Se observa entonces que la gran mayoría de encuestados indican que si es necesario un análisis MTB para mejorar su rendimiento en la práctica del ciclismo.

## 4.2 INTERPRETACIÓN DE LA FICHA DE OBSERVACIÓN

1.- Para el análisis de la eficiente práctica es vital tomar en consideración la

**Tabla N° 18 Análisis de la eficiente práctica**

| Alternativa                  | Frecuencia | %   |
|------------------------------|------------|-----|
| Talla y peso                 | 20         | 50  |
| Perímetro de muñeca          | 12         | 30  |
| Grasa corporal y musculatura | 8          | 20  |
| Comodidad                    | 40         | 100 |

Fuente: Ficha de observación

Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo

**Gráfico N° 48 Análisis de la eficiente práctica**



Fuente: Ficha de observación

Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo

### **Análisis**

El 50% de los deportistas observados indican que para el análisis de la eficiente práctica es vital tomar en consideración la talla y peso, el 30% ha detallado que es importante el perímetro de muñeca, para el 20% grasa corporal y musculatura.

### **Interpretación**

Es un factor importante para la mayor parte de practicantes del deporte, la talla y el peso debido a que son características ergonómicas que sustentan la potencia del pedaleo y entonces así esta relación permita generar un mejor rendimiento.

## Talla y longitud de la biela acorde a factores como:

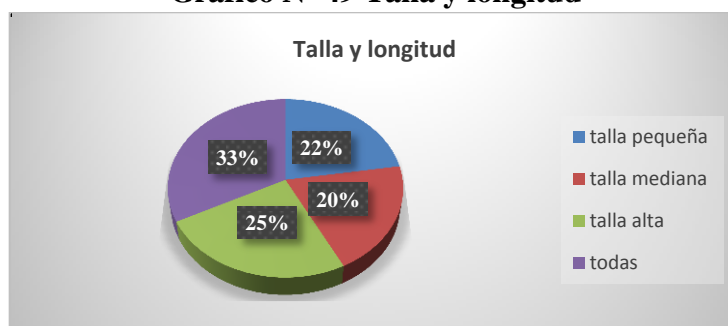
**Tabla N° 19 Talla y longitud**

| Alternativa   | Frecuencia | %   |
|---------------|------------|-----|
| Talla pequeña | 9          | 22  |
| Talla mediana | 8          | 20  |
| Talla alta    | 10         | 25  |
| Todas         | 13         | 33  |
| Total         | 40         | 100 |

Fuente: Ficha de observación

Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo

**Gráfico N° 49 Talla y longitud**



Fuente: Ficha de observación

Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo

## Análisis

En la observación se determina, que para el 22% la talla y longitud de la biela es importante y factores como la talla pequeña, el otro 20% inca que el factor importante es la talla mediana, en tanto que para el 25% de los observados la talla alta es el factor predominante y finalmente el 33% dice que son todas las tallas importantes.

## Interpretación

Un gran número de observados dicen que la talla y longitud de la biela es importante en todas las tallas, debido a que este elemento es la característica complementaria del ciclismo y debe estar en proporción todas las tallas del deportista, de manera que su acople permita un alto rendimiento.

## Ángulo de espalda correcta es importante los siguientes grados

**Tabla N° 20 Ángulo de espalda**

| Alternativa | Frecuencia | %   |
|-------------|------------|-----|
| 25 grados   | 22         | 55  |
| 35 grados   | 18         | 45  |
| Total       | 40         | 100 |

Fuente: Ficha de observación

Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo

**Gráfico N° 50 Ángulo de espalda**



Fuente: Ficha de observación

Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo

### **Análisis**

El 55% de los observados indican que el ángulo de espalda correcta es importante a 25 grados, y el 45% manifiesta que es importante a 35 grados de ángulo de espalda.

### **Interpretación**

La mayor parte de observados indican que el ángulo y la geometría de la bicicleta a 35° permite un mejor acople a la eficiente práctica del ciclismo, lo cual permite una eficiente relación entre el deportista y la bicicleta generando movimientos altamente resistentes a su práctica.



