



## Aplicando las tecnologías de información para la gestión de deportistas de alto rendimiento

### Applying information technologies for the management of high performance athletes

Ricardo Fuentes Covarrubias<sup>1\*</sup>, Andrés Gerardo Fuentes Covarrubias<sup>2</sup>, Jessica Liliana Fuentes Chávez<sup>3</sup>, Ramón Edgardo Fuentes Covarrubias<sup>4</sup>

<sup>1,2</sup>Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Universidad de Colima, México

<sup>3,4</sup>SBC Tecnologías SA de CV, México

\*Autor de correspondencia: [fuentesr@ucol.mx](mailto:fuentesr@ucol.mx)

**RESUMEN**— La Antropometría es uno de los métodos de la Cineantropometría que se basa en las medidas de perímetros musculares, de diámetros óseos, de pliegues cutáneos, de alturas y longitudes, de peso y de tallas y que funciona como herramienta para las ciencias del deporte, la medicina, la nutrición, entre otras. El objetivo de esta investigación es hallar variables antropométricas que sean representativas y comunes en cada deportista de elite, sabiendo que estas deben diferenciarse según la función dentro del entrenamiento y mantenerse en los equipos con el mejor nivel posible. En este artículo se muestra el desarrollo de un *software* para la Gestión de Deportistas basado en estudios de antropometría. Las tareas principales incluyen el rediseño de interfaces gráficas de usuario y de la base de datos. Se muestra una aproximación del diseño de la aplicación web mediante wireframes.

**Palabras clave**— *Antropometría, Cineantropometría, deportistas, software, web.*

**ABSTRACT**— Anthropometry is one of the methods of kinanthropometry that is based on the measurements of muscular perimeters, bone diameters, skinfold, heights, lengths, weight and size, and works as a tool for sports science, medicine and nutrition, along many others. The objective of this investigation is to find anthropometric variables that are representative and common in each elite sportspeople, knowing that these must be different according to their function within training and must be kept in the teams with the best possible level. In this article, the results of the development of *software* for the Control of Sportspeople are presented, based in anthropometric results. The main tasks include the redesign of user graphic interfaces and the database. An approximation of the design of the web application via wireframes is shown too.

**Keywords**— *Anthropometry, Kinanthropometry, sport people, software, web.*

### 1. Introducción

La composición corporal, la biotipología y la proporcionalidad son los pilares básicos de la Antropometría; este es uno de los métodos de la Cineantropometría que se basa en las medidas de perímetros musculares, de diámetros óseos, de pliegues cutáneos, de alturas y longitudes, de peso y de tallas y que funciona como herramienta para las ciencias del deporte, la medicina, la nutrición, entre otras.

Con base en el *software* computacional desarrollado y pilotado en la Universidad de Colima (U de C) y del cual fue se generó en el año 2009 la versión 1.0, nace la necesidad de implementar nuevas herramientas para un mejor desempeño del deportista. Es de hacer notar que, en la Universidad de Colima, la actividad deportiva es una asignatura obligatoria en todas las carreras y se denomina actividades culturales y deportivas, siendo

acreditada practicando algún deporte y asistiendo a actividades culturales las cuales se registran puntualmente pues son parte de la calificación semestre a semestre.

Este proyecto consta de dos partes importantes, cada una con sus objetivos específicos. Por un lado, lo que se busca es que tanto el deportista como el entrenador tengan un mejor control sobre la alimentación y los entrenamientos, así como los avances del deportista; para dicha implementación se llevará a cabo un estudio de los deportistas denominado Antropometría mencionado anteriormente, y por otra parte retomando las necesidades del sistema y sin dejar a un lado las mejoras de este, está la migración del *software* a una aplicación web con su componente de inteligencia artificial que funcione como un asistente virtual que analice todos los

datos relacionados con los deportistas existentes en una base de conocimientos.

El presente trabajo incluye las siguientes secciones: introducción para ubicar al lector en el contexto del documento, el estado del arte en el cual se realiza un análisis resumido del estado de la técnica del artículo, el contexto actual en donde se indica el punto de partida del proyecto y la problemática encontrada al inicio del mismo, Análisis del sistema actual en donde se realiza una revisión técnica del funcionamiento y operación del sistema actual, la metodología de desarrollo del nuevo sistema tomando en consideración la norma oficial mexicana para el desarrollo de *software* denominada Moprosoft, el desarrollo y resultados finales y las conclusiones finales del trabajo.

## 1.1 Objetivos

### 1.1.1 Objetivo general

Realizar una reingeniería del sistema desarrollado con anterioridad en el cual se llevaba un registro para fines de control administrativo de los deportistas que practicaban un deporte, así como su bitácora de trabajo y en un ambiente monousuario en entorno de red.

### 1.1.2 Objetivos específicos

Generar un nuevo sistema para una plataforma multiusuario.

Utilizar una base de datos distribuidas para el almacenamiento de la información.

Utilizar la información antropométrica de cada deportista para la toma de decisiones en aspectos relacionados con nutrición, entrenamientos y la práctica de cada deporte asociado a los deportistas.

## 2. Estado del arte

La Cineantropometría puede valerse de la Antropometría para estimar por medio de mediciones en las personas su composición corporal, que distingue elementos entre los que se encuentran las masas adiposas, muscular y ósea.

La Cineantropometría tiene como objetivo comprender el movimiento humano en relación con la actividad física, el desarrollo, el rendimiento y la alimentación. Recordando esta definición y utilizando las medidas antropométricas, una de las características que podemos estudiar de los seres humanos es la forma de su cuerpo o somatotipo, que es denominado también biotipo. El hombre está altamente definido

genéticamente, no existiendo actividad física, dieta o cualquier otro procedimiento que pueda alterar ciertos límites impuestos por la naturaleza. Más allá de esto, entre hipotéticos deportistas que posean las mismas características técnicas y funcionales, es comprobable que obtendrán mejores rendimientos aquellos cuyos biotipos los favorezca para la práctica de una determinada actividad como se indica en [1] [2].

