

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE

Departamento de Procesos Tecnológicos e Industriales

Sustentabilidad y tecnología

PROYECTO DE APLICACIÓN PROFESIONAL (PAP)

Biomecánica de natación



**ITESO, Universidad
Jesuita de Guadalajara**

**4F04 - PAP PROGRAMA PARA MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD,
PRODUCTIVIDAD Y LOGISTICA EN LA INDUSTRIA REGIONAL**

Biomecánica de natación

PRESENTAN

Programas educativos y Estudiantes

Lic. en ingeniería mecánica Pablo Chacón Santana

Lic. en ingeniería mecánica Elías Salvador López Islas

Lic. en diseño José Antonio Soto Bribiesca

Profesor PAP: Dra. Yolotxochitl Ramírez García y Dra. Ramona Beatriz Alemón
Galindo

Tlaquepaque, Jalisco, 16 de mayo de 2022

ÍNDICE

Contenido

REPORTE PAP	2
Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional	2
Resumen	0
1. Ciclo participativo del Proyecto de Aplicación Profesional.....	0
1.1 Entendimiento del ámbito y del contexto	1
1.2 Caracterización de la organización	2
1.3 Identificación de la(s) problemática(s).....	3
1.4. Planeación de alternativa(s).....	3
1.5. Desarrollo de la propuesta de mejora	4
1.6. Valoración de productos, resultados e impactos	10
1.7. Bibliografía y otros recursos	24
1.8. Anexos generales	25
2. Productos	26
3. Reflexión crítica y ética de la experiencia.....	27
3.1 Sensibilización ante las realidades	28

REPORTE PAP

Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional

Los Proyectos de Aplicación Profesional (PAP) son experiencias socio-profesionales de los alumnos que desde el currículo de su formación universitaria- enfrentan retos, resuelven problemas o innovan una necesidad sociotécnica del entorno, en vinculación (colaboración) (co-participación) con grupos, instituciones, organizaciones o comunidades, en escenarios reales donde comparten saberes.

El PAP, como espacio curricular de formación vinculada, ha logrado integrar el Servicio Social (acorde con las Orientaciones Fundamentales del ITESO), los requisitos de dar cuenta de los saberes y del saber aplicar los mismos al culminar la formación profesional (Opción Terminal), mediante la realización de proyectos profesionales de cara a las necesidades y retos del entorno (Aplicación Profesional).

El PAP es un proceso acotado en el tiempo en que los estudiantes, los beneficiarios externos y los profesores se asocian colaborativamente y en red, en un proyecto, e incursionan en un mundo social, como actores que enfrentan verdaderos problemas y desafíos traducibles en demandas pertinentes y socialmente relevantes. Frente a éstas transfieren experiencia de sus saberes profesionales y demuestran que saben hacer, innovar, co-crear o transformar en distintos campos sociales.

El PAP trata de sembrar en los estudiantes una disposición permanente de encargarse de la realidad con una actitud comprometida y ética frente a las disimetrías sociales. En otras palabras, se trata del reto de “saber y aprender a transformar”.

El Reporte PAP consta de tres componentes:

El primer componente refiere al ciclo participativo del PAP, en donde se documentan las diferentes fases del proyecto y las actividades que tuvieron lugar durante el desarrollo de este y la valoración de las incidencias en el entorno.

El segundo componente presenta los productos elaborados de acuerdo con su tipología.

El tercer componente es la reflexión crítica y ética de la experiencia, el reconocimiento de las competencias y los aprendizajes profesionales que el estudiante desarrolló en el transcurso de su labor.

Resumen

En el último siglo se ha notado de manera significativa el progreso de la técnica de nado en los atletas y esto se debe a estudios científicos que han aportado para la evolución de la técnica países como Holanda, Alemania, España y E.U.A. Desde hace varios años estos países brindan a los atletas de natación estudios biomecánicos para mejorar su técnica de nado, mientras tanto en México, según nuestro conocimiento se proporciona poco apoyo para los atletas que quieren mejorar su rendimiento para llegar a competir en eventos internacionales como las olimpiadas.

El presente trabajo tiene como objetivo presentar un proyecto que apoye a la mejora del rendimiento de estos atletas. El proyecto propuesto “biomecánica de natación” se encarga de monitorear y analizar principalmente los movimientos y procesos que hace el cuerpo humano para lograr desplazarse en medio acuático.

El proyecto consiste en un estudio que analiza y compara en el tiempo la técnica de nado mediante sensores de movimiento, los cuales arrojan simulaciones 3D en forma de avatares y datos de posición y movimiento de diferentes regiones de interés (por sus siglas en inglés ROI, Regions of Interest) en el cuerpo humano, siendo estas zonas las de importancia para este estudio: muñecas, brazo, pecho y cintura. Además, se complementa el análisis de movimiento con el software KINOVEA™ para la medición de datos biométricos de los participantes y el análisis e interpretación de vídeos tomados durante las sesiones de evaluación.

La metodología propuesta para este estudio se divide en 2 sesiones: en la primera sesión el sujeto se le realiza un examen de flexibilidad el cual proporciona datos biométricos más específicos. El sujeto realiza 4 ejercicios diferentes, hiperflexión de hombros, el segundo será extensión de hombros, el tercer será flexión plantar de tobillos y el último ejercicio consiste en flexión de tronco. Posteriormente, se recolectan los datos en tierra colocándose los sensores en los ROI, se miden y registran datos morfológicos del sujeto, el sujeto simula el tiempo o brazadas promedio en 25 y 50 metros, se obtienen datos de movimiento. En la sesión dos se realiza el mismo proceso, pero ahora en el agua y el atleta nada 25, 50, 200 y 2,000 m. Se registran los datos obtenidos en el arranque y en el final de las distancias arriba mencionadas, se analizan, se grafican y realizan cálculos de velocidad. El estudio se realiza periódicamente de acuerdo al avance del dominio o cambios de la técnica de nado y el entrenamiento del sujeto. Se propone inicialmente hacer el estudio en la técnica de Crol cada 3 semanas para poderlo correlacionar con el desarrollo aeróbico del atleta. Los resultados de la investigación se presentan en graficas comparativas de cada sujeto, así como la interpretación de los datos obtenidos, donde se evalúan los cambios de velocidad del sujeto, los cambios en posición de la cadera y los ángulos de las brazadas. Los reportes comparativos obtenidos mejoran la técnica de nado y aportan información tangible para evaluar los cambios en la técnica y en el entrenamiento del nadador que impactan en su desempeño y rendimiento durante el nado.

1. Ciclo participativo del Proyecto de Aplicación Profesional

El PAP es una experiencia de aprendizaje y de contribución social integrada por estudiantes, profesores, actores sociales y responsables de las organizaciones, que de manera colaborativa construyen sus conocimientos para dar respuestas a problemáticas de un contexto específico y en un tiempo delimitado. Por tanto, la experiencia PAP supone un proceso en lógica de proyecto, así como de un estilo de trabajo participativo y recíproco entre los involucrados.

La finalidad del PAP es poder involucrar en una dinámica de trabajo social responsable, donde nosotros como estudiantes nos desenvolvamos en un ambiente laboral para poder mostrar lo adquirido dentro de la universidad.

1.1 Entendimiento del ámbito y del contexto

De forma notable se puede ver un incremento de récords mundiales en natación en comparación con otros deportes gracias a la evolución de las técnicas de nado. Desde el siglo pasado se ha desarrollado dichos estudios en diferentes países como España, Holanda, Alemania, China y E.U.A.

Según el GIBD (Grupo de investigación en biomecánica deportiva) de la Universidad de Valencia el primer registro que se tiene del primer estudio científico en el ámbito de la natación fue hecho por un alemán Du Bois-Reymond en 1905, “mido la resistencia hidrodinámica pasiva de un nadador arrastrado por una barca y utilizo un dinamómetro donde la fuerza de la resistencia la media un muelle previamente calibrado pero fue hasta 1920 que se demostró por Julius Amar que demostró que la resistencia hidrodinámica estaba relacionada con el cuadro de velocidad” (Belloch, 2013). Consecuentemente se desarrollaron tecnologías, como el traje de baño Speedo LZR racer swimsuit que posiciona los músculos y genera menor resistencia contra el agua, también softwares y dispositivos de posicionamiento y registro de datos en tiempo real como el Nagi Smartpool elaborado en China (Ebene, 2021).

La situación de la natación en México es precaria por no decir nula tanto así que en el 2017 México renunció al mundial de natación por falta de dinero, no organizó el mundial en Guadalajara, Jalisco debido a que no se pudo costear los 100 millones de dólares debido a recortes por la caída del precio del petróleo (El Mundo, 2015).

Analizando a los atletas, la mejor dorsista de nado mexicano Fernanda Gonzalez menciona que desde que entrena en Estados Unidos se siente muchísimo mejor, le cuesta menos trabajo y le encanta, ella dice que cada día es un reto nuevo, le fascina que su entrenador le haga llevar su cuerpo al límite para alcanzar el mejor resultado. Es muy diferente a lo que hacía en México y su mentalidad ha cambiado” (Romo, 2017). Analizando estos dos puntos destacando que en México existe corrupción lo cual limita el apoyo a los atletas es importante mencionar como a inicios del 2022 fue desconocido el presidente Kiril Torodov de la Federación Mexicana por la Federación Internacional de Natación (FINA) y según se menciona por parte de ESPN en septiembre de 2021, un juez en México vinculó a Torodov a proceso acusado de peculado (ESPN, 2022).

Esto demuestra la poca evolución que se ha tenido y la falta de compromiso de parte de ciertas instituciones por el crecimiento de esta misma, la implementación de tecnología se

enfoca más a los deportes de moda y no a todos los deportes por igual, la decadencia de la natación es un problema para los jóvenes atletas de esta disciplina ya que se llega a tener una gran desilusión.

Para obtener el máximo rendimiento en el deporte se requiere del pleno uso de las fuerzas que un atleta posee. Factores como la fuerza, técnica y la resistencia son indispensables para mejorar. El conocimiento teórico representa otro gran porcentaje para el éxito, el saber cómo se realizan las posiciones el poder conocer cuál es el ángulo que darán mayor eficiencia, son datos teóricos que se deben de conocer y por ende ambas situaciones darán a un atleta completo.

