



UNIVERSIDAD EUROPEA DE MADRID
ESCUELA DE ARQUITECTURA, INGENIERÍA Y DISEÑO
GRADO EN INGENIERÍA BIOMÉDICA

PROYECTO DE INGENIERÍA BIOMÉDICA

**FQ: Sistema de teleasistencia para personas que
padecen de fibrosis quística**

ÁLVARO CAMACHO GONZÁLEZ
LUISANA VALENTINA FLORES YAJURE
DESIRÉE RIVERA RODRÍGUEZ

CURSO 2021-2022



Índice

| | |
|--|-----------|
| Índice | 2 |
| Capítulo 1. RESUMEN DEL PROYECTO | 4 |
| 1.1 Planteamiento del problema | 4 |
| 1.2 Objetivos del proyecto | 4 |
| Capítulo 2. INTRODUCCIÓN | 5 |
| 2.1 Contexto | 6 |
| 2.2 Estado del arte | 6 |
| 2.3 Planteamiento del problema | 10 |
| Capítulo 3. LA FIBROSIS QUÍSTICA | 12 |
| 3.1 Enfermedad fibrosis quística | 12 |
| 3.2 Dificultades derivadas de la fibrosis quística. | 14 |
| 3.3 Tratamientos | 16 |
| 3.4 Estilo de vida y autocontrol de los enfermos de FQ | 17 |
| Capítulo 4. OBJETIVOS. | 18 |
| 4.1 Objetivos generales | 18 |
| 4.2 Objetivos específicos | 18 |
| 4.3 Beneficios del proyecto | 18 |
| Capítulo 5. REQUISITOS | 19 |
| Capítulo 6. MANUAL DE USUARIO. | 19 |
| Capítulo 7. DESARROLLO DEL PROYECTO. | 25 |
| 7.1 Diagrama de clases. | 25 |
| 7.3 Funcionalidades de la aplicación. | 26 |
| Capítulo 8. BASE DE DATOS. | 28 |
| 8.1 DIAGRAMAS ENTIDAD-RELACIÓN. | 29 |
| 8.2 DISEÑO LÓGICO. | 31 |
| 8.3 INTEGRACIÓN EN LA BASE DE DATOS. | 32 |
| 8.4 CONEXIÓN DE ARDUINO Y BASE DE DATOS. | 35 |



| | |
|-------------------------------------|-----------|
| Capítulo 9. SENSORIZACIÓN | 37 |
| 9.1 ESQUEMA DE SENSORES. | 37 |
| 9.2 DESCRIPCIÓN MICROCONTROLADORES. | 40 |
| 9.3 DESCRIPCIÓN DE SENSORES | 41 |
| Capitulo 10. Conclusión. | 43 |
| ANEXOS | 44 |
| PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO. | 44 |
| PRESUPUESTO | 46 |
| EQUIPO DE TRABAJO. | 47 |
| REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA | 48 |
| ANEXOS | 53 |



Capítulo 1. RESUMEN DEL PROYECTO

1.1 Planteamiento del problema

En los últimos años ha habido una mejora sustancial de las terapias para el tratamiento de la fibrosis quística, alargando la esperanza de vida a las personas que padecen esta enfermedad ¹. Sin embargo la continua atención que necesitan este tipo de pacientes hacen que muchas veces esta sea deficiente en relación al tiempo que necesitan. Esta situaciones las hemos podido comprobar con la situación del COVID-19 donde ciertos sectores se han sentido desatendidos, entre ellos los pacientes de fibrosis quística. En esto se centra la aplicación a desarrollar, en reducir los tiempos que necesitan estos pacientes con el médico, teniendo el paciente contacto directo con el profesional de la medicina y este a su vez acceso rápido a las pruebas que se le han hecho al enfermo tanto de forma médica, como autónoma ².

1.2 Objetivos del proyecto

El objetivo del proyecto es desarrollar una aplicación dirigida a las personas que sufren de Fibrosis Quística, con la finalidad de mejorar su calidad de vida y mantener un control de sus datos. Permitiendo el acceso de los mismos al médico del paciente y a sus familiares, también existe la comunicación entre el médico tanto con el paciente como el médico con el familiar, lo cual es una parte fundamental de la aplicación. También le dará acceso a sus usuarios de los datos del paciente pero con diferentes finalidades, entre algunas de ellas: permitirá monitorizar el desarrollo de la enfermedad para el médico, emitirá alertas para los familiares cuando el paciente se encuentre en una posible situación de riesgo y mantendrá informado al paciente en tiempo real de sus datos para su autogestión.

Capítulo 2. INTRODUCCIÓN

Según la OMS, la fibrosis quística es una de las denominadas enfermedades raras que presenta mayor incidencia en la población. Se trata de una enfermedad hereditaria y crónica que daña las células que producen la mucosa, el sudor y los jugos gástricos y se caracteriza por la degeneración del sistema digestivo y respiratorio.

La fibrosis quística fue considerada una afección que con el paso del tiempo tendía a empeorar, y por ello se relacionaba con una expectativa de vida abreviada, pero en la actualidad se comprobó que de la mano de un diagnóstico temprano y oportuno la calidad de vida de los pacientes que la padecen mejora considerablemente.

En España, según la Federación Española de Fibrosis Quística, esta enfermedad crónica y degenerativa afecta a unas 2.500 personas. “La incidencia de la enfermedad en nuestro país es de 1 persona cada 5.000 nacimientos, y se calcula que 1 de cada 35 habitantes son portadores sanos de la enfermedad. Al tratarse de una enfermedad genética recesiva es necesario que los dos padres sean portadores del gen mutado que produce la enfermedad para poder transmitirla”³.

La FQ empieza al momento de la concepción aunque puede pasar algún tiempo antes de que se presenten sus síntomas. En general, se diagnostica la FQ o empiezan a presentarse los síntomas durante los primeros tres años de vida. Alrededor del 10 al 15 por ciento de las personas con FQ tendrá síntomas al nacer⁴.

Según la Fundación Caser, en los últimos años se ha avanzado mucho en el conocimiento y tratamiento de la enfermedad, pero no llega a curar. Sin embargo, se ha conseguido frenar el deterioro en personas con determinadas mutaciones⁵. De esta manera, se mejora la calidad de vida de las personas y se ha podido subir la esperanza de vida estando actualmente entre 40 y 45 años⁶.

Los pacientes de fibrosis quística son un grupo de alto riesgo ya que son vulnerables a contagios y porque la fibrosis quística afecta a algunos sistemas del cuerpo como el respiratorio, digestivo y reproductor, así como a otros órganos. Por estas razones, hay mucho respecto a esta enfermedad, sobre todo en la época de la infancia y a la hora de hacer ejercicio físico ya que un buen tratamiento y revisiones continuas pueden mejorar su calidad de vida. No obstante, muchos de estos pacientes no se sienten seguros cuando están solos, a la hora de salir a la calle o de hacer algunas actividades cotidianas. Además de la preocupación de los padres porque sus hijos crezcan sabiendo cómo “controlar” su enfermedad y que estén bien en todo momento.

En este trabajo se presentará en detalle información sobre la fibrosis quística y sus síntomas y tratamientos. En esta revisión analizaremos las características de la fibrosis quística en



pacientes de cualquier edad para poder establecer un adecuado diagnóstico de la enfermedad lo más precozmente posible y facilitar el tratamiento más idóneo a cada paciente. Asimismo de facilitar su vida a través de la tecnología y la de sus clínicos.

2.1 Contexto

Vivimos en una época en la la tecnología es utilizada para facilitar la mayoría de las actividades diarias. Sin embargo, estos avances no vienen solos tiene que haber una persona o un grupo de personas que implemente este tipo de soluciones a la cotidianidad. En nuestro caso, hemos querido centrar nuestro esfuerzo en llevar los avances tecnológicos que existen en la actualidad a otro nivel para mejorar la calidad de vida de las personas que sufren de alguna patología o con ciertas afecciones, especialmente aquellas relacionadas con la fibrosis quística.

Este proyecto pretende dotar a este grupo de personas de una forma sencilla e intuitiva herramientas que les permitan gestionar su enfermedad para que puedan llevar una vida lo más normal posible junto con la debida monitorización de la enfermedad por especialistas. La combinación de electrónica, informática y medicina emplean un importante papel en la actualidad en la búsqueda de aplicaciones accesibles para todos los pacientes que desean mejorar su estilo de vida, y no solo esto beneficia a los pacientes sino también beneficia los sistemas de salud en la reducción de costes y mejoras en los tratamientos.

2.2 Estado del arte

- **App FQ-UP - FEFQ.** ⁷

Es una aplicación móvil de la Federación Española de FQ muy práctica y divertida la cual ayuda a los tratamientos que más cuesta como los antibióticos inhalados, la fisioterapia respiratoria o el suero salino hipertónico. Además permite configurar tus tratamientos con retos semanales a superar. De la misma forma, registra el proceso diario, analiza los resultados y gráficas los cuales se pueden mandar al equipo médico, de esta forma ellos pueden saber las dificultades y mejorar los planes del paciente. Por último nos permite ver videos, tutoriales y herramientas con el fin de ayudar a realizar correctamente los ejercicios. Está dirigida a personas con fibrosis quística de más de 14 años.

- **Una 'app' mejora el control de la fibrosis quística en niños y jóvenes.** ⁸

Uno de los problemas que tienen los pacientes con fibrosis quística son los alimentos dado que cada alimento requiere una cantidad de enzimas para digerirlo. Esta aplicación permite ayudar al paciente a saber la cantidad de enzimas que tienen los



alimentos que va a ingerir. Asimismo, los médicos pueden consultar toda la información que vaya poniendo sus pacientes (enzimas, síntomas...). Por último dispone de un manual de educación con juegos nutricionales para los niños pequeños y recomendaciones. Está dirigida a niños y adolescentes.

- **CFBuzz App - Cystic Fibrosis Management.** ²

Es una aplicación creada específicamente para adultos con fibrosis quística y ayuda al autocontrol de la FQ. Ofrece la capacidad de registrar información de salud personal, monitorear el progreso con respecto a los objetivos y realizar un seguimiento de todos sus contactos y citas. CFBuzz se construyó desde cero con consultas tanto de la comunidad de fibrosis quística como de los principales profesionales médicos. Realiza un seguimiento de todos los datos médicos como el peso, vitaminas y más, o se puede crear y realizar un seguimiento de los propios objetivos. Además se puede hacer un seguimiento de scripts y citas.

- **App for cystic fibrosis patients and nutrition game for children.** ¹⁰

Aplicación que sirve como herramienta de salud digital para ayudar a los pacientes con fibrosis quística y a sus familias a calcular la dosis óptima de enzimas. El proyecto también ha desarrollado un juego para ayudar a los niños a comprender cómo una buena nutrición puede ayudarles a mejorar su estado de salud.

- **PatientMpower launches CF home-monitoring solutions.** ¹¹

Esta aplicación permite a las personas medir los signos vitales relevantes para su FQ en el hogar, incluida la medición de grado clínico de su función pulmonar y niveles de oxígeno. La información de los pacientes está disponible de inmediato para que el personal de atención médica la vea a través de un portal seguro en el hospital. Se puede compartir síntomas como la saturación del oxígeno, el peso y además hay una función que recuerda a la persona cuando se tiene que tomar la medicación y su cantidad.