La Antropometría es la relación de las partes del cuerpo humano, ya sea del propio sujeto o con sus pares. A lo largo del tiempo se fueron sucediendo modelos conceptuales y teóricos, entre los que se pueden mencionar, el hombre y la mujer de referencia de Behnke (1974) y la estrategia Phantom de Ross y Wilson (1974) que posteriormente fue revisado por Ross y Ward (1982). Fueron creados con una finalidad particular y ofrecen datos numéricos con los cuales se puede comparar a cualquier ser humano como se puede consultar en [3].

Este método fue denominado por ellos mismos, como el sistema del Phantom, que podríamos traducir como "ente imaginario".

El nombre de esta teoría se deriva del método usado para calcular la proporcionalidad. Lo que los autores proponen es una comparación de los resultados obtenidos para cada sujeto o grupo, con respecto a los valores de un modelo teórico o Phantom, que se toma como referencia. Por tanto, este método nos permitirá realizar comparaciones de los individuos o grupos analizados, según sus diferencias proporcionales con respecto a este Phantom.

Aunque este sistema fue diseñado en un principio para estudios de crecimiento, posteriormente se ha aplicado en adultos, a diversas poblaciones deportivas y personas con anomalías cromosómicas. Encontrando incluso tendencias de proporcionalidad específicas para determinadas modalidades deportivas.

En 1974, Ross y Wilson propusieron un nuevo método para el análisis de las proporciones corporales.

Este modelo se obtiene a partir de un amplio número de datos referentes a varones y mujeres, siendo por tanto válido para ambos sexos y cualquier edad. Este método por tanto necesita un referente para realizar las comparaciones entre los individuos y grupos como se muestra en [4].

Además de la composición corporal, existen otros dos pilares básicos en la Antropometría que son la

Biotipología (entendida como la clasificación de los sujetos por su forma o aspecto externo), y la Proporcionalidad (comparación de partes del sujeto entre sí o con otros).

Composición Corporal: encontramos entre los más utilizados modelos de fraccionamiento al de cuatro componentes De Rose y Guimaraes, que estiman los valores correspondientes a las masas adiposas (conformado por la asociación de células que acumulan lípidos en su citoplasma: los adipocitos), muscular, ósea y residual, y al de cinco elementos de Kerr, que predice además el tejido cutáneo o la piel.

Biotipología: esta técnica nos demuestra en escalas numéricas la relación existente entre la endomorfia (componente referido a la tendencia a la obesidad), la mesomorfia (componente relacionado al desarrollo músculo esquelético) y la ectomorfia (componente asociado a la linealidad corporal):

Proporcionalidad: la aplicación más difundida de este aspecto es la estratagema Phantom, donde se utiliza a un modelo de referencia como base de las comparaciones estadísticas lo cual se puede consultar en [5].

Con esta investigación se pretende encontrar variables antropométricas que sean representativas y comunes en cada deportista de élite, sabiendo que estas deben diferenciarse según la función dentro del entrenamiento y mantenerse en los equipos con el mejor nivel posible.

Secundariamente se dispone ofrecer valores para una mayor definición de los prototipos morfológicos propuestos en los entrenamientos, lo cual se refleja en el estudio realizado en [6].

La intención de este trabajo es generar una versión mejorada que permita a los usuarios ver avances tanto en las etapas previas a una competencia, como los resultados logrados e ir teniendo un historial de resultados y asimismo, definir un modelo de proporcionalidad antropométrica para deportistas colimenses, los cuales son la población de estudio a partir de muestras representativas que nos permitan obtener valores ideales para poblaciones específicas como la deportiva de alto rendimiento y, así poder comparar las diferentes variables corporales de un evaluado con las referenciales a alcanzar, para conocer la distancia estadística entre ellas llamada tipificación Z combinada como se detalla en el apartado 5.1.

En síntesis, se pretende generar una aproximación a la búsqueda de las características de los deportistas de élite

que sirva de guía a los demás integrantes del mundo de la actividad física como se muestra en [7] que es un trabajo aplicado a basquetbolistas argentinos y en base a ello poder incidir en esquemas de entrenamiento acordes a cada deportista en función al deporte en el cual pueda tener el máximo de rendimiento y sino cuenta con las características físicas que demanda dicho deporte, emitir las recomendaciones necesarias, para lo cual se agregará una estructura basada en los sistemas expertos a la nueva versión que se genere.

### 3. Contexto actual

Los avances tecnológicos que han surgido durante nuestra actual época han dado un giro a la visión un tanto humana y computacional, tomando en cuenta esto y que durante el desarrollo de la primera versión se detectó que existe la necesidad de introducir técnicas administrativas y tecnológicas que de manera conjunta permitan la revisión del objetivo y control de actividades deportivas por disciplina, de manera permanentes. La versión del *software* que se encuentra operando desde el año 2009, satisface muchas de estas necesidades, sin embargo, es necesario evaluar hasta qué punto contribuye a lograr las metas planteadas por la administración deportiva y corregir las desviaciones del sistema actual, además adecuarlas a la realidad y el avance de las tecnologías a la fecha.

La Dirección General del Deportes de la Universidad de Colima se caracteriza por ser una dependencia que ofrece servicios relacionados con la actividad física y recreativa, a la comunidad estudiantil y a la sociedad colimense. Entre sus metas se encuentran:

Promover en el estudiantado la realización de actividades deportivas y recreativas destinadas a la conservación de la salud del hombre y del fortalecimiento de su cuerpo.

Fomentar el desarrollo del carácter social del universitario para con los integrantes de la sociedad.

Formar y capacitar deportistas en las diferentes disciplinas del quehacer deportivo, así como la formación, capacitación de profesionistas en los terrenos de la medicina deportiva y la investigación.

Establecer las bases para el intercambio deportivo con otras instituciones del país, con el fin de estimular el crecimiento y participación comunitaria en las diversas disciplinas deportivas lo cual se puede consultar en [8].