## Ángulo de brazos correcto es a los siguientes grados

**Tabla N° 21 Ángulo de brazos**

| Alternativa | Frecuencia | %   |
|-------------|------------|-----|
| 90 grados   | 15         | 37  |
| 80 grados   | 25         | 63  |
| Total       | 40         | 100 |

Fuente: Ficha de observación

Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo

**Gráfico N° 51 Ángulo de brazos**



Fuente: Ficha de observación

Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo

## Análisis

En el 37% de los deportistas se observa que el ángulo de brazos correcto para ellos es de 90 grados en la práctica del deporte, y el 63% restante declara que el ángulo correcto para ellos es de 80 grados.

## Interpretación

Para un alto número de observados el ángulo correcto de los brazos correcto es a una posición de 8° grados, lo cual permitirá el desarrollo del deporte de manera eficiente debido a que se genera un mínimo esfuerzo en el ciclista.

## Importancia de la posición del sillín en base a elementos como

**Tabla N° 22 Importancia de la posición del sillín**

| Alternativa | Frecuencia | %   |
|-------------|------------|-----|
| Altura      | 8          | 20  |
| Retroceso   | 6          | 15  |
| Angulación  | 7          | 18  |
| Todas       | 19         | 48  |
| Total       | 40         | 100 |

Fuente: Ficha de observación

Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo

**Gráfico N° 52 Importancia de la posición del sillín**



Fuente: Ficha de observación

Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo

### **Análisis**

Se observa que para el 20% de los deportistas la posición del sillín correcta está basada en la altura, el 15% manifiesta que en base al retroceso, en tanto que el 17% está sustentado en la angulación y finalmente el 48% declara que todos estos elementos son importantes en la práctica del ciclismo.

### **Interpretación**

Indican la mayor parte de los observados que se debe tomar en consideración todos los elementos en la posición del sillín, ya que de un eficiente ajuste tanto de la altura, como del retroceso y su angulación permitirá generar una máxima potencia y la carga en el entrenamiento será mínima.

## Importancia de la posición del manillar son de los siguientes grados

**Tabla N° 23 Importancia de la posición del manillar**

| Alternativa    | Frecuencia | %   |
|----------------|------------|-----|
| 38 Y 42 grados | 10         | 25  |
| 43-50 grados   | 30         | 75  |
| Total          | 40         | 100 |

Fuente: Ficha de observación

Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo

**Gráfico N° 53 Importancia de la posición del manillar**



Fuente: Ficha de observación

Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo

### Análisis

En los datos recogidos de la observación, se determina que el 25% da importancia de la posición del manillar a los 38 y 42 grados y el resto de observados que es el 75% dice que 43-50 grados en la práctica del ciclismo.

### Interpretación

Los observados en su mayoría indican que la importancia de la posición del manillar debe estar establecida en una posición de 43° y 50°, ya que esto permite configurar una silueta geométrica apta para la práctica del deporte y lograr eficiencia ciclística en su totalidad.

## Fuerza de pedaleo correcto es en base a las siguientes fuerzas

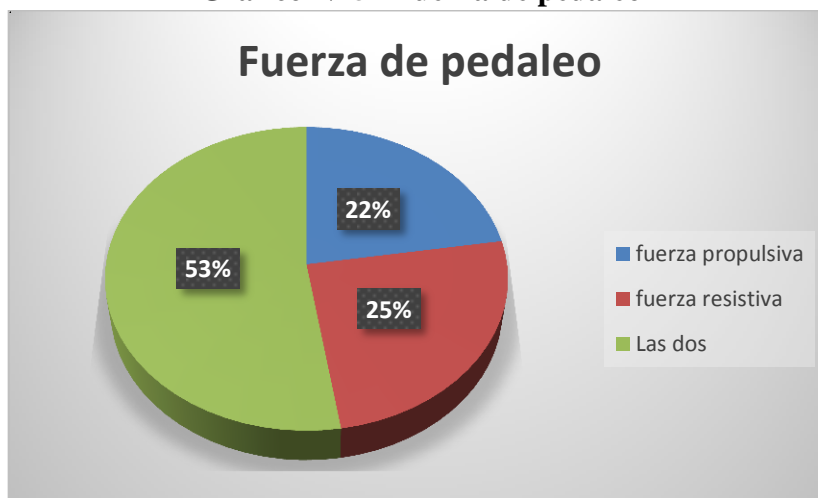
**Tabla N° 24 Fuerza de pedaleo**

| Alternativa       | Frecuencia | %   |
|-------------------|------------|-----|
| Fuerza propulsiva | 9          | 22  |
| Fuerza resistiva  | 10         | 25  |
| Las dos           | 21         | 53  |
| total             | 40         | 100 |