- **Protocolo de telemonitorización para la prevención y el cribado de comorbilidades, en pacientes pediátricos con fibrosis quística y / o diabetes, por índice HVR.** ¹²

Este proyecto piloto es una de las primeras aplicaciones de la solución de Telemedicina para la comorbilidad y estudio traslacional. Un total de 20 pacientes con diabetes y / o la fibrosis quística se inscribieron en un intervención telemedica y adscrita a diferentes grupos. El objetivo de este estudio fue analizar posible variación de la variabilidad de



la frecuencia cardíaca, dependiendo de el valor de glucemia o el volumen espiratorio forzado en 1 segundo en pacientes adolescentes y adultos con diabetes y / o Fibrosis Quística por protocolo de telemedicina y analizar la correlación entre el cumplimiento y los pacientes con fondo de tecnología. En los primeros cuatro meses de Telemonitorización, recibimos 855 transmisiones de glucemia y 378 transmisiones de prueba de espirometría. Mostramos una buena tendencia de cumplimiento, especialmente en los pacientes con fondo de tecnología. Varias soluciones de telemonitorización podrían ser herramientas importantes para la nueva investigación internacional de comorbilidad. La metodología para compartir los datos desde el hogar al hospital se debe tener en cuenta al planificar tener una asistencia al protocolo de telemedicina.

- **El papel de la telemedicina en pacientes con enfermedades respiratorias.**¹³ Este artículo resume el uso de la telemedicina como herramienta en el manejo de pacientes que padecen algunas patologías respiratorias. El progreso de la telemedicina amplía los horizontes de la medicina respiratoria: esta herramienta potencialmente puede reducir los costos de atención médica al mover algunas intervenciones médicas de centralizadas ubicaciones en el hogar del paciente, lo que también permite la prestación de atención en países con acceso limitado. En la actualidad, aún necesitamos mucha más evidencia para considerar esta modalidad como una opción real en el manejo de estos pacientes.
- **Telemonitorización domiciliaria: impacto económico y clínico del servicio para pacientes con enfermedad respiratoria crónica.**¹⁴
En el estudio piloto se han involucrado 71 pacientes con un servicio de telemedicina de la Unidad de insuficiencia respiratoria del Hospital Infantil Regina Margherita de Turín. Los alcances son principalmente dos: la evaluación del potencial del sistema de control del examen funcional en las diversas expresiones de la enfermedad, y mejorar el conocimiento de la calidad percibida del servicio según los usuarios del servicio, de acuerdo con el impacto económico y ético. El análisis de los datos arrojó resultados interesantes con el fin de mejorar el tipo de servicio ofrecido a estos pacientes, también en términos de resultados económicos y sociales.
- **La aplicación de la telemedicina en el seguimiento del pulmón trasplante en un paciente con fibrosis quística.**¹⁵

La Unidad de Fibrosis Quística (FQ) del Hospital Infantil Bambino Gesù en Roma (Italia) tiene más de 25 años de experiencia en diagnóstico y tratamiento de enfermedades relacionadas con el regulador de conductancia transmembrana de fibrosis quística (CFTR). Se presenta el caso de una chica de 19 años con FQ, con insuficiencia respiratoria grave, fallo por el que fue sometido a dos trasplantes de pulmón. Durante el seguimiento el monitoreo remoto ha permitido la identificación de un episodio temprano de recaída pulmonar y reacción de injerto contra huésped incluso antes de la aparición de los síntomas, lo que permite una intervención eficaz y una recuperación completa de la función pulmonar.

- **Telemonitorización en la fibrosis quística: una evaluación y simulación de 4 años para los próximos 6 años.** ¹⁶

Las tecnologías e informática innovadoras ofrecen una amplia gama de servicios a los distritos de salud, médicos, enfermeras y pacientes, y está cambiando el concepto tradicional de atención médica. En los últimos años, la disponibilidad de dispositivos portátiles, su facilidad de transporte y uso y la capacidad de recopilar y transmitir diversos datos clínicos han dado lugar al rápido desarrollo de la telemedicina. Sin embargo, a pesar de su impacto potencial en la mejora de las condiciones de los pacientes y su rentabilidad reportada en la literatura, la telemedicina no se encuentra en la práctica diaria. El objetivo de este estudio es proporcionar evidencia del impacto positivo de la telemonitorización que demuestre la sostenibilidad de una aplicación al enviar los resultados de la espirometría desde los hogares de los pacientes a los médicos del hospital a través de Internet, y de los médicos a los pacientes mediante una solución de llamada telefónica adicional. Se descubrió un ahorro potencial de 40.397,00 € por paciente durante 10 años, actualizado en 36.802,97 € para el seguimiento de todos los pacientes incluidos. Los resultados del estudio sugieren que la telemedicina puede mejorar la salud de los pacientes con FQ.

- **Preferencias del usuario y recomendaciones de diseño para una aplicación mHealth para promover el autocuidado de la fibrosis quística.** ¹⁷

Las aplicaciones de mHealth tienen el potencial de brindar apoyo automatizado y personalizado para la adherencia al tratamiento entre las personas con afecciones médicas crónicas. Las aplicaciones de autogestión pueden ser particularmente útiles

para las personas con afecciones crónicas como la fibrosis quística (FQ) que tienen regímenes complejos y exigentes. Involucrar a los usuarios finales en todas las etapas del desarrollo de aplicaciones de mHealth y colaborar con expertos en tecnología y el sistema de atención médica puede dar como resultado aplicaciones que mantienen el compromiso, mejoran la integración y la automatización y, en última instancia, afectan la autogestión y los resultados de salud.

- **Uso de la tecnología digital para la monitorización domiciliaria, la adherencia y el autocuidado en la fibrosis quística: una revisión de vanguardia.**¹⁸

La asistencia sanitaria digital es un sector sanitario en rápido crecimiento. Su importancia ha sido reconocida tanto a nivel nacional como internacional, y la OMS ha publicado recientemente su primera estrategia global para la salud digital. También ha aumentado el uso de tecnología digital dentro de la fibrosis quística (FQ). Se incluyen 59 artículos y protocolos en esta revisión de vanguardia, relacionados con 48 estudios desde 1999 hasta 2019. La tecnología se ha utilizado con el objetivo de aumentar la accesibilidad a la asistencia sanitaria, la detección precoz de las exacerbaciones pulmonares y la monitorización electrónica objetiva de la adherencia. También se puede utilizar para promover la adherencia y la autogestión a través de la educación, las aplicaciones de gestión del tratamiento y las redes sociales.

2.3 Planteamiento del problema

En los últimos años el uso de las tecnologías de la telecomunicación a la hora de otorgar atención a distancia ha experimentado una mejoría a todos los niveles, la promoción de la salud, la reducción de los costes, la prevención de enfermedades y el autocontrol de enfermedades como la hipertensión, la diabetes o la fibrosis quística. No obstante, aunque ha habido un progreso en las terapias y técnicas para tratar la fibrosis quística se ha observado un estancamiento en los últimos años a la hora de controlar de manera efectiva la enfermedad. Temas como la mortalidad, hospitalizaciones, el agravamiento rápido y descontrolado de la enfermedad y la falta de control de los síntomas tienen un gran impacto en la actualidad, acentuándose sobre todo en Europa, pero tratándose de una enfermedad a nivel global, siendo 1 de cada 3500 recién nacidos afectados por esta enfermedad.

Una condición incurable de padecer fibrosis quística es que afecta en gran medida el bienestar del paciente, llegando en algunos casos a pacientes incapaces de salir de casa por miedo a una



infección, por tener que estar conectados al oxígeno o por miedo a sufrir hipoxia y caerse, desorientarse y morir si no es tratado a tiempo. Todo esto genera una fuerte ansiedad y depresión en aquellos pacientes que padecen enfermedad, sobre todo en aquellos a los que les es descubierta en su etapa más adulta por un empeoramiento de los síntomas, lo que también provoca un empeoramiento en su bienestar. Además de la preocupación que tienen los padres respecto a sus hijos que padecen esta enfermedad.

Aunque se ha realizado un gran esfuerzo para mejorar la calidad de vida de los pacientes de fibrosis quística esto se limita al tratamiento de los síntomas una vez aparecen, y no tanto al control de los mismos, ya que la prevención es imposible en la fibrosis quística por su comportamiento errático. Esto es debido a la necesidad de este tipo de pacientes de ser controlados por otra persona y la incapacidad del sistema sanitario de ofrecer cuidadores fijos y la necesidad de no tener camas libres en los hospitales. Por todo ello está claro que la mayoría de los pacientes interactúan con los sistemas de atención de la salud que se han desarrollado para la fibrosis quística y otras enfermedades a largo plazo que no se pueden curar. En el caso de la fibrosis quística, es una enfermedad genética y autonómica, que ha de tener un cuidado proactivo e implica bastante autogestión y ayuda, para evitar que los pacientes reciban atención cuando ya estén sufriendo un ataque.



Capítulo 3. LA FIBROSIS QUÍSTICA

La fibrosis quística es una enfermedad genética autosómica recesiva que afecta en su mayoría a los pulmones aunque también afecta al páncreas, el hígado e intestino por una mutación en la proteína CFTR, encargada del transporte de cloro, lo que provoca un moco espeso que obstruye los órganos.

La gente con fibrosis quística suelen sufrir de tos frecuente, mucosidad, infecciones respiratorias graves y recurrentes, desnutrición, moco en heces y bronquiectasias entre otros [19](#).

Es más frecuente en Europa siendo este su origen ya que 1 de cada 25 individuos es portadora del heterocigoto de la enfermedad. La FQ ocurre en uno de cada 3.200 niños nacidos vivos.

3.1 Enfermedad fibrosis quística

3.1.1 Mutación en el gen de la proteína CFTR

Hasta ahora, se han encontrado más de 2000 variaciones del gen CFTR. De ellas, 242 mutaciones son consideradas causantes de la sintomatología de la FQ [20](#). Estas mutaciones se pueden diferenciar en dos formas de afectar a la proteína.

1. La reducción de la cantidad de proteínas CFTR funcionales que alcanzan la superficie de la célula.
2. La reducción de la funcionalidad de la proteína CFTR

La reducción de la cantidad o el funcionamiento de esta proteína limita el transporte de iones de cloro, resultando en un desequilibrio que afecta a la mucosa provocando deshidratación de la misma y por ende su acumulación.

3.1.2 La Mucosa

El principal problema de la fibrosis quística es el hecho de que la mucosa se vuelve más espesa y por lo tanto más difícil de ser expulsada, además de dejar de hacer su función principal de lubricante, esto lleva a aquel en el caso de los pulmones, cuando la mucosa se



vuelve muy espesa tiende a generarse una infección que provoca tejido cicatrizante en el pulmón perdiendo este su elasticidad y esponjosidad y volviéndose esta zona inservible.

3.1.3 Páncreas e Hígado

Cuando hablamos de FQ se suele centrar el punto de vista en los pulmones, ya que son la parte más afectada, aunque el páncreas y el hígado sufren también por esta enfermedad.

En lo relativo al páncreas, éste produce enzimas como la amilasa, la lipasa y la triptasa, encargadas de la descomposición de las grasas y las proteínas que llegan al intestino. Cuando se padece de FQ los tubos encargados de segregar estas enzimas se ven obstruidos en el 85-95% de los casos, provocando una insuficiencia pancreática y una mayor dificultad para absorber proteínas y grasas. También se puede desarrollar diabetes al dañarse el páncreas por tejido cicatrizante puesto que éste será incapaz de generar suficiente insulina.