### 3.1 Análisis del sistema actual

Es de hacer notar que la versión a mejorar “Sistema de Administración de Talentos Deportivos 1.0” el *software* se desarrolló para un sistema bajo entorno de red de área local diseñado y programado en Visual Basic Estudio 6.0 y utilizando una base de datos Access.

En cuanto al entorno de red, se contaba con un servidor con sistema operativo Windows 2000 Server y configurado como intranet a la cual se accedía únicamente en la red de área local del centro de cómputo de la Dirección de Deportes de la Universidad de Colima el cual incluso fue quitado por motivos de remodelación y falta de uso.

En el sistema actual “Sistema de Administración de Talentos Deportivos 1.0”, existía ya el estándar de los registros de los deportistas, la seguridad de la información de los entrenadores, así como la agilidad de los tiempos de procesos, tanto las metas, avances, necesidades y datos de los deportistas los cuales son parte de la base de datos y su estructura se describe a continuación en la tabla 1 y se documenta en la tesis de posgrado descrita en [9] la cual ha sido el punto de partida y aunque se circunscribía a la natación, se trabajaba en un esquema de programación estructurada, mono usuario y en un lenguaje y plataforma en desuso como lo es Visual Fox Pro de Microsoft lo cual es una gran desventaja, pues no fue posible migrar la información y se debió partir su fase de programación desde cero por la incompatibilidad de la base de datos con el nuevo entorno elegido.

**Tabla 1.** Elementos de la aplicación

Nombre	Descripción
Login	Permite acceder al sistema.
Nuevo entrenador	Permite añadir un nuevo entrenador Incluye información personal y de identificación.
Nuevo deportista	Permite añadir un nuevo deportista. Incluye información personal y de identificación.
Registro deportivo	Permite añadir información sobre entrenamientos.
Registro medico	Permite al entrenador llevar un registro médico.
Reporte físico	Permite visualizar los resultados de los deportistas.

Ver formatos	Permite visualizar informes sobre deportistas, actividades y planes de trabajo.
Envío de formatos	Permite enviar formatos mediante correo electrónico.

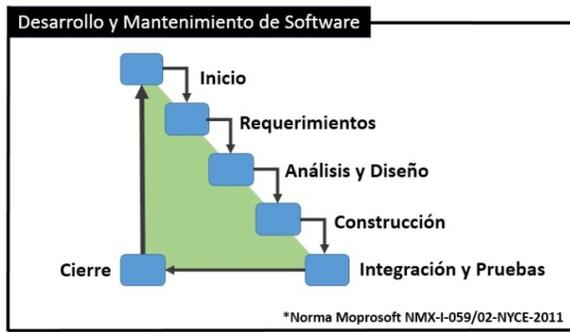
### 4. Propuesta metodológica para optimizar el sistema actual

En esta sección se describe la configuración del *software*, la metodología de desarrollo, la base de datos diseñada y las interfaces de usuario que fueron optimizadas y mejoradas para la nueva versión del sistema.

#### 4.1 Metodología de desarrollo

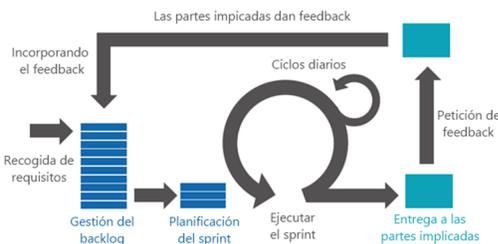
Para este propósito se hizo un estudio de factibilidad entre la metodología en cascada y las actuales, y aunque al inicio del proyecto se utilizó la metodología en cascada para el ciclo de vida, para estar en concordancia con la norma Moprosoft, esta metodología contempla varias etapas las cuales van desde la especificación de requerimientos hasta el aseguramiento de la calidad, dicha norma se ha implementado en México como un esfuerzo del gobierno federal para la generación de *software* de calidad. La figura 1 describe la categoría de proceso Operación, dentro de esta categoría el proceso Desarrollo y Mantenimiento de *software*, establece y realiza las actividades correspondientes al ciclo de vida del *software* para dar cumplimiento a los objetivos de los proyectos y requerimientos especificados los cuales se reflejan en [10].

Es de hacer notar que a diferencia de un sistema *software* tradicional, en la etapa de análisis y diseño se debe de tomar en cuenta el aspecto del análisis del conocimiento y dentro de ella la parte de extracción de conocimiento el cual se obtiene de entrevistas con especialistas, para lo cual se entregó un cuestionario escrito a cada entrenador, se hicieron entrevistas personales y se asistió a los campos y áreas de entrenamiento para tener un mejor entendimiento en el área hacia la cual está enfocado el sistema y poder generar las rejillas de repertorio para la adquisición automática de conocimiento y posteriormente dicho conocimiento clasificarlo e integrarlo a la base de conocimientos del sistema desarrollado.



**Figura 1.** Etapas del modelo de desarrollo en cascada según Moprosoft (imagen tomada con fines ilustrativos de la Norma Mexicana NMX-I-059-/02-NYCE-2011).

Para la fase de actualización del *software* en su versión 2.0 extendida la cual se reseña en este trabajo se utiliza *Scrum* que es parte de las metodologías ágiles, pues era necesario tener una mayor interacción con los usuarios finales, es decir entrenadores y deportistas, siendo su representación gráfica la mostrada en la figura 2, a continuación.