Fuente: Ficha de observación

Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo

**Gráfico N° 54 Fuerza de pedaleo**



Fuente: Ficha de observación

Elaborado por: Santiago Gabriel Carrasco Jaramillo

### **Análisis**

Se determina en la observación que el 22% indican que la fuerza propulsiva es muy importante, el 25% declara que fuerza resistiva genera mayor acoplamiento y el 53% declara que las dos fuerzas son muy importantes.

### **Interpretación**

En la observación se determina entonces que para la mayoría de los ciclistas las fuerzas del pedaleo debe ser integral, es decir se deben utilizar las dos, ya que tanto la fuerza propulsiva y resistiva permitan una fuerza bimotora segura para un alto rendimiento deportivo del ciclista en la ruta.

### **4.3 Conclusiones**

- El análisis biomecánico es el instrumento integral, para el 75% de los deportistas observados, en el cual el deportista debe sustentar su control, ya que ello permitirá una mejor práctica deportiva y el rendimiento sea el óptimo.
- En la investigación se tomó en consideración factores importantes para el 80% como la fuerza, longitud de biela, ángulos de brazos y espalda como parte del análisis biomecánico en la práctica del deporte.
- Es importante para el 80% que en la práctica del deporte y para elevar el rendimiento del ciclista se debe integrar cada uno de los elementos como fuerza, talla potencia de forma segura, lo cual garantiza la práctica de forma competitiva.
- Es importante para el 100% de los deportistas, que se realice un análisis biomecánico al ciclista en el cual se promueva una evaluación integral y sostenida a cada uno de los elementos ergonómicos y de longitud para que la práctica del deporte sea competitiva y el rendimiento deportivo.

### **4.4 Recomendaciones**

- El análisis biomecánico debe mantener factores integrales de medición, el cual permita un control exhaustivo del deportista y entonces poder desarrollar un alto rendimiento.
- Se debe establecer en la práctica del deporte un análisis biomecánico completo, en el cual se delineen los procesos de evaluación de manera que la información permita generar un entrenamiento en el ciclista seguro y garantizado a sus necesidades y potencialidades.
- Para elevar el rendimiento es importante que se genere en el análisis biomecánico un perfil del ciclista de ruta específico a sus requerimientos, con la finalidad de promover un mejor rendimiento competitivo.
- La estructura del análisis biomecánico para el ciclista de ruta debe tomar en consideración cada uno de los factores ergonómicos, de fuerza y longitudinales, con la finalidad de que el rendimiento sea al más alto nivel.

**Cuadro N °01 FICHA DE ANÁLISIS BIOMECÁNICO**

|  |                               |                  |            |
|--|-------------------------------|------------------|------------|
| Institución responsable:                 |                               |                  |            |
| Director del centro de análisis:         |                               |                  |            |
| Dirección:                               |                               |                  |            |
| Teléfono:                                |                               |                  |            |
| 1.- Información general:                 |                               |                  |            |
| Kilómetros recorridos diarios:           |                               |                  |            |
| objetivos:                               |                               |                  |            |
| Clase de molestia al pedalear            |                               |                  |            |
| 2.- Valoración de la posición inicial    |                               |                  |            |
| Posición de partida:                     | Estática                      | Dinámica         |            |
| Estatura                                 | peso                          | altura de sillín |            |
|  |                               |                  |            |
| 3.- Valoración de capacidades físicas    | Flexibilidad                  | Fuerza           | ASIMETRIA  |
|  | Piernas                       | Piernas          | cadera     |
|  | Columnas                      | Core             | rodillas   |
|  | manillar                      | alto             | Tobillo    |
|  |                               | bajo             |            |
| 4.- Ajuste de calas en zapatos           | transmisión de peso metatarso |                  | correcta   |
|  |                               |                  | incorrecta |
|  | grados correctos              |                  |            |
| externo                                  |                               |                  |            |
| neutro                                   |                               |                  |            |
| 5.- Ajuste de la altura de silla         | altura del ciclista           | media de piernas |            |
| 6.-Ajuste del ancho del timón (volante)  | media de hombro a hombro      | Media de espalda |            |
| Temática general que abarca el análisis: |                               |                  |            |
| Tipo de actividad que realiza            |                               |                  |            |

REPOSABLE:

.....