La descripción general de la biomecánica de la natación tiene dos factores de rendimiento; la resistencia por el cuerpo durante la natación y la generación de propulsión de agua (Toussaint, 2002).

El estudio de biomecánica de natación tiene como propósito el de aportar datos de movimiento y generar reportes de resultados para atletas y educadores de natación con el fin de que puedan monitorear el rendimiento del desempeño durante el nado. El estudio se realizará para el estilo de crol mediante sensores de movimiento los cuales arrojan simulaciones 3D y datos según se coloquen cada uno de ellos en el cuerpo el atleta. Siendo estas zonas las de importancia para el estudio; muñecas, brazos, pecho, cintura y cuello. El proyecto está conformado por la Dra. Yolotxochitl Ramírez García y la Dr. Ramona Beatriz Alemón Galindo maestras del ITESO y los alumnos de ingeniería mecánica Pablo Chacón Santana encargado de la investigación de sensores, estudio del estado del arte y elaboración del protocolo de investigación así como la carta de consentimiento y documentos necesarios, Elías Salvador López Islas desarrollador de la integración e interpretación de los sensores así como encargado de monitorear las pruebas en los atletas y de licenciatura de diseño se encuentra José Antonio Soto Bribiesca encargado de diseño de imágenes y videos, además manejo del software Kinovea

1.2 Caracterización de la organización

Carril4tro Estadio Náutico & Gym, es un centro integral para el desarrollo y entrenamiento de talentos deportivos como natación, triatlón, entre otros deportes.

El centro cuenta con entrenadores altamente capacitados en natación, triatlón, entrenamiento físico, rehabilitación, nutrición y psicología del deporte.

La alberca es una de las mejores en Guadalajara y en México, olímpica (50x25m), templada entre 28º y 30ºC, filtrada con rayos UV, baja en cloro y cloraminas (calidad avalada por laboratorio), cristalina y recomendada por doctores.

Héctor Rubalcaba atleta que entreno en carril4tro ahora es nadador profesional de México patrocinado por Arena México tiene 2 récords Absolutos Mexicano. El actual nadador de LA Current ha representado a México en las siguientes competencias:

- 29th Summer Universiade 2017, Taipei

- Juegos Centroamericanos, Barranquilla 2018: consiguió tres medallas para la delegación mexicana.
- Juegos Panamericanos, Lima 2019: culminó en la séptima posición en los 200 metros mariposa (2:00.69)
- 15th FINA World Swimming Championships (25m) 2021: se posicionó en el lugar número 10 del mundo en los 400 CI con un excelente tiempo de 4:10.83.

Según la Skills N 'Talents (SNT, 2022)

1.3 Identificación de la(s) problemática(s)

La poca evolución de la técnica de nado ha sido bastante notable en los últimos 50 años, según el comité olímpico internacional indican que, en los juegos olímpicos de 1968 fue el mejor momento de la historia para la natación mexicana, indican que hasta la fecha del 2020 México no se ha vuelto a subir al podio de los Juegos Olímpicos de este deporte (Internacional, 2020).

Analizando esta información y observando como otros países han obtenido en el transcurso de los años el podio dentro de los juegos olímpicos se puede ver cómo es un resultado de la evolución de su técnica, estos países han implementado desde hace varios años la biomecánica de natación, siendo alguno de ellos los pioneros de este estudio (Belloch, 2013). Consecuentemente a falta de estos análisis atletas jóvenes en su fase preolímpica se enfrentan con esta gran problemática de falta de apoyo para mejorar su rendimiento, técnica por lo que México se queda atrás y desafortunadamente atletas con gran potencial no logran estar al mismo nivel que otros competidores de otros países debido a la falta de tecnología y apoyo.

1.4. Planeación de alternativa(s)

Previamente de la selección de los sensores se cotizaron diferentes equipos como cámaras sumergibles con infrarrojos y distintos sensores como Qualisys, Xsens y Vicon. El sistema cotizado por Qualisys que contaba con sistema de 8 cámara, software, sensores, adaptadores su precio por todo el paquete es de 270,000 y el sistema escalonable de 4 cámaras, software, sensores, adaptadores en 120,000 USD. Y los Xsens y Vicon no son sumergibles. Una vez analizados distintos proveedores y equipos se seleccionaron los sensores Wear Notch.

Estos sensores solo soportan 1 metro bajo el agua y para resolver la problemática el equipo se reunió y llegó a la conclusión de realizar el estudio únicamente de la parte superior del cuerpo para con esto evitar que los sensores sobrepasen la profundidad deseada, además se propone que se realice el estudio en el carril para rehabilitación que es de menor profundidad.

Otro tema importante son los trámites necesarios en cuanto el comité de ética por lo que se investiga con diferentes comités, el Comité de ética por parte del Hospital la Misión y el comité del ITESO. Por parte de La Misión nos proporcionaron la información solicitada con los costos y nos dieron acceso a una plataforma donde se ponen a revisión los documentos; el protocolo de investigación, carta de consentimiento informado y manual del investigador.

En cuanto a los permisos por parte de la escuela de natación, se les presenta el proyecto de manera profesional con datos, estado del arte, presentación de beneficios y el resultado planeado y esperado.

1.5. Desarrollo de la propuesta de mejora

MATERIALES Y SOFTWARE

Wear Notches.

- Se cuenta con soporte tecnológico
- 1 año de garantía
- Aplicación “Notch Pioneer” para iOS y Android
- Licencia de desarrollo para Notch SDK.
- Especificaciones de los sensores:
 - Giroscopio - ± 250 , ± 500 , ± 1000 , ± 2000 , ± 4000 dps
 - Acelerómetro - ± 2 , ± 4 , ± 8 , ± 16 , ± 32 g
 - Magnetómetro - ± 4 / ± 8 / ± 12 / ± 16 gauss
 - Frecuencia de muestreo - 5Hz, 10Hz, 20Hz, 40Hz, 50Hz, 100Hz, a 125Hz, 200Hz, 333Hz, 500Hz
- Memoria:

Notches permite grabar datos en la memoria Flash integrada

Frecuencia de muestreo	Capacidad
50 Hz	130 min
500 Hz	13 min
- Comunicación:

Los Notches usan BLE (Bluetooth Low-Energy) para comunicarse con el celular. Los Notches también forman una propiedad, sincronización inalámbrica sensor-network y una interna comunicación.
- Vida de la batería:

Vida	Duración
Modo activo	6 + horas
Modo pasivo	300 + horas
Tiempo de carga	1 hora
- Dimensiones:

Altura: 115 mm
Anchura: 100 mm
Profundidad: 16 mm

- Importante:

Los Notches son resistentes al agua (IP67) hasta el punto de ser a prueba de salpicaduras y sudor. Sin embargo, sumergir los Notches por debajo de 1 metro provocará daños permanentes.

Go pro Max:

- Sumergible hasta 5 m.
- Admite vídeo 4992 x 2496 360°
- Ancho focal de 8.9 mm de ancho.
- Estabilización digital HyperSmooth.
- Resolución de foto hasta 5760 x 2880.
- PowerPano: 6,2 MP.
- Secuencia: vídeo **Max** TimeWarp / vídeo secuencial / foto secuencial.
- Memoria Sandisk 64 GB y lector de tarjetas Ritz Gear.

La cámara GoPro Max es una cámara resistente al agua (5m) que permite grabar en 360 a una resolución de 4k resistente al uso rudo.

Software para captura de datos proporcionado por proveedor Wear Notches:

Este es un sistema 3D de captura de movimiento wearable, creado por el startup con el mismo nombre Notch, Inc. Este sistema de sensores está en principio orientado a entrenadores, atletas, fisioterapeutas y expertos del deporte.

Puede exportar los datos obtenidos seleccionando en la pestaña Biblioteca. Se debe deslizar el dedo hacia la izquierda seleccionando la medida deseada, verá el botón "Exportar". A continuación, el documento CSV se puede compartir utilizando los métodos de uso compartido estándar de su teléfono/tableta. En el dispositivo Android, también puede obtener los archivos exportados en la carpeta /SDCard/notch_library.

Salidas	de	datos	disponibles:
Ángulos			articulares
Posiciones			
Aceleración	del	sensor	local
Giroscopio	de	sensor	local
Aceleración	del	sensor	global
Giroscopio de sensor global			

Software Kinovea:

Kinovea es un software de licencia libre que sirve para hacer mediciones de varios tipos, ya sea alturas, distancias, ángulos, velocidad y movimiento.

Este software fue creado para atletas y actividades de cualquier tipo, como, por ejemplo, fútbol, basquetbol, baseball, natación, escalada o caminata.

Si se edita un video en este software se puede exportar fácilmente en formato MP4 si así se desea.

METODOLOGÍA.

Mediante el uso de sensores de movimiento los cuales se colocan en; muñecas, brazos, pecho, cintura y cuello. Se obtienen simulaciones 3D y datos de posición con los cuales se trabaja para generar reportes de los atletas y su técnica de nado estilo crol. A continuación, se describe el procedimiento.

Es importante señalar que al momento de utilizar los sensores *Wear Notches* para realizar la primera evaluación de ángulos donde se busca obtener los datos de elasticidad del atleta hay que tener sincronizados los sensores con la aplicación móvil. La colocación de los sensores es importante ya que cada uno cuenta con su color distintivo y este determina la posición en la que debe ser colocado, ya habiendo realizado esto se necesita que el atleta permanezca en una posición estable, para que los sensores no marquen algún movimiento mientras calculan el eje X, Y y Z en 0,0,0. Habiendo logrado que los sensores funcionen, estén correctamente posicionados y empiece el conteo de la marca para empezar a recolectar la información, el atleta tendrá que empezar a realizar los movimientos que se necesitan para calcular los ángulos que se buscan, posterior al proceso de recopilación de información, la aplicación proporciona los distintos ángulos que fueron marcando y de la misma manera entregara un avatar en 3D para poder tener una mejor visión de lo que se fue calculando.