**Figura 2.** Esquemático de la metodología *Scrum* (fuente Agencia Digital Ida Chile).

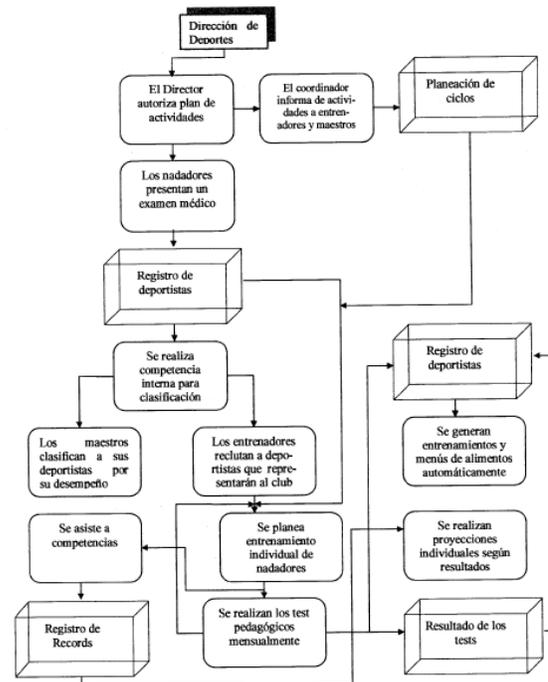
Uno de los motivos por el que se decidió integrar *Scrum* fue la necesidad de tener una mayor interacción con el *product owner* o usuario final. Aunque *Scrum* no es propiamente una metodología como lo es el ciclo de vida el cual es un proceso, o el modelo en Cascada donde se tienen iteraciones por citar algunos, pues según Schwaber, el ciclo de vida en Cascada y el Espiral, cierran el contexto y la entrega al inicio de un proyecto. La principal diferencia entre Cascada, Espiral e Iterativo y las Metodologías ágiles, concretamente el que adopta *Scrum*, es que estos últimos asumen que el análisis, diseño, etc., de cada iteración (o Sprint) son impredecibles.

Lo anterior permite un mayor avance en los tiempos de entrega, la realización de pruebas del sistema y el poder determinar la usabilidad del sistema.

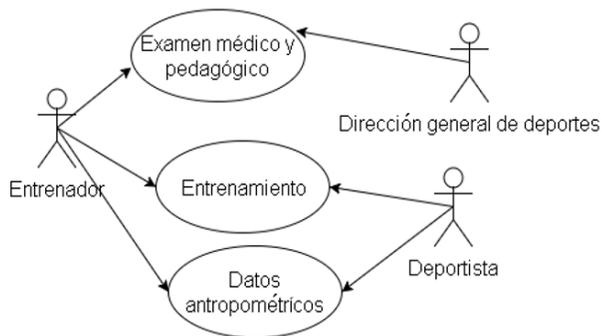
#### 4.1 Descripción de la funcionalidad propuesta

Mediante la interacción personalizada se realizaron dos esquemáticos, el primero se describe en el diagrama de flujo de datos y en el diagrama de casos de uso que describe la funcionalidad del sistema. Esto contempla el análisis de la primera versión del sistema y la migración a una aplicación web. En la figura 3 se muestra el diagrama de flujo de datos para los deportistas de natación. De lo anterior se genera un diagrama de caso de uso que representa el modelo del sistema en el que a nivel general se involucra a 3 actores y 3 casos de uso como se puede apreciar en la figura 4.

El deportista realizará tanto el examen médico como el test pedagógico, posteriormente entrará a una etapa de evaluación o validación, para ver si es aceptado o no, más tarde después de ser aceptado, el entrenador dará de alta al nuevo deportista, indicando a qué deporte es al que ingresa, y sus datos personales. Por lo tanto, solo el entrenador será el que podrá hacer modificaciones y actualizaciones en el sistema, desde los entrenamientos hasta la alimentación (o Menú clasificado por día), y podrá ver los avances y desempeño de sus deportistas, mientras que el deportista solo podrá ingresar al sistema en línea a través del sitio web de la Universidad de Colima para consultar sus entrenamientos, alimentación y avances sin modificación alguna.



**Figura 3.** Diagrama de flujo de datos para natación.

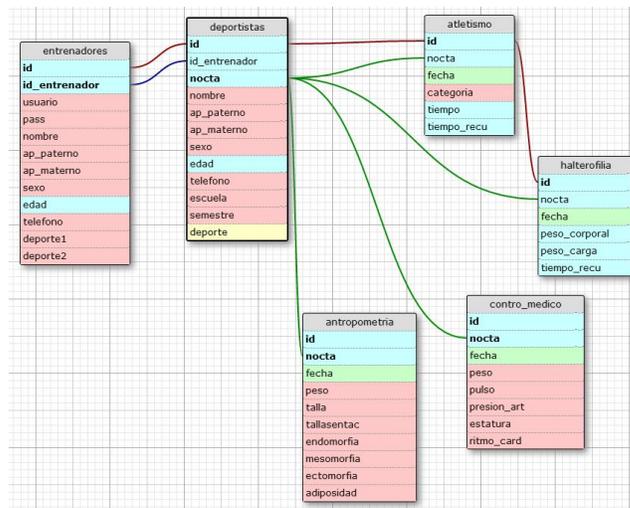


**Figura 4.** Casos de uso del sistema de deportistas de natación.

Entre otras de las tareas de este proyecto, se encuentra la migración del sistema actual a un entorno multiusuario y para el manejo de los datos, dado el incremento del tamaño de la base de datos, así como las variables y los datos mismos, se trabaja a nivel experimental el uso de un entorno relacionado con *big data*. Esto incluye, pero no se limita, al rediseño de las interfaces de usuario y de la base de datos. Lo que se busca principalmente es aprovechar las ventajas de las tecnologías de la información existentes e integrar el trabajo de los entrenadores cuyas áreas de trabajo son dispersas geográficamente pues en el caso de la Universidad de Colima, se cuenta con cinco campus en todo el estado de Colima los cuales incluyen instalaciones deportivas para la práctica de distintas disciplinas deportivas en cada campus.

#### 4.2 Base de datos

El diseño de la base de datos es simple, incluye cuatro tablas: Antropometría, Deporte, Entrenamiento y Deportista. A continuación, se muestran a nivel diseño los campos de cada tabla en la figura 5.