## **Bibliografía**

- 1.** Alvaro NP. La situación de la bicicleta en Ecuador: avances, retos y perspectivas: Friedrich Ebert Stiftung; 2015.
- 2.** Cortés S. Estudio de las variables biomecánicas implicadas en el pedaleo en ciclismo y sus interrelaciones. influencia de la experiencia y el nivel de rendimiento. Valencia;; 2016.
- 3.** Cevallos M. Estudio del rendimiento deportivo en los ciclistas de imbabura entre 15 y 16 años.. Ibarra;; 2009.
- 4.** Bouza J. Comité del deporte. España;; 2010.
- 5.** Nogareda C. Ergonomía Madrid: INSHT; 2008.
- 6.** Suarez GR. Biomecánica Deportiva y control del Entrenamiento Medellín: Funámbulos Editores; 2009.
- 7.** Gutierrez M. Biomecánica y Ciclismo Granada: Universidad de Granada; 1994.
- 8.** Olivito JMC. Biomecánica de la extremidad inferior en el ciclista zaragoza: Archivos de Medicina del Deporte; 2012.
- 9.** Gorostiaga E. Evaluación funcional Navarra: Centro de investigación y medicina del deporte del Gobierno de Navarra; 2008.
- 10.** Barajas R. Análisis de la composición corporal en Colombia Colombia: EFDeportes; 2010.
- 11.** Viru A. Análisis y control del rendimiento deportivo Barcelona: Editorial Paidotribo; 2003.
- 12.** Ramirez MdCP. Caracterización del Entrenador de Alto Rendimiento Deportivo Murcia: Dirección General de Deportes CARM; 2002.
- 13.** Román IR. Los modelos de planificación y programación del entrenamiento en alto rendimiento deportivo; 2012.
- 14.** Calvo AL. Factores Condicionantes del Desarrollo Deportivo Bilbao: Grafidenda; 2010.

15. Bernal C. Metodología de la investigación México : Person; 2012.
16. Hernández R. Metodología de la investigación México: Mc Graw Hill; 2012.
17. Valderrama S. Tutoría de investigación científica Lima: San Marcos; 2010.
18. Briones G. Métodos y Técnicas de investigación para las ciencias sociales México: Trillas; 2012.

### **Citas bibliográficas-base de la uta**

- ELSEVIER: Gómez J, Da Silva M, Viana H, Vaamonde D y Alvero J. La importancia de los ajustes de la bicicleta en la prevención de las lesiones en el ciclismo: aplicaciones prácticas. España: Marzo Edir da Silva Grigoletto; 2008. (ISSN: 1888-7546). <http://www.elsevier.es/es-revistarevista-andaluza-medicina-del-deporte-284-articulo-la-importancia-losajustes-bicicleta-13127530> [17]
- SCIENCEDIRECT: Jakovcevic A, Franco P, Visona M, Ledesma R. Percepción de los beneficios individuales del uso de la bicicleta compartida como modo de transporte. Colombia: Marithza Cecilia Sandoval Escobar; 2015. (DOI: 10.1016/j.sumpsi.2015.11.001). <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0121438115000363> [16]
- ELSEVIER: Medina D. Guía práctica clínica de las Tendinopatías: Diagnóstico, tratamiento y prevención. F. C. España: Mariona Violán, Maica Rubinat; 2010. (ISSN 1886-658). [http://apps.elsevier.es/watermark/ctl\\_servlet?\\_f=10&pident\\_articulo=90180704&pident\\_usuario=0&pcontactid=&pident\\_revista=277&ty=92&accion=L&origen=bronco%20&web=www.apunts.org&lan=es&fichero=2](http://apps.elsevier.es/watermark/ctl_servlet?_f=10&pident_articulo=90180704&pident_usuario=0&pcontactid=&pident_revista=277&ty=92&accion=L&origen=bronco%20&web=www.apunts.org&lan=es&fichero=2)