Con respecto al hígado pasa algo similar, al ser la bilis más espesa de lo normal los conductos se obstruyen y generan un déficit de bilis.

3.1.4 Sintomatología

Los síntomas de la FQ varían según la persona, ya que dependiendo del número de proteínas CFTR y su funcionalidad, además del órgano que se vea afectado, tendrá una sintomatología distinta.

Los síntomas más comunes ²¹:

1. Sudor salado.
2. Tos con expectoración.
3. Infecciones respiratorias frecuentes.
4. Pólipos nasales.
5. Insuficiencia pancreática.
6. Infertilidad en hombres.

3.1.4 Factores de riesgo.

Los factores de riesgo de la fibrosis quística son los antecedentes familiares, al ser una enfermedad hereditaria y ser de ascendencia caucásica, ya que es en el grupo étnico donde la enfermedad está más expandida.



3.2 Dificultades derivadas de la fibrosis quística.

La fibrosis quística acaba siendo un gran problema para aquellos usuarios que la padecen, necesitando en algunos casos de hospitalización y operaciones. Dentro de las diferentes complicaciones existentes podemos distribuirlas ²².

3.2.1 Saturación de oxígeno

Al ser la fibrosis quística un problema a nivel pulmonar, fibrosis pulmonar, la saturación de oxígeno es un factor importante para prevenir posibles complicaciones en el pulmón teniendo que estar los valores 96%-100% en adultos menores de 70 años, entre el 93%-100% en bebés y entre 94%-100%

3.2.2 Desnutrición

En muchos casos la fibrosis quística genera deficiencias en el páncreas y el hígado lo que provoca una pobre absorción de grasas y proteínas. Todo esto provoca que las personas con fibrosis quística tengan que tener cuidado con la alimentación y el esfuerzo físico.

| IMC kg/m ³ | Diagnóstico Nutricional |
|-----------------------|-------------------------|
| >30.00 | Obesidad |
| 25.00-29.99 | Sobrepeso |
| 18.50-24.99 | Normal |
| 16.00-18.49 | Delgadez |
| <16.00 | Desnutrición |

Tabla 1: Valores de IMC kg/m³

Fuente: [Calculadora de IMC](#).

3.2.3 Deshidratación y temperatura corporal.

Al ser la fibrosis quística provocada por un malfuncionamiento de la proteína CFTR, controladora de los niveles de cloro, las personas que padecen de fibrosis quística tiende a sudar más de lo común para liberar el exceso de sal (NaCl) en el cuerpo provocando deshidratación y un déficit de sodio en el cuerpo.

| Porcentaje de pérdida | Alteraciones |
|-----------------------|--|
| 2% | Descenso capacidad termoreguladora |
| 3% | Disminución de la resistencia al ejercicio, calambres, mareos y aumento de la temperatura corporal a 38 grados |
| 4%-6% | Disminución de la fuerza muscular, contracturas, cefaleas y aumento de la temperatura corporal hasta los 39 grados |
| 7%-8% | Contracturas graves, agotamiento, hormigueo y posible fallo orgánico |
| 10% o más | Riesgo extremo para la vida |

Tabla 2. Porcentaje de pérdida.

Fuente: [Senderismo y montañismo, hidrátate correctamente.](#)

3.2.4 Problemas al expirar e inspirar

Como efecto secundario de la mucosa espesa los pulmones tienden a tener infecciones y estas provocan tejido cicatrizante en el pulmón, este tejido cicatrizante al igual que una cicatriz en la piel es menos elástico, haciendo que lentamente el pulmón vaya perdiendo su elasticidad y esponjosidad por lo que cada vez será más difícil para la persona que padece la enfermedad respirar con normalidad.

3.2.5 Ritmo cardiaco

El ritmo cardiaco normal en una persona sana es de 60-100 latidos/minuto. Si la frecuencia cardiaca supera los 100 latidos por minuto, la persona está en taquicardia. Si el corazón late de 150 a 220 veces por minuto, sufre una taquicardia supraventricular. Muchas personas llevan vidas sanas a pesar de tener taquicardias. No obstante, en la gente con fibrosis quística es necesario el control de la frecuencia cardiaca puesto que pueden a mayor salinidad del sudor mayor es el ritmo cardiaco y esto puede ser peligroso para una persona con fibrosis quística. Además de los problemas respiratorios que pueda tener. Por lo que dependiendo de su ritmo cardiaco en reposo se recomendará hacer deporte o no²³.

| Frecuencia cardiaca | Estado |
|---------------------|--------|
|---------------------|--------|

| | |
|------------------------------|--|
| 60-100 latidos por minuto | Está en buen estado |
| 100-150 latidos por minuto | Se puede sufrir una taquicardia, la cual no es grave, pero se debería de vigilar. Sudoración, agotamiento, problemas para respirar. |
| 150-200 latidos por minuto | Sudoración muy salada, deshidratación, fatiga, mareos, dolor en el pecho, problemas para respirar graves. |
| 200 o más latidos por minuto | Riesgo extremo para la vida |

Tabla 3. Valores de frecuencia cardiaca

Fuente; [Supraventricular tachycardia - Symptoms and causes](#)

3.3 Tratamientos

Lo primero que hay que entender es que la fibrosis quística es una enfermedad terminal, es decir, es una enfermedad incurable a día de hoy, por lo que solo se pueden paliar sus efectos sobre el cuerpo.

3.3.1 Medicamentos

Las personas que sufren fibrosis quística tienen que tomar una gran cantidad de medicamentos siendo estos tanto a nivel preventivo; antibióticos, enzimas, ablandadores de heces... pero también para combatir problemas existentes; drogas que diluyen la mucosa, antiinflamatorios, broncodilatadores,...o luchar contra la enfermedad a nivel genético; una combinación de elexacaftor, ivacaftor y tezacaftor (Trikafta), tezacaftor e ivacaftor (Symdeko),... y para combatir enfermedades derivadas de la fq como la diabetes²⁴.

3.3.2 Técnica de despeje de las vías respiratorias

La técnica sirve para aliviar la obstrucción con mucosidad, lo que favorece que aparezcan menos infecciones e inflamaciones en el sistema respiratorio, existen diferentes técnicas pero todas ellas se realizan por una serie de percusiones en unos puntos apoyados por los brazos para eliminar el moco, estas técnicas deberán ser realizadas varias veces al día.

3.3.3 Cirugía

En este ámbito existen distintos tipos de cirugías muy diferentes entre ellas y que dependen de la sintomatología que presente el paciente, un ejemplo de esto es si el paciente suele tener niveles bajos de SpO₂ en sangre se suele recomendar oxigenoterapia o en caso de fallo total de un pulmón un trasplante del mismo.



3.4 Estilo de vida y autocontrol de los enfermos de FQ

Un enfermo de FQ tendrá que seguir unas pautas especiales de vida debido a su dolencia:

1. Evitar humos, ya que el monóxido de carbono obstruye las vías respiratorias convirtiéndose en un gran peligro para una persona que ya tiene la capacidad respiratoria debilitada
2. Ejercicio, ya que ayuda a aflojar la mucosidad de las vías respiratorias.
3. Mantener las vacunas al día, sobre todo de aquellas que afecten a las vías respiratorias como la gripe o el COVID-19
4. Lavado de manos, antes y después de comer, tanto el enfermo como los que les rodean
5. Buscar ayuda, la fibrosis quística es una enfermedad que requiere mucho tiempo y suele generar depresión, es recomendable buscar ayuda tanto para los cuidados físicos como mentales.



Capítulo 4. OBJETIVOS.

4.1 Objetivos generales

El objetivo de este proyecto es crear una aplicación enfocada a personas que sufren de fibrosis quística (FQ) con la finalidad de mejorar su calidad de vida, mediante el fácil acceso a sus datos a través de su monitoreo por sensores. Es así como el médico podrá obtener los datos proporcionados del paciente y vigilar el desarrollo de dicha condición.

4.2 Objetivos específicos

- Promover el conocimiento sobre la fibrosis quística y la importancia de su intervención temprana.
- Resaltar la necesidad de controlar de manera efectiva la enfermedad.
- Desarrollar la monitorización de los datos de una manera sencilla y registrar la progresión de la enfermedad.
- Concienciar el efecto psicológico que la fibrosis quística puede dejar en quienes lo padezcan.
- Mantener al médico y familiares informados en tiempo real sobre los cambios en los niveles de oxígeno en sangre, frecuencia cardíaca y temperatura corporal.
- Recomendar la modernización en el sistema sanitario, reemplazando cuidadores fijos por monitores.
- Mejorar la calidad de vida de pacientes con FQ mediante la realización de una app que registra datos y ayuda al control de la enfermedad.
- Describir las complicaciones de los pacientes que padecen FQ al momento de no saber con certeza sus datos sobre cómo se encuentran a nivel cardíaco y pulmonar.

4.3 Beneficios del proyecto

El proyecto busca beneficiar principalmente a los pacientes de la fibrosis quística mediante el mejoramiento de la calidad de vida que se logra con el control y conocimiento de los causantes de sus síntomas. El paciente podrá llevar una vida normal debido a que la aplicación detectará irregularidades tanto en el nivel de oxígeno en la sangre, frecuencia cardíaca como la temperatura corporal y alertará tanto al paciente como a sus familiares sobre el cambio en los datos. De esta manera el médico también tendrá un registro de cómo se está desarrollando la condición en el paciente.

La fibrosis quística es una enfermedad mucho más común de lo que creemos y uno de nuestros objetivos es crear conciencia sobre la enfermedad y ayudar a las personas que lo padecen mediante la creación de la aplicación que estará orientada a todos los rangos de



edades. Consideramos importante la modernización del registro de los datos de los pacientes, haciéndolo mucho más amigable para los mismos y ofreciendo accesibilidad rápida y fácil a familiares y médicos.

Capítulo 5. REQUISITOS

- Uso de Java como lenguaje de programación.
- Debe implementarse siguiendo el patrón Modelo-Vista-Controlador
- Se debe usar JavaFX 3.3.0 (para Java 1.8 y SceneBuilder 2.0).
- Almacenamiento de datos en una Base De Datos.
- Debe funcionar y compilar en el IDE Eclipse.
- El proyecto debe incluir las librerías externas que necesite, y las rutas deben ser relativas.
- La aplicación debe verse correctamente en diferentes resoluciones de pantalla.
- Debe visualizar de manera intuitiva los datos del usuario y de los sensores.
- Debe haber una funcionalidad de registro e inicio de sesión.
- Debe haber al menos tres roles diferentes, cada uno con unas funcionalidades propias.

Capítulo 6. MANUAL DE USUARIO.

6.1 MANUAL DE USO

En este apartado se definirá la forma de uso correcto del programa:

- 1) LogIn y Registro: A la hora de entrar en la aplicación primero has de registrarte, esto se hace a través de la ventana del LogIn en el Botón Registrarse como muestra la figura 1. Una vez dentro rellenas los datos y ya estas listo para entrar dentro de la aplicación.

The image shows a login page for BioSoft. On the left, there is a light gray vertical panel containing the BioSoft logo (a square with a complex geometric pattern) and the text "BioSoft" below it. The main area of the page has a bright cyan background. At the top of this area, the text "INICIO DE SESIÓN" is written in white, bold, italicized capital letters. Below this, there are two white input fields: the first is labeled "Correo/Usuario" and the second is labeled "Contraseña". At the bottom of the cyan area, there are two buttons: "Continuar" on the left and "Registrarse" on the right. A large red arrow points from the bottom right towards the "Registrarse" button.