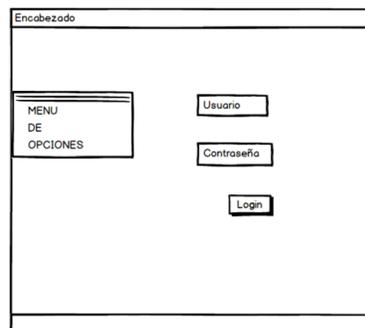
**Figura 5.** Base de datos optimizada con sus respectivas tablas.

En conjunto, la estructura de cada una de las tablas de la base de datos permitirá su correcta clasificación y el fácil acceso a la información.

#### 4.3 Interfaces graficas de usuario

Se utilizaron tecnologías *software* para diseñar las interfaces gráficas de usuario. En este punto el lenguaje de marcas de hipertexto, HTML por sus siglas en inglés, juega un papel importante, pues es la base sobre la que la aplicación web estará construida. Se realizó un diseño de la estructura del sistema mediante *wireframes*, para lo cual se utilizó la herramienta Balsamiq, siendo el diseño del nivel 1 como se muestra en la figura 6 en donde se describe el acceso mediante *login* y *password*.

Adicionalmente se utilizó otra herramienta para el diseño de las interfaces de usuario mediante un esquema IU/UX denominada Axure con el propósito de que la interacción del usuario con el *software* sea lo más amigable posible.



**Figura 6.** Wireframes para login.

Si se desea ingresar y visualizar los datos de cada deportista existe una opción que debe permitir ingresar información que a juicio del entrenador es necesaria dentro de su Kardex electrónico como se muestra en la figura 7 a continuación.

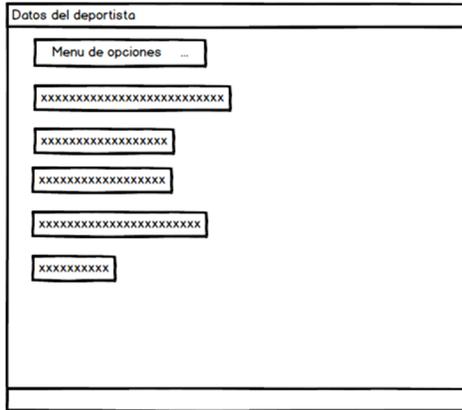


Figura 7. Wireframes para editar y visualizar información sobre deportistas.

Si el entrenador quiere acceder a la información tanto individual como grupal, esta se le muestra en la opción de menú informes y reportes como lo muestra la figura 8 a continuación.

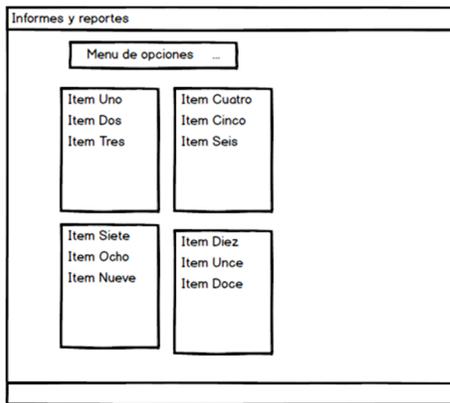


Figura 8. Wireframes para visualizar informes.

#### 4.4 Vistas de usuario

Con los Wireframes generados se procedió a generar las nuevas interfaces de usuario las cuales nos permitieron optimizar el sistema con un mejor manejo de la información mostrada.

Así, en la figura 9 el entrenador hace el registro de información en el sistema.

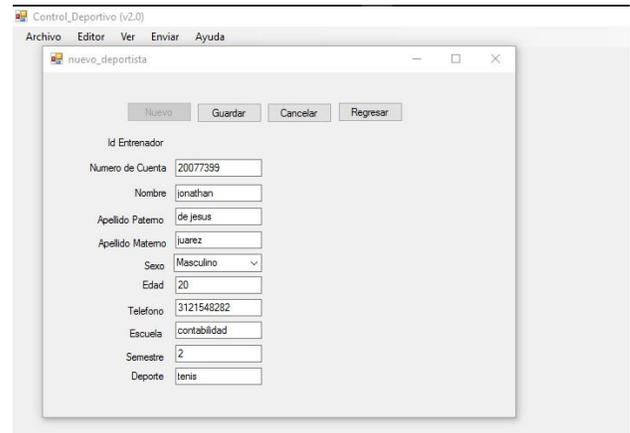


Figura 9. Entrenador - registro de deportistas.

Lleva el control médico de sus deportistas como se muestra en la figura 10.

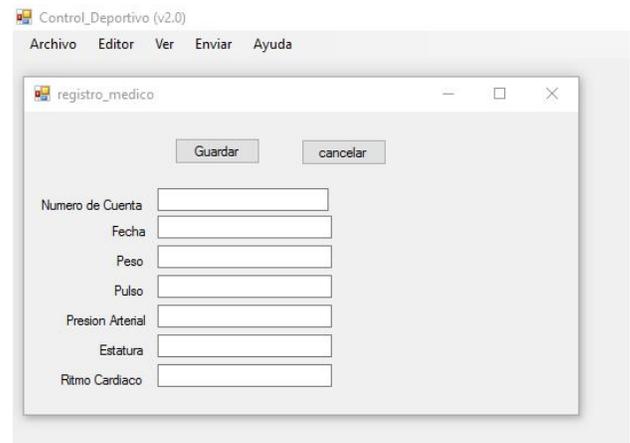


Figura 10. Entrenador - control médico.

Y genera el reporte físico del deportista como se muestra en la figura 11 en donde se muestran al detalle los datos antropométricos de cada deportista.

