



**UNIVERSIDAD DE CASTILLA-LA MANCHA
ESCUELA SUPERIOR DE INFORMÁTICA**

**MÁSTER UNIVERSITARIO
EN INGENIERÍA INFORMÁTICA**

**Sistema de promoción de
estilos de vidas saludables en niños
mediante ejercicios físicos gamificados**

Antonio Pulido Hernández

Octubre, 2021

**SISTEMA DE PROMOCIÓN DE
ESTILOS DE VIDAS SALUDABLES EN NIÑOS
MEDIANTE EJERCICIOS FÍSICOS GAMIFICADOS**



**UNIVERSIDAD DE CASTILLA-LA MANCHA
ESCUELA SUPERIOR DE INFORMÁTICA**

Tecnologías y Sistemas de Información

**MÁSTER UNIVERSITARIO
EN INGENIERÍA INFORMÁTICA**

**Sistema de promoción de
estilos de vidas saludables en niños
mediante ejercicios físicos gamificados**

Autor: Antonio Pulido Hernández

Tutor académico: David Vallejo Fernández

Cotutor académico: José Jesús Castro Sánchez

Octubre, 2021

Antonio Pulido Hernández

Ciudad Real – España

© 2021 Antonio Pulido Hernández

Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document under the terms of the GNU Free Documentation License, Version 1.3 or any later version published by the Free Software Foundation; with no Invariant Sections, no Front-Cover Texts, and no Back-Cover Texts. A copy of the license is included in the section entitled "GNU Free Documentation License".

Se permite la copia, distribución y/o modificación de este documento bajo los términos de la Licencia de Documentación Libre GNU, versión 1.3 o cualquier versión posterior publicada por la *Free Software Foundation*; sin secciones invariantes. Una copia de esta licencia esta incluida en el apéndice titulado «GNU Free Documentation License».

Muchos de los nombres usados por las compañías para diferenciar sus productos y servicios son reclamados como marcas registradas. Allí donde estos nombres aparezcan en este documento, y cuando el autor haya sido informado de esas marcas registradas, los nombres estarán escritos en mayúsculas o como nombres propios.

TRIBUNAL:

Presidente:

Vocal:

Secretario:

FECHA DE DEFENSA:

CALIFICACIÓN:

PRESIDENTE

VOCAL

SECRETARIO

Fdo.:

Fdo.:

Fdo.:

Resumen

El sedentarismo es una de las mayores preocupaciones en cuanto a salud pública de los países desarrollados. Existen diversas enfermedades derivadas del exceso de actividad sedentaria. Entre ellas, la que más preocupa a los expertos, debido a su alcance, es la obesidad. Esta enfermedad de carácter no infeccioso está presente en el 14,5 % de la población adulta española. Sin embargo, aunque la prevalencia de la obesidad es alta en la población adulta, preocupa especialmente la tasa de obesidad infantil y sobrepeso en España que entre niños entre 5 y 9 años alcanza el 40 % de prevalencia, y que puede generar problemas de salud en los niños a largo plazo.

Desde diversos organismos internacionales, como la Organización Mundial de la salud (OMS), se han publicado múltiples recomendaciones y guías sobre hábitos saludables con el fin de evitar problemas de salud como la obesidad infantil. Sin embargo, este tipo de iniciativas no está consiguiendo el efecto deseado y la población sigue sustituyendo actividades físicas por actividades sedentarias.

El proyecto que se presenta en este documento ha sido concebido como una manera de resolver el problema de la falta de motivación de los niños a la hora de practicar ejercicio físico. El problema fundamental es que el número de horas que emplean en realizar ejercicio físico es generalmente insuficiente, teniendo en cuenta que la mayor parte del tiempo están sentados sin realizar ninguna actividad física. Este proyecto pretende ser el punto de partida para generar un entorno en el que los profesores utilicen descansos activos entre clase y clase, de forma que los niños realicen el ejercicio físico diario que necesitan.

Particularmente, en este documento se propone la arquitectura de un sistema que tenga como eje fundamental la promoción de estilos de vida saludables en niños mediante ejercicios físicos gamificados. Concretamente, se propondrá una arquitectura que facilite la implantación de descansos activos en el aula, proporcionando diferentes ejercicios aeróbicos enfocados a mejorar la condición física general de los niños y que dé soporte a un sistema de recomendaciones de ejercicios específico para cada clase.

Abstract

Sedentary lifestyles are one of the major public health concerns in developed countries. There are several diseases resulting from excessive sedentary activity. Among them, the one that worries experts the most, due to its scope, is obesity. This non-infectious disease is present in 14.5 % of the Spanish adult population. However, although the prevalence of obesity is high in the adult population, the rate of childhood obesity and overweight in Spain is of particular concern, reaching 40 % of prevalence among children between 5 and 9 years of age, and can cause long-term health problems in children.

Various international organizations, such as the WHO, have published many recommendations and guidelines about healthy habits in order to prevent health problems such as childhood obesity. However, these type approach is not having the desired effect and the population continues to replace physical activities with sedentary activities.

The project presented in this TFM has been thought as a way to solve the problem of children's lack of motivation to engage in physical exercise. The fundamental problem is that the number of hours they spend doing physical exercise is generally insufficient, taking into account that most of the time they are sitting without doing any physical activity. This project aims to be the starting point to generate an environment in which teachers use active breaks between classes, so that children get the daily physical exercise they need.

In particular, this document proposes the architecture of a system that has as its fundamental focus on the promotion of healthy lifestyles in children through gamified physical exercises. Specifically, an architecture will be proposed to facilitate the implementation of active breaks in the classroom, providing different aerobic exercises focused on improving the general physical condition of children and supporting a system of specific exercise recommendations for each class.

Agradecimientos

Este proyecto surgió como algo totalmente inesperado. Sin embargo, lo estoy disfrutando y espero seguir disfrutándolo durante mucho más tiempo. Debo dar las gracias a muchas personas que han formado parte de mi vida y que me han ayudado a crecer como persona, en especial a mis padres por la educación que he recibido de ellos y por las oportunidades que me han brindado, sin su ayuda y sin su apoyo en momentos difíciles no hubiera llegado hasta aquí.

Me gustaría también dar las gracias a todos mis compañeros de trabajo que siempre han estado ahí para lo que he necesitado y a todos los miembros de Furious Koalas.

Gracias a todos los amigos que tengo y que siempre han estado allí para apoyarme.

Gracias a mi hermano pequeño, por ser siempre alguien en el que confiar y apoyarme, espero que dentro de 3 años estés presentando tu TFM.

Y para concluir a mis dos tutores de este proyecto, A Pepe, por sus horas invertidas en ayudarme cuando lo he necesitado. También, a mi amigo y director David por confiar en mí para muchos proyectos incluyendo este TFM, y por sus horas invertidas durante este proyecto.

A mis padres

Índice general

Resumen	V
Abstract	VII
Agradecimientos	IX
Índice general	XIII
Índice de figuras	XVII
Listado de acrónimos	XIX
1. Introducción	1
1.1. Contexto de trabajo	2
1.1.1. Método EUMOVE	2
1.1.2. Subproyectos EUMOVE	4
1.2. Planteamiento general	5
1.3. Competencias a adquirir	7
1.4. Estructura del documento	7
2. Objetivos	9
2.1. Objetivo general	9
2.1.1. Objetivos específicos	9
3. Estado del arte.	11
3.1. Ejercicio físico para la prevención de enfermedades en niños	11
3.1.1. Problemática y contexto	11
3.1.2. Descansos activos	13
3.2. Tecnología y ejercicio físico	15
3.2.1. Visión general	15
3.2.2. Aplicaciones existentes	16