Para obtener los ángulos que se buscan obtener del movimiento del atleta al momento del nado, es importante que se tome una primera ronda de práctica, en la cual se verá si el sensor tiene alguna falla, algún movimiento no deseado o si se pierde la conexión, sabiendo esto, poder arreglar cualquier fallo para poder comenzar con la recopilación de información. Habiendo resuelto los problemas que se puedan llegar a presentar, es importante ajustar el tiempo de la aplicación con el tiempo del recorrido del atleta para que no falte o sobre mucho tiempo. Teniendo todos los puntos y pudiendo ya evaluar al atleta la aplicación entregara los ángulos durante el recorrido y un avatar en 3D, el cual representara el recorrido que hizo el atleta.

La metodología a seguir para realizar el estudio se describe a continuación: El sujeto participa en 2 sesiones:

Sesión 1: Recolección de datos iniciales en simulador.

El objetivo principal de esta sesión es simular el proceso de natación de los sujetos con la finalidad de obtener datos de movimientos durante su práctica de ejercicios fuera del agua. Para esto se le colocarán los sensores al atleta en diferentes partes del cuerpo, estas zonas se encuentran en muñecas, brazo, pecho, cadera, cuello y piernas.

Durante esta sesión y previo a la simulación, se medirán y se registrarán los datos morfológicos básicos del sujeto (como altura, peso, longitud de las extremidades superiores e inferiores) y se complementarán con los datos de flexibilidad, la misma flexibilidad será censada conforme a los siguientes ejercicios; Hiperflexión de hombros, Extensión de hombros, Flexión plantar de tobillo y Flexión de tronco. La hiperflexión de hombros consiste en que el deportista se sienta a horcajadas en el banco y coge la pica por delante del cuerpo, a anchura de hombros, extiende los codos por completo y trata de llevar los brazos hacia arriba y hacia atrás en máxima flexión posible de hombros. Cuando llega a su punto máximo de ADM (amplitud de movimiento) sin rebotes finaliza el ejercicio, el segundo será extensión de hombros, el deportista se tumbará boca abajo en el banco, con el cuerpo completamente extendido, la cabeza en la posición lo más alineada y cómoda posible y los brazos extendidos a lo largo del cuerpo, con las palmas de las manos hacia arriba a una anchura de hombros el tercer será flexión plantar de tobillos: el deportista se sitúa sentado en el banco, sin calcetines, con las rodillas completamente extendidas y realiza la máxima flexión plantar posible de tobillos y dedos de los pies, el último ejercicio consiste flexión de tronco: el deportista se sitúa de pie en el banco, casi al borde de este, con las rodillas extendidas y realiza una flexión máxima de tronco, llevando las manos lo más abajo posible hasta aproximar el tronco a las piernas. Las mediciones se realizan mediante los Wearnatches (sensores de movimiento), captando la información y transformándola en un avatar.

Posteriormente el sujeto simulará la técnica de crol o (freestyle) utilizando sensores de movimiento (giroscopio sensor con comunicación con Bluetooth y display en un dispositivo inteligente). El sujeto simulará el tiempo o brazadas promedio en 25 y 50 metros. Se llevará a cabo encima de una mesa, tabla o equipo mecánico donde pueda realizar sin complicaciones ni riesgo la técnica de crol. Mientras el sujeto simula se registran los datos de movimiento obtenidos de los sensores. Se obtendrán los datos necesarios para simular el esqueleto en 3D, los tiempos, frecuencia cardíaca, oximetría de pulso, ángulos de miembros superiores e inferiores y posición de la cadera.

En total, la sesión 1 requiere aproximadamente entre 1 y 1:30 horas.



Fig. 1. Descripción gráfica del procedimiento que se realiza en la sesión 1.

Sesión 2: Recolección de datos durante el nado bajo el agua

El objetivo principal será obtener datos de movimiento durante la simulación de nado, estilo libre (o estilo crol). Para esto se le colocarán los sensores al atleta en diferentes partes del cuerpo, estas zonas se encuentran en muñecas, brazo, pecho, cadera, cuello y piernas. El sujeto nadará utilizando la técnica de nado libre portando sensores en zonas designadas de su miembros superiores e inferiores. El nado se hace bajo el agua cuidando que los sensores no se sumerjan en más de 1 metro de profundidad. El sujeto nadará 25, 50, 200 y 2,000 metros. Las actividades se llevarán a cabo en una alberca donde pueda realizar sin complicaciones ni riesgo la técnica de crol. Mientras el sujeto nada se registran los datos de movimiento obtenidos por los sensores los cuales estarán colocados zonas designadas para medir las variables biomecánicas de interés. Se obtendrán los datos necesarios para simular el esqueleto en 3D, los tiempos, frecuencia cardíaca y oximetría de pulso, ángulos y posición de la cadera.

Después de las pruebas se retirarán los sensores que estarán montados sobre una correa elástica que fueron colocados distribuidos en el cuerpo. Una vez retiradas las cintas elásticas con los sensores se analizará que no exista ningún daño en la piel por fricción.

Durante las siguientes 2 sesiones los analistas que en este caso es el equipo conformado por Juan Pablo Chacón, Elías Salvador López y José Antonio Soto, realizarán las evaluaciones comparativas de los datos obtenidos y presentarán los datos a los entrenadores y personal responsable del rendimiento de los sujetos que participan en la investigación como se describe a continuación.

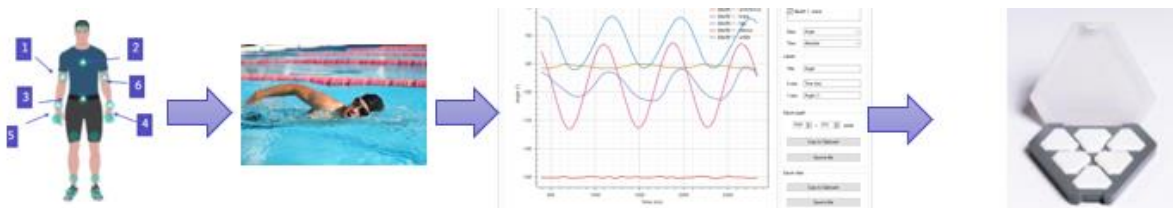


Fig. 2. Descripción gráfica del procedimiento que se realiza en la sesión 2.

Sesión 3: Evaluación comparativa de los datos.

El objetivo principal en esta sesión será el de analizar y graficar los datos obtenidos por los sensores de movimiento y se analizarán los avatares seleccionados en la simulación 3D. Los datos de movimiento que se analizarán serán los siguientes: la acción de miembros superiores (brazos y muñeca), coordinación de miembros superiores (brazos), la acción de los miembros inferiores (piernas y tobillo), coordinación de miembros inferiores (piernas) trayectorias ascendentes y descendentes, así como la amplitud de la patada y la acción lateral de las piernas, la posición de la cadera respecto a la columna vertebral y capacidad aeróbica. Los datos recolectados y analizados proporcionarán información sobre alineaciones de los miembros superiores, inferiores y cadera, coordinación entre brazos y piernas, modelos de respiración, técnicas de mejora del estilo crol, técnica de vuelta, ángulo de viraje. Secundariamente se podrán obtener mediante cálculos matemáticos: velocidades, torques, impulsión y propulsión hacia la superficie, así como velocidad de deslizamiento.

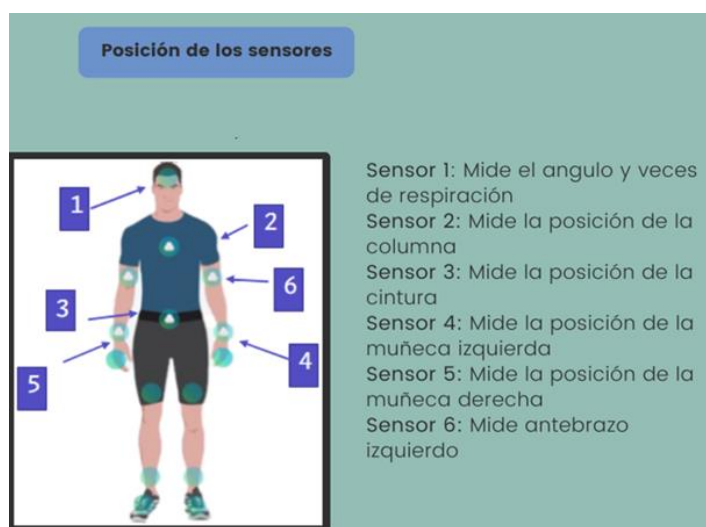


Fig. 3. Descripción gráfica de la posición de los sensores en el cuerpo del atleta.

Se analizará y graficarán los ángulos que existen entre el antebrazo y el brazo al realizar la brazada, así mismo se obtendrá la posición de como entra la mano al agua, el ángulo del jale y la posición de la mano durante empuje. También se analiza la posición de la cadera en todo momento para reportar si el nadador realiza movimientos erróneos los cuales causen una mayor fricción y eviten su desplazamiento. Se hace énfasis en la posición de la cadera (la cual se tiene que evitar que tenga muchos movimientos tipo “S”).

Sesión 4: Presentación de investigación

El objetivo principal será realizar un reporte donde se presenten los datos ya estudiados, organizados y estructurados. Mediante los datos obtenidos en la simulación 3D, cálculos e investigación del estado del arte de la natación se presentará a los entrenadores o educadores de natación y a cada uno de los sujetos un reporte donde se muestran las gráficas comparativas de las variables recolectadas durante la investigación que podrían

ayudarle a mejorar el rendimiento de su desempeño al nadar. Datos que se podrán correlacionar con sus cambios físicos y su capacidad aeróbica.

A lo largo del estudio, se video-filmará y fotografiará a cada participante para documentar la investigación.

Durante la última sesión presencial en carril cuatro, se tuvieron fallos con el sistema operativo de los sensores, el error consistía en que había mucho acero alrededor de los sensores haciendo que la señal de los sensores fuera muy irregular y causara corto al momento de comenzar a recopilar la información. Por ende, no se pudieron continuar con las pruebas de nado y las pruebas de flexibilidad, concluyendo de esta manera el estudio presencial de ese día.

1.6. Valoración de productos, resultados e impactos

RESULTADOS

Se realizaron varias mediciones físicas sobre el perfil de un nadador para determinar las mediciones sobre las técnicas de nado del sujeto en cuestión.

