

# Rehabilitación de codo por medio de tecnología móvil

**Ana Lucero Montoya Alatorre**

Instituto Tecnológico de Celaya

*11030968@itcelaya.edu.mx*

**Francisco Gutiérrez Vera**

Instituto Tecnológico de Celaya

*francisco.gutierrez@itcelaya.edu.mx*

## Resumen

La fisioterapia es una alternativa terapéutica, donde no se utilizan fármacos para recuperar la funcionalidad y movilidad de las personas, si no por medio de ejercicio y según el tipo de lesión utiliza, calor, frío, luz, agua y electricidad. El principal objetivo de la fisioterapia es facilitar el desarrollo, mantención y recuperación de la movilidad.

El presente documento describe el uso de la tecnología con la que cuentan los teléfonos inteligentes como herramienta para hacer más fácil un tipo de rehabilitación fisioterapeuta, en este caso de la articulación del codo es la que une el brazo del antebrazo.

Los teléfonos inteligentes cuentan con una gama de sensores a los cuales se les pueden implementar aplicaciones que monitorean la salud de los usuarios. La aplicación va dirigida a cualquier usuario que padezca de una lesión en el codo o hayan terminado su tratamiento fármaco y se encuentren en la etapa de recuperación de movimiento de esta articulación, pero sus alcances pueden llegar hasta ser una herramienta para los centros de rehabilitación.

**Palabras Clave:** Aplicación móvil, Rehabilitación, Teléfonos Inteligentes.

## Abstract

*Physical therapy is a therapeutic alternative, where no drugs are used to restore function and mobility of people, if not through exercise and the type of injury used, heat, cold, light, water and electricity. The main goal of physical therapy is to facilitate the development, maintenance and recovery of mobility.*

*This document describes the use of technology that have smartphones as a tool to make it easier for a type of rehabilitation therapist, in this case the elbow joint is the linking arm forearm.*

*Smart phones have a range of sensors to which they can deploy applications that monitor the health of users. The application is intended for anyone suffering an elbow injury or have completed their drug treatment and are in the recovery stage of this joint motion, but its scope can reach up to be a tool for rehabilitation centers.*

**Keywords:** *Mobile Application, Rehabilitation, Smartphone.*

## 1. Introducción

Actualmente el mercado de la telefonía inteligente ha estado en constante incremento, el uso de esta tecnología queda en manos de casi cualquier persona, la ventaja de esto es que el teléfono se ha convertido una herramienta multifuncional, y las aplicaciones que hoy en día se desarrollan van encaminadas a hacer más fácil la vida de los usuarios.

El auge que han tomado algunas marcas importantes de celulares ha sido el tema de la salud de los usuarios, para este fin se han implementado y optimizado sensores en los celulares como el pulsómetro este sensor sirve para medir el ritmo cardiaco u otros cuentan con aplicaciones de podómetro que se utilizan para medir el nivel de actividad física del usuario, tiempo, calorías quemadas etc.

En el ámbito de la salud, la fisioterapia es una alternativa terapéutica, donde no se utilizan fármacos para recuperar la funcionalidad y movilidad de las articulaciones de las

personas, si no por medio de ejercicio y según el tipo de lesión se utiliza calor, frío, luz, agua y electricidad. La rehabilitación de algún miembro del cuerpo, en ocasiones se necesita realizarlo en casa manteniendo una rutina para una pronta recuperación, este monitoreo de la rutina se puede llevar a cabo con una aplicación móvil esta puede dar un seguimiento de los ejercicios con la implementación de sensores que forma parte del celular, estos pueden medir la posición y el tiempo.

## 2. Métodos

La metodología para realizar la investigación se observa en la figura 1

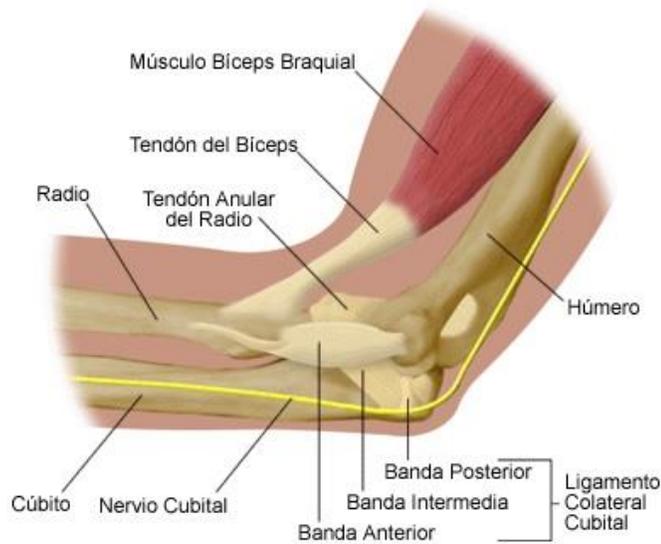


Figura 1. Metodología por aplicar.