Para entrar dentro del LogIn introducimos el correo electrónico que hayamos introducido en el registro así como la contraseña y le damos al botón de continuar como muestra la figura dos.

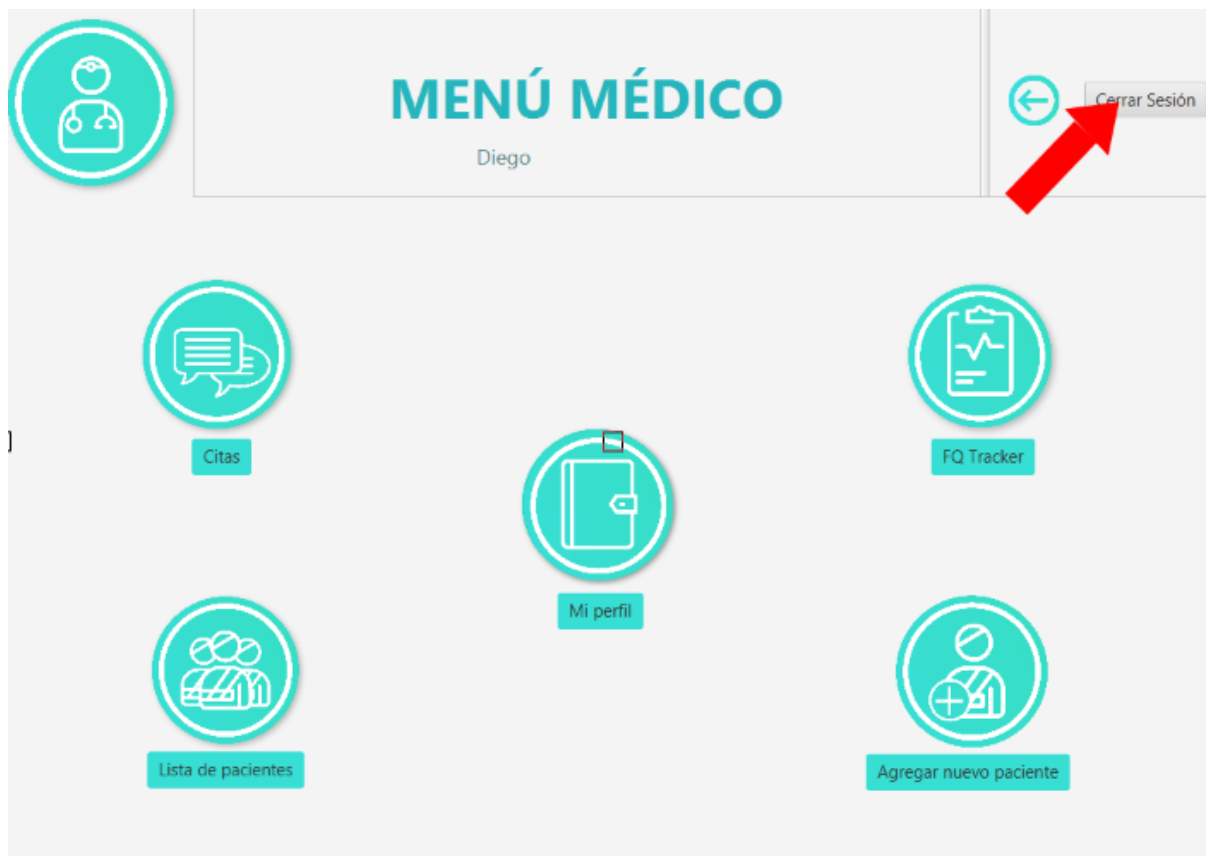


2) Usuarios y Herramientas de cada uno: Dentro de la aplicación existen 3 tipos de usuarios:

a) El médico: Al entrar en la aplicación a través del LogIn se le desplegará un menú, como muestra (la figura 3), con 5 opciones aparte de la de cerrar sesión (marcada en la figura 3 con una flecha). En orden de derecha a izquierda y de arriba a abajo encontramos:

- Citas: Donde se podrá tener comunicación con el paciente y recordarle las citas pendientes.
- Lista de pacientes: Donde se pueden ver los pacientes asignados
- Mi perfil: Donde se encuentran los datos personales del médico.
- FQ Tracker: Para ver de forma gráfica los datos de los pacientes

- Agregar un nuevo paciente: Para añadir un paciente nuevo.



b) El Familiar: Al entrar en la aplicación a través del LogIn se le desplegará un menú, como muestra (la figura 4), con 6 opciones aparte de la de cerrar sesión. En orden de derecha a izquierda y de arriba a abajo encontramos:

- FQ Tracker: Para ver de forma gráfica los datos de los pacientes
- Emergencias: Para avisar en caso de una emergencia médica de nuestro allegado.
- Estado del paciente: Donde se puede ver en qué situación se encuentra nuestro familiar.
- Lista de pacientes: Donde se pueden ver qué familiares están dentro de tu supervisión.
- Agregar un nuevo paciente: Para añadir un paciente nuevo.

- Mi perfil: Donde se encuentran los datos personales del familiar..



c) El Paciente: Al entrar en la aplicación a través del LogIn se le desplegará un menú, como muestra (la figura 5), con 4 opciones aparte de la de cerrar sesión. En orden de derecha a izquierda y de arriba a abajo encontramos:

- Comunicate: Donde se podrá tener comunicación con el médico en caso de duda y ver las citas pendientes.
- Mi perfil: Donde se encuentran los datos personales del Paciente.
- FQ Tracker: Para ver de forma gráfica tus datos.
- Mi estado: Para avisar en qué situación se encuentra uno.





Capítulo 7. DESARROLLO DEL PROYECTO.

7.1 Diagrama de clases.

Antes de empezar a hacer nuestra aplicación. Lo primero que hay que hacer es hacer un diagrama de clase (UML). Para la organización de los paquetes.

Este es un esquema en el al final nos sirvió para determinar los siguientes bloques:

- **Controlador:**

Este paquete se encarga de controlar las distintas funcionalidades y ventanas. Para una mejor organización, hemos dividido en cuatro “paquetes”:

1) **Controlador para iniciar sesión y de la BBDD:** en este paquete irá todas las clases que nos servirán para el control de las funciones de login, registro, ventanas que nos dan información de si hay un error o si se ha registrado bien por ejemplo. Por último también estarán todas las funciones que tengan que ver para leer, modificar, añadir información en la base de datos.

2) **Controlador para familiar:** en este paquete estará todas las clases que tengan que ver con las funcionalidades del familiar.

3) **Controlador para medico:** en este paquete estará todas las clases que tengan que ver con las funcionalidades del medico.

4) **Controlador para paciente:** en este paquete estará todas las clases que tengan que ver con las funcionalidades del paciente.

5) **Controlador para sensores:** en este paquete estará todas las clases que tengan que ver con la monitorización de los sensores.

- **Model:**

En este paquete estar son los objetos los cuales tienen propiedades, es decir datos. Por ejemplo un paciente tiene un nombre, dni y edad. En nuestro programa tendremos en el paquete del model una clase Paciente, Médico, Familiar, Usuario y Sensor.

- **View:**

En este paquete tendremos todas las ventanas de nuestro programa.



- > application
- > controladores.familiar
- > controladores.iniciodesesion
- > controladores.medico
- > > controladores.paciente
- > controladores.sensores
- > model
- > view
- > view.familiar
- > view.medico
- > view.paciente

7.2 Metodología y herramientas utilizadas.

7.2.1 Implementación

Para la implementación de nuestro proyecto usaremos la versión de Java 1.8 y Scene Builder 2.0. La herramienta Scene Builder 2.0 se encarga de crear las versiones oficiales de las interfaces para los diferentes tipos de usuarios y crea interfaces en XML. Por otro lado, utiliza librerías JavaFX para dar funcionalidad a las interfaces. Otra parte de la implementación sería que funcionase el proyecto y se compile en el IDE de Eclipse. Esta aplicación es responsable de asegurar que se implementan las funcionalidades de la aplicación y la interacción entre las interfaces los sensores de temperatura, frecuencia cardiaca y saturación de oxígeno como una base de datos para almacenar datos y mostrarlos en consecuencia al usuario correspondiente. Eclipse también es responsable de la implementación de bibliotecas JavaFX en las que el programador puede personalizar las funcionalidades de las interfaces.

7.2.2 Visualización

Para la visualización de nuestra aplicación, el objetivo es poder visualizar de forma intuitiva los datos de los usuarios y de los sensores, incluyendo información histórica de los sensores. En cada ventana después del acceso a la aplicación se mostrará el nombre del usuario y por medio de iconos sencillos las funcionalidades del mismo, incluido el hecho de que la aplicación se debe mostrar correctamente en diferentes resoluciones de pantalla.

Estas ventanas son adaptadas a cualquier dispositivo ya sea móvil o ordenador.

7.3 Funcionalidades de la aplicación.



Nuestra aplicación tiene en total 17 funcionalidades en las cuales no todas ellas estarán disponibles para todos los tipos de usuarios.

7.3.1 Usuarios, roles y sensores

En nuestro sistema involucramos a tres tipos diferentes de usuarios, con roles diferentes pero que están relacionados entre sí. En nuestro caso sería una plataforma médica donde habrán pacientes, médicos y familiares. Uno de los roles de usuario tendrá 3 sensores asociados diferentes. En este sentido, al paciente se le monitorizará la saturación de oxígeno en sangre, frecuencia cardiaca y temperatura los cuales sus datos serán graficados en la aplicación .

7.3.2 Iniciar sesión y Registro

Desarrollaremos una única aplicación para los tres roles involucrados, y cada uno de estos roles debe tener la posibilidad de registrarse y acceder a las funcionalidades. Dependiendo de su rol, tienen acceso a funcionalidades diferentes y a diferentes vistas en la aplicación. Para ello, tenemos la función de registro para que los usuarios puedan crear su cuenta y la de inicio de sesión para que puedan entrar a la aplicación.

7.3.3 Perfil.

Todos los usuarios tendrán un perfil donde pondrán tanto ver sus datos personales como modificarlos.

7.3.4 Comunicaciones.

Uno de los problemas que se quejaron tanto los pacientes de la FQ como los familiares durante la pandemia fue la falta de comunicación. Por lo que gracias a esta app, vamos a dar la posibilidad de que puedan comunicarse como si fuera una red social a los pacientes con sus medicos. De esta forma, podrán hablar los pacientes sin la necesidad de pedir una cita y los médicos de darles un pronostico y solicitar cita en el caso que sea necesario.

7.3.5 Agregar y listar pacientes.

Los familiares como los medicos de los pacientes podrán tener una funcionalidad para agregar a su paciente y asi obtener todos los datos médicos y saber su estado en cualquier momento del día. Asimismo, en especial para el caso de los médicos, habrá una función que te liste todos los pacientes para que no se olviden de ellos.

7.3.6 Estado.

Dependiendo de los factores y sintomas que el paciente sufra, puede abrir la aplicación y ver si sus sintomas son leves o muy graves. Por consiguiente, el familiar recibirá la información de su estado y de los posible sintomas que tenga para asi poder ayudarlo.

7.3.7 Visualizar datos.



Los pacientes tendrán tres sensores los cuales se hablarán de ellos más adelante. Esos sensores tendrán unos registros que nos devolverán unos resultados esenciales para su pronóstico de avance de la enfermedad.