Las mediciones físicas que se hicieron fueron, por ejemplo, determinar la altura de esta persona, con base a esta medición de la altura del nadador se pudieron determinar las demás como, por ejemplo, la distancia y longitud de sus brazos, además de otras mediciones más técnicas como varios tipos de ángulos del cuerpo como, por ejemplo, el ángulo de una brazada cuando el nadador se encuentra fuera del agua, el ángulo máximo y mínimo que puede alcanzar el individuo desde una vista de perfil, posicionando un brazo adelante y otro atrás, los ángulos en tiempo real que tiene el nadador en sus brazos en un video simulando el nado fuera del agua, los ángulos en tiempo real que tiene el nadador en sus brazos en un video dentro del agua nadando de un lado a otro.

Para calcular estas mediciones, ya sea de medidas físicas como por ejemplo la altura del individuo, la distancia de sus brazos y las mediciones más técnicas como por ejemplo los ángulos, se utilizó un software de licencia abierta llamado Kinovea, en el cual se pueden hacer dichas mediciones de manera precisa y confiable.

Este software no solo es bueno para trabajar con fotografías, sino también con videos, con este software se le puede dar un seguimiento en tiempo real sobre el cambio de ángulos que tiene el nadador en sus brazos, alguna vez el programa se confunde y puede cambiar los ángulos, lo cual da mediciones imprecisas, aunque el programa permite cambiar de manera manual estos ángulos, de manera que se puede hacer un reajuste al antojo del operador, de una manera demasiado sencilla.

Mediciones físicas, datos biométricos del sujeto de estudio:

Altura

- Distancia y longitud de sus brazos
- Ángulos de brazada fuera del agua
- Angulo máximo y mínimo de vista perfil
- Ángulos en tiempo real en sus brazos (dentro del agua)



Fig. 4. Posición con miembros superiores estirados y medición de ángulos.



Fig. 5. Ángulo máximo que se alcanza cuando se ejecuta una simulación de nado fuera del agua.

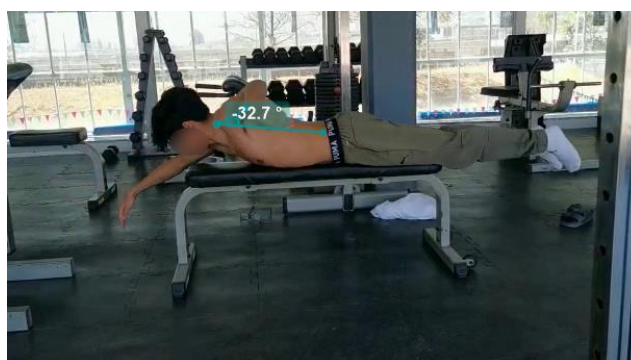


Fig. 6. Ángulo mínimo que se alcanza cuando se ejecuta una simulación de nado fuera del agua.

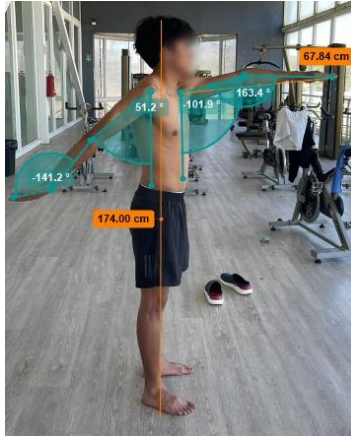


Fig. 7. Posición de los brazos con ángulos en todas las articulaciones del mismo.



Fig. 8. Ángulo máximo de la espalda al estirarse hacia atrás.

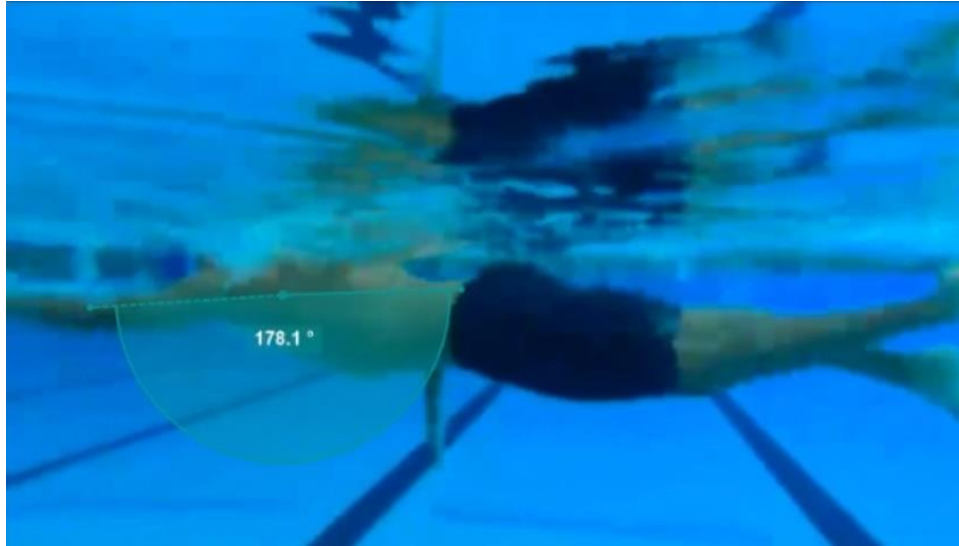


Fig. 9. Ángulo máximo de la brazada dentro del agua.

A continuación, las tablas 1 a 5 presentadas contienen los datos obtenidos durante el primer trayecto recorrido por el atleta el cual realizo un recorrido de 50 metros utilizando el 50% de su fuerza, para poder realizar una media de su fuerza y velocidad durante un recorrido estándar estas mediciones fueron obtenidas con los sensores Wearnotches y además se utilizó la cámara Gopro.

En la tabla 1 se pueden analizar los datos obtenidos de distancia contra el tiempo en segundos de la prueba de 25 metros la cual nos sirve para obtener la resistencia y la velocidad con la que el atleta ejecuta esta distancia con su técnica de nado.

Tabla 1: Distancia Vs tiempo del atleta en prueba durante los primeros 25 metros con 50% de fuerza

Distancia (m)	Tiempo (segundos)
0	0
5	9.677419355
10	11.53846154
15	14.28571429
20	18.75
25	30

En la tabla 2 se detallan los tiempos obtenidos en el trayecto recorrido por el atleta de 25 a 50 metros.

**Distancia Vs tiempo de
a 50 m con 50% de fuerza**

Distancia (m)	Tiempo (seg)
0	30
5	37.5
10	42.85714286
15	50
20	54.54545455
25	60

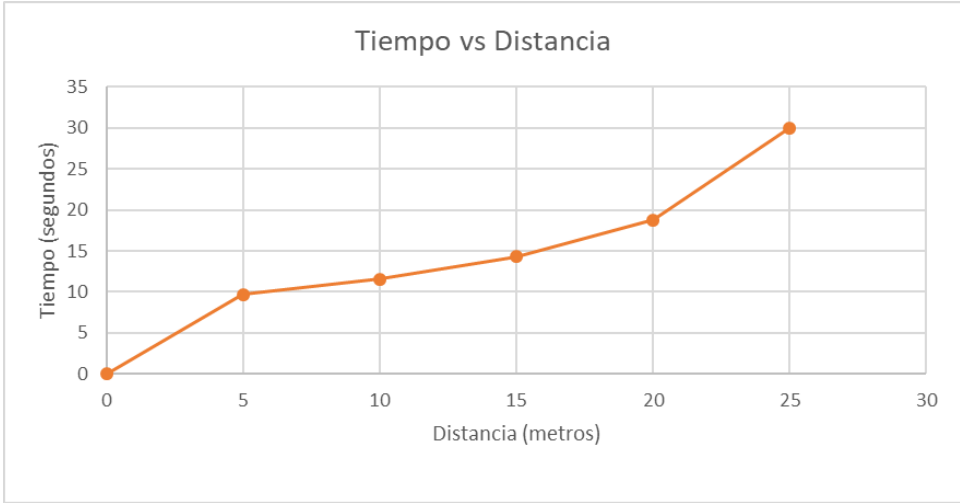


Fig. 9. Gráfico de distancia Vs tiempo del atleta en prueba 0 a 25 m con 50% de fuerza.

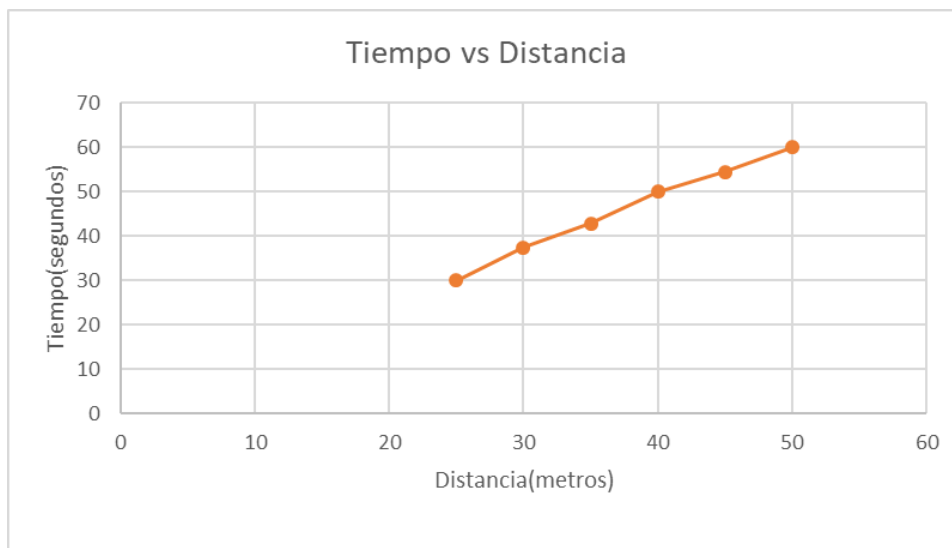


Fig. 10. Gráfico de distancia Vs tiempo del atleta en prueba 25 a 50 m con 50% de fuerza. Podemos ver en la gráfica a y b distancia vs tiempo, como la fatiga y la movilidad mecánica son un factor importante en cuanto a la eficiencia del nadador como se puede observar hubo un cambio importante de esfuerzo a partir de los 25 metros ya que el tiempo empezó a aumentar por lo que se puede ver como repercute en su velocidad.