0. ÍNDICE GENERAL

3.3.	Gamificación y ejercicio físico orientado a niños	18
3.3.1.	Técnicas y principios de gamificación	19
3.3.2.	Gamificación aplicada al ejercicio físico	21
4.	Método de trabajo	25
4.1.	Metodología de trabajo	25
4.1.1.	Reuniones Scrum	26
4.1.2.	Valores Scrum	27
4.1.3.	Roles	27
4.1.4.	Adaptación Scrum	28
4.2.	Metodología de desarrollo	28
4.3.	Recursos hardware y software	29
4.3.1.	Recursos Software	29
4.3.2.	Recursos Hardware	30
4.4.	Planificación y distribución del trabajo	30
5.	Resultados	33
5.1.	Visión general de la arquitectura propuesta	33
5.2.	Diseño de la arquitectura propuesta	37
5.2.1.	Capa perceptiva	37
5.2.2.	Capa de procesamiento de información	38
5.2.3.	Capa de Visualización	42
5.3.	Técnicas de motivación empleadas	43
5.3.1.	Avatares virtuales	43
5.3.2.	Música Motivadora	44
5.3.3.	Tablas de clasificación	45
5.3.4.	Sistema de premios	46
5.3.5.	Personalización de HIITs	47
5.3.6.	Objetivos y barras de progreso	47
5.4.	Persistencia en la capa de procesamiento	48
5.4.1.	Diseño e implementación de la base de datos	48
5.4.2.	Implementación del módulo de procesamiento	50
5.5.	Integración y despliegue	53
5.5.1.	Integración	53
5.5.2.	Despliegue	53

6. Conclusiones y líneas de trabajo futuro	55
6.1. Análisis de resultados	55
6.2. Adquisición de competencias y cumplimiento de objetivos	56
6.2.1. Cumplimiento de objetivos	56
6.2.2. Adquisición de competencias	57
6.3. Líneas de trabajo futuro	58
6.4. Reflexión personal	60
A. Apéndice 1	63
A.1. Propuesta de HIITs semanales	63
B. Apéndice 2	67
B.1. Reglas, restricciones y tipos de ejercicios	67
B.1.1. Consideraciones que se han tenido en cuenta en el diseño de cada HIIT	67
B.1.2. Listado de músculos implicados en cada ejercicio	67
B.1.3. Tips finales	69
Referencias	71

Índice de figuras

1.1. El proyecto se basa en el método EUMOVE.	3
3.1. Prevalencia obesidad en España (https://www.msrebs.gob.es/estadEstudios/estadisticas/sisInfSanSNS/tablasEstadisticas/InfAnualSNS2018/Cap.3.HabitosVida.pdf)	12
3.2. Prevalencia obesidad en España (elaboración propia)	14
3.3. Prevalencia obesidad en Castilla-La Mancha (elaboración propia)	14
3.4. Google Fit	17
3.5. Aplicación Strong	18
3.6. Video ejercicios físicos gamificados	22
3.7. Vídeo ejercicios físicos gamificados	24
5.1. Arquitectura general diseñada para el despliegue de un sistema orientado a la gestión de descansos activos.	35
5.2. Modelo del patrón publicador-subscriptor aplicado	36
5.3. Capa perceptiva	37
5.4. Capa de procesamiento de información	39
5.5. Capa de visualización	42
5.6. HIIT diario	44
5.7. Análisis de la canción	45
5.8. Tabla de clasificación	46
5.9. Hábito Saludable	47
5.10. Barra de progreso	48
5.11. Diagrama Entidad relación del sistema	49
5.12. Diagrama de la base de datos del sistema	51

Listado de acrónimos

OMS	Organización Mundial de la salud
HIIT	High Intensity Interval Training
BPM	Beats per minute
API	Application Programming Interface
TDAH	Trastorno por déficit de atención con hiperactividad
AHA	American Heart Association
UE	Unión Europea
UCLM	Universidad de Castilla-La Mancha
MVPA	Moderate to Vigorous Physical Activity
TFM	Trabajo Fin de Master
BDD	Behavior Driven Development
TDD	Test driven development
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
AWS	Amazon Web Services
CRUD	Create, Read, Update and Delete
ITSI	Instituto de Tecnologías y Sistemas de Información
JSON	JavaScript Object Notation
XP	Extreme Programming

Capítulo 1

Introducción

La prevalencia de la obesidad en la población es una de las mayores preocupaciones en los países económicamente desarrollados [ABBB07]. Específicamente, preocupa la obesidad infantil, debido a sus consecuencias a largo plazo en las personas que la padecen. Para prevenir las enfermedades derivadas de la obesidad, desde las instituciones europeas se promocionan hábitos saludables tanto en un contexto educativo como en el familiar. Estos hábitos saludables deben estar basados en la evidencia científica y respaldados por expertos. Por lo tanto, actualmente en el marco de la Unión Europea (UE) existen como base las recomendaciones del *Consejo de Actividad Física para Mejorar la Salud* y las *Guías de Actividad Física de la Unión Europea*¹ que se encuentran disponibles y publicadas para que el público general pueda consultarlas.

Según las recomendaciones de la UE especificadas en las guías previamente introducidas, los niños y adolescentes deberían realizar al menos 60 minutos de actividad física moderada a vigorosa (Moderate to Vigorous Physical Activity (MVPA)), teniendo en cuenta que 60 minutos es el mínimo y que la realización de más ejercicio físico resultará en un mayor beneficio para la salud, siempre y cuando no se abuse en exceso.

Sin embargo, a pesar de los esfuerzos y recomendaciones de las instituciones europeas, el número de niños que siguen estas guías es insuficiente para conseguir bajar el porcentaje de prevalencia de la obesidad en la población europea. Es más, en los últimos años la prevalencia de la obesidad infantil ha seguido aumentando. Según el estudio presentado en [SJHD⁺20], realizado a una población infantil de 40.000 niños sobre actividad física y actividades sedentarias, solamente el 30 % de los niños realizaban actividad física suficiente según las recomendaciones y guías de actividad física de la UE. Una de las características observadas en este estudio es que en los países del sur de la UE el porcentaje es incluso menor, con una media del 23 % en países como España o Italia. Por lo tanto, se puede considerar que la promoción de estilos de vida saludable y guías de actividad física por parte de las instituciones de la UE no han terminado de reflejarse en los hábitos de la población más joven.

¹<https://ec.europa.eu/assets/eac/sport/library/policy.documents/eu-physical-activity-guidelines-2008.es.pdf>

1. INTRODUCCIÓN

Por otro lado, las nuevas tecnologías se utilizan en nuestro día a día para ayudarnos a realizar numerosas actividades tanto en el trabajo como en nuestro tiempo libre, p. ej. permitiéndonos jugar o escuchar música de manera online en cualquier momento y lugar. Debido a las múltiples opciones que ofrece la tecnología en lo que al tiempo libre se refiere, sin necesidad de salir de casa, estas empiezan a representar una de las primeras opciones de ocio para los niños, por lo que según diversos estudios [SOJ⁺19] se está empezando a observar un claro aumento del sedentarismo.

Sin embargo, la tecnología no tiene por qué ser algo que vaya en contra de la salud, pudiéndose utilizar de diversas formas en su favor. Particularmente, están empezando a surgir numerosas iniciativas que utilizan la tecnología para ofrecer soluciones que fomenten la práctica de ejercicio físico y promuevan hábitos saludables en colectivos como los niños. Por ejemplo, existen herramientas, como la descrita en [TMV13], que consiste en realizar ejercicios físicos guiados por un componente lúdico basado en juegos.

1.1 Contexto de trabajo

Este Trabajo Fin de Master (TFM) se enmarca dentro de EUMOVE, una iniciativa a nivel europeo en el que participan más de 50 expertos en el ámbito de la salud, el ejercicio físico y tecnología, pertenecientes a 14 universidades entre las que se encuentran la Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM), la Universidad de Extremadura o la Universidad de Lisboa.

1.1.1 Método EUMOVE

A pesar de la complejidad del contexto educacional en el que se pretende desarrollar el proyecto EUMOVE, los cambios en el comportamiento o en los hábitos de los individuos pueden entenderse mejor si se aplican las teorías del comportamiento humano y la evidencia científica. En concreto, el método EUMOVE está basado en la teoría del comportamiento expresada en el libro *La Rueda del Cambio de Comportamiento* [MVSW11] y en el marco de trabajo para la creación de escuelas activas expresado en el artículo *Using a multi-stakeholder experience-based design process to co-develop the Creating Active Schools Framework* [DSQA⁺20].