[Regresar](#)   [Imprimir](#)

**Datos Antropométricos**

nocta	fecha	peso	talla_cm	talla_santado_cm	endormofia	mesomorfa	ectomorfa	adiposidad_pct	adiposidad_kg	muscularidad_pct	muscularidad_kg	sum_6_plegues_mm
20077399	2018-03-13	72.2	178	58	4	6	5	5	32	30	20	20
20077399	2018-03-13	70.9	178	58	3	5	5	5	35.5	29.5	21.5	22.5
20077399	2018-03-13	71.2	178	58	5	5	5	5	38.2	34.6	20.9	21.4

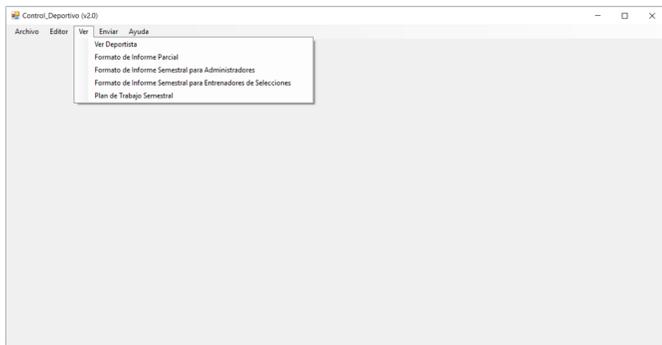
nocta	fecha	adiposidad_reg_superior_pct	adiposidad_reg_media_pct	adiposidad_reg_inferior_pct	area_t_musculo_cm2	sum_hgm2	indice_corazo	indice_osteopor
20077399	2018-03-13	42.3	42.3	48.6	52.4	42.8	52.4	47.5
20077399	2018-03-13	42.8	42.8	50.6	52.4	42.8	55.1	50.2
20077399	2018-03-13	46.3	42.3	48.6	55.6	39.5	54.7	49.8

nocta	fecha	indice_scorpion_ilaco	aritmico_muslo_cm	perimetro_piaras	diametro_hip_femur_cm	diametro_humero_hoyar_cm
20077399	2018-03-13	46.5	56.2	45.8	60.6	
20077399	2018-03-13	37.5	45.2	54.9	49.5	61.6
20077399	2018-03-13	39.5	48.7	50.3	48.0	63.00

Figura 11. Entrenador - registro físico datos antropométricos.

Adicionalmente, se generan una serie de formatos, los cuales son muy útiles durante el proceso de planeación y control como lo son: informe parcial, informe semestral para administradores, informe semestral para entrenadores de selección y el plan de trabajo semestral; los cuales se actualizarán en todo momento (consulte las figuras 12 y 13).



**Figura 12.** Entrenador - formatos de planeación.

Al estandarizar los formularios se pretende lograr las siguientes metas:

1. Estandarizar los registros de los deportistas.
2. Lograr la integridad de la información vertida en los registros de los entrenadores.
3. Automatizar el proceso administrativo y de seguimiento de talentos deportivos.
4. Dotar de un proceso de seguimiento automatizado de parámetros deportivos.
5. Agilizar los tiempos de procesos mediante la automatización del proceso.
6. Incluir datos antropométricos en los procesos de automatización.

Un ejemplo de los informes a llenar para los entrenadores se muestra en la figura 13.

Dichos formatos serán enviados vía correo electrónico a la Dirección de Deportes quien se encargará de procesarlos.

Dirección General de Deportes y Actividades Recreativas  
Departamento de Acreditaciones Deportivas  
INFORME SEMESTRAL PARA ENTRENADORES DE SELECCIONES

Nombre: \_\_\_\_\_

Polideportivo: \_\_\_\_\_

Deporte: \_\_\_\_\_ Categoría: \_\_\_\_\_

**1.- CONTROL PERSONAL**

Nombre del equipo \_\_\_\_\_

No	NOMBRE DEL ALUMNO	No. De cuenta	Escuela	Categoría	Equipo

**2.- METAS/OBJETIVOS**

**3.- ESTRATEGIAS**

**4.- NECESIDADES**

**5.- RESULTADOS**

**6.- COMENTARIOS**

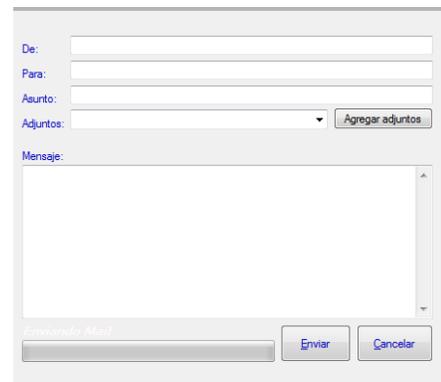
Lugar y Fecha \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Firma del promotor deportivo

**Figura 13.** Entrenador- tipos de informes.

Formulario de envío de reportes que permite a cada entrenador remitir a la Dirección de Deportes la información relacionada con cada deporte (consulte figura 14).



**Figura 14.** Entrenador - envío de formatos de planeación.

## 5. Desarrollos y resultados

Durante el desarrollo del *software* se presentaron una serie de inconvenientes empezando lo relacionado al aspecto técnico pues el servidor de base de datos en el que estaba situada la primera versión de este *software* fue cambiado de servidor de base de datos debido a los

problemas de conexión que tenía y el otro derivado del versionamiento de la plataforma de desarrollo.

Se realizaron 20 encuestas como parte del análisis del sistema actual para igual número de entrenadores y dos más para jefes de departamento habiendo seleccionado para el pilotaje a tres disciplinas: halterofilia, atletismo y natación.

Con lo anterior se realizó la especificación para el nuevo sistema.

Inicialmente se trabajó en la migración al nuevo sistema ya que a los entrenadores se les hacía más complejo que las herramientas que ellos manejaban de manera cotidiana como son formatos en papel y hojas de Excel, pues no se tenía un buen dominio de la tecnología computacional.

Posteriormente conforme se fue desarrollando este sistema se lograron muchos de los objetivos planeados a pesar de los inconvenientes que se presentaban. Como retroalimentación, este sistema ha dejado muchos conocimientos en desarrollo web y bases de datos, así también como de Antropometría y una entera satisfacción de los resultados mostrados.