Los resultados obtenidos en esta prueba piden que el atleta de su 100% de fuerza, dando mayor explosividad y fuerza en nado de 100 metros:

Tabla 3. Distancia Vs tiempo del atleta en prueba 0 a 25 m con 100% de fuerza.

Distancia (m)	Tiempo (segundos)
0	0
5	3.55
10	5.02
15	7.03
20	9.85
25	13.79

Tabla 4. Distancia Vs tiempo del atleta en prueba 25 a 50 m con 100% de fuerza.

Distancia (m)	Tiempo (segundos)
25	13.79

30	16.28
35	19.21
40	22.66
45	26.74
50	31.56

Tabla 5. Distancia Vs tiempo del atleta en prueba 50 a 100 m con 100% de fuerza.

Distancia (m)	Tiempo (segundos)
50	31.56
55	37.24
60	43.94
65	51.86
70	61.72
75	72.21

Tabla 6. Distancia Vs tiempo del atleta en prueba 75 a 100 con 100% de fuerza.

Distancia (m)	Tiempo (segundos)
75	72.21
80	85.20
85	100.54
90	118.64
95	130.84
100	138.20

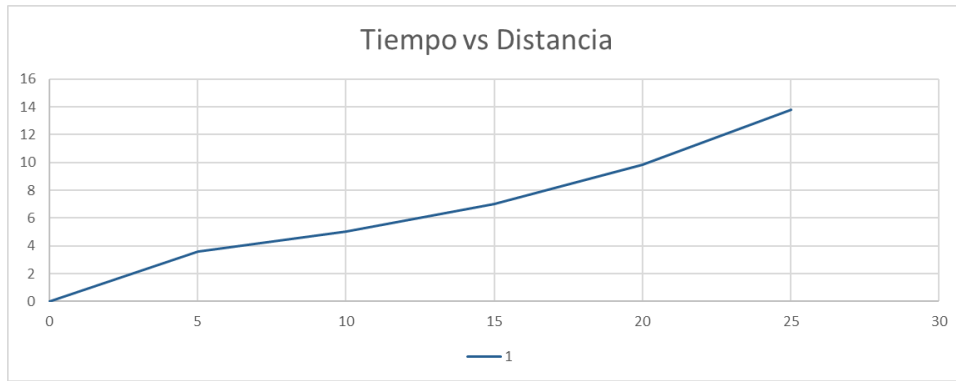


Fig. 11. Gráfico de distancia Vs tiempo del atleta en prueba 0 a 25 m con 50% de fuerza.

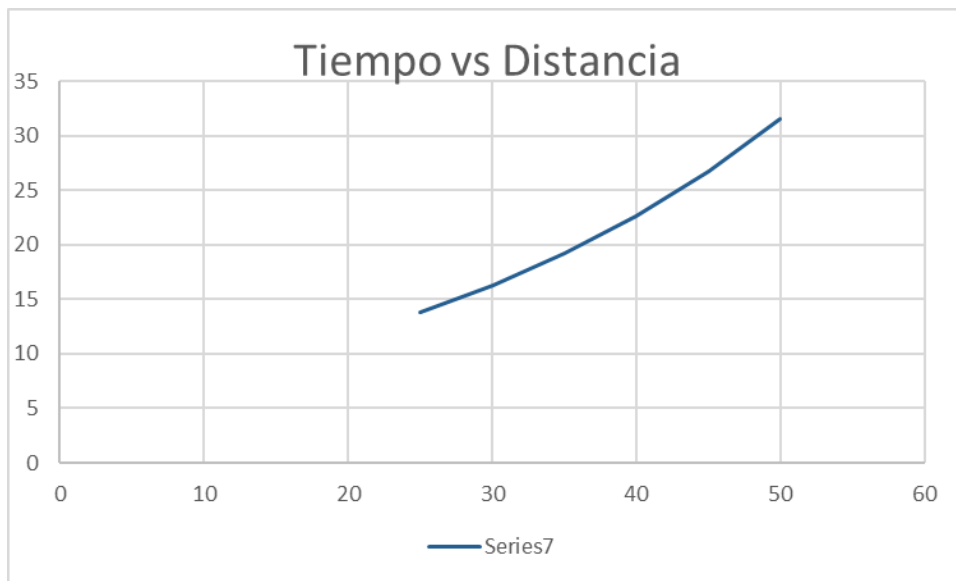


Fig. 12. Gráfico de distancia Vs tiempo del atleta en prueba 25 a 50 m con 50% de fuerza.

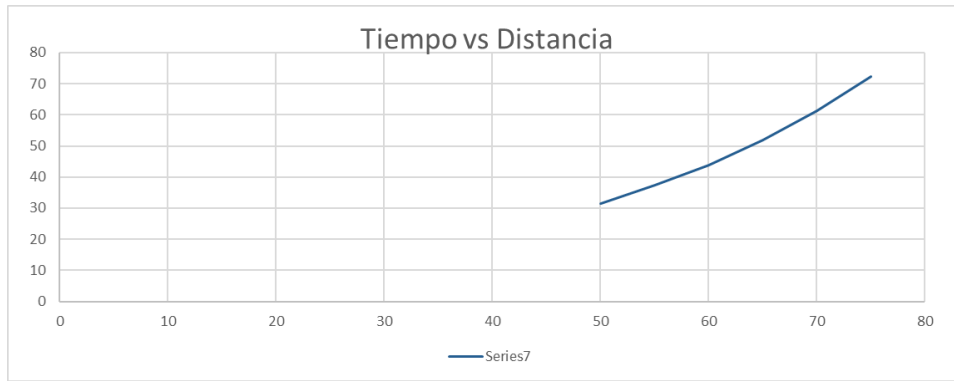


Fig. 13. Gráfico de distancia Vs tiempo del atleta en prueba 50 a 75 m con 100% de fuerza.

c)

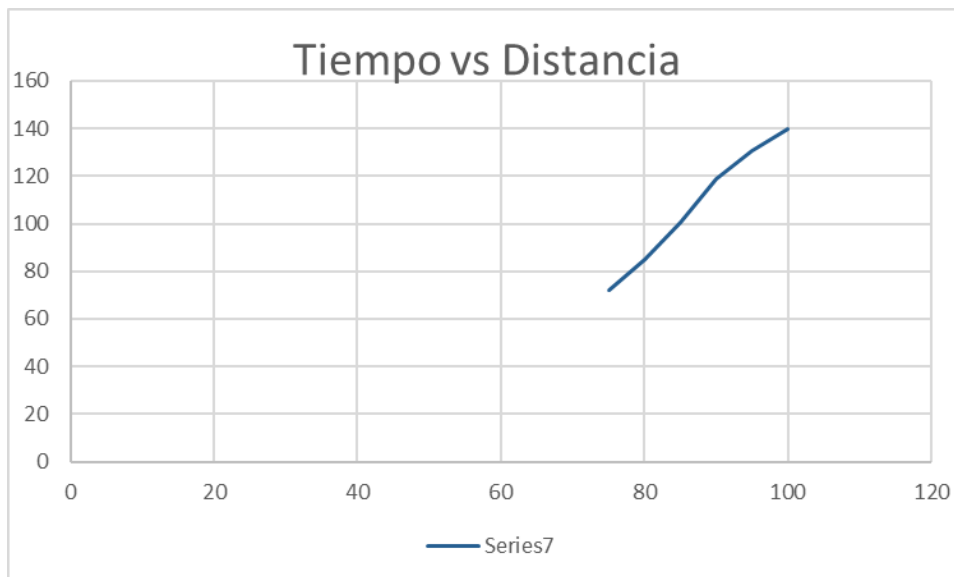


Fig. 14. Gráfico de distancia Vs tiempo del atleta en prueba 75 a 100 m con 100% de fuerza.

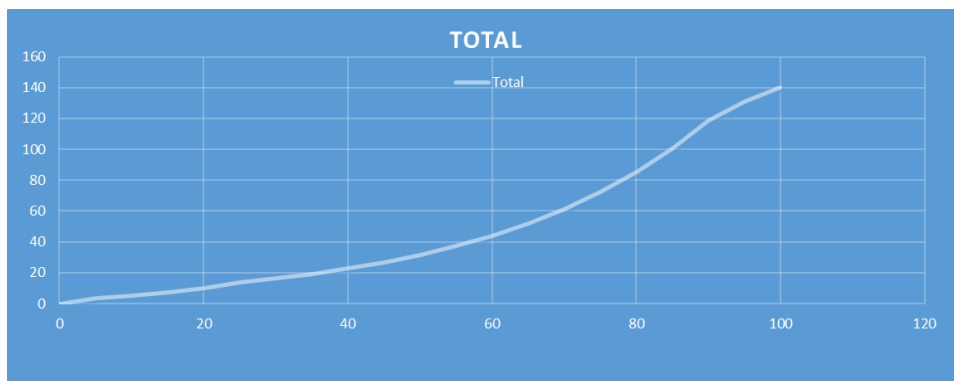


Fig. 15. Gráfico total de distancia Vs tiempo del atleta en prueba 100 m con 100% de fuerza.

Podemos ver como la fuerza del nadador se mantiene más constante al ejercer un 100% de fuerza, como la velocidad promedio se mantiene hasta los 75 metros y empieza a aumentar de manera exponencial hasta llegar a los 100 metros.

En las pruebas en seco, se buscó obtener la flexibilidad, los movimientos y los ángulos que tenía el atleta para de esta manera poder obtener su eficiencia morfológica.

Tabla 7: Resultados ADM (amplitud de movimiento) estudio CAR y RFEN 2006-2008

	Hiperflexión de hombros	Extensión de hombros	Flexión plantar de tobillo	Flexión de tronco
Sel. ESP Abs. Joven	39.9	90.9	16.9	43.6

La tabla 7 muestra los resultados esperados en los ángulos de hiperflexión de hombros, extensión de hombros, flexión plantar de tobillo y flexión de tronco que tienen relación directa con el desempeño del atleta (información obtenida para la selección española joven). ADM, son las siglas que refieren a “amplitud de movimiento”.

Tabla 8: Resultados de las pruebas morfológicas de flexibilidad.