### Análisis de lesiones y tratamientos del codo.

#### Descripción del codo

Se considera al codo como una articulación compleja que consiste en realidad de tres articulaciones, la humerocubital, humeroradial y la radiocubital que funcionan como una sola como se muestra en la Figura 2.



**Figura 2. Anatomía del codo.**

Un total de 17 músculos cruzan el codo y se extienden hasta el antebrazo y la mano, la mayoría de ellos participan en el movimiento del codo. A su vez, su función y eficiencia en otros movimientos que producen dichos músculos, se ven influenciados por la posición del codo.

A nivel del codo existen movimientos de flexión y extensión. El eje longitudinal del cúbito en extensión completa forma un ángulo de aproximadamente 170 grados con eje longitudinal del húmero. Este ángulo llamado ángulo de transporte, así denominado debido a la angulación que experimenta el antebrazo al transportar algo como un recipiente con agua. El ángulo de transporte como la extensión completa del cúbito, es más pronunciado en mujeres que en hombres, esto permite un mejor balanceo de los brazos en el sexo femenino debido a que la pelvis de este sexo es más ancha.

### Tipos de lesiones de codo

Las actividades atléticas de cadena cinética abierta o cerrada como son el levantamiento de pesas, o donde exista flexión y estiramiento de la articulación del codo, pueden producir lesiones que requerirán el desarrollo de programas de

rehabilitación específicos dirigidos a la restauración funcional completa, de modo que el atleta pueda retomar su actividad sin riesgos.

Los objetivos de la rehabilitación del codo son:

1. Disminuir el dolor y la inflamación.
2. Recuperar la artocinemática normal de la articulación, es decir, la movilidad y flexión de la articulación.
3. Recuperar la fuerza, energía y resistencia del brazo y antebrazo.
4. Volver a entrenar el codo de modo que pueda rendir eficientemente.
5. Minimizar el riesgo de lesión.

#### Tendinitis del codo

Es la inflamación del tendón, suele ser una patología crónica que tiene una alta tasa de reincidencia, provoca dolor y aumento de sensibilidad alrededor de la articulación. Una de las causas de este tipo de lesión es la sobrecarga muscular en algún deporte pero también se presenta cuando se empieza a envejecer.

El tratamiento para esta lesión, se inicia con aplicación de inyecciones locales con esteroides o con una ferulización nocturna de la articulación, después se envía a un servicio de rehabilitación y en algunos casos el tratamiento quirúrgico es necesario si en 6 meses realizando el tratamiento no hay ninguna recuperación.

#### Bursitis del codo

La bursitis se produce cuando unas bolsas, denominadas bursas, se inflaman y producen dolor. La bursa se localiza en lugares donde hay roce con los músculos, tendones o huesos. El objetivo de las bursas es ayudar al movimiento de las articulaciones y evitar fricciones entre ellas.

Las causas de esta lesión es el uso excesivo de la articulación como en un deporte o en el trabajo, también es producida por la artritis reumatoide. El tratamiento inicia con la inmovilización de la articulación del codo con un vendaje suave colocando el miembro superior en un ángulo de 45 grados sin aplicar presión, se suministran analgésicos y el tratamiento quirúrgico si en tres semanas no ha recuperación.

### Codo de tenista

La epicondilitis lateral denominada también “codo de tenista” no es una lesión exclusiva de los deportistas que juegan tenis. Todos individuos que lleven a cabo movimientos de rotación o de elevación repetitiva con el antebrazo son propensos a esta lesión.

### **Establecer rutinas de ejercicios.**

Algunas lesiones de codo utilizan la rehabilitación fisioterapéutica después de haber tenido un tratamiento médico para recuperar la movilidad de la articulación, en base a este objetivo se establecen los siguientes ejercicios.

### Flexo-Extensión del codo

La descripción gráfica se muestra en la figura 3.

1. De pie o sentado en una silla sin apoyar brazos con el codo en extensión, formando un ángulo de 90 grados aproximadamente con el brazo y antebrazo.
2. Extender la articulación del codo lentamente hasta la extremidad superior quede colgada paralela al cuerpo, este movimiento forma un ángulo de 170 grados aproximadamente.
3. Volver a la posición inicial.