La realización de este sistema también se ha convertido en un espacio de beneficio para los entrenadores y deportistas involucrados, ya que este sistema está principalmente dirigido a ellos, con el propósito de que se lleve un mejor control de su trabajo en la práctica de la disciplina deportiva que han elegido como materia o para su participación en competencias formales.

La secuencia de imágenes de la 15 a la 17 muestra la versión final del sistema en donde se resalta la generación de interfaces de usuario más amigables.

En la figura 15 por ejemplo, se muestra la interfaz de inicio del sistema mostrando la fachada de la Dirección de Deportes de la Universidad de Colima.



Figura 15. Vista de sistema página principal.

A continuación, en la figura 16, se tiene el acceso al módulo de validación del tipo de usuario que ingresa al sistema.



Figura 16. Vista de acceso al sistema.

En la figura 17, en el módulo de consultas se pueden desplegar los deportistas con sus datos personales, la escuela de procedencia y el deporte practicado.



Figura 17. Listado de deportistas.

Por último, en la figura 18, se puede hacer una consulta de los datos de entrenamiento por deportista, sus estadísticas en forma gráfica y su evolución en la práctica de su deporte desde el inicio hasta su situación actual.



Figura 18. Datos de entrenamiento por deportista.

### 5.1 Modelo de proporcionalidad antropométrica propuesto para pilotaje en la Universidad de Colima

Se consideró la implementación del método del Phantom descrito en el apartado 2 de este trabajo y el cual consiste en la transformación de las variables originales en puntuaciones Z.

Este método se considera una referencia que permite realizar comparaciones entre un sujeto y otro o entre un sujeto y una población de referencia sin tomar en cuenta un sexo o género en particular. Se toma en consideración varias medidas antropométricas para tomarlas como punto de partida, aunque no son obligatorias y pueden variar, La mayoría de los autores toman estos valores como una constante siendo estos: altura 170.18 cm, peso 64.58 kg y porcentaje de grasa corporal 18.87% representados por la ecuación (1) a continuación:

$$Z = 1/s (V (170,18 / E)d - P) \quad (1)$$

Donde:

Z= El valor de la variable transformada en el Phantom el cual es un resultado de proporcionalidad.

S= Desviación estándar que propone el modelo para la variable estudiada.

V= Valor obtenido de la variable estudiada.

E= Valor obtenido para la estatura.

P= es el valor Phantom para la variable (V) 170.18: Constante de proporcionalidad para la estatura en el modelo Phantom.

d= Exponente dimensional, que permite la linealización de las variables.

1) d=1 para las longitudes, diámetros, perímetros y pliegues de grasa.

2) d=2 en las superficies corporales o en las áreas transversales.

3) d=3 en el peso y otros volúmenes corporales.

El instrumental que se utiliza para la recolección de datos es: báscula, tallímetro, lipocalibre, parquímetros de diámetros óseos pequeños, cinta métrica, plicómetro o compás de pliegues cutáneos, entre otros. Para el registro de los datos antropométricos se utiliza un formato propuesto en [11] mostrado a continuación en la figura 19.

Nombre y Apellido		Evaluación N°:			
Fecha de evaluación:		Sexo (Var:1; Muj: 0):			
Fecha de Nacimiento:		Menstruación:			
Antropometrista/evaluador:		Anotador:			
Medicinas básicas		Toma 1	Toma 2	Toma 3	Promedio/Mediana
1	Peso Corporal (kg)				
2	Talla (cm)				
3	Talla sentado (cm)				
4	Envergadura (cm)				
<b>Pliegues cutáneos (mm)</b>					
5	Subescapular				
6	Tricipital				
7	Bicipital				
8	Supracrestal o cresta iliaca				
9	Supraespinal o suprailiaco				
10	Abdominal				
11	Muslo anterior				
12	Pierna medial				
	Otros:				
<b>Perímetros (cm)</b>					
13	Brazo relajado				
14	Brazo flexionado y contraído				
15	Muslo medial				
16	Pantorrilla				
17	Cintura				
18	Cadera				
	Otros:				
<b>Diámetros (cm)</b>					
19	Humero				
20	Muñeca				
21	Fémur				
	Otros:				

\*Medidas del perfil restringido (ISAK nivel 1).

Figura 19. Proforma antropométrica básica.

### 6. Conclusiones y trabajos futuros

Con la actualización de la plataforma informática se pretende que cada entrenador tenga un mejor control y seguimiento de la evolución de sus deportistas sin perder de vista la planeación de ciclos de competencia individualizada.

Se generarán entrenamientos para cada tipo de deportista en función de su antropometría muy particular, independientemente de su edad, sexo y categorización o logros en su deporte, pues estos últimos son consecuencia del seguimiento que se le dé a cada atleta.

Le permitirá al grupo de trabajo definir menús de alimentación personalizados para garantizar que sus deportistas cuentan con el aporte energético necesario para cumplir con las exigencias del entrenamiento.

Permitirá a los entrenadores controlar los registros médicos de sus deportistas y llevará un registro pormenorizado de todas las enfermedades para poder determinar el nivel de exigencia o tipo de preparación a llevar a cabo antes de una competencia.

Registrará las pruebas pedagógicas para que la definición de los tipos de entrenamientos tenga una base científica y sean adecuados a cualquier cambio en el desempeño del deportista.

Realizará proyecciones de las evoluciones o desempeño de cada deportista y poder usar esto con fines motivacionales.

Este proyecto ha sido un aporte importante en la formación de estudiantes de ingeniería, les ha permitido conocer un aspecto práctico de las ciencias de la computación y su aplicación en el deporte, pues se han vinculado desde la parte inicial relacionada con el conocimiento del estado del arte, las etapas del desarrollo de un sistema inteligente y su uso en un aspecto social, el cual incluso puede impactar en la economía de una región, pues puede propiciar una forma de vida y por qué no, una profesión muy rentable si se aplican los conocimientos adecuados a cada deportista.

Los estudiantes vinculados al proyecto han conocido cada una de las etapas del sistema, cómo está conformado y qué tipo de información debe ser depurada para incorporarla en cada disciplina deportiva.