	Hiperflexión de hombros	Extensión de hombros		Flexión plantar de tobillo		Flexión de tronco
	32.2	85	85	18.5	18.5	48.5

Cumple con lo requerido	34.8	89		19.5		
Fuera de lo requerido			91		21	67
		Derecho	Izquierdo	Derecho	Izquierdo	

Con base en la tabla 7 podemos ver como el atleta no tiene el 100% de flexibilidad que se requiere, la tabla 8 muestra que el atleta solo cuenta con el 50% de flexibilidad total ya que solo pasa en 3 pruebas de 6 lo cual se interpreta que será necesario tener ejercicios de flexibilidad en los cuales él pueda trabajar las partes de su cuerpo que necesitan mayor flexibilidad y de esta manera tener un mejor desempeño en cuanto al nado.

A continuación, se muestran los avatares donde el atleta se sitúa sentado en el banco, sin calcetines, con las rodillas completamente extendidas y realiza la máxima flexión plantar posible de tobillos y dedos de los pies.

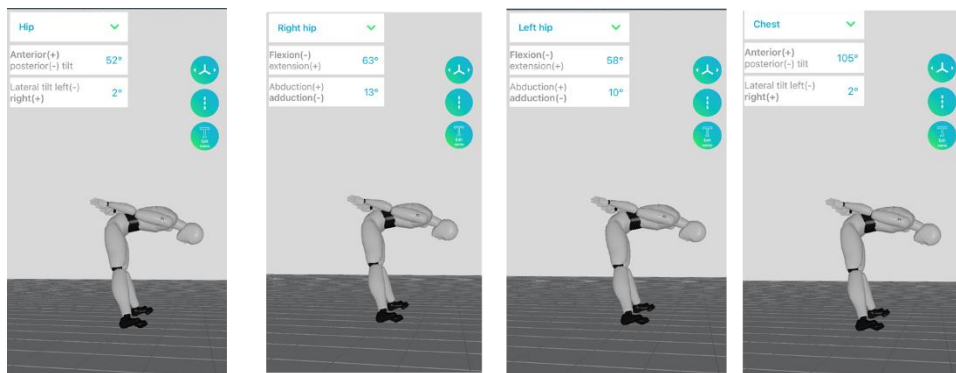


Fig. 15. Avatar en posición flexión plantar de tobillo.

El atleta se sitúa de pie, con las rodillas extendidas y realiza una flexión máxima de tronco, llevando las manos lo más abajo posible y aproximar el tronco a las piernas. Importante mantener el bloqueo de rodillas en extensión durante todo el ejercicio.



Fig. 16. Avatar en posición flexión de tronco.

Con el cuerpo completamente extendido, la cabeza en la posición lo más alineada y cómoda posible y los brazos extendidos a lo largo del cuerpo (pegados), con las palmas de las manos hacia arriba a una anchura de hombros.



Fig. 17. Avatar en posición extensión de hombros.

El atleta con las palmas de las manos pegadas a la cadera, a anchura de hombros, extiende los codos por completo y trata de llevar los brazos hacia arriba y hacia atrás en máxima flexión posible de hombros.

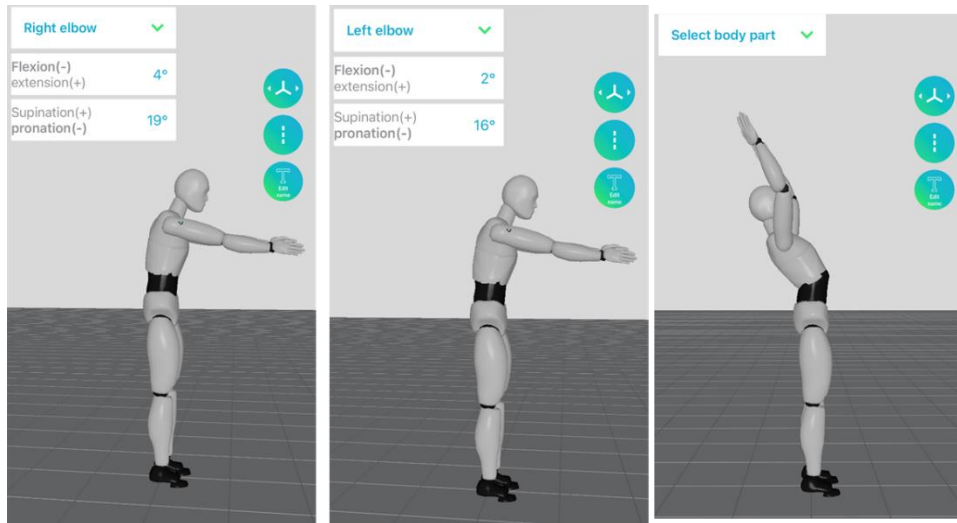


Fig. 18. Avatar en posición hiperflexión de hombros.

CONCLUSIONES

El desarrollo de este proyecto es de bastante utilidad, nos ayuda a analizar datos de un atleta de natación. Se obtiene un análisis del atleta bastante profundo en el cual se detallan los datos morfológicos, flexibilidad e indica si se debe mejorar, los tiempos que tarda el atleta en realizar distintas distancias y además nos arroja información sobre la posición de cada uno de los sensores, brindando información sobre los ángulos que se generan unos con otros. De esta manera en el futuro del proyecto se podrá analizar dichos ángulos y reportar en el fichero del atleta los grados de los ángulos correspondientes a los brazos y muñecas, indicando si el ángulo es más o menos de lo deseado o establecido con el objetivo de mejorar su técnica de nado.

TRABAJO A FUTURO

El trabajo a realizar a futuro será indispensable, puesto que el seguimiento a este proyecto es muy importante ya que con esto se irán ayudando a nuevas generaciones de atletas, para ello, los integrantes de ITESO continuara el trabajo con una mayor amplitud, ya que se tomarán mediciones con más atletas, las visitas serán más seguidas ya que la modalidad presencial permitirá un mayor avance a poder estar cerca de los atletas, el formato a seguir será el mismo, ya que primero se tomaran los datos biométricos posterior a esto se realizara el test de flexibilidad y con estos datos podremos ir viendo la eficiencia de cada atleta y poder llenar algunos vacíos en cuanto a la movilidad, teniendo esto se realizaran las pruebas de nado las cuales nos darán los ángulos con los cuales se irán trabajando si se llega a

encontrar alguna deficiencia y con esto poderle dar al atleta una continuidad y poder ver su mejora.

Se deberá realizar un fichero el cual se utilizará para reportar a cada uno de los atletas con el mismo reporte, además este será útil para detallar y concretar los datos a reportar. Además los futuros colegas que trabajen en el proyecto deberán familiarizarse de manera más profunda con la representación e interpretación de los datos obtenidos como son los ángulos.

1.7. Bibliografía y otros recursos

- SARSOSO, Y. Z. (2018). METODOLOGÍA DE LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA. Peru: UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN.
- Alan. (20 de 02 de 2022). Entrenador de natación. (B. d. ITESO, Entrevistador)
- Saroso, Y. Z. (2018). METODOLOGÍA DE LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA. Lima: UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN.
- Arellano, R. (2010). Entrenamiento Técnico de Natación. Madrid, España: Cultivalibros.
- Bixler, B. (2005). Resistance and Propulsion. En J. M. Stager, D. A. Tanner. (Ed.), IOC Handbook of sports medicine & science: swimming (pp. 59-101). Hoboken, Nueva Jersey, Estados Unidos: Blackwell Publishing.
- Arellano Colomina, R., Brown, P., Cappaert, J., y Nelson, R. C. (1994). Analysis of 50-, 100-, and 200-m Freestyle Swimmers at the 1992 Olympic Games.
- Alemon, B. (15 de 02 de 2022). Dra. Ciencia de materiales. (P. C. Santana, Entrevistador)
- García, M. Y. (25 de 01 de 2022). Dra. Economía y Empresas. (P. C. Santana, Entrevistador)
- Internacional, C. O. (19 de 10 de 2020). Juegos Olímpicos. Obtenido de <https://olympics.com/es/noticias/52-de-mexico-1968-la-natacion-entonces-y-ahora>
- Romo, A. (2017). Panamerican World. Obtenido de Fernanda González: la natación mexicana tiene nombre propio: <https://panamericanworld.com/revista/deportes/fernanda-gonzalez-la-natacion-mexicana-tiene-nombre-propio>
- Belloch, S. L. (2013). LA INVESTIGACIÓN EN BIOMECÁNICA APLICADA A LA NATACIÓN: EVOLUCIÓN HISTÓRICA Y SITUACIÓN. Grupo de Investigación en Biomecánica aplicada al Deporte (GIBD), 141.
- Lic. Israel Alvarez Ramos. (18 de abril de 2017). PROTOCOLO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA AMPLITUD DE MOVIMIENTO EN NATACIÓN. 24/04/22, de GSE Sitio web: <https://g-se.com/protocolo-para-la-determinacion-de-la-amplitud-de-movimiento-en-natacion-bp-X58f5f9089454c>
- Ebone. (18 de 02 de 2021). Nagi Smartpool. Obtenido de <https://ebone.es/nagi-smartpool-la-revolucion-de-la-natacion/>
- El Mundo. (18 de 02 de 2015). El Mundo. Obtenido de México renuncia al Mundial de Natación 2017 por falta de dinero: <https://www.elmundo.es/deportes/2015/02/18/54e4c26e22601d82378b4574.html>
- ESPN. (18 de 01 de 2022). FINA desconoce a Kiril Todorov como presidente de la Federación Mexicana de Natación. Obtenido de https://espndeportes.espn.com/olimpicos/nota/_/id/9799739/kiril-todorov-federacion-mexicana-natacion-fina-desconoce-presidente-elecciones
- SNT. (2022). Héctor Ruvalcaba Cruz. Obtenido de <https://skillswimming.com/es/hector-ruvalcaba-swimming/>

- Toussaint, H. M. (2002). Institute of Fundamental and Clinical Human Movement Science,. Obtenido de BIOMECHANICS OF PROPULSION AND DRAG IN FRONT CRAWL SWIMMING.