El método utilizado en EUMOVE, reflejado visualmente en la figura 1.1 se divide en 5 capas: fuentes de motivación, funciones de intervención, grupos destinatarios, oportunidades y metas. Estas 5 capas se describen, brevemente, a continuación:

- **Fuentes de motivación:** el origen de la motivación del comportamiento humano ha sido discutida por diversos filósofos y expertos desde el origen de la humanidad. Según [MVSW11], las fuentes de motivación del comportamiento pueden ser explicadas con 3 factores que son la capacidad, la oportunidad y la motivación.

La *capacidad* se refiere a la competencia de los individuos tanto psicológica como física para realizar una actividad, esta definición incluye las diversas habilidades y cono-

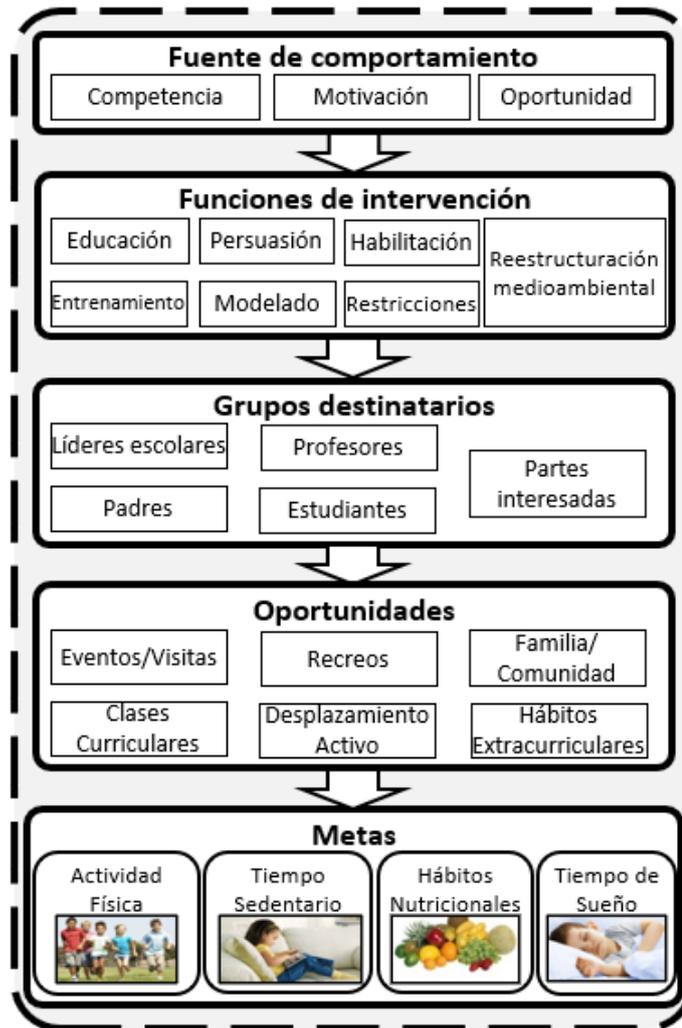


Figura 1.1: El proyecto se basa en el método EUMOVE.

cimientos previos que tengan los individuos y que pueden ser necesarios para realizar una actividad. *Oportunidad* se refiere al contexto en el que se produce un comportamiento, el contexto del comportamiento ha sido estudiado por diversos autores y ha sido utilizado para desarrollar la Teoría del comportamiento planificado [Ajz11]. En cuanto a la *motivación* se distingue entre los planes y las emociones e impulsos que mueven a los individuos.

Estas 3 fuentes de motivación son las que rigen el comportamiento humano y se pretenden utilizar en EUMOVE para lograr que los niños practiquen hábitos de vida saludables.

- Funciones de intervención:** una vez asentadas las bases del método con las fuentes de motivación, se requieren unas funciones de intervención que son las encargadas de utilizar las fuentes de motivación para cambiar el comportamiento y los hábitos en los niños. Estas funciones son educación, entrenamiento, persuasión, modelado,

1. INTRODUCCIÓN

habilitación, restricciones y reestructuración medioambiental.

- **Grupos destinatarios:** los grupos destinatarios son aquellas personas a las que van dirigidas las funciones de intervención. Estos grupos están representados por líderes escolares, que son los responsables de las diferentes políticas escolares, profesores, niños, padres y otras partes interesadas que pueden incluir diversas entidades públicas que ayudan y participan en la creación de entornos activos.
- **Oportunidades:** las estrategias para implantar los estilos de vida saludables se implantarán en los grupos destinatarios a través de 6 oportunidades. Las oportunidades estarán determinadas por aquellas situaciones que las escuelas pueden controlar y que son eventos, recreos, clases, desplazamiento activo, familia y hábitos extracurriculares.
- **Metas:** el objetivo del proyecto EUMOVE es el de conseguir implementar hábitos saludables en escuelas. En concreto, aumentar el tiempo y la calidad del ejercicio físico que realizan los niños, mejorar los hábitos nutricionales, incentivar un tiempo de sueño adecuado para los niños y evitar la prevalencia de actividades sedentarias.

En conclusión, el proyecto EUMOVE tiene como objetivo utilizar las 5 funciones de intervención basadas en las 3 fuentes del comportamiento humano para inculcar unos valores y hábitos saludables a los 5 grupos destinatarios a través de 6 oportunidades para conseguir las 4 metas propuestas.

1.1.2 Subproyectos EUMOVE

Para alcanzar el objetivo general del proyecto EUMOVE, se han puesto en marcha 8 subproyectos que abarcan diferentes ámbitos de la metodología propuesta. Entre estos 8 subproyectos se encuentra *Real Time Active Breaks Platform*, el proyecto en el que este documento se centrará y del que se definirá la arquitectura de la solución propuesta.

1. *EUMOVE Learning Platform:* desarrollo de una plataforma para que todos los grupos destinatarios en el proyecto tengan acceso a toda la información que se genera en torno al proyecto y que servirá de enlace para acceder a los demás sistemas o plataformas que se desarrollen. Además, se utilizará para divulgar información relevante sobre guías y recomendaciones de hábitos saludables.
2. *Physically active lessons Toolkit:* desarrollo de un sistema para proporcionar a los profesores contenido que les facilite la realización de clases activas.
3. *Real Time Active Breaks Platform:* desarrollo de un sistema accesible a través de una plataforma sencilla y gratuita que proporcione a los profesores soporte para implementar descansos activos durante sus lecciones académicas. La arquitectura especificada, que servirá como base para este sistema será expuesta en este TFM. El concepto de *descanso activo* se describe en el capítulo 3.

4. *Active Commuting Guide*: elaboración de un documento que proporcione información a los grupos destinatarios del método EUMOVE sobre guías y recomendaciones a seguir durante los desplazamientos a la escuela para que se aprovechen para realizar ejercicio físico.
5. *Learnign units about healthy lifestyles promotion*: desarrollo de una unidad constituida por expertos en ámbitos de la salud y el ejercicio físico, que elaborarán materiales didácticos que puedan ser empleados para impartir formación a los profesores de las escuelas relativa a buenos hábitos de la salud para que ellos a su vez puedan concienciar a los niños a los que dan clase.
6. *Parents Toolkit about promoting healthy lifestyles*: desarrollo de un sistema en el que se concencie y promuevan los hábitos saludables entre los padres o tutores de los niños. La promoción de hábitos saludables en los padres es muy importante para que en los niños sigan las recomendaciones también durante su vida familiar.
7. *School leaders Toolkit*: desarrollo de una herramienta cuyo objetivo sea ofrecer a los líderes escolares estrategias para aumentar el ejercicio físico y otros hábitos saludables en las escuelas.
8. *EUMOVE APP*: desarrollo de una APP para promover los hábitos saludables entre los estudiantes usando sus dispositivos móviles, teniendo en cuenta de este modo el uso cada vez más generalizado de este tipo de dispositivos móviles por parte de los niños.

1.2 Planteamiento general

En esta memoria se describirá y especificará los avances únicamente del subproyecto *EUMOVE: plataforma de descansos activos*, como se ha comentado anteriormente uno de los subproyectos en los que se divide el proyecto Europeo EUMOVE², un proyecto multidisciplinar cuyo propósito es el de implementar un conjunto integral de estrategias y recursos que permitan a la comunidad educativa promover estilos de vida saludables. Cada uno de los subproyectos se basa en una función de intervención sobre un grupo destinatario concreto.