Al inicio del proyecto, el propósito principal era hacer la actualización del sistema desarrollado en el año 2009, documentada en la tesis de licenciatura [12], lo cual se logró al concluir el proyecto usando el entorno de Visual Studio .Net. Sin embargo, el alcance del proyecto excedió lo planteado al inicio, ya que al término de la investigación se logró el objetivo principal desarrollando un sitio web el cual se encuentra en su pilotaje montado en una nube híbrida que integra una página web dinámica en ASP.NET que administra una base de datos SQL con

la información necesaria para el entrenador, el deportista y la institución.

En lo particular se observaron algunos detalles: para que el doctor y el entrenador lleven un control adecuado, se requiere tener un amplio conocimiento de entrenamientos y rutinas a realizar, que los deportistas puedan ver su rendimiento, condición física, programar la rutina que les corresponde hacer cada día en función a un plan de trabajo, masa muscular actual y a desarrollar, así como las metas a lograr en un periodo de entrenamiento determinado por las competencias en las cuales se va a participar.

Se considera que el producto final cumple su objetivo y se podría utilizar en diferentes instituciones (Universidad de Colima e INCODE), resulta de gran interés abordar el tratamiento del control de los deportistas de más alta calificación mediante diferentes formas, desde una perspectiva más racional y sobre bases verdaderamente físicas, lo cual asegura un nivel altamente cualitativo del control actual de entrenamiento hacia los deportistas registrados anteriormente [13].

Actualmente el sistema se encuentra en su etapa de pilotaje, se le realizan pruebas de sistema con datos reales y de los resultados obtenidos en competencia dependerán las futuras actualizaciones, las cuales estarán sujetas al seguimiento puntual que se le dé por parte de entrenadores y deportistas, por lo que aún no se cuenta con datos concluyentes respecto a la evolución de los deportistas, aunque si se tienen respecto a la utilización de la plataforma computacional desarrollada.

Las interfaces del sistema tienen un entorno gráfico y son fáciles para su lectura y uso.

En una tercera etapa del proyecto se pretende incorporar un módulo de sensorica y de circuitería electrónica lo cual está fuera del alcance del presente documento para alimentar al sistema con datos de cargas de esfuerzo realizadas en laboratorio. Se pretende, además, iniciar el diseño de un sistema experto con el fin de generar una base de conocimiento que contenga los datos de los deportistas clasificados por disciplina y las aportaciones de la mayoría de los entrenadores que puedan ser incorporados al proyecto y sean receptivos a utilizar el *software* con el fin de poder realizar un pilotaje más completo, utilizando competencias nacionales como la olimpiada universitaria.

Otro aspecto por considerar es que en fecha reciente se ha vinculado a la empresa SBC Tecnologías la cual

cuenta con un convenio con la Universidad de Colima con el propósito de analizar la factibilidad comercial del proyecto y que ello permita allegarse de recursos económicos que garanticen que cuando concluya, tenga un impacto social, sea redituable y sobre todo que exista un vínculo entre la academia y el sector productivo.

## 7. Referencias

- [1] Esparza Ros F. “Manual de Cineantropometría”. España. Editor Científico. Grupo Español de Cineantropometría (GREC) FEMEDE. 1993.
- [2] Cabañas MD, Esparza F. “Compendio de Cineantropometría”. (2009) Madrid: CTO Editorial.
- [3] Cristian Iriarte “Alto Rendimiento Deportivo” [En línea]. Available: <http://www.cristianiriarte.com.ar> [Último acceso: 15 marzo 2018].
- [4] Garrido Chamorro Raúl Pablo, González Lorenzo Marta, Isabel Expósito Coll, Garnés Ros Ana Félix, “Valoración de la proporcionalidad mediante el método combinado. Estudio realizado con 873 futbolistas “[En línea]. Available: <http://www.efdeportes.com/efd81/combina.htm> [Último acceso: 15 marzo 2018].
- [5] Gris GM, Dolce PA, Giacchino DE, Lentini NA. “Estudio somatotípico en la población activa de Argentina”. *Apunts Medicina de l'esport*; 2004, (39) 144:35-40.
- [6] MAC DOUGALL, J. D., WENGER, H. A., GREEN, H. J. “Evaluación fisiológica del deportista”. (1995). pp. 15-470. Editorial Paidotribo. Barcelona, España.
- [7] Lentini, N. A., Verde, P. “Análisis antropométrico y funcional del basket argentino”. *Revista Argentina de Medicina del Deporte*, 1991; vol. XIV n° 45: 37-52.
- [8] “Sitio de Internet de la Dirección General de Deportes y Actividades Recreativas de la Universidad de Colima”, [En línea]. Available: <https://portal.ucol.mx/deportes> [Último acceso: 15 marzo 2018].
- [9] González Porfirio, Fuentes C. Ricardo, “Sistema administrador de talentos deportivos”. Tesis de Maestría en Computación, Universidad de Colima. 2002.
- [10] NYSE, «Moprosoft.» [En línea]. Available: <https://www.nyce.org.mx/moprosoft-nyce/>. [Último acceso: 12 abril 2018].
- [11] Garrido Chamorro Raúl Pablo, «Protocolo de medición antropométrica en el deportista y ecuaciones de estimaciones de la masa corporal» [En línea]. Available: <http://www.efdeportes.com/efd174/protocolo-de-medicion-antropometrica-en-el-deportista.htm> [Último acceso: 15 marzo 2018].
- [12] Juan Carlos Mendoza Luna, Alejandro Rafael Rodríguez Sánchez, “Desarrollo de Tecnologías de Información para Deportistas”, primera versión del *software* utilizado en la U de C. 2007.
- [13] Fuentes Covarrubias Ricardo, Fuentes Covarrubias Andrés Gerardo “Sistema de monitoreo asistido por computadora para proyectos de gestión para deportistas del estado de Colima”. Reporte técnico, Universidad de Colima. 2010.