1.8. Anexos generales

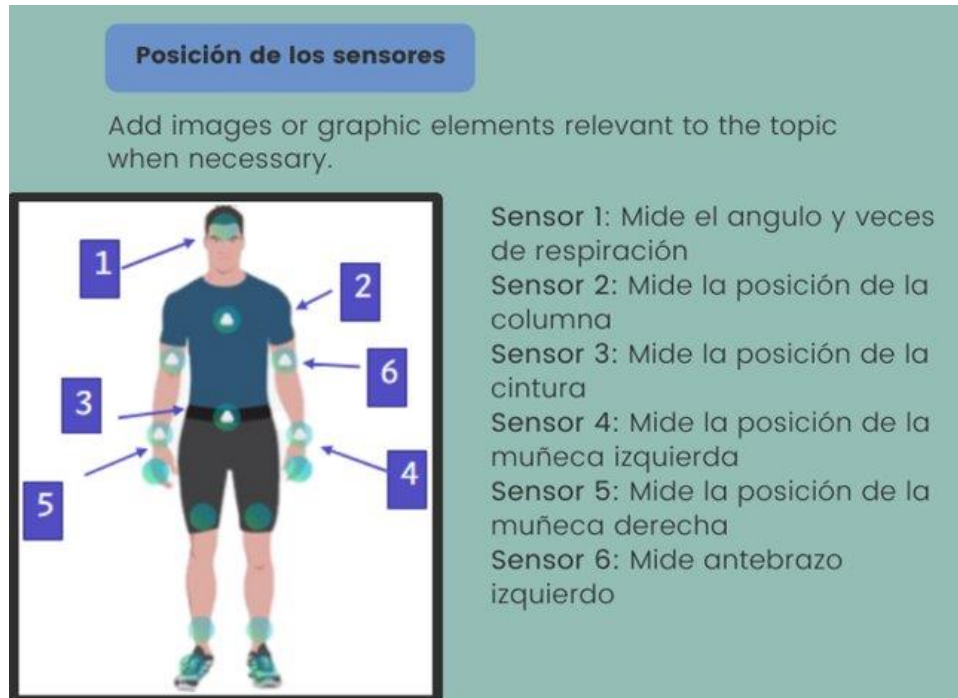


Fig. 19. Sistema de sensores.

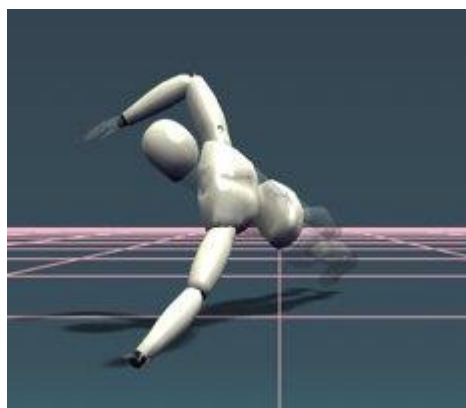


Fig. 20. Simulación 3D notch.

Mi unidad > Biomecánica de natación

Nombre ↓	Propietario	Última modificación	Tamaño de archivo
Videos	yo	4 ene 2022 yo	—
Investigación	yo	28 dic 2021 yo	—
Reunion Qualisys .docx	yo	20 dic 2021 yo	612 kB
Protocolo investigación Biomecanica Nado 2022.docx	Beatriz Alemon	1 feb 2022 yo	16 kB
Notch Pioneer sensores.docx	yo	4 ene 2022 yo	250 kB
Mapa de archivos	yo	11 ene 2022 yo	2 kB
FORMATO-CONSENTIMIENTO-INFORMADO.docx	yo	18 ene 2022 yo	733 kB
Cronograma	yo	24 ene 2022 yo	1 kB
Copia de Cronograma	yo	4 feb 2022 yo	1 kB
Carta de consentimiento informado	yo	1 feb 2022 yo	14 kB

Fig. 21. Drive, donde se tiene toda la información.

2. Productos

Nombre y código del PAP	4F04 - PAP PROGRAMA PARA MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD, PRODUCTIVIDAD Y LOGISTICA EN LA INDUSTRIA REGIONAL
Nombre del proyecto	Biomecánica de natación
Descripción (qué es, para quién se realizó y para qué es):	El presente trabajo tiene como objetivo presentar un proyecto que apoye a la mejora del rendimiento de estos atletas. El proyecto propuesto “biomecánica de natación” se encarga de monitorear y analizar principalmente los movimientos y

	procesos que hace el cuerpo humano para lograr desplazarse en medio acuático.
Autores:	Elías Salvador López Islas, Pablo Chacón Santana, José Antonio Soto Bribiesca.

3. Reflexión crítica y ética de la experiencia

El RPAP tiene también como propósito documentar la reflexión sobre los aprendizajes en sus múltiples dimensiones, las implicaciones éticas y los aportes sociales del proyecto para compartir una comprensión crítica y amplia de las problemáticas en las que se intervino.

Es de gran ayuda el RPAP puesto que nos va haciendo conscientes de lo que hemos ido avanzando o de las carencias que se han llegado a tener, poder ver si hay algún problema o si se necesitan replantar las acciones que se han ido tomando, reconocer las áreas de mejora y poder explotar al máximo este proyecto.

3.1 Sensibilización ante las realidades

Elias Salvador López Islas:

Fue muy importante para mí el darme cuenta sobre cuan olvidada esta la proyección de atletas mexicanos, como se ha ido perdiendo ese compromiso por crear atletas nuevos y competentes en un mundo que sigue avanzando en récords, en disciplina en las tecnologías para el mejoramiento del atleta en natación. Es importante ver como países como Estados Unidos, España, inclusive países como Francia o Portugal, se esfuerzan al máximo dándoles todo a sus atletas olímpicos en la natación, mientras que en México a menos de que sea una institución privada, constantemente se tiene el riesgo de perder maestros, equipos o instalaciones. Para mí es muy importante aportar en el ámbito deportivo, ser conscientes que en México las posibilidades de ser un atleta importante fuera del fútbol son muy bajas, por lo cual muchos deciden rendirse o no intentarlo, este proyecto tiene un enfoque para el cambio de visión, donde de poco a poco se puedan ir generando cambios, se puedan ir haciendo acciones de cambio para que aquellos que no juegan fútbol puedan desenvolverse en el deporte que más les guste y ser capaces de competir con aquellos que sus tecnologías son muy avanzadas.

Como ingeniero mecánico estoy dispuesto a aportar mis conocimientos matemáticos, ya sea para formular ecuaciones o ir desarrollando funciones aplicadas al cuerpo humano y de esta manera poder dar una mayor eficiencia una mejor calidad, con las cuales los atletas puedan darse cuenta en los aspectos a mejorar, y así siendo competentes fuera de México.

Pablo Chacón Santana:

Al comenzar este proyecto pude comprender un gran problema que tiene nuestro país en cuanto el apoyo a los atletas, especialmente a los atletas de natación debido a que fue el deporte con el que pude analizar datos. Diferentes países en el transcurso del último siglo han desarrollado tecnología para mejorar el rendimiento y la técnica de sus atletas, apoyos del gobierno a estadios e instituciones para que desarrollen proyectos, estudios y tecnología.

Al investigar sobre la posición en que se encuentran atletas de natación de México en juegos olímpicos puede ver como algunos de ellos han decidió entrenar fuera de México para poder mejorar. Otro punto muy importante que me encontré fue el tema de la corrupción en la natación, el presidente de la federación mexicana dejó la presidencia en enero del 2022 ya que el dirigente afronta un proceso por peculado.

Lo anteriormente mencionado despertó en mí el deseo de querer apoyar a mi país, desarrollarme profesionalmente lo mejor que pueda y poder aportar en el sector donde me encuentre, siempre siendo honesto y dando lo mejor de mí.

Considero que este sentir que me despertó se debe más a mis creencias ya que desde que soy pequeño he estudiado en escuela jesuita y se me ha enseñado a dar el majis (dar lo mejor de ti) y discernir.

Como ingeniero mecánico puedo aportar bastante, de momento me encuentro enfocado a procesos robóticos de automatización y considero que al desarrollar esto enfocado a mejorar y apoyar en el trabajo de otras personas sirve para dar una mejor calidad de vida y si se elabora con honestidad el cliente o usuario final queda satisfecho y puede estar mejor.

3.2 Aprendizajes logrados

Elias Salvador López Islas

Este PAP ha sido una fuente de mucho conocimiento, desde el apartado teórico hasta el práctico, la disciplina y la constancia que tuve fueron de vital importancia ya que me encargaba de tomar las mediciones con los sensores y tomar algunos videos, los cuales irían dando información con la cual trabajaría todo el equipo, la comunicación también fue de vital importancia, aunque al principio llego a ser complicada y un poco escasa con el tiempo fuimos tomando impulso y de esta manera se llegaron a obtener mejores resultados, uno de los mayores retos fue realizar el protocolo y el rPAP ya que este PAP es de investigación por lo cual se trabaja de manera distinta, se pudieron cumplir los requisitos y concretar los puntos necesarios para poder entregar un buen escrito y tener la parte teórica lo más pulida posible, fui importante leer más documentos, tener mayor comunicación y tomar el tiempo necesario para poder realizar los datos necesarios. Los aprendizajes que fui adquiriendo fueron con el tiempo ya que en la parte teórica aprendí sobre la biomecánica, como el cuerpo reacciona ante diferentes cambios en el ambiente, sus limitaciones, aprendí sobre hidrodinámica y como esta tiene afectaciones importantes en la natación, al momento de comenzar a lo práctico, el uso de los sensores, la cámara y el cómo se trabaja dentro de una institución de natación fueron conocimientos muy importantes porque de esta manera

puedo llegar a entender más el comportamiento del cuerpo, como afecta la hidrodinámica y el poder trabajar cara a cara con un atleta.

Pablo Chacón Santana:

Un gran reto que sentí fue al inicio del proyecto poder ver el alcance del proyecto, así como darle estructura, en un inicio me ayudo bastante la herramienta de Trello porque fui detallando y registrando las minutas, avances, documentando y guardando cotizaciones de cámaras y sensores, además me ayudo bastante cada una de las sesiones con el equipo del ITESO porque nos fuimos apoyando con los avances y me fueron guiando en el proceso del proyecto. Aprendí bastante en este proyecto sobre problemas que se presentan, como problemas con los equipos, daños, además aprendí sobre documentación y requerimientos que son necesarios como el protocolo que tiene que ser aprobado por el comité de ética.