Los niños y adolescentes pasan una gran parte de su tiempo en la escuela, y en muchas ocasiones, las actividades que realizan son en su gran mayoría actividades de carácter sedentario. Es por ello, que desde la iniciativa EUMOVE, se propone motivar a los niños a realizar el ejercicio físico necesario para que se mantengan saludables y recomendar otros hábitos de vida saludable como, por ejemplo, seguir una dieta equilibrada y nutritiva o dormir las horas necesarias.

El proyecto *EUMOVE: plataforma de descansos activos* tiene como finalidad el diseño y especificación de una arquitectura que sirva como base para la implementación de una

²<https://eumoveproject.eu/?lang=es>

1. INTRODUCCIÓN

plataforma que ofrezca un método para guiar descansos activos para niños en un contexto educativo, utilizando diferentes formas de motivación basadas en elementos de gamificación.

En concreto, los descansos activos que se utilizarán en este proyecto están basados en High Intensity Interval Training (HIIT)s, en los que se ejercita el cuerpo en intervalos con ejercicios aeróbicos que estimulan todo el cuerpo y pequeños periodos de descanso entre los ejercicios.

Así, en esta memoria se va a definir la arquitectura general del sistema que dé soporte para desplegar un sistema que permita a profesores definir y monitorizar los descansos activos en las aulas. Además, la arquitectura contemplada incluye diversos módulos que aportarían otras ventajas a los profesores en comparación con los recursos actualmente disponibles sobre descansos activos, contando con un módulo de recomendaciones que ayude a recomendar los descansos activos más adecuados en función de distintos aspectos, como pueden ser el contexto y el perfil de los alumnos, y que los planifique conforme a las restricciones que se establezcan. Además, se proveerá al sistema de un marco de monitorización que les ayude a asegurar que sus alumnos estén ejecutando los ejercicios físicos correctamente y de forma adecuada para mejorar su salud.

Estos descansos activos se realizarían en el tiempo entre clase y clase, para que los niños descansen de las explicaciones más teóricas que se realizan en las clases y además se ejerciten físicamente después de estar sentados durante bastante tiempo.

La complejidad y alcance final del proyecto en el que se enmarca la presente propuesta, en el que ha trabajado y trabaja un equipo multidisciplinar, requiere de perfiles muy técnicos en el que el autor de este TFM juega un papel fundamental, ya que es el responsable directo del diseño y especificación de la arquitectura, del diseño e implementación de las técnicas de gamificación aplicadas y del soporte a nivel de persistencia y funcionalidad de *backend* del sistema desplegado a partir de la arquitectura definida.

La arquitectura del sistema de descansos activos se ha diseñado para ofrecer tanto descansos activos físicos sin contenidos académicos, en los que el objetivo principal es realizar ejercicios, como descansos activos académicos en los que el objetivo principal es reforzar contenidos académicos previamente aprendidos en clase, pero a través del ejercicio físico, con un carácter más lúdico que el de una clase. Por ejemplo, *problemas matemáticos en movimiento*, en los que los estudiantes deberán resolver el problema realizando diferentes ejercicios físicos como saltos o sentadillas.

Aunque la implementación completa de todos los módulos definidos en la arquitectura propuesta no se abordará en este trabajo, si se especificará la arquitectura subyacente y se detallarán aquellas partes implementadas del sistema propuesto, los cuales representan parte de los resultados de este TFM.

1.3 Competencias a adquirir

En esta sección se enumerarán las competencias que se quieren adquirir durante la realización de este proyecto, además, se explicará cómo se quieren lograr esas competencias.

[CE1] Capacidad para la integración de tecnologías, aplicaciones, servicios y sistemas propios de la Ingeniería Informática, con carácter generalista, y en contextos más amplios y multidisciplinares.

A lo largo de la elaboración del proyecto será necesario utilizar diversas tecnologías para alcanzar los objetivos propuestos. Una de las posibles dificultades asociadas con la realización de este proyecto es que el uso de diferentes tecnologías puede dar lugar a un sistema poco robusto, por lo tanto, se espera poder integrar tecnologías y servicios de forma consistente. Además, como se ha comentado anteriormente, el proyecto consistirá en diseñar y definir la arquitectura de un sistema relacionado con el ejercicio físico y la salud. Por lo tanto, el contexto del proyecto se encuentra en un ámbito multidisciplinar en el que la tecnología y la salud son igualmente necesarias.

[CE4] Capacidad para modelar, diseñar, definir la arquitectura, implantar, gestionar, operar, administrar y mantener aplicaciones, redes, sistemas, servicios y contenidos informáticos.

Durante la realización de este proyecto se deberá modelar, diseñar y definir la arquitectura del sistema propuesto de descansos activos. Esta arquitectura deberá cumplir características como la escalabilidad y mantenibilidad. Además, se empezarán a implementar algunos de los módulos principales propuestos y definidos en la arquitectura, mientras que otros se definirán y serán objeto de trabajos futuros, siempre teniendo en cuenta la escalabilidad y mantenibilidad del sistema.

1.4 Estructura del documento

- **Capítulo 2: Objetivos.** El capítulo de objetivos describe y detalla el objetivo general del proyecto y los objetivos específicos derivados del mismo.
- **Capítulo 3: Antecedentes.** En este capítulo se aborda el estado del arte en el contexto de la gamificación y el ejercicio físico. Además, se explican detalladamente conceptos relacionados con la salud y el ejercicio físico.
- **Capítulo 4: Método de trabajo.** En el método de trabajo se detallan las metodologías de trabajo y desarrollo utilizadas, además de los recursos software y hardware empleados en el desarrollo.
- **Capítulo 5: Resultados.** En este capítulo se detalla la arquitectura de la solución propuesta para este proyecto. Además, se especifican las decisiones de diseño requeridas para la aplicación de elementos de gamificación en el contexto del ejercicio físico orientado a niños.

1. INTRODUCCIÓN

- **Capítulo 6: Conclusiones.** En este capítulo se realizará un análisis de la solución aportada, así como una breve discusión de las líneas futuras de trabajo que se abren a partir de la realización del presente TFM.

Capítulo 2

Objetivos

El presente capítulo especifica qué se pretende conseguir mediante la realización de este TFM, describiendo el objetivo general del mismo y desglosándolo en diversos objetivos específicos que deben ser abordados para alcanzar dicho objetivo general.

2.1 Objetivo general

El objetivo general de este TFM es el modelado, especificación y diseño de una arquitectura que sirva como referencia para el despliegue de sistemas que tengan como eje fundamental la promoción de estilos de vida saludables en niños mediante ejercicios físicos gamificados. El hecho de disponer de una arquitectura de referencia facilitará el desarrollo e integración futura de diferentes módulos funcionales que van más allá de los considerados en este TFM.

La arquitectura definida será la base de un sistema desarrollado capaz de proponer a los profesores rutinas de ejercicios que permitan llevar a cabo los descansos activos en sus clases. Los profesores podrán alterar, añadiendo o eliminando, rutinas de ejercicios de las propuestas entre aquellas disponibles en el sistema. Además, para motivar la realización de las rutinas, se aplicarán técnicas de gamificación. La monitorización del uso sistema y de la realización de las rutinas propuestas es un aspecto fundamental, ya que permitirá tomar decisiones en el futuro.

2.1.1 Objetivos específicos

Para conseguir el objetivo general del proyecto se deben abordar los siguientes objetivos específicos:

- **Diseño de la arquitectura general.** Se pretende especificar y definir una arquitectura general que sirva como marco general de trabajo. Esta arquitectura general guiará el desarrollo e integración de tanto los módulos funcionales resultantes de este TFM como los que se abordarán en una segunda fase futura de este trabajo, y que queda más allá del alcance de este TFM.
- **Motivación del usuario.** Para que los usuarios se comprometan a realizar las rutinas de ejercicios propuestas es necesario que estén motivados. Por lo tanto, con la fina-

2. OBJETIVOS

lidad de aumentar la motivación de los usuarios, se estudiarán diferentes técnicas de gamificación que sean susceptibles de ser aplicadas en el proyecto. Las técnicas de gamificación que se decidan implementar deberán ser adaptadas al contexto de ejercicio físico y salud teniendo en cuenta que el sistema estará enfocado para niños.