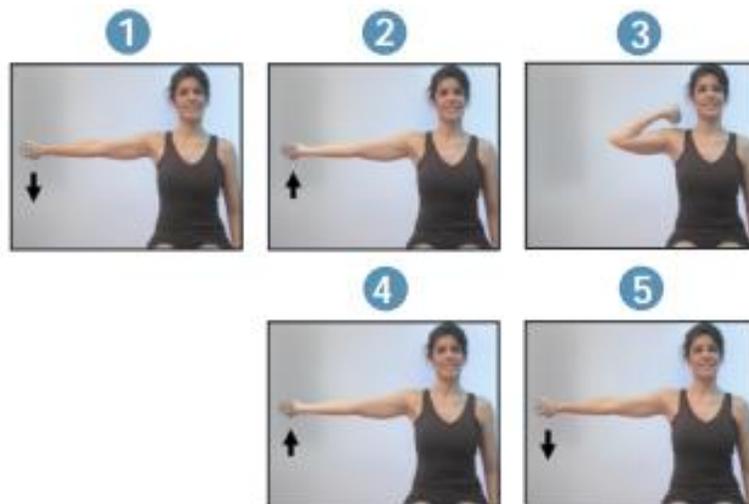


**Figura 3. Flexo-extensión.**

### Flexión del codo

La descripción gráfica de este ejercicio se muestra en la Figura 4.

1. De pie o sentado en una silla sin apoyar brazos con la extremidad totalmente horizontal y extendida, con la palma de la mano mirando al suelo. Se puede realizar sujetando un ligero peso.
2. Realizar rotación de la extremidad de forma que la mano mire hacia arriba.
3. Flexionar lentamente la extremidad hasta que la mano toque el hombro.
4. Extender nuevamente el codo a la posición horizontal con la mano mirando hacia arriba.
5. Rotar nuevamente la extremidad hasta que la mano mire el suelo



**Figura 4. Flexión-de codo.**

## Sensores del teléfono y su relación con la rehabilitación

Los teléfonos inteligentes cuentan con distinto tipos de sensores que mejoran las aplicaciones y hacen más sencilla la rutina de los usuarios. Para la rehabilitación de codo se pueden utilizar los siguientes sensores:

### *El acelerómetro y el giroscopio*

Estos dos sensores suelen combinarse, aunque cada uno tiene una función en específico. El acelerómetro mide, como su nombre lo denomina, la aceleración que el teléfono experimenta con respecto a la fuerza de la gravedad, es decir, detecta el movimiento y la orientación. El giroscopio es el permite girar la pantalla. Estos sensores pueden aplicarse a la aplicación de rehabilitación de codo para detectar la posición vertical y horizontal.

### *El Magnetómetro.*

Este sensor tiene la capacidad de detectar campos magnéticos. Algunos desarrolladores utilizan este sensor para las brújulas. Para el uso de la rehabilitación proporcionaría el sentido correcto del ejercicio a realizar.

### *El sensor de proximidad.*

Este detecta señales u objetos que se encuentran cerca del dispositivo, normalmente se localizan cerca del auricular del teléfono para reconocer cuando el usuario acerca al oído al atender una llamada, el teléfono reconoce cuando se aleja y enciende la pantalla. Se utiliza este sensor para ejercicios que midan la proximidad de la flexión de brazo con el antebrazo.

## **Establecimiento de la metodología de software.**

### Metodología Ágil

Los métodos ágiles proporcionan un enfoque de desarrollo organizado. Las características del método ágil y las características de las aplicaciones móviles, se

centra en la cantidad de documentación producida, la planificación involucrada, el tamaño del equipo de desarrollo, la identificación del cliente, todas las características de las metodologías ágiles son adecuadas para el desarrollo de aplicaciones móviles.

### Metodología Mobile-D

Esta metodología consta de cinco fases: la primera es exploración, se debe generar un plan y establecer las características del proyecto. Las tareas asociadas a esta fase incluyen el establecimiento del cliente, la planificación inicial del proyecto así como los requerimientos y el establecimiento de procesos.

La siguiente fase, iniciación, se prepara e identifica todos los recursos necesarios. Se preparan los planes para las siguientes fases y se establecen recursos físicos, tecnológicos y de comunicaciones. Las tareas de esta fase son cuatro: la puesta en marcha del proyecto, la planificación inicial, el día de prueba y día de salida.



**Figura 5. Metodología Mobile-D.**

La fase de producción, repite iterativamente, planificación, trabajo y liberación, hasta implementar todas las funcionalidades.

La fase de estabilización, se llevan a cabo las tareas de integración si las hay y se considera como la fase de la producción de documentación y la última fase prueba y

reparación del sistema tiene como objetivo dar una versión estable y funcional. En la figura 5 se muestra la estructura de la metodología.

### *Implementación de la metodología mobile-D*

En la fase de exploración se definieron los alcances de esta aplicación los cuales son, llegar a ser una herramienta de apoyo para los pacientes de un fisioterapeuta, con el fin de mejorar la calidad de los ejercicios cuando no se tiene supervisión. Con interfaces donde se programe la hora y los días para realizar las rutinas de ejercicio. Las primeras rutinas que se van a implementar en la aplicación no incluirán peso, serán ejercicios relacionados con los sensores antes mencionados.

En la fase de iniciación están presentes los siguientes recursos físicos, para pruebas, dos teléfonos con sistema operativo Android, una pc para desarrollo de software y el software de desarrollo eclipse. La etapa de producción se encuentra la primera interface de registro de usuario y la interface del primer ejercicio calibrando la exactitud de los sensores.

### **Desarrollo de la aplicación**

El mercado de aplicaciones móviles han experimentado un incremento en los últimos 10 años, las plataformas móviles siguen mejorando su desempeño y la necesidad de los usuarios de contar con una amplia variedad de aplicaciones móviles va en aumento. Este proyecto se implementara en el sistema operativo Android creado en el software de desarrollo eclipse.

### Android de Google

Fue adquirido por Google en 2005 cuando compro la firma Android Inc. Con el fin de asegurar que un sistema operativo para móviles, pudiera ser creado y mantenido en una plataforma abierta, desde entonces Google invierte cada año una gran cantidad de tiempo y recursos para el proyecto Android, ya que sólo en el tercer trimestre de 2012 se comercializaron 136 millones de aparatos con este software y a nivel mundial alcanzó una cuota de mercado del 50.9% ese mismo año. Android es un sistema

operativo móvil basado en Linux que debutó formalmente en 2008 en el teléfono móvil G1 de HTC.

### Eclipse

Es una herramienta de desarrollo de Android con la instalación del plugin ADT amplía las capacidades de Eclipse para la creación de proyectos en Android. Eclipse dispone de un editor de texto con un analizador sintáctico, la compilación es en tiempo real.

### **Levantamiento de datos estadísticos.**

Para medir la satisfacción de la aplicación se implementaran encuestas a un grupo controlado. La finalidad de una encuesta por muestreo es obtener información para satisfacer una necesidad definida. La primera tarea para realizar la encuesta es determinar los objetivos y tener presente:

- ¿Qué información se necesita para cumplirlos?

La aplicación funcional para ser evaluada por el usuario antes de contestar la encuesta.

- ¿Existe información, disponible de antemano, de encuestas piloto y otras encuestas similares que pueda ser aprovechada?

Existen encuestas para medir satisfacción de softwares que pueden complementar la encuesta de esta aplicación.

- ¿De qué medios materiales y personales se dispone?

La aplicación puede subirse a google play para ser descargada gratis y el encuestado puede usarla y contestar la encuesta, si no se puede hacer presencial.

- Límites presupuestarios y temporales.

Los costos son de impresión de encuestas para realizarlas presencialmente y un pequeño porcentaje electrónicamente. El tiempo es el factor más importante, el proyecto concluido con análisis de datos de las encuestas realizadas debe ser para el día 23 de Noviembre de 2015.

### Etapas de la encuesta

Planteamiento de los objetivos de la encuesta: Los objetivos principales son que los usuarios evalúen la calidad de interfaz, si esta es sencilla, amigable, atractiva, otro objetivo es si la secuencia de los ejercicios es fácil de deducir, un objetivo más sería si la ejecución de los ejercicios son monitoreados por la aplicación con precisión.

Población objetivo: La población sería con un grupo controlado al terminar la etapa de análisis de datos.

Elección del marco de muestreo: El marco de muestreo está formado por usuarios que realizan algún deporte o actividad donde utilicen la articulación del codo con frecuencia. Los individuos serán unidades de observación.

Establecimiento del método de medición: Se usaría un encuestador en forma personal.

Instrumento de medición: Se dividirá en tres fases, la primera son los datos generales del encuestado nombre, edad, sexo, la segunda fase son las preguntas sobre la interfaz visualmente atractiva, si es amigable y funcional, la tercera sería para observaciones. Con preguntas cerradas.

Las variables son las características medibles en las unidades de estudio y deben seleccionarse en relación con los objetivos planteados, en este proyecto el tipo de variable a utilizar son las variables por interés primario que me permiten medir de forma directa los aspectos fundamentales del estudio.

### **3. Resultados**

En una primera instancia la aplicación está dirigida a cualquier usuario que haya sufrido una lesión de esta especie, al ampliar el alcance de esta aplicación puede ser usada en tabletas electrónicas, el peso intervendría en la calidad de la rehabilitación para controlar el dispositivo en que se ejecute podría utilizarse en centros de rehabilitación con un dispositivos de características similares.

La rehabilitación de la articulación del codo puede llevarse a cabo con apoyo y monitoreo de una aplicación móvil, teniendo como requerimiento un teléfono inteligente, el uso de este tipo de teléfonos ha incrementado en los últimos años y esta tendencia brinda la oportunidad de desarrollar distintas aplicaciones innovadoras. Hoy en día los sensores con los que cuentan estos teléfonos son de buena calidad y se pueden utilizar en desarrollos para el beneficio de la salud de los usuarios. Se espera tener en análisis de datos el 23 de noviembre del presente año.

### **4. Discusión**

Esta investigación indica que la implementación de los sensores de teléfonos inteligentes sirve para un beneficio en la salud de los usuarios, como lo es la rehabilitación de codo. Aunque de acuerdo a la información de la comisión federal de Telecomunicaciones en México están activas 95,5 millones de líneas telefónicas de celulares del cual el 17 por ciento son teléfonos inteligentes, siendo esta una limitante para difundir la aplicación a cualquier teléfono, ya que podría tener ausente algún sensor y el uso de la aplicación sería deficiente .

El alcance más rápido que tiene esta aplicación, es su implementación en centros de rehabilitación, donde el volumen de pacientes sea mayor a la cantidad que los fisioterapeutas puedan brindar atención de calidad, así pues, la aplicación aumentaría la productividad del centro en general, atendiendo más personas al mismo tiempo que los fisioterapeutas y a su vez disminuyendo el tiempo de monitoreo personal para cada paciente.

## Bibliografía

- [1] AMAYA, DANIEL. (2013). *Metodologías ágiles en el desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles*. Estado actual. 13 de septiembre, de Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia Sitio web: [http://www.uelbosque.edu.co/sites/default/files/publicaciones/revistas/revista\\_tecnologia/volumen12\\_numero2/12Articulo\\_Rev-Tec-Num-2.pdf](http://www.uelbosque.edu.co/sites/default/files/publicaciones/revistas/revista_tecnologia/volumen12_numero2/12Articulo_Rev-Tec-Num-2.pdf)
- [2] CONSEJO DE SALUBRIDAD GENERAL. (2014). *Diagnóstico y tratamiento de las lesiones traumáticas del codo en el adulto*. 28 de septiembre, de Gobierno federal Sitio web: [http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/gpc/CatalogoMaestro/429\\_GPC\\_Lesiones\\_tx\\_codo/GRR\\_Lesiones\\_de\\_codo.pdf](http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/gpc/CatalogoMaestro/429_GPC_Lesiones_tx_codo/GRR_Lesiones_de_codo.pdf)
- [3] KEITH L. MOORE, ARTHUR F. DALLEY. (2007). *Anatomía con Orientación Clínica*. Estados Unidos: Panamericana.
- [4] LARIOS, NANCY. (2013). *Introducción al diseño de una encuesta*. 13 de mayo de 2015, de Universidad de Sonora Sitio web: <http://www.estadistica.mat.uson.mx>
- [5] N. BARCELONA APARICIO, M. GOMÁ ALONSO. (1999). *Biomecánica de la articulación del codo*. 25 de abril de 2015, de elsevier sitio web: <http://www.elsevier.es/es-revista-fisioterapia-146-articulo-tratamiento-fisioterapeutico-rigidez-del-codo-13008950>
- [6] QUIJADA, ANDRES. (2012). *Metodología de Desarrollo de Aplicaciones Móviles*. 17 de septiembre, de Prezi Sitio web: [https://prezi.com/7goy\\_m-nvpqI/metodologia-de-desarrollo-de-aplicaciones-moviles/](https://prezi.com/7goy_m-nvpqI/metodologia-de-desarrollo-de-aplicaciones-moviles/)
- [7] VIT. (2008). *Mobile-d.* de AGILE Sitio web: <http://virtual.vtt.fi/virtual/agile/mobiled.html>
- [8] WILLIAMS E. PRENTICE. (2001). *Técnicas de rehabilitación en medicina deportiva*. Barcelona: Paidotribo.