Otro punto importante del cual aprendí fue la planificación, el alcance del proyecto y la ejecución de los mismo, al ser un proyecto que se comenzó desde cero, pero con conocimiento sobre la ejecución de lo planificado por parte de las Doctoras que nos apoyaron, se pudo estructurar el proyecto y planificar su desarrollo. Como un ejemplo la aprobación del protocolo por parte del comité de ética fue un obstáculo porque al no ser aprobado no podíamos avanzar por lo que se propuso comenzar a realizar pruebas fuera del agua con un voluntario.

En conclusión, aprendí detalladamente como se desarrolla un proyecto, los pasos que se tienen que realizar en este caso; estudio del arte, estudio sobre tecnología para utilizar, cotizar diferentes equipos, investigación sobre documentación requerida, analizar legalmente lo requerido para elaborar el proyecto, pruebas piloto, análisis de información, alcance del proyecto, metas, objetivo del proyecto y resultados.

José Antonio Soto Bribiesca

Este PAP me pareció interesante ya que nunca creí que fuera a hacer un proyecto como este, de tener que trabajar en un espacio deportivo y directamente con un atleta.

Para este proyecto aprendí a usar un programa llamado Kinovea, el cual nos ayudó a determinar medidas y ángulos del atleta en cuestión para determinar dicha información de manera precisa y en tiempo real.

Igual recibimos mucha ayuda de los docentes que nos fueron guiando todo el curso para poder llevar el trabajo de manera adecuada, pudiendo armar el documento correctamente.

De igual manera hice una presentación en forma de tutorial para ayudar a futuros alumnos a usar el software kinovea de manera fácil, explicando paso por paso el cómo hacerlo, desde que se abre un video hasta cómo se tiene que guardar.

3.3 Inventario de competencias Inicial (ingreso del PAP) e Inventario de competencias Final (salida al PAP).

- Considera las competencias iniciales (conocimientos, habilidades y actitudes), sobre ese escrito indica las competencias nuevas en otro color y las competencias potencializadas al terminar su PAP (en otro color).
- Realiza una síntesis de lo significativo de este análisis.

Elias Salvador López Islas:

Inicio PAP:

Al empezar mis conocimientos en su mayoría eran técnicos, cálculos de variables múltiples, integración, derivación, el uso de softwares como Solidworks, autocad, ansys, Fluis sim entre otros.

Mis habilidades; liderazgo, gestión de equipo, desarrollo de diferentes papeles de trabajo, compromiso y dedicación.

Mis actitudes; organización, puntualidad, responsable.

Competencias nuevas.

He sido capaz de entender de mejor manera las ecuaciones de hidrodinámica, una amplitud en cuanto a la técnica del nado y la importancia de la biomecánica; los ángulos que tiene el cuerpo, los diferentes movimientos que tiene el mismo ya sea de rotación, o torsión, también aprendí a utilizar el software Kinovea y Wearenotch, los cuales son sumamente interesantes ya que ayudan a calcular los diferentes movimientos y sus ángulos, para de esta manera poder sacar promedios.

Competencias potencializadas.

El conocimiento técnico en cuanto al cuerpo humano, el conocimiento técnico de la natación. El uso del programa Kinovea y Wearenotches, con sus respectivos cálculos angulares y morfológicos.

Las diferentes pruebas para poder potenciar al cuerpo humano en cuanto a flexibilidad y desarrollo morfológico.

Para mí es muy importante el análisis ya que nos damos cuenta de cómo el antes y después y del cómo vamos evolucionando.

Pablo Chacón Santana

Inicio PAP:

Como conocimientos tenía calculo ingenieriles, programas de software, conocimiento técnico de equipos, gestión de proyectos.

Como habilidades tenía iniciativa, ser comprometido y dedicado.

Como actitudes tenía ser organizado y responsable.

Competencias nuevas:

He adquirido conocimientos sobre la mecánica del cuerpo humano, la elaboración de papers, el estudio del arte, además de tanta investigación he aprendido sobre los ángulos necesarios que se deben tener en la técnica de crol en las diferentes etapas de la brazada, así como la posición del cuerpo y la respiración. Adquirí conocimiento sobre avances tecnológicos durante el transcurso del último siglo en el mundo relacionado con la biomecánica de natación.

En cuanto a habilidades desarrolle una forma más estructurada para documentar mis resultados, ideas o investigación. Además, pude observar y aprender una de una visión positiva sobre cómo se lleva a cabo un proyecto aun y cuando se tienen obstáculos.

Competencias potencializadas:

El conocimiento técnico sobre mecánica del cuerpo se desarrolló bastante debido a la profunda investigación, además de mayor conocimiento en software ya que pude aprender sobre los sensores wearnotch y el software de Kinovea para analizar datos morfológicos del cuerpo humano.

Tuve que ser comprometido y dedicado para poder ir entregando y realizar avances por lo que se obtuvo un desarrollo en estas actitudes.

Considero muy importante realizar este análisis porque nos sirve darnos cuenta de el antes y el después, lo que hemos aprendido, lo que nos llevamos y como mejoramos. Es detenernos y ver lo que aprendimos en este proceso.

Rojo: Nuevo

Negritas: Potencializado

Normal: Inicio del PAP

	Competencia		Evidencia	Relevancia/Fortaleza*
Categorizar los elementos, si es un conocimiento, una habilidad, una actitud,	Conocimientos	Cálculos ingenieriles Mecánica del cuerpo humano Estudio del arte Conocimiento técnico sensores	Mecánica de fluidos, Solidos deformables, termodinámica. Protocolo de estudio Cotizaciones Fichas técnicas	Puede obtener conocimientos sobre flotabilidad, viscosidades y densidades. Puedo elaborar papers, sobre la investigación de biomecánica de

			natación con sensores wearnotch
	Programas	Matlab, SolidWorks, Autocad Wearnotch Sensores	Aprendí a resolver ecuaciones o analizar fluidos, componentes. Aprendí a utilizar sensores wearnotch
	Conocimiento técnico	Conexión, usos inversores solares y equipo inteligente	Adquirí habilidad para conectar equipos mediante routers, wifi.
	Gestión de proyectos Tiempo de ejecución de proyecto Validación de protocolo de estudio	Certificado por ITESO "Project Management One Hube donde se someten documentos ante comite	Forma estructurada de ejecutar proyectos, con calendario y metas.
Habilidades	Iniciativa Iniciativa	Trabajo laboral	Es esencial para poder ejecutar metas o trabajos.
	Comprometido	Trabajo y deporte	¿Involucrado o comprometido? Es estar totalmente dentro del tema a tratar
	Dedicado	Proyectos laborales	Sumamente importante darles tiempo a las cosas y comprometerte
Actitudes	Organizado	Tableros para vida y trabajo	Ayuda a tener un orden para ejecutar más rápido el trabajo.
	Responsable	En mi vida En el proyecto	Aporta a ser comprometido y dedicado.
	Honesto	En todo	Aporta confianza al equipo, interna o externo.

3.4 Dimensión persona

- Poner en este apartado lo realizado con Andrés.

Pablo Chacón Santana – Viaje por el PAP

En aquellas fechas de inicio de diciembre un joven emocionado comenzaba sus prácticas de vuelo y se encontraba bastante emocionado porque desde que era pequeño ansiaba por volar.

Para comenzar sus prácticas el joven decidió utilizar ciertas herramientas como apoyo para no desenfocarse las cuales había aprendido en su antiguo trabajo. Él joven tenía como metas establecidas para antes de que comenzaran sus compañeros a trabajar con él en el proyecto debía de tener más organizado el proyecto por lo que su puso a buscar con personas mayores información sobre cómo realizarlo, busco equipos y tecnología de otros países e innovaciones, estudios que ya se habían realizado.

El joven logró tener la mayoría de estos avances para mediados de enero y al incorporarse sus compañeros les presento lo que había aprendido y lo que llevaba del proyecto. Al mismo tiempo el joven había tenido el gran apoyo de dos grandes maestras, ellas le ayudaban como guía y apoyo del proyecto.

Con el transcurso de las semanas se comenzaron a presentar complicaciones ya que debían tener ciertos documentos aprobados por el gobierno y este les obstaculizaba, como propuesta para ir adelantando el proyecto comenzaron a realizar pruebas en Tito un joven más pequeño, comenzaron a trabajar junto con él ya que tenían el consentimiento de la madre y de él. El joven los ayudo bastante ya que pudieron comenzar a realizar pruebas y así el equipo puedo comenzar a tener datos para poder agregar en el reporte.

Sin darse cuenta las semanas se consumieron y aún no tenían la aprobación por parte del gobierno, pero los jóvenes gracias al apoyo de las maestras lograron avanzar reportando resultados y realizando pruebas con Tito, los jóvenes aprendieron que muchas veces los tiempos no ocurren como uno planea, pero se tiene que seguir adelante y no rendirse.

Los tres jóvenes avanzaron y comenzaron con su proyecto dejando más organizado para sus compañeros en un futuro puedan continuar con el proyecto, aprendieron a trabajar juntos y delegarse el trabajo conociendo como trabaja cada uno.

Elias Salvador López Islas- El mundo del PAP

Ciertamente ya ha pasado tiempo, ya han sido 6 meses desde que empezamos esta investigación, han ido surgiendo cambios en cuanto a la visión y la forma de ser.

Fui interesante como el desarrollo de este proyecto pudo sensibilizar, ya que se dio cuenta de las diferentes carencias que había en el país, sin embargo, más que desilusionar, creo una nueva meta en la cual sería capaz de poner un pequeño grano de arena en cuanto ayudar a su país, a pesar de ser una tarea completamente diferente a lo que ya estaba acostumbrado entendía que era más importante ayudar, crear una mejora en cuanto al ámbito del atleta, hubo diferentes obstáculos, ciertos errores, he inclusive momentos de desesperación, pero la meta era crear un sistema para que el atleta mexicano no se quedara atrás en ninguna de las disciplinas que participara, es muy como ser reconocidos por el futbol, pero todos los demás deportes también son importantes y que mejor que ser

reconocidos también por todos los demás. Paso el tiempo, se realizaron pruebas, esquemas, tablas y gráficas, se logró dar el primer paso en un gran proyecto para revolucionar la natación.