- **Personalización de rutinas de ejercicios.** El sistema, además de proponer diferentes rutinas de ejercicios creadas por expertos, deberá permitir a los usuarios crear sus propias rutinas de ejercicios. Se pretenden ofrecer diferentes tipos de ejercicios aeróbicos y musculares que los usuarios podrán utilizar para crear sus propias rutinas seleccionando varios de los ejercicios eligiendo el orden en el que se ejecutarían. Las rutinas de ejercicios generadas serán almacenadas y podrán ser editadas, eliminadas o ejecutadas por los usuarios en cualquier momento.
- **Monitorización y ejercicios formalizados.** El correcto diseño de los ejercicios y las rutinas es especialmente crítico debido a que estos ejercicios están pensando para ser ejecutados por niños. Si los ejercicios están mal diseñados, podrían no ser beneficiosos para la salud de los usuarios e incluso podrían resultar dañinos. Por consiguiente, el sistema deberá utilizar como referencia una lista de ejercicios previamente definida por expertos y se deberá definir una estructura de monitorización, fuera del alcance de este TFM pero considerada en el diseño de la arquitectura propuesta, que se implementaría en el futuro. Esta permitirá utilizar diversas métricas obteniendo la información sobre lo que ocurre cuando los usuarios realizan los ejercicios propuestos.

Para finalizar, hay que indicar que se persigue el diseño y desarrollo de un sistema que tenga las siguientes características generales:

- **Accesibilidad y facilidad de uso.** El sistema estará diseñado para que profesores de diferentes colegios lo utilicen en sus clases como apoyo durante los descansos activos. Por lo tanto, el sistema deberá ser agradable de usar y llamativo visualmente para llamar la atención a los niños que vayan a realizar los descansos activos. Además, para facilitar que no surjan problemas a la hora de utilizar el sistema en los diferentes dispositivos que puedan encontrarse en cada colegio se diseñará y desarrollará un sistema web multi-plataforma accesible desde cualquier dispositivo con conexión a Internet.
- **Escalabilidad.** El sistema desplegado a partir de la arquitectura propuesta deberá poder adaptarse fácilmente a posibles cambios en los requisitos y añadir nuevas funcionalidades de forma sencilla para los desarrolladores. Por lo tanto, la arquitectura deberá ser escalable utilizando mecanismos de comunicación que faciliten la integración de nuevos módulos y patrones de diseño que garanticen el adecuado crecimiento de los sistemas desplegados a partir de la misma.

Capítulo 3

Estado del arte.

En este capítulo se tratarán conceptos relacionados con el ejercicio físico y la salud en un contexto orientado a niños. También se profundizará en la idea de descanso activo y sus implicaciones en la salud. Por último, se discutirá la importancia de la tecnología en el ámbito del ejercicio físico. En concreto, se estudiará el término gamificación y sus posibles usos en el contexto del ejercicio físico.

3.1 Ejercicio físico para la prevención de enfermedades en niños

Desde el nacimiento de la humanidad, el ejercicio físico ha sido vital para el correcto crecimiento de los seres humanos [ARPS90]. La fase de crecimiento es crucial para establecer las bases de una buena salud en la etapa adulta. Un estilo de vida activo en el que se evite abusar de las actividades sedentarias y una alimentación saludables son imprescindibles en la etapa de crecimiento. En especial, el ejercicio físico aeróbico es fundamental para mantener la salud ósea durante todas las etapas de la persona. Además, el ejercicio físico mejora la forma física, disminuye el riesgo de lesiones musculares y el riesgo de sufrir algunas enfermedades cardiovasculares.

3.1.1 Problemática y contexto

El sedentarismo y la inactividad física están comenzando a convertirse en problemas de carácter mundial debido a sus efectos en la salud física y mental de las personas [RDVV12]. Este problema concierne especialmente a la población más joven debido a sus consecuencias a largo plazo [NGH⁺19]. Según diversos estudios [AFS⁺16], realizados a niños de entre 5 y 18 años, se estima que los niños menores de 12 años pasan un 51 % del tiempo fuera de la escuela en actividades sedentarias y aumenta a un 57 % en niños mayores de 12 años, unas cifras que siguen aumentando en los últimos años. Una de las principales consecuencias del aumento de la inactividad física en niños es el creciente problema de la obesidad infantil que puede llegar a provocar grandes problemas de salud, como enfermedades cardiovasculares o diabetes [O⁺10].

Esta situación es especialmente crítica en países como España, en el que algunos estudios como [ABGCPR20] estiman que en jóvenes entre 3 y 24 años la prevalencia de sobrepeso + obesidad supera el 30 % y la obesidad en el 10,3 %. Según datos del Ministerio de Salud de

3. ESTADO DEL ARTE.

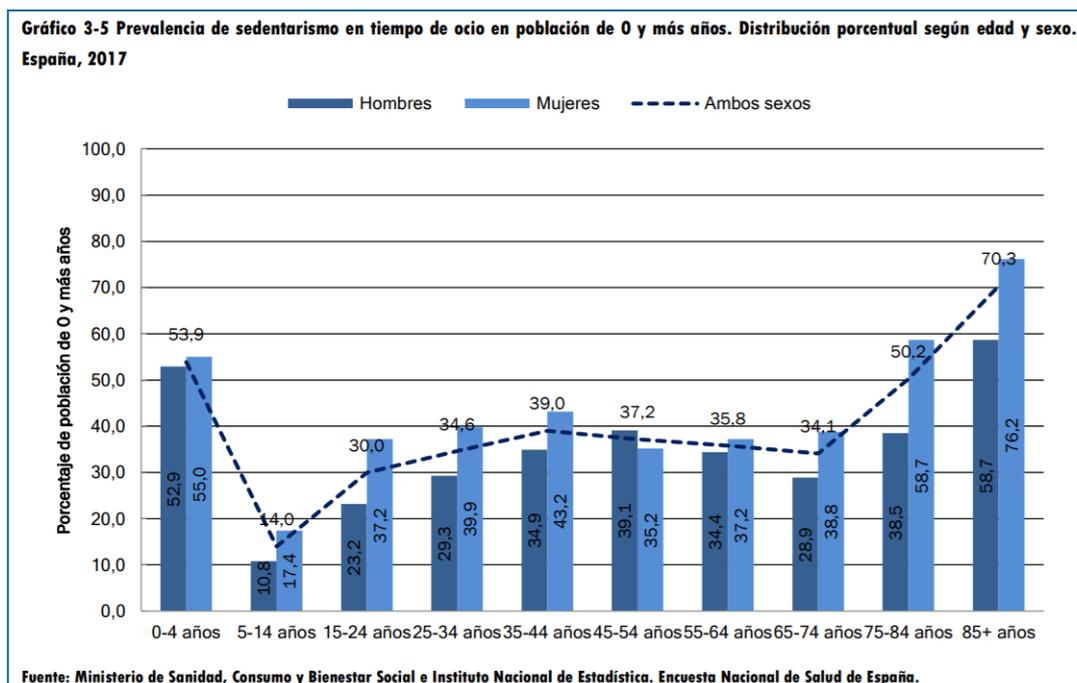


Figura 3.1: Prevalencia obesidad en España (<https://www.msrebs.gov.es/estadEstudios/estadisticas/sisInfSanSNS/tablasEstadisticas/InfAnualSNS2018/Cap.3.HabitosVida.pdf>)

España la tasa de prevalencia de obesidad en mayores de 18 años es del 16 % mientras que en los niños es del 10,3 %. Como se puede observar en la Figura 3.2 la tasa de obesidad en adultos es ligeramente mayor en los hombres que en las mujeres mientras que en el caso de los niños las diferencias son mínimas. Además, en la Figura 3.3 se puede observar la tasa de obesidad en Castilla-La Mancha en la que las diferencias de prevalencia de obesidad entre mujeres y hombres son mucho mayores con un 11,3 % en mujeres adultas y un 17,4 % en hombres, mientras que en niñas la tasa es de un 8,6 % y un 11,7 % en niños según los datos aportados por el ministerio de Sanidad¹.