**ANEXOS**

**Anexo N° 01**

**FORMULARIO DE ENCUESTAS**



**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD**  
**CARRERA DE TERAPIA FISICA**



**FORMULARIO DE ENCUESTAS DIRECCIONADO A LOS CICLISTAS DE RUTA CATEGORIA MÁSTER**

**OBJETIVO:** Recabar información acerca del análisis biomecánico y su impacto en el rendimiento deportivo de los ciclistas de ruta categoría máster de la ciudad de Ambato.

**Contenido:**

1.-¿Cuánto tiempo tiene manejando bicicleta?

De 5 a 10 años

De 10 a 15 años

Más de 15 años

2.-¿Cree UD, que ha mantenido la postura correcta en la práctica del deporte?

Si

No

3.-¿Cuántos días a la semana practicas ciclismo?

De 1 a 3

Más de 3

Todos los días

4.-¿Realizas una evaluación técnica antes de la practica deportiva?

Si

No

5.- ¿La dinámica muscular que efectúa en el deporte es integral?

Si

No

6.-¿Según su criterio el pedaleo que efectúa es natural?

Siempre

Casi siempre

Nunca

7.-¿El movimiento de rodillas y tobillos se sustenta en?

Altura de sillín

Estatura

Peso

8.-¿La distribución del peso y la aplicación de la fuerza permite un mejor rendimiento en el ciclismo?

Si

No

9.-¿El alcance y la altura del manillar le permite?

Comodidad

Relajación

Mayor potencia

10.-¿Cuales el factor que le ayuda a tener mayor rendimiento en la práctica del deporte?

Experiencia

Control y medición

Las anteriores

11.-¿Considera importante que exista un análisis biomecánico integral para el ciclista?

Si

No

12.-¿Para mejorar su rendimiento deportivo el análisis biomecánico será?

Herramienta de mejoramiento

Oportunidad de confort

13.-¿Considera necesario un análisis MTB para mejorar su rendimiento?

Si

No

Dr. Jorge Cárdenas

Lcda. María Augusta Lata

Lcda. Paola Ortiz

Anexo N° 02



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO  
 FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD  
 CARRERA DE TERAPIA FISICA  
 FICHA DE CAMPO DIRECCIONADO A LOS  
 CICLISTAS DE RUTA CATEGORIA MÁSTER



**OBJETIVO:** Recabar información acerca del análisis biomecánico y su impacto en el rendimiento deportivo de los ciclistas de ruta categoría máster de la ciudad de Ambato.

|   |                              |
|---|------------------------------|
| <b>Ficha de observación</b>                               |                              |
| <b>Lugar:</b>   |                              |
| <b>Fecha</b>  |                              |
| <b>Investigador</b>                                       |                              |
| <b>Objeto de estudio</b>                                  |                              |
| <b>Para el análisis de la eficiente practica es vital</b> | talla y peso                 |
|   | perímetro de muñeca          |
|   | grasa corporal y musculatura |
| <b>Talla y longitud de la biela acorde a</b>              | talla pequeña                |
|   | talla mediana                |
|   | talla alta                   |
|   | todas                        |
| <b>Ángulo de espalda correcta es</b>                      | 25 grados                    |
|   | 35 grados                    |
| <b>Ángulo de brazos correcto es</b>                       | 90° grados                   |
|   | 80° grados                   |
| <b>Importancia de la posición del sillín en base a</b>    | altura                       |
|   | retroceso                    |
|   | angulación                   |
|   | todas                        |
| <b>Importancia de la posición del</b>                     | 38° y 42°                    |

|  |                   |
|--|-------------------|
| <b>manillar</b>                        | 43° y 50°         |
| <b>Fuerza de pedaleo correcto es</b>   | fuerza propulsiva |
|  | fuerza resistiva  |
|  | Las dos           |
| <b>Interpretación/valoración final</b> |                   |