

Prototipo para el seguimiento en la rehabilitación de pacientes posterior a una fractura supracondílea humeral.

“Baakel ”

Trabajo Terminal No. _____

*Alumnos: *Arenas de la Calleja Carlos Eduardo, Ortiz Meraz Isaac Baruch, González Platón Pedro*

Directores: Rocha Bernabé María del Rosario, Mendez Segundo Laura

**email:carenasd1601@alumno.ipn.mx*

Resumen – En este trabajo se pretende desarrollar un prototipo utilizando una manga con sensores FLEX y un dispositivo de contrapeso, comunicados a una aplicación software que permita dar un seguimiento en la rehabilitación del paciente posterior a una fractura; en este caso particular, para la rehabilitación de los brazos en aquellos menores que hayan sufrido una fractura supracondílea humeral donde la rehabilitación es necesaria para evitar el atrofio total del músculo involucrado.

Palabras clave: Rehabilitación física, Sensores, Microcontroladores, Lesión traumática, Aplicación Móvil

1. Introducción

Los traumatismos y las fracturas son uno de los principales motivos de consulta en atención primaria y urgencias hospitalarias. El tejido óseo infantil presenta una composición química y características fisiológicas diferentes del hueso adulto. Estas propiedades condicionan una respuesta particular del hueso infantil a los traumatismos y algunos tipos de fractura específicos de la infancia[1]. La rehabilitación física se realiza a través de tratamientos utilizando diversos instrumentos y técnicas, como el calor, frío, la luz o la electricidad, para aliviar dolores, desinflamar, tratar arcos de movimiento, recuperar músculos, corregir la postura y otras imperfecciones[2].

Los equipos en fisioterapia permiten al usuario restablecer las funciones motrices. En la fisioterapia estos equipos son usados de manera regular generando facilidades tanto para el paciente afectado y el profesional que las emplea, permitiendo que se hagan procedimientos de manera más eficaz y segura.

En la última década la tecnología ha avanzado en muchos campos profesionales alrededor del mundo, en fisioterapia el uso de la tecnología ha tenido un aumento exponencial en la creación de dispositivos tecnológicos de intervención y evaluación fisioterapéutica. Dentro de la evidencia se ha referenciado la creación de nuevos sistemas tecnológicos utilizados en la valoración y manejo de pacientes con diversos tipos de patologías. Por ejemplo: en pacientes con lesiones neurológicas se han creado dispositivos tecnológicos enfocados en la rehabilitación de habilidades tales como balance, propiocepción, equilibrio y marcha. En deportistas se ha reportado el uso de nuevas tecnologías para la medición de características antropométricas, entrenamiento de habilidades a través de tecnología virtual [3].

La fractura supracondílea humeral es una solución de continuidad de la metáfisis distal del húmero por encima de la línea fisaria; es la segunda más frecuente en niños entre 5 y 7 años de edad[4],[5], y la más común en cuanto a lesiones del codo (86%)[6]; ocupa el primer lugar de fracturas que requieren cirugía en edad pediátrica[7].

Debido a esta estadística, es común para un fisioterapeuta tener que trabajar en la rehabilitación de menores con este tipo de lesiones utilizando el equipo que se tenga disponible, y en ocasiones se utilizan métodos subjetivos para realizar diagnósticos y determinar avances en la rehabilitación, como lo es la extensión y flexión del ángulo del codo y la fuerza que este posee.

Con el desarrollo de este prototipo se elaborará una alternativa brindando un seguimiento en la rehabilitación de pacientes, permitiendo al usuario y al fisioterapeuta, poder trabajar a distancia mediante el software con los pacientes que no tengan las condiciones físicas o económicas para trasladarse a las clínicas de rehabilitación.

El prototipo consiste en una manga que el paciente tendrá que ponerse en el brazo, permitiendo así que por medio de un módulo de comunicación se envíen los datos medidos de fuerza y arcos de movilidad del codo a la aplicación móvil. Ésta va a mostrar en pantalla los datos que se registraron, junto con la información del paciente, para que finalmente se pueda generar un reporte con datos recabados y que el profesional de la salud pueda hacer una lectura y estimación con esa información

Sistemas Similares

A continuación se presenta una lista de sistemas similares que han sido desarrollados:

1. Desarrollo de interfaz gráfica con sistema embebido para prototipo de rehabilitación pasiva de brazo[8].
 - Con el uso de termografía infrarroja hacen observaciones en rutinas flexión-extensión de codo utilizando una interfaz intuitiva.
 - Requiere que se tenga el espacio suficiente en una habitación para que el rehabilitador pueda ser utilizado.
2. Prototipo rehabilitador pasivo de codo para asistencia en actividades de fisioterapia [9].
 - Sistema que asiste a la rehabilitación mediante rutinas con un brazo mecánico.
 - Utiliza sensores térmicos para mostrar el esfuerzo que los músculos realizan.
3. Elbowlution[10].
 - Ortesis de codo utilizada para la rehabilitación de lesiones generales en el codo limitando los grados de flexión y extensión, teniendo un control del movimiento seguro del brazo.
 - Uso de velcro para el ajuste en el brazo y tamaño ajustable para la comodidad del paciente.
4. Sistema servo-mecánico para la rehabilitación de codo y muñeca[11].
 - Por medio de los servomotores asiste a la rehabilitación de personas que han sufrido lesiones en el codo proporcionando una serie de ejercicios para que el paciente los realice.
 - Proporciona sesiones de rehabilitación, con la posibilidad de ser asistidas por los servomotores.

2. Objetivo General

- Desarrollar un prototipo de un sistema híbrido para el seguimiento en la rehabilitación del paciente posterior a una fractura supracondílea en el humeral, utilizando una manga con sensores y una aplicación móvil de manera remota.

2.1 Objetivos Específicos

- Diseñar una manga que por medio de sensores FLEX permita medir el ángulo de flexión del codo.
- Implementar un dispositivo de contrapeso para medir la fuerza ejercida por el codo.
- Desarrollar un módulo de comunicación entre el prototipo y la aplicación móvil.
- Desarrollar una aplicación móvil que muestre la información recopilada del hardware, para generar un reporte del paciente.

3. Justificación

Las fracturas supracondíleas de húmero son frecuentes en niños entre 5 y 7 años de edad; la prevalencia mundial oscila entre el 3 y el 16%, predominando en varones; el 90-95% corresponde a lesiones por extensión; la necesidad de una atención inmediata radica en la prevención de complicaciones y secuelas[12]. En la actualidad se utilizan métodos de rehabilitación física, por medio de ejercicios que miden el avance de los pacientes de manera subjetiva, requiriendo así de un experto para poder ser evaluados, además de que los pacientes deban transportarse hasta donde se encuentre un especialista y aún así tener que esperar al análisis de información sobre la evolución de sus lesiones.

Los beneficios de la implementación de nuestro prototipo pueden ser:

- Para el paciente
 - La posibilidad de monitoreo desde casa.
 - La accesibilidad del producto.
 - La facilidad de uso.
- Terapeuta
 - La obtención de datos de forma remota.
 - Obtener de manera precisa los datos de la evolución en el tratamiento.
 - Llevar registro global en la evolución de todos los pacientes.

La propuesta de desarrollo que se presenta implica el empleo de conocimientos de instrumentación, así como el desarrollo de una aplicación móvil para Android que recopila la información recabada por el hardware por medio de un módulo de comunicación, transfiriendo al sistema donde podrá ser visualizada, y evaluada por el fisioterapeuta.

4. Productos o Resultados Esperados

Los productos esperados al final son los que se enlistan a continuación:

- Manga con sensores FLEX implementados.
- Dispositivo de contrapeso.
- Módulo de comunicación entre la manga y la aplicación.
- La aplicación móvil.

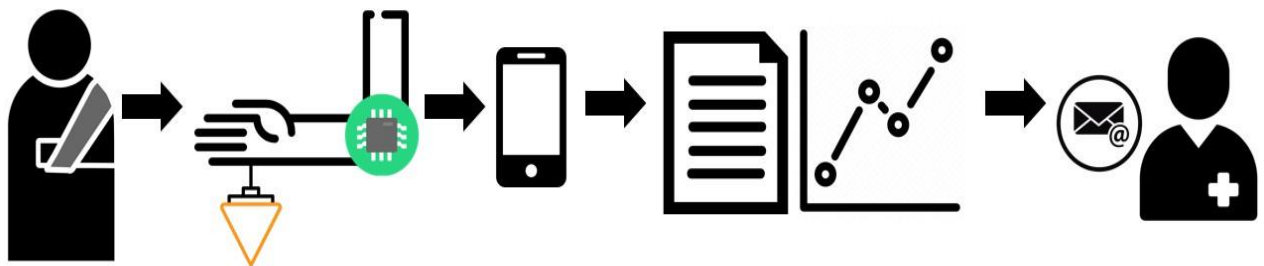


Figura 1.- Arquitectura general del prototipo

5. Metodología

Para este trabajo se planea usar una metodología de prototipos o modelo evolutivo, se inicia con la definición de los objetivos globales para el software y hardware, luego de identificar los requisitos conocidos y las áreas del esquema en donde es necesaria más definición. Este modelo se utiliza para dar al usuario una vista preliminar de partes del prototipo. Consiste en mostrar pruebas al usuario y trabajar con lo perfectible hasta que el usuario quede satisfecho [13].

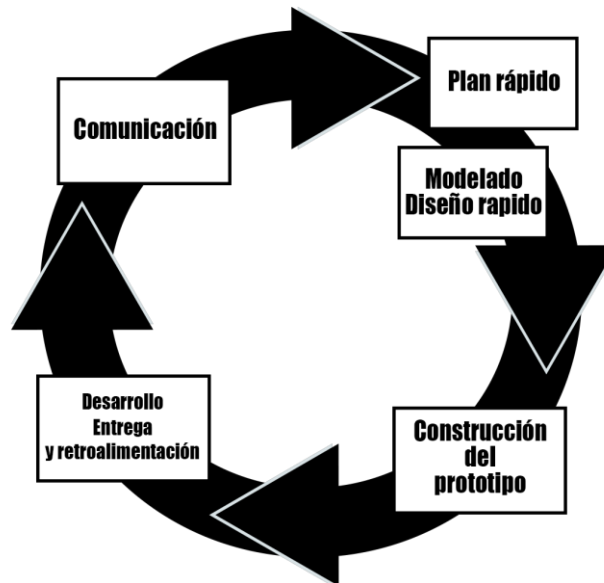


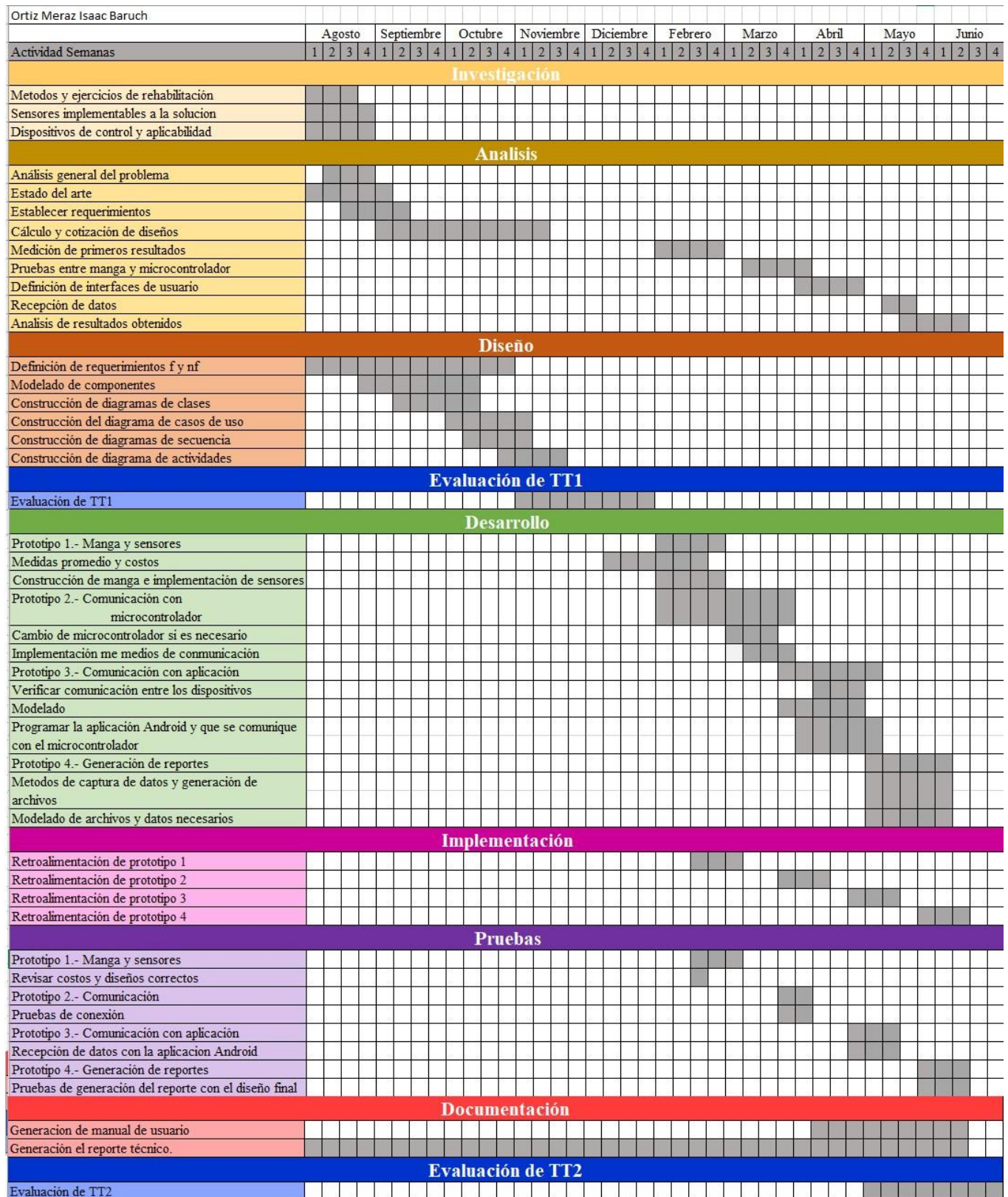
Figura 2.- Diagrama de metodología de prototipos

De acuerdo con el modelo de desarrollo que elegimos, se han establecido los siguientes prototipos y su alcance.

Versión	Alcance
Prototipo 1	-Diseño de la manga y elección de materiales -Implementación de sensores.
Prototipo 2	-Recabación de datos mediante el dispositivo de alta integración.
Prototipo 3	-Desarrollo de la aplicación móvil y su comunicación con el microcontrolador.
Prototipo 4	-Creación y envío de reportes.

6. Cronograma

En las siguientes figuras se presentarán los cronograma de actividades individuales del proyecto con el estimado de tiempo de análisis y desarrollo.



[illegible]

[illegible]

7. Referencias

- [1] J. L. Olmedo, Fracturas infantiles más frecuentes. Esguinces y epifisiolisis, Unidad de Ortopedia Infantil del Complejo Asistencial Universitario de Salamanca, 2019, Pp. 15. [Online]. Disponible: https://www.pediatruiintegral.es/wp-content/uploads/2019/xxiii04/06/n4-221e1-14_JorgeLopez.pdf
- [2] Universidad de la Concordia (2019, Oct 31). ¿En qué consiste la rehabilitación física? (1ra ed.) [Online]. Disponible: <https://www.universidadlaconcordia.edu.mx/blog/index.php/rehabilitacion-fisica/>
- [3] J. Alfonso Mantilla y J. Martínez Santa, Innovación y Tecnología en Fisioterapia Futuras herramientas de intervención, Rev. MC, vol. 11, n.º 1, pp. 37-43, feb. 2017. [Online]. Disponible: <https://revmovimientocientifico.iberu.edu.co/article/view/mct.11105>
- [4] Rodríguez-Martínez JJ, Mora-Ríos FG, Mejía-Rohenes LC. Frecuencia de codo traumático pediátrico en el Hospital Regional General Ignacio Zaragoza. Rev Esp Med Quir. 2018; 23(2): 87-92. [Online]. Disponible: <https://www.medigraphic.com/pdfs/quirurgicas/rmq-2018/rmq182b.pdf>
- [5] Farrow L, Ablett AD, Mills L, Barker S. Early versus delayed surgery for paediatric supracondylar humeral fractures in the absence of vascular compromise. Bone Joint J. 2018; 100: 1535-41.
- [6] Barrón EA, Sánchez JF, Cruz JR. Perfil clínico-epidemiológico de las fracturas supracondíleas de húmero en pacientes pediátricos en un hospital general regional. Cirugía y Cirujanos. 2015; 83 (1): 29-34. [Online]. Disponible: <https://www.redalyc.org/pdf/662/66242703006.pdf>
- [7] Corres IA, Torres A. Clasificación de las fracturas supracondíleas en niños: Gartland, AO y Holmberg. ¿Cuál tiene el mayor acuerdo interobservador? Acta Ortop Mex. 2015; 29(6): 299-302. [Online]. Disponible: <https://www.medigraphic.com/pdfs/ortope/or-2015/or156d.pdf>
- [8] T. Cortés, B. Manrique y J. Torrejón, "Desarrollo de interfaz gráfica con sistema embebido para prototipo de rehabilitación pasiva de brazo", *ResearchGate*, 2017. [Online]. Disponible: https://www.researchgate.net/publication/319406133_Desarrollo_de_interfaz_grafica_con_sistema_embebido_para_prototipo_de_rehabilitacion_pasiva_de_brazo.
- [9] J. Revelo Burbano, "Prototipo rehabilitador pasivo de codo para asistencia en actividades de fisioterapia", Licenciatura, Universidad Técnica del Norte, 2017. [Online]. Disponible: <https://core.ac.uk/download/pdf/200324433.pdf>
- [10] ORLIMAN, Ortesis de codo Elbowlution, (2018, Junio), [Online]. Disponible: <https://www.orliman.com/producto/ortesis-codo-elbowlution/>
- [11] O. R. Christian Jonnathan y P. G. Carlos Fernando, "Sistema servo-mecánico para rehabilitación en codo y muñeca", Trabajo de titulación, [Online]. Disponible: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17384/1/UPS-CT008299.pdf>
- [12] Barrón-Torres, Erika Alejandrina; Sánchez-Cruz, Juan Francisco; Cruz-Meléndez, José Ramses, "Perfil clínico-epidemiológico de las fracturas supracondíleas de húmero en pacientes pediátricos en un hospital general regional", Cirugía y Cirujanos, vol. 83, núm. 1, 2015, pp. 29-34 Academia Mexicana de Cirugía, A.C. Distrito Federal, México. [Online]. Disponible: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=66242703006>
- [13] Cervantes Ojeda, J.; Gómez Fuentes, María del Carmen, Taxonomía de los modelos y metodologías de desarrollo de software más utilizados, Universidades, núm. 52, enero-marzo, 2012, pp. 37-47 Unión de

8. Alumnos y directores

Arenas de la Calleja Carlos Eduardo.- Alumno de la carrera de Ing. en Sistemas Computacionales en ESCOM, Especialidad Sistemas, Boleta:2017630091 , Tel.7821654866,email carenasd1601@alumno.ipn.mx
Firma:_____

Ortiz Meraz Isaac Baruch .- Alumno de la carrera de Ing. en Sistemas Computacionales en ESCOM, Especialidad Sistemas, Boleta: 2014081135, Tel. 5515055134, email iortizm1301@alumno.ipn.mx
Firma:_____

González Platón Pedro.- Alumno de la carrera de Ing. en Sistemas Computacionales en ESCOM, Especialidad en Sistemas, Boleta: 2016630185, Tel.5518263889, email gonzalezp1400@alumno.ipn.mx
Firma:_____

María del Rosario Rocha Bernabé.- Profesora de ESCOM del IPN, Ingeniero en Comunicaciones y Electrónica, Maestría en Instrumentación Electrónica. Arenas de Interés: Control e Instrumentación, Investigación Educativa, email rrocha@ipn.mx
Firma:_____

Laura Méndez Segundo Profesora Titular C en la ESCOM, Licenciada en Informática por la Universidad Veracruzana, Maestría en Ing. Eléctrica especialidad computación CINVESTAV-IPN. Directora de trabajos terminales. Áreas de interés: Ingeniería de Software, Bases de Datos, Análisis y Diseño Orientado a Objetos, Cómputo educativo, realidad virtual y realidad aumentada. email: lmendezs@ipn.mx
Firma:_____

CARÁCTER: Confidencial
FUNDAMENTO LEGAL: Artículo 11 Fracc. V y Artículos 108, 113 y 117 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.
PARTES CONFIDENCIALES: Número de boleta y teléfono.

Acuse de recibido

1



Carlos Eduardo Arenas De La Calleja
Para: Chadwick Carreto Arellano; Maria del Rosario Rocha Bernabe; Isaac Baruch Ortiz Meraz
CC: Chadwick Carreto Arellano; Maria del Rosario Rocha Bernabe; Isaac Baruch Ortiz Meraz

Lun 09/11/2020 08:56 PM

Protocolo Final.pdf
951 KB

Por favor de responder para generar el acuse de recibido



Maria del Rosario Rocha Bernabe
Para: Carlos Eduardo Arenas De La Calleja; Chadwick Carreto Arellano; Isaac Baruch Ortiz Meraz

Lun 09/11/2020 09:06 PM

Enterada

Envío acuse de recibido.



Laura Mendez Segundo Chat Archivos Organización Actividad LinkedIn +



Laura Mendez Segundo 25/2 17:23
Hola Carlos me puedes enviar la última versión del protocolo de su TT por favor?

25/2 17:28
Claro.



Protocolo final.pdf

...



Laura Mendez Segundo 25/2 17:46
Muchas gracias, acuso de recibido

25/2 17:48
Por nada