Según el Ministerio de Sanidad, las actividades sedentarias están bastante extendidas en la población española. Como se muestra en la Figura 3.1 la prevalencia de sedentarismo en la población española supera las cifras recomendadas por la Organización Mundial de la salud (OMS)

Es por ello, que desde organizaciones especializadas en la salud de la población se han publicado diversas directrices para evitar una vida sedentaria y aumentar la cantidad de ejercicio físico que realizan las personas. Por ejemplo, el Ministerio de Salud ha publicado recomendaciones para la población sobre actividad física y reducción del sedentarismo y la OMS con sus *Directrices de la OMS sobre actividad física y hábitos sedentarios*² recopila una serie de recomendaciones sobre salud pública con respecto a la cantidad de actividad física que se debería realizar para obtener beneficios de salud y mitigar los posibles riesgos asociados al

¹<https://www.msrebs.gov.es/estadEstudios/sanidadDatos/tablas/tabla10.htm>

²<https://www.who.int/es/publications/i/item/9789240014886>

sedentarismo.

La OMS recomienda que los adultos realicen al menos entre 150 y 300 minutos de actividad física aeróbica de intensidad moderada a la semana o bien entre 75 y 150 minutos de actividad física aeróbica de intensidad vigorosa. Sin embargo, esta cantidad difiere en otros colectivos como en el de los niños o ancianos. Específicamente, se recomienda que los niños y adolescentes (entre 5 y 17 años) realicen al menos una media de 60 minutos de actividad física moderada al día, principalmente aeróbica, y limitar al máximo posible el tiempo dedicado a actividades sedentarias [O⁺10]. Los beneficios que estas recomendaciones aportan van desde la mejora de la forma física y la salud cardio-metabólica hasta la mejora en la salud mental.

Respecto a la salud física, según datos de la OMS la tasa de obesidad en la población se ha triplicado desde 1975. Además, según la OMS en 2016 había más de 340 millones de niños y adolescentes (de 5 a 19 años) con sobrepeso u obesidad. La obesidad infantil tiene como consecuencia diversas patologías relacionadas con discapacidades respiratorias, mayor número de fracturas, hipertensión, diabetes, diferentes afecciones metabólicas y enfermedades que serán aún más severas si la obesidad continua en la edad adulta. Existen diferentes consecuencias a largo plazo provocadas por la obesidad infantil si no se resuelve el problema, como por ejemplo aumenta el riesgo de sufrir enfermedades crónicas cardiovasculares [LD11] o el de sufrir algunos tipos de cáncer como el cáncer de colon, además de diversos problemas como posibilidad de muerte prematura y diferentes discapacidades físicas.³

Según datos de la OMS cada año mueren 2,8 millones de personas debido a la obesidad y el sobrepeso. Estas cifras colocan a la obesidad como una de las causas principales de muerte en todo el mundo. La preocupación por la alta prevalencia de esta enfermedad ha provocado que la OMS considere la obesidad como una epidemia de carácter no contagioso.

3.1.2 Descansos activos

Sin embargo, a pesar de la promoción de estas directrices y las consecuencias en la salud provocadas por la falta de actividad física son conocidas por la población general, la obesidad infantil y otros problemas de salud relacionados se han seguido incrementando en los últimos años [AFS⁺16]. Por esta razón, han surgido diversas iniciativas que promueven el ejercicio físico en niños e intentan conseguir motivarlos para que lo practiquen diariamente. Igualmente, desde organismos como el Ministerio de Sanidad se han publicado diferentes guías sobre dieta sana en las que se incluye información específica sobre la cantidad de calorías que deben consumir los niños dependiendo de su edad, estas guías pueden ser aplicadas por las familias para complementarlas con las directrices sobre ejercicio físico previamente expuestas.

³<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>

3. ESTADO DEL ARTE.

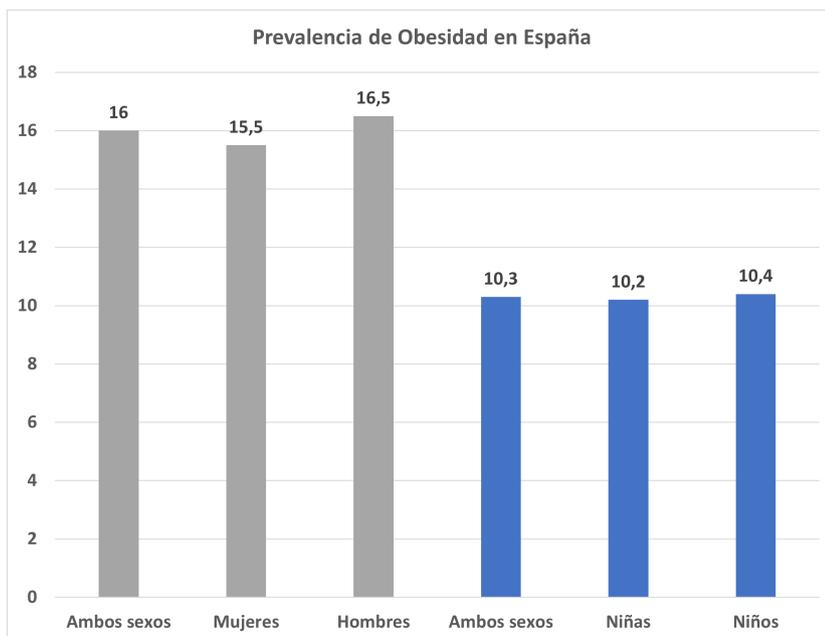


Figura 3.2: Prevalencia obesidad en España (elaboración propia)

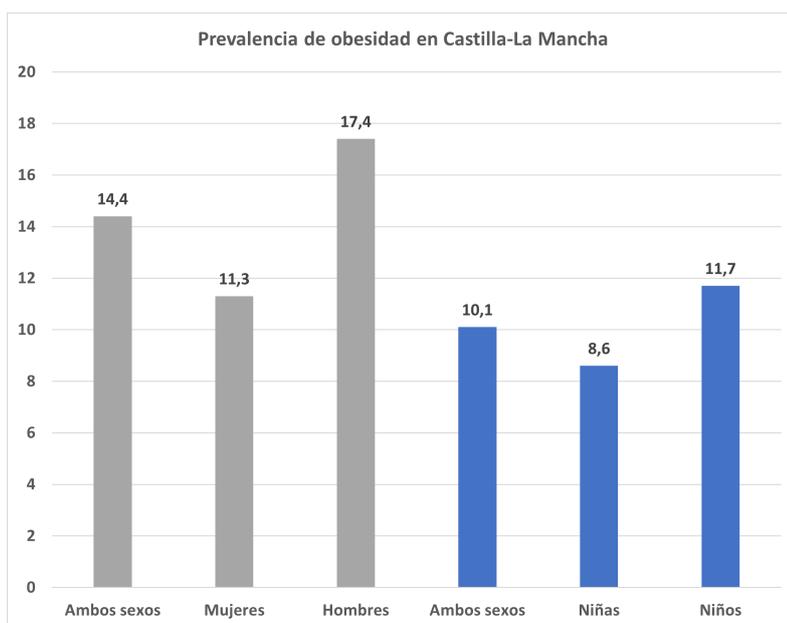


Figura 3.3: Prevalencia obesidad en Castilla-La Mancha (elaboración propia)

Uno de los conceptos más innovadores es el de los **descansos activos** [PVMMPA19]. Se han realizado diversos estudios [TC17] que afirman que el ejercicio físico ayuda a los niños no solo a evitar problemas de salud como la obesidad infantil, sino que también pueden ayudar a mejorar su rendimiento y su concentración durante las clases. En este contexto, el término **Descanso Activo** se utiliza para referirse a estos descansos entre clase y clase complementados con ejercicio físico.

El significado original y habitual del concepto descanso activo es diferente. El término descanso activo se refiere a cuando para descansar de una actividad física vigorosa, en vez

de descansar totalmente el cuerpo se realiza otra actividad física de carácter moderado que permite descansar de la anterior actividad sin dejar de realizar ejercicio físico. Sin embargo, en este proyecto se va a poner el foco en el término descanso activo en el contexto de un aula y como descanso a actividades no físicas como las que realizan los niños en clase.