Los datos de estos sensores que serán guardados en una BBDD, serán gráficos. Tanto el paciente como su médico y familiar podrán ver sus registros.

Capítulo 8. BASE DE DATOS.

Una base de datos es un programa capaz de almacenar gran cantidad de datos, relacionados y estructurados, que pueden ser consultados rápidamente de acuerdo con las características selectivas que se deseen.

Hemos utilizado base de datos (BBDD) y no otros archivos como los .json dado sus grandes ventajas en almacenamiento y eficacia a la hora de programar si comparamos el número de líneas para hacer funcionalidades como leer o escribir los datos entre uno y otro.

Para base de datos se utiliza el lenguaje SQL (por sus siglas en inglés Structured Query Language) lo que nos permitirá analizar los textos JSON y a partir de ello leer o modificar los valores y transformar matrices de objetos en formato tabla, siendo esta un tipo de modelado donde se guardan los datos recogidos por el programa. Existen dos tipos de tablas:

- Las persistentes, que permiten que los registros sean eliminados o borrados manualmente, existen tres tipos
 - Base, donde se encuentra toda la información de todos los registros sin que se haga ninguna validación adicional
 - Vista, es una relación que hace en referencia a una fila o columna específica
 - Instantánea, todo registro se puede ver de manera inmediata con una referencia
- Tablas Temporales, Son aquellas que son eliminadas por el motor de bases de datos o múltiples dispositivos

Utilizaremos SQL Like, el operador LIKE se usa en la cláusula WHERE de las instrucciones SELECT, UPDATE y DELETE que filtrarán los datos del JSON a través de unos patrones de coincidencia. Estos patrones se basan en una secuencia de caracteres para buscar una expresión, esto puede incluir:

- (%) = Cualquier cadena de cero o más caracteres
- () = Cualquier carácter individual
- [LISTA DE CARACTERES] = Cualquier carácter individual dentro del conjunto especificado
- [CARACTER-CARACTER] = Cualquier carácter individual dentro del rango especificado
- [^] = Cualquier carácter individual que no se encuentre dentro de una lista o un rango.



En La base de datos es responsable de almacenar los registros de los diversos tipos de usuarios y los datos recopilados por los sensores que utiliza la aplicación. Asimismo, también de todos los mensajes que los médicos y los paciente se envíen entre ellos.

8.1 DIAGRAMAS ENTIDAD-RELACIÓN.

Para ayudarnos en el entendimiento de la base de datos utilizaremos los diagramas de entidad-relación. Resisten distintas partes de estos diagramas aunque se basa en unas entidades o conjunto de entidades; que puede ser cualquier persona, objeto, concepto o evento que pueda tener datos almacenados, si como sus categorías; siendo entidades fuertes o débiles, relaciones, atributos y su cardinalidad.²⁹

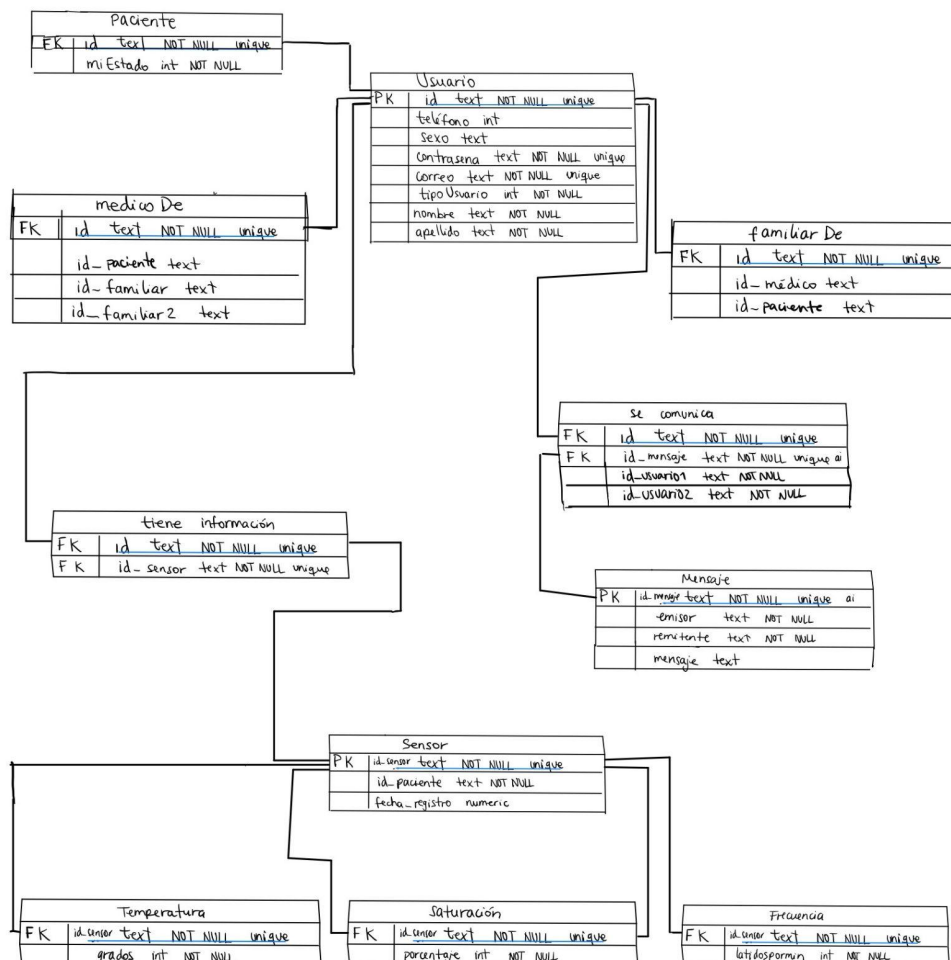
Asimismo, las entidades tienen atributos que son las características que hacen que unas entidades se distingan de otras (nombre, dni, edad...).

Otro concepto importante es la relación que es el modo en el que se puede relacionar dos entidades.

Es el primer paso para montar nuestra base de datos. Nuestro diseño de nuestro diagrama entidad-relación es el siguiente:

8.2 DISEÑO LÓGICO.

Una vez hecho el diagrama Entidad-Relación lo pasamos al diseño lógico. Consiste en transformar el diagrama Entidad-Relación en un modelo concreto de datos con el fin de representar el problema más adelante. Nuestro diseño lógico para nuestra aplicación fue el siguiente:



En la cual vemos que habrá en total 8 tablas.

- **Usuarios:** en esta tabla se añadirán los nuevos usuarios que se han registrado y toda modificación de sus datos se actualizará en esta tabla. Además de a partir de esta tabla se leerá la contraseña y el nombre de usuario para poder hacer el login.
- **Pacientes:** la cual estará relacionada con los usuarios por la Foreign Key. En ella se encuentran todos los usuarios que sean pacientes y de su estado para que puedan saberlo tanto su médico como sus cuidadores. Asimismo, en esta tabla se encuentran los datos de su médico ya que su dni será otra Foreign Key que lo relaciona con la tabla Medico.



-
- **Medicos:** la cual estará relacionada con los usuarios por la Foreign Key. En ella se encuentran todos los usuarios que sean médicos.
 - **Familiares:** la cual estará relacionada con los usuarios por la Foreign Key. En ella se encuentran todos los usuarios que sean familiares. Asimismo, en esta tabla se encuentran los datos de su paciente ya que su dni será otra Foreign Key que lo relaciona con la tabla Paciente.
 - **Mensaje:** tabla en la cual se almacenarán todos los mensajes entre el paciente y el médico. Se conectará a Paciente y Medico por las Foreign Keys que serán sus id.
 - **Sensor:** tabla en la que tiene toda la información de todos los sensores a través de sus respectivas Foreign Key.
 - **Saturación:** tabla en la que están los datos del sensor MAX 300102. Es decir la frecuencia sanguínea y el porcentaje de la saturación de oxígeno. Además de la fecha de registro de esos valores y su paciente.
 - **Temperatura:** tabla en la que están los datos del sensor DHT11. Es decir la temperatura, la fecha de registro de esos valores y su paciente.

8.3 INTEGRACIÓN EN LA BASE DE DATOS.

La aplicación está hecha en Eclipse donde estamos utilizando el lenguaje de Java para programarlo. Por consiguiente, tenemos que integrar la base de datos a Java. Lo primero es descargar y meter la librería “maria-db-client-2.6.0.jar”.

La base de datos la utilizaremos para actualizar, seleccionar y agregar datos y todas las funcionalidades de nuestro programa que necesiten realizar alguna de las tres, necesitará conectarse a la base de datos. Para una mejor comprensión, vamos a poner un ejemplo.



```
//Listar nombre del paciente en la ventana familiar
public static String listarNombrePacienteFamiliar(String dni) {
    Connection conn = null;
    Statement stmt = null;
    String sql = null;
    String nombre = null;

    try {
        //STEP 1: Register JDBC driver
        Class.forName("org.mariadb.jdbc.Driver");

        //STEP 2: Open a connection

        conn = DriverManager.getConnection(
            "jdbc:mariadb://195.235.211.197/prbbiosoft", USER, PASS);

        sql="SELECT * FROM Paciente INNER JOIN Usuario ON id_paciente = dni WHERE (id_paciente = '"+dni+"')";
        stmt = conn.prepareStatement(sql);
        // int[] rs = stmt.executeBatch();
        ResultSet rs = stmt.executeQuery( sql );
        System.out.println(rs);
        if (rs.next()) {

            dni = rs.getString("dni");
            nombre=rs.getString("nombre");
            String apellido=rs.getString("apellido");
            System.out.println("Imprime"+nombre+" "+apellido);
            return nombre;
        }
    }
    rs.close();
    stmt.close();

    //STEP 6: Cerrando conexion.
    conn.close();

} catch (SQLException se) {
    //Handle errors for JDBC
    se.printStackTrace();
} catch (Exception e) {
```

```
    } catch (SQLException se) {
        //Handle errors for JDBC
        se.printStackTrace();
    } catch (Exception e) {
        //Handle errors for Class.forName
        e.printStackTrace();
    } finally {
        //finally block used to close resources
        try {
            if (stmt != null) {
                conn.close();
            }
        } catch (SQLException se) {
        } // do nothing
        try {
            if (conn != null) {
                conn.close();
            }
        } catch (SQLException se) {
            se.printStackTrace();
        } //end finally try
    } //end try
    System.out.println("Coje el dni del BBDD:" +dni);
    return nombre;

}

}
```

Este código lo usaremos para que el familiar tenga el dato del nombre de su paciente. Como podemos ver lo primero es hacer una conexión. En la que conectamos con el “USER” y la “PASS” de nuestra base de datos. Después hacemos una consulta usando el lenguaje de programación SQL en este caso será leer el nombre del paciente que lo haremos con SELECT; en el caso de querer actualizar algún dato podríamos la secuencia del UPDATE y para añadir sería con la secuencia del INSERT.

Después ejecutamos la consulta con “executeQuery();” y después en el if() cogemos los datos que nos interesa de la tabla que en ese caso es el nombre. A continuación vemos código para saber si hay algún error a la hora de ejecutarlo y por último devuelve el valor del nombre cogido de la BBDD.



```
(CMariaDb.ListarNombrePacienteFamiliar(CMariaDb.cojerDniPacienteParaLeer(CMariaDb.cojerPersona(CLoginMain.correo1, CLoginMain.contrasena1))))
```

Y esta será la línea que nos devolverá el nombre en la ventana de la funcionalidad de listar paciente para el usuario familiar.

8.4 CONEXIÓN DE ARDUINO Y BASE DE DATOS.

Con el objeto de poder monitorizar los sensores y su registro se guarde en la BBDD, utilizamos el IDE de Arduino. Por consiguiente, tenemos que instalar la librería “MySQL_Generic.h”. Además, utilizaremos el ejemplo del Wifi que hay en arduino para conectarnos a una WIFI que no sea pública ya que sin conexión a internet, la conexión fallará. Sin olvidarnos de crear una clase que llamaremos Credential.h para almacenar los datos de la base de datos y de la conexión al wifi. Para una mejor comprensión, vamos a poner un esquema.

Primero en el setup inicializamos el puerto en serie y nos conectamos al WIFI y la base de datos.

```
void setup()
{
    //INICIAMOS EL TERMINAL SERIAL PARA LA ESCRITURA DE ALGUNOS PARAMETROS
    Serial.begin(115200);
    while (!Serial);

    MYSQL_DISPLAY1("\nStarting Basic_Insert_ESP on", ARDUINO_BOARD);
    MYSQL_DISPLAY(MYSQL_MARIADB_GENERIC_VERSION);

    // Begin WiFi section
    MYSQL_DISPLAY1("Connecting to", ssid);
    // INICIAMOS LA CONEXION A LA RED WIFI DEFINIDA
    WiFi.begin(ssid, pass);
    //MIENTRAS SE REALIZA LA CONEXIÓN A LA RED, APARECERAN PUNTOS HASTA QUE SE CONECTE EL WIFI
    while (WiFi.status() != WL_CONNECTED){
        delay(500);
        MYSQL_DISPLAY0(".");
    }

    // print out info about the connection:
    MYSQL_DISPLAY1("Connected to network. My IP address is:", WiFi.localIP());

    MYSQL_DISPLAY3("Connecting to SQL Server @", server, ", Port =", server_port);
    MYSQL_DISPLAY5("User =", user, ", PW =", password, ", DB =", default_database);
}
```



Tendremos una función que llamaremos RunInsert(), la cual se conectará a la base de datos y agregará los datos del sensor gracias a la sentencia sql que hemos hecho fuera de la función en la zona de declaración.

```
// Sample query PARA METER EN LA BASE DE DATOS
String INSERT_SQL = "INSERT INTO test_arduino.hello_arduino (message) VALUES ('yyyyyyyy')";

void runInsert()
{
  // Initiate the query class instance
  MySQL_Query query_mem = MySQL_Query(&conn);

  if (conn.connected())
  {
    MYSQL_DISPLAY(INSERT_SQL);

    // Execute the query
    // KH, check if valid before fetching
    if ( !query_mem.execute(INSERT_SQL.c_str()) )
    {
      MYSQL_DISPLAY("Insert error");
    }
    else
    {
      MYSQL_DISPLAY("Data Inserted.");
    }
  }
  else
  {
    MYSQL_DISPLAY("Disconnected from Server. Can't insert.");
  }
}
```

Por último en el loop() hará todo el rato la función de runInsert(), insertando los valores de los sensores con una espera de 60000 ms. Además de que se conectará a la BBDD.



```
void loop()
{
  MYSQL_DISPLAY("Connecting MariaDB...");

  if (conn.connect(server, server_port, user, password))
  //if (conn.connectNonBlocking(server, server_port, user, password) != RESULT_FAIL)
  {
    delay(500);
    runInsert();
    conn.close(); // close the connection
  }
  else
  {
    MYSQL_DISPLAY("\nConnect failed. Trying again on next iteration. 4");
  }

  MYSQL_DISPLAY("\nSleeping...");
  MYSQL_DISPLAY("=====");

  delay(60000);
}
```

Capítulo 9. SENSORIZACIÓN

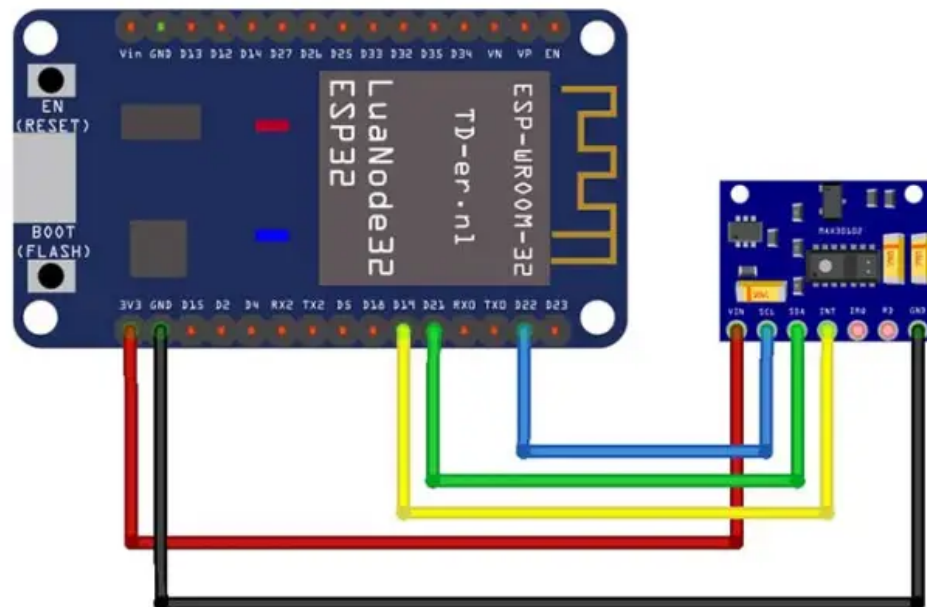
9.1 ESQUEMA DE SENSORES.

Todos los pacientes que sean usuarios de FqTracker, estarán monitorizados por 3 sensores. En este capítulo expondremos las razones del uso de estos tres sensores, parámetros que medirá y las conexiones con la placa ESP32 para la recogida de datos.

- **Sensor que mide la saturación de oxígeno en sangre:** La hipoxia puede ocurrir durante momentos en los que los pulmones están bajo presión en FQ, es decir, el sueño, el ejercicio, los viajes en avión y en las exacerbaciones pulmonares de la FQ. Se experimenta bajo nivel de oxígeno en sangre arterial (saturación) que ocurre todas las noches mientras duerme, o en menor medida, períodos repetidos de hipoxia mientras se hace ejercicio, pueden ser perjudiciales para niños y adultos [25](#). La FQ sobrecarga el corazón y el sistema circulatorio, afecta la calidad de vida y tiene implicaciones teóricas para la neumonía.

El Sensor MAX 300102 posee dos LED de espectro rojo e infrarrojo, el sensor está diseñado para ser usado sobre la piel. Funciona mediante el estudio de la hemoglobina y la hemoglobina saturada a través de su comportamiento a la luz, las mismas tienen

distintos coeficientes de absorción de luz para las distintas longitudes de ondas. Para determinar el grado de saturación se calcula mediante la diferencia entre la sangre oxigenada que absorbe mayor cantidad de luz infrarroja que la poco oxigenada que recibe mayor luz roja.



Su conexión con el ESP32 es sencilla. Primero pondremos la tensión conectando el pin de 3V3 con el VIN del sensor y la tierra del ESP32 con el del sensor. Ahora el pin D22 va con INT, mientras el SDA con el D21 y SCL con D22.

Este sensor da algún problema porque se nos estropeó y daba unos valores que no eran coherentes y lo tuvimos que cambiar unas cuantas veces.

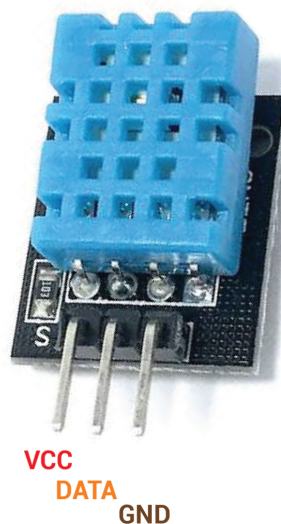
- **Sensor que mida la frecuencia cardíaca:** Dado que las personas con fibrosis quística sudan más salado, el equilibrio mineral en la sangre puede verse afectado ²⁶. Esto los hace propensos a la deshidratación, especialmente cuando hacen ejercicio o en climas cálidos. Los signos y síntomas incluyen aumento de la frecuencia cardíaca, cansancio, debilidad y presión arterial baja.

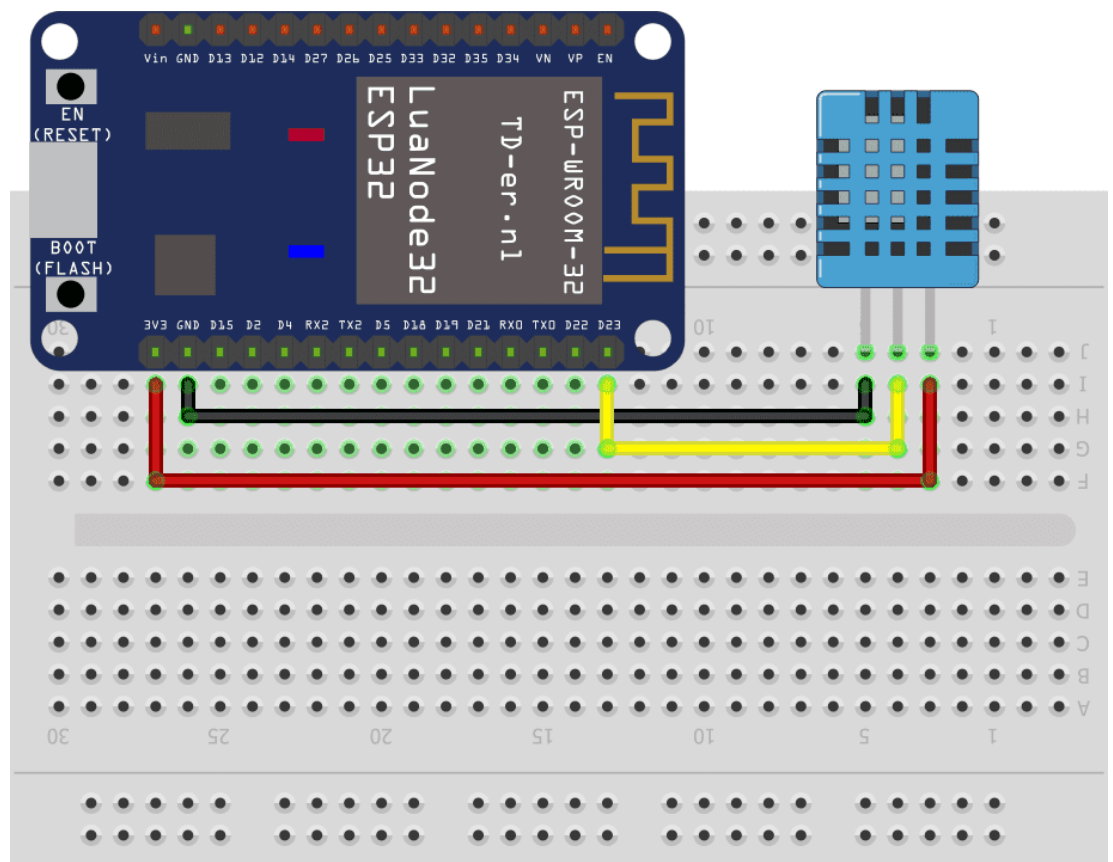
En un principio se iba a utilizar el sensor MPX 300100. Sin embargo, nos dimos cuenta que el sensor MAX100302 puede medir también la frecuencia cardíaca. Por lo que para facilitar tanto la recogida de datos como para su representación.

- **Sensor que mida la temperatura corporal:** Los pacientes con FQ sudán cuatro veces más sodio que las personas sanas, y la sudoración excesiva puede provocar la liberación de aldosterona, retención de sal renal y deshidratación ²⁷. Las situaciones de temperatura ambiente elevada, fiebre, esfuerzo físico, factores estresantes, vómitos o diarrea pueden provocar deshidratación con alcalosis metabólica debido a hipocloremia e hipopotasemia.

Al principio, íbamos a usar el sensor KY-002 003 013 021 022. Sin embargo, nos vinieron defectuosos y tuvimos que utilizar el DHT11 el cual estaba incluido al comprar el Kit de Arduino. El DHT11 mide la temperatura ambiental y la humedad, pero para que mida temperatura corporal lo que hicimos fue tocarlo mientras media para conseguirla.

En cuanto a la conexión para medir los valores con el ESP32, primero damos voltaje para que funcione conectando primero la terminal VCC con los 3.3V del arduino y la terminal de GND de nuestro sensor con la del arduino. Por último, conectamos la terminal OUTPUT con la entrada digital de nuestro arduino que será el PIN D23.





fritzing

9.2 DESCRIPCIÓN MICROCONTROLADORES.

Para el desarrollo del proyecto utilizamos el microcontrolador ESP32, anteriormente mencionado, pero también existe el ESP8266. Ambos están basados en Wifi y poseen un procesador de 32 bits. El módulo del ESP32 está integrado con interruptores de antena incorporados, un amplificador y módulos de gestión de potencia, así como recepción de bajo ruido. Se trata de un potente módulo genérico que puede ser usado tanto en redes de bajo consumo como en otras más exigentes como la codificación de voz. Un punto importante a resaltar del ESP32 es que tiene integración Bluetooth aumentando la cantidad de aplicaciones donde se puede utilizar e igualmente se puede obtener un enfoque futurista gracias al mismo.

En el tema de la programación de los microprocesadores con IDE de Arduino, ambas placas son compatibles con el programa IDE pero el código de la ESP8266 no es compatible con el de la ESP32 pero esto se puede resolver haciendo algunos ajustes en el código. También es importante resaltar que el ESP8266 es más antiguo que el ESP32, por lo tanto, algunas

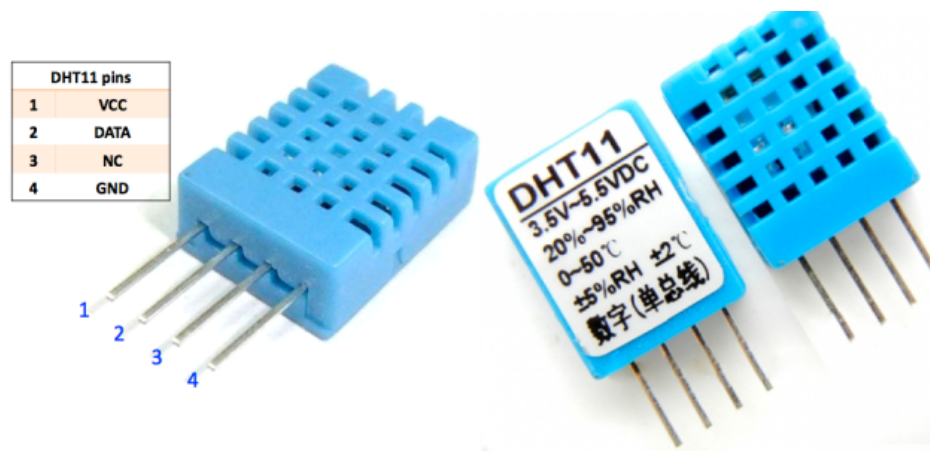
bibliotecas y características están mejor desarrolladas para el ESP8266. Aunque el ESP32 resalta por su versatilidad, diferentes funcionalidades y muchos periféricos ante el ESP8266.

Decidimos usar este microcontrolador en lugar del arduino debido a que los datos tienen que ser enviados a la base de datos. Por consiguiente, necesitábamos wifi para ello y gracias a las librerías de arduino sobre MariaDB, SQL y ESP32 ha sido más sencillo.

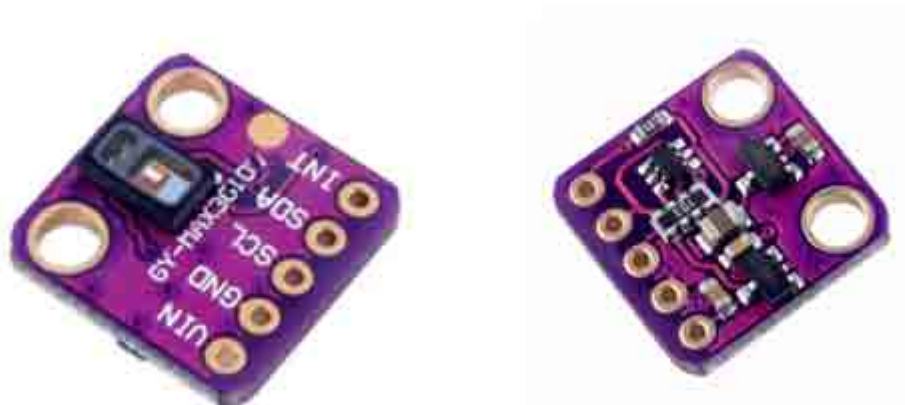


9.3 DESCRIPCIÓN DE SENSORES

- DHT11: Es un sensor digital que recoge datos de temperatura y humedad, en este proyecto solo se usará para obtener la temperatura del paciente. Tiene integrado un sensor termistor que muestra los datos mediante una señal digital en el pin de datos. Es un sensor de alta fiabilidad y estabilidad porque tiene su señal digital calibrada.



- MAX30102: Este sensor integra un pulsioxímetro y un monitor de frecuencia cardiaca, incorporando dos LED (uno de espectro rojo y otro de espectro infrarrojo) para que de esta manera el sensor sea utilizado sobre la piel y determine el grado de saturación. Es compatible con la interfaz de comunicación I2C para facilitar la transmisión de información a distintos microcontroladores. La lectura de los datos puede llegar a ser un poco compleja ya que implica bastante tratamiento de señal para obtener los valores





Capítulo 10. Conclusión.

La Fibrosis Quística es una enfermedad respiratoria crónica a la cual debería de tenerse más en cuenta. En especial porque la mayoría de sus pacientes son niños y niñas con edades muy tempranas en la cual se necesita muchos tratamientos y consultas médicas.

Con aplicaciones de telemedicina como FQ tracker podemos mejorar su calidad de vida. Además de puedan vivir una vida sin preocupaciones ya que sabrán que sus familiares y médicos podrán estar atentos de ellos.

Esta aplicación tiene mucho margen de mejora empezando por la interfaz gráfica que con ayuda de profesionales de diseño se podría solucionar. Asimismo, la fibrosis quística afecta a millones de personas alrededor del mundo, por lo que haciendo una aplicación que puedas elegir varios idiomas, ayudaría a personas de todo el mundo. Por último como cada aplicación se debería de ir actualizando para garantizar una mejor experiencia de usuario con nuevas funcionalidades y solucionando los problemas de versiones anteriores. En este caso, lo hemos podido comprobar con las bases de datos que son mucho mejores que los .json para guardar los datos.

El trabajo que aquí hemos realizado, ha sido de forma conjunta entre todos los miembros del equipo de desarrollo, con la firme idea de ayudar a las personas mas vulnerables durante la pandemia, que fueron relegados a un segundo plano, no solo por su condición de enfermos crónicos, sino por la incapacidad de ser atender con unas garantías mínimas de seguridad.

Es por ello que hemos desarrollado una aplicación de telemedicina capaz de dar una atención mínima sin necesidad de desplazamiento al hospital, ahorrando tiempo y dinero al sistema de salud y al paciente, así como permitiéndole a este ultimo tener una cobertura mínima para su enfermedad.



ANEXOS

PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO.

Para el desarrollo del proyecto hemos utilizado una metodología ágil denominada SCRUM. SCRUM es un marco de trabajo a través del cual las personas pueden abordar problemas complejos adaptativos, a la vez que se entregan productos de forma eficiente y creativa, además de que nos permite disminuir todo tipo de riesgos en la elaboración del proyecto. Para conseguir lo anteriormente citado, se van haciendo Sprints (bloques temporales de 2 semanas). El grupo empieza a trabajar durante los Sprints antes de presentar al cliente. Cuando se presenta al cliente, el equipo y el cliente discuten las ideas para cumplir el objetivo esperado y una vez que ya tienen las ideas claras seguirán trabajando hasta que el cliente lo vuelva a pedir.

Con el objeto de llevar a cabo el desarrollo del proyecto, vamos a utilizar una serie de herramientas que permitan dividir el trabajo entre los miembros del equipo de una forma equitativa. Nuestro equipo de trabajo va a usar Trello, una herramienta que permite a los integrantes de un equipo su gestión y comunicación. Trello ofrece mucha versatilidad y flexibilidad, siendo una herramienta ideal para pequeños equipos de proyectos. En esta herramienta, hemos descrito las diferentes tareas que cada miembro debe realizar, las tareas que hay que hacer y las ya terminadas para ponerlas en común y con el objetivo de ser más productivos trabajando de esta manera. Además de estar nuestro Product BackLog y el Sprint BackLog. Para acceder a nuestro tablero, [pincha aquí](#).

También hemos elaborado un diagrama de Gantt, en el que hemos descrito las principales entregas a lo largo de la asignatura con sus fechas y el tiempo correspondiente para realizar cada una de ellas. Para acceder al diagrama de Gantt, [pincha aquí](#).



BioSoft

PRESUPUESTO

| Tipo de coste | Valor | Comentarios | |
|--|--|--|-------------|
| Horas de trabajo en el proyecto | <ul style="list-style-type: none"> Desarrollo del software: 8 semanas (2 meses). Creación de documentos y adjuntos: 5 semanas. Seminarios y formación (BBDD): 3 semanas Seminarios y formación(Arduino): 3 semanas | | |
| Tipo de coste | 10 meses | Al mes | Hora |
| Salario mínimo de un ingeniero biomédico | 35000€ | 5280€ | 30€ |
| Equipo/Herramientas | Precio | Comentarios | |
| Software utilizado | 0€ | <ul style="list-style-type: none"> Java IDE Eclipse Diseño gráfico (Scene Builder). | |
| Estudios e informes | 0€ | Revista de investigación/divulgación, webs, libros, cursos, etc. | |
| Equipo técnico utilizado | 4000€ | Portátiles/PC: x4 | |
| Materiales empleados | 111,89€ | <ul style="list-style-type: none"> Sensor MAX300102: x4 Sensor KY-002 003 013 021 022: x4 | |



| | | | |
|-------------|------------|---|--|
| | | <ul style="list-style-type: none">• Sensor Mpx300100: x4• ESP32: x4• KIT de Arduino: x3 | |
| Coste anual | 144045,92€ | | |

EQUIPO DE TRABAJO.

Desirée Rivera Rodríguez: Estudiante del grado de Ingeniería Biomédica de la Universidad Europea de Madrid. Mi aportación en el proyecto será en el campo de la programación en el cual he adquirido conocimientos gracias a las asignaturas Fundamentos de programación y Programación orientada a objetos en lenguaje de Java. Además tengo experiencia en utilizar ficheros en esos casos con ficheros CSV. Asimismo tengo formación básica en organización de proyectos con metodología ágil SCRUM. Por último, hablo 3 idiomas fluidamente y esto nos puede ayudar a la hora de investigar y adquirir conocimientos sobre la Fibrosis Quística y así darle internacionalidad al proyecto.

Álvaro Camacho González: Estudiante de la Universidad Europea de Madrid en el grado de Ingeniería Biomédica, aportare a mi equipo el conocimiento sobre los problemas que sufren las personas que padecen fibrosis quística además de un entendimiento del lenguaje de programación Java. además de conocimientos en el arte de la negociación. Hablo español e inglés con fluidez y tengo un conocimiento amplio del hebreo.

Luisana Valentina Flores Yajure: Estudiante de la Universidad Europea de Madrid, cursando el segundo año del grado de Ingeniería Biomédica. En este proyecto aportaré mis conocimientos en programación gracias a los conocimientos aprendidos en las asignaturas de Fundamentos de Programación y Programación Orientada a Objetos en lenguaje Java. Tengo experiencia en el desarrollo de proyectos y el uso de metodología SCRUM, asimismo experiencia de trabajo en equipo con respecto a proyectos a mediano plazo. Adicionalmente hablo dos idiomas fluidamente que ayudará en la búsqueda de información relacionada a la Fibrosis Quística, como también la posibilidad de lograr la expansión de nuestra aplicación a distintos países.



REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

1. "¿Cómo afecta la fibrosis quística en la vida de quienes la padecen?" 18 sept. 2018, <https://www.quironsalud.es/es/comunicacion/notas-prensa/afecta-fibrosis-quistica-vida-padecen>. Se consultó el 29 oct. 2021.
2. (2018, septiembre 18). ¿Cómo afecta la fibrosis quística en la vida de quienes la padecen?. Se recuperó el octubre 29, 2021 de <https://www.quironsalud.es/es/comunicacion/notas-prensa/afecta-fibrosis-quistica-vida-padecen>
3. "Día Mundial de la Fibrosis Quística - Ministerio de Salud Pública de" 8 sept. 2020, <https://msptucuman.gov.ar/dia-mundial-de-la-fibrosis-quistica/>. Se consultó el 25 oct. 2021.
4. "Una introducción a la fibrosis quística para los pacientes y sus familias." <https://www.cff.org/PDF-Archive/En-Espa%C3%B1ol/Una-Introduccion-A-La-Fibrosis-Quistica-Para-Los-Pacientes-Y-Sus-Familias/>. Se consultó el 25 oct. 2021.
5. "Cómo mejorar la calidad y esperanza de vida de las personas con" 19 nov. 2020, <https://www.fundacioncaser.org/actualidad/como-mejorar-la-calidad-y-esperanza-de-vida-de-las-personas-con-fibrosis-quistica>. Se consultó el 25 oct. 2021.
6. "Cómo mejorar la calidad y esperanza de vida de las personas con" 19 nov. 2020, <https://www.fundacioncaser.org/actualidad/como-mejorar-la-calidad-y-esperanza-de-vida-de-las-personas-con-fibrosis-quistica>. Se consultó el 25 oct. 2021.
7. FEFQ. 2021. *App FQ-UP - FEFQ*. [online] Disponible en: <<https://fibrosisquistica.org/app-fq-up/>> [Se consulto 29 Octubre 2021].
8. Redacción Médica. 2021. *Una 'app' mejora el control de la fibrosis quística en niños y jóvenes*. [online] Disponible en: <<https://www.redaccionmedica.com/autonomias/valencia/una-app-mejora-el-control-de-la-fibrosis-quistica-en-ninos-y-jovenes-9994>> [Se consulto 29 Octubre 2021].
9. *CFBuzz Cystic Fibrosis App*. (s. f.). Cfbuzz.org. Recuperado 29 de octubre de 2021, de <http://www.cfbuzz.org/app/>
10. *App for cystic fibrosis patients and nutrition game for children*. (s. f.). Europa.eu. Recuperado 29 de octubre de 2021, de



<https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/app-cystic-fibrosis-patients-and-nutrition-game-children>

11. RTÉ News. (2020, mayo 18). *PatientMpower launches CF home-monitoring solutions*. RTÉ. <https://www.rte.ie/news/business/2020/0518/1139043-patientmpower-cf-medical-app/>
12. (S. f.). Researchgate.net. Recuperado 29 de octubre de 2021, de https://www.researchgate.net/profile/Fabrizio-Murgia/publication/303686318_Telemonitoring_Protocol_for_Prevention_and_Comorbidity_Screening_in_Paediatric_Patients_with_Cystic_Fibrosis_andor_Diabetes_by_HVR_index/links/574d706e08ae82d2c6bd8b78/Telemonitoring-Protocol-for-Prevention-and-Comorbidity-Screening-in-Paediatric-Patients-with-Cystic-Fibrosis-and-or-Diabetes-by-HVR-index.pdf
13. Ambrosino, N., & Fracchia, C. (2017). The role of tele-medicine in patients with respiratory diseases. *Expert Review of Respiratory Medicine*, 11(11), 893-900.
14. Rainero, C., Secinaro, S., Nave, E., & Bignamini, E. (2017). Home Tele-monitoring: Economic and clinical impact of the service for patients with chronic respiratory disease. *Journal of management and strategy*, 8(5), 48.
15. (S. f.-b). Researchgate.net. Recuperado 29 de octubre de 2021, de https://www.researchgate.net/profile/Irene-Tagliente/publication/267607851_The_application_of_telemedicine_in_the_follow-up_of_lung_transplantation_in_a_patient_wit



h_cystic_fibrosis/links/545387b80cf26d5090a5449e/The-application-of-telemedicine-in-the-follow-up-of-lung-transplantation-in-a-patient-with-cystic-fibrosis.pdf

16. Tagliente, I., Trieste, L., Solvoll, T., Murgia, F., & Bella, S. (2016). Telemonitoring in cystic fibrosis: A 4-year assessment and simulation for the next 6 years. *Interactive Journal of Medical Research*, 5(2), e11.
17. Hilliard, M. E., Hahn, A., Ridge, A. K., Eakin, M. N., & Riekert, K. A. (2014). User preferences and design recommendations for an mHealth app to promote cystic fibrosis self-management. *JMIR MHealth and UHealth*, 2(4), e44.
18. Calthorpe, R. J., Smith, S., Gathercole, K., & Smyth, A. R. (2020). Using digital technology for home monitoring, adherence and self-management in cystic fibrosis: a state-of-the-art review. *Thorax*, 75(1), 72-77.
19. *Fibrosis quística*. (s. f.). Medlineplus.gov. Recuperado 29 de octubre de 2021, de <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/000107.htm>
20. (S. f.-c). Atlasgeneticsoncology.org. Recuperado 29 de octubre de 2021, de <http://atlasgeneticsoncology.org/Educ/CistFibID30032SS.html>
21. *Síntomas de la fibrosis quística*. (2010, abril 29). Com.es. <https://sintomas.com.es/fibrosis-quistica>



-
22. (S. f.-d). Cfsource.com. Recuperado 29 de octubre de 2021, de <https://www.cfsource.com/es/progresion-en-el-cuerpo>
23. *Supraventricular tachycardia*. (s. f.). Mayoclinic.org. Recuperado 29 de octubre de 2021, de <https://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/supraventricular-tachycardia/symptoms-causes/syc-20355243>
24. Elexacaftor, tezacaftor, and ivacaftor. (2020). *American Journal of Health-System Pharmacy: AJHP: Official Journal of the American Society of Health-System Pharmacists*, 77(5), 317-319.
25. Urquhart, D., & De anestesia, L. en C. U. P. (s. f.). *Evaluación e interpretación de la saturación de oxígeno arterial en niños con Fibrosis quística*. Cfww.org. Recuperado 29 de octubre de 2021, de https://www.cfww.org/docs/pub/edition10/07_saturation_spanish.pdf
26. *Fibrosis quística*. (s. f.-b). Mayoclinic.org. Recuperado 29 de octubre de 2021, de <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/cystic-fibrosis/symptoms-causes/syc-20353700>
27. De la enfermedad., L. F. Q. es U. E.-D. A. R. Q. A. P.-F. a. la P. de O. C. S. I. V. de 1. E. 3. 000 a. 1. E. 8. 000 N. V. U. de C. 25 P. es P. (s. f.). *Héctor Escobar y Amaya*



Sojo. Aeped.es. Recuperado 29 de octubre de 2021, de

<https://www.aeped.es/sites/default/files/documentos/10-FQ.pdf>

28. "¿Qué es un diagrama entidad-relación? | Lucidchart." <https://www.lucidchart.com/pages/es/que-es-un-diagrama-entidad-relacion>. Se consultó el 14 feb. 2022.
29. "¿Qué es SQL Like y para qué sirve? | Estrada Web Group." <https://estradawebgroup.com/Post/-Que-es-SQL-Like-y-para-que-sirve-/4274>. Se consultó el 14 feb. 2022.
30. "Sensores de Temperatura KY-028 y KY-013 - UNIT Electronics." <https://blog.uelectronics.com/tarjetas-desarrollo/sensores-de-temperatura-ky-028-y-ky-013/>. Se consultó el 14 feb. 2022.
31. "Sensores de Temperatura KY-028 y KY-013 - UNIT Electronics." <https://blog.uelectronics.com/tarjetas-desarrollo/sensores-de-temperatura-ky-028-y-ky-013/>. Se consultó el 14 feb. 2022.
32. "Pulsímetro y oxímetro con Arduino y MAX30102 - Luis Llamas." 12 abr. 2020, <https://www.luisllamas.es/pulsimetro-y-oximetro-con-arduino-y-max30102/>. Se consultó el 14 feb. 2022.
33. "Los módulos inalámbricos ESP32 simplifican el diseño IoT | DigiKey." 21 ene. 2020, <https://www.digikey.com/es/articles/how-to-select-and-use-the-right-esp32-wi-fi-bluetooth-module>. Se consultó el 14 feb. 2022.



ANEXOS

Trello-<https://trello.com/invite/b/DQ7V1G2v/c523fef4b46d9ef1252483149031ed88/proyecto-inform%C3%A1tica-biom%C3%A9dica-i>

Diagrama de Gantt-https://docs.google.com/spreadsheets/d/1b1V_bvYGHZhc2bDpJTjFrEhiZqnzr_0FQ7XWEnGKbg4/edit?usp=sharing

Tabla 1- "Calculadora de IMC | Chile Vive Sano." Se consultó el octubre 31, 2021. <http://www.chilevivesano.cl/calculadora-de-imc>.

Tabla 2- "Senderismo y montañismo, hidrátate correctamente." Se consultó el octubre 31, 2021. <https://clubsenderismodevalencia.club/senderismo-montanismo-e-hidratacion/>.

Tabla 3- "Supraventricular tachycardia - Symptoms and causes - Mayo Clinic." Se consultó el octubre 31, 2021. <https://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/supraventricular-tachycardia/symptoms-causes/syc-20355243>.



BioSoft