El tipo de ejercicio físico que se realiza en un descanso activo puede variar dependiendo del público al que esté dirigido y cuál sea su fin. Sin embargo, el ejercicio físico que se propone en los descansos activos orientados a niños consiste en actividad física aeróbica, cuyo fin es el trabajo de todo el cuerpo en su conjunto y el aumento del ritmo cardiaco para fortalecer el sistema circulatorio, como por ejemplo la realización de sentadillas o tocar talones con manos. En concreto, lo más común es realizar HIIT traducido como entrenamiento de intervalos de alta intensidad, en los que se combinan intervalos de máxima intensidad y periodos de descanso [SFS⁺19].

No obstante, aunque la efectividad de los *descansos activos* ha sido probada en diferentes estudios [PVMMTPA19], puede ser complicado aplicarlos en un entorno escolar con niños debido a la posible falta de motivación y regularidad a la hora de realizar los ejercicios físicos.

3.2 Tecnología y ejercicio físico

La tecnología ha cambiado la forma en la que interactuamos con nuestro entorno y también con nuestro cuerpo. Es cierto que la tecnología podría ser parte del problema del sedentarismo en los más jóvenes, debido entre otras cosas al excesivo tiempo que invierten los más jóvenes en realizar actividades lúdicas sedentarias que se pueden realizar gracias a las nuevas tecnologías [RC16]. Sin embargo, la tecnología también podría ser parte de la solución a este problema.

3.2.1 Visión general

La tecnología en el contexto del ejercicio físico es utilizada mayormente como un soporte que proporciona información en tiempo real de una manera atractiva. Actualmente, cuando se practican diferentes actividades deportivas es común utilizar diferentes dispositivos tecnológicos wearables. En general, se utilizan distintos dispositivos para medir la frecuencia cardiaca, la intensidad de los ejercicios realizados y el rendimiento físico.

Sin embargo, la tecnología también es un factor decisivo en el estudio e investigación en el ámbito deportivo. Los últimos avances de la biomecánica en el deporte han tenido su origen en la evolución de la tecnología. Por ejemplo, en este estudio [VGGS12] se relata la importancia de la tecnología y la biomecánica en la evolución del calzado deportivo de los atletas de las olimpiadas, investigaciones que posteriormente se han aplicado al calzado del público general.

3. ESTADO DEL ARTE.

Otro marco en el que la tecnología y el ejercicio físico pueden ir de la mano es en el de los videojuegos. Existen determinados videojuegos en los que el ejercicio físico es el principal foco. Por ejemplo, en juegos como Just Dance⁴ en los que los usuarios deben moverse bailando al ritmo de la música. Además, existen diferentes consolas que están adaptadas para incorporar el ejercicio físico como parte de la experiencia del videojuego. Por ejemplo, la consola Wii⁵ de Nintendo utiliza su mando WiiMote que cuenta con la capacidad de detección de movimiento en el espacio y la de apuntar hacia objetos en la pantalla para desarrollar videojuegos de deportes en los que se tiene que interactuar moviendo el mando para conseguir los objetivos marcados como en Wii Sports⁶.

Este tipo de dispositivos, aparte de usarse en videojuegos también se utilizan en diferentes iniciativas relacionadas con la salud y el ejercicio físico. Por ejemplo, en el estudio [CHWK12] se utiliza el WiiMote para que los pacientes realicen ejercicios que son parte de su tratamiento.

Además, el uso de la tecnología es vital para implementar descansos activos en los colegios y probar su eficacia. En este caso concreto, la tecnología puede usarse como herramienta para medir el impacto de la realización de los descansos activos en los niños. Por ejemplo, en el estudio [BHC18] se utilizaron dispositivos wearables para comprobar la correcta realización de los ejercicios y para medir las pulsaciones de los niños mientras realizaban ejercicios aeróbicos, detectando así cuando los niños estaban cansados de realizar un tipo de ejercicio y cambiarlo por otro en el próximo descanso activo.

3.2.2 Aplicaciones existentes

Existen múltiples aplicaciones orientadas al público general cuyo fin es ayudar a las personas durante su entrenamiento físico. Las más populares son aquellas que mediante el uso de dispositivos wearables como pulseras o relojes inteligentes se puede realizar un seguimiento de las actividades realizadas por el usuario.

Una de estas aplicaciones compatible con dispositivos wearables es Google Fit 3.4⁷, Google Fit es una aplicación compatible Android en la que ha colaborado con la OMS y la American Heart Association (AHA) para proponer una serie de objetivos de ejercicio físico que están destinados a mejorar la salud. Como se puede observar en la Figura 3.4 esta aplicación está diseñada para ser lo más intuitiva posible haciendo que consultar las estadísticas y la monitorización del ejercicio físico sean lo más sencillas posibles para los usuarios. Además, los objetivos previamente discutidos sobre actividad física descritos por la OMS en sus directrices están expresados en forma de Puntos Cardio lo que ayuda a su simplicidad.

Otra aplicación relacionada con los dispositivos wearables, concretamente con pulseras

⁴<https://www.ubisoft.com/es-es/game/just-dance/2022>

⁵<https://www.nintendo.es/Wii/Wii-94559.html>

⁶<https://www.nintendo.es/Juegos/Wii/Wii-Sports-283971.html>

⁷<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.apps.fitness&hl=es&gl=US>

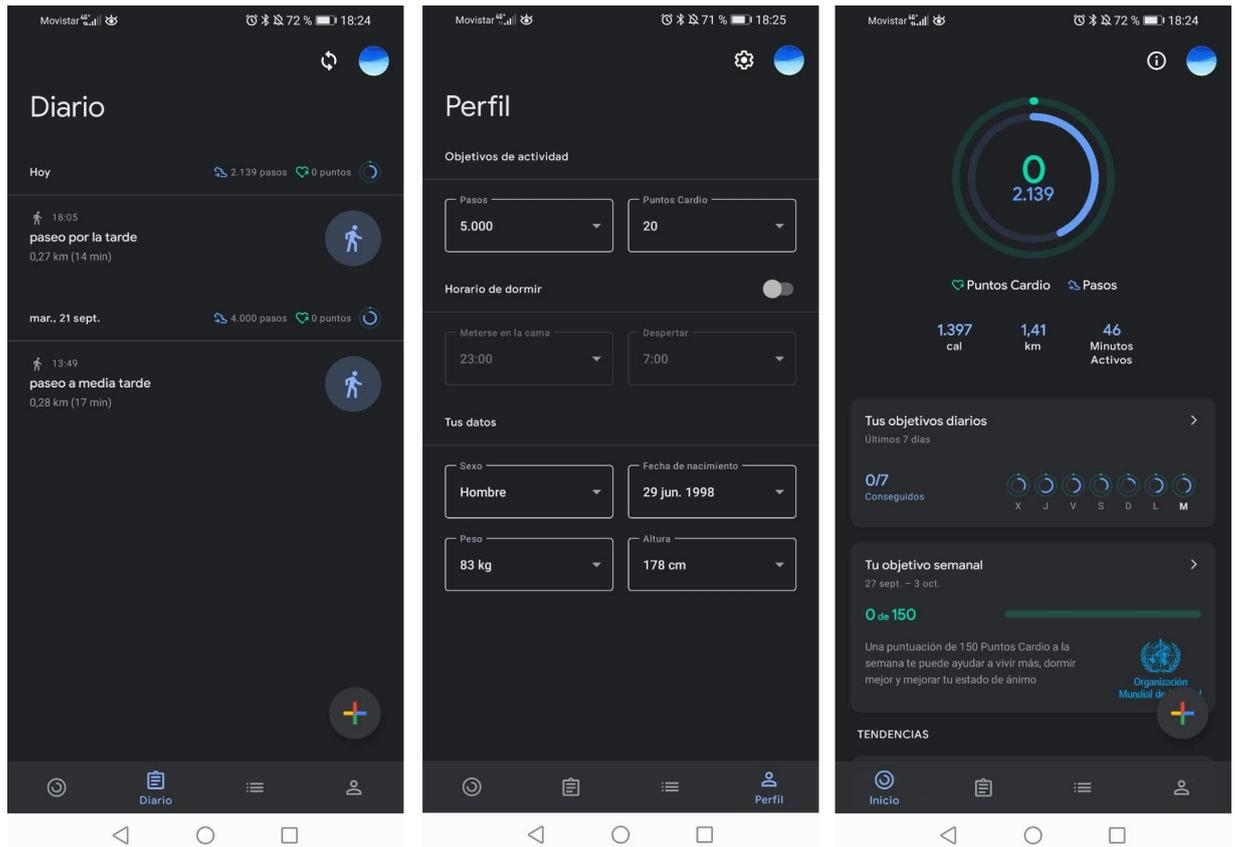


Figura 3.4: Google Fit

inteligentes es la aplicación *Mi Fit*⁸ desarrollada por la empresa Huami y que es utilizada para conectarse a las pulseras inteligentes desarrolladas por Xiaomi⁹.

Strong¹⁰ es otra aplicación relacionada con el ejercicio físico. Es utilizada para hacer un seguimiento de las actividades físicas que las personas realizan en un gimnasio. Como se puede observar en la Figura 3.5 Strong sirve para anotar información relacionada con los ejercicios ejecutados, como el peso y el número de repeticiones realizadas.

Además, existen otros dispositivos aparte del WiiMote que se pueden utilizar para realizar ejercicio físico como es el caso del Kinect. El Kinect fue un controlador desarrollado para la Xbox 360¹¹ que permitía a los usuarios interactuar con la consola sin necesidad de tener contacto físico, a través de gestos o comandos de voz. En los últimos años el Kinect también se ha utilizado en diversas iniciativas para implementar exergames, particularmente en contextos relacionados con la salud. Por ejemplo, en este estudio [MCHGLH13] se desarrolla un sistema de rehabilitación basado en el uso de análisis biomecánico y videojuegos mediante el sensor Kinect.

⁸<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.xiaomi.hm.health&hl=es&gl=US>

⁹<https://www.mi.com/es/>

¹⁰<https://play.google.com/store/apps/details?id=io.strongapp.strong&hl=es&gl=US>

¹¹<https://www.xbox.com/es-ES>

3. ESTADO DEL ARTE.

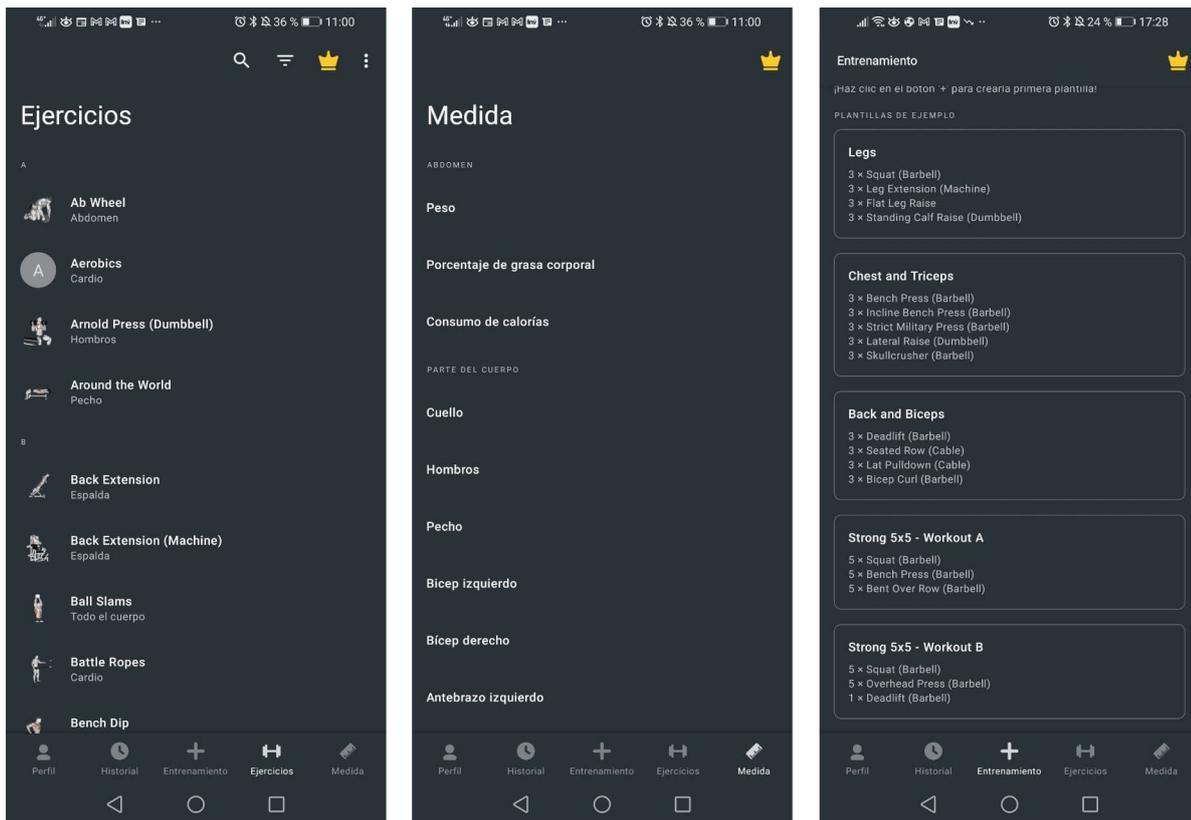


Figura 3.5: Aplicación Strong

3.3 Gamificación y ejercicio físico orientado a niños

Los juegos tienen una gran capacidad de mantener a la gente motivada y ocupada realizando diversas tareas durante grandes cantidades de tiempo. Desafortunadamente, los juegos suelen ser lúdicos sin un fin más allá de una forma de distraerse y pasar un buen rato divirtiéndose. Sin embargo, ¿qué pasaría si se aplicasen diferentes elementos de diseño de juegos en otros contextos como lo son el trabajo, marketing o la educación? Esta idea es la que contempla la gamificación[SLRB⁺17].

El concepto de gamificación puede ser definido como *el uso de elementos de diseño de juegos en contextos no lúdicos*[Gro12]. Estos elementos propios de los juegos se utilizan para aumentar la motivación de las personas mientras realizan ciertas actividades. Aunque el concepto de gamificación es relativamente nuevo, es cierto que en el pasado ya se ha intentado hacer que tareas ya existentes y repetitivas sean más interesantes e incluso divertidas mediante diferentes técnicas o utilizando elementos de diseño propios de los juegos. Uno de los primeros estudios tratando el tema de adaptar elementos de los juegos en otros ámbitos, en concreto en actividades relacionadas con el trabajo, fue el libro *The Game of Work* [CN07] en el que se llega a la conclusión de que los hobbies son preferibles al trabajo por sus objetivos bien definidos, la mejor retroalimentación, marcadores y un mayor grado de libertad de métodos. Aunque estos conceptos han ido evolucionando se pueden considerar como una base para entender las ventajas de la gamificación.

Según algunos autores como [Cho15] se puede entender la gamificación como el diseño centrado en el ser humano. Este término hace un mayor hincapié en que las actividades deben ser diseñadas centrándose en el lado humano de los individuos que la van a realizar, en concreto, proporcionarles un entorno en el que motivar a las personas sea lo más importante. Esto se debe, a que muchas actividades y sistemas están diseñadas simplemente teniendo en cuenta la funcionalidad y en tener el trabajo terminado lo más rápido posible obviando el componente humano.

3.3.1 Técnicas y principios de gamificación

Existen algunas diferencias entre autores sobre cuáles son los principios para aplicar la gamificación a diferentes actividades. Estos son algunos de los principios básicos aceptados generalmente:

- **Retroalimentación frecuente:** uno de los problemas en muchas actividades tediosas, como por ejemplo en el trabajo, es la falta de una retroalimentación frecuente que ayude a la persona a saber si está llevando a cabo el propósito de la actividad. Esta situación puede provocar que, aunque la actividad se esté realizando como se debería la persona se sienta perdida y pierda la motivación en realizarla. Es por ello, que en la mayoría de los juegos se puede saber cuál es el progreso actual y si se están ejecutando correctamente las instrucciones.
- **Desarrollo y realización:** el desarrollo y realización se refiere a la inquietud de los seres humanos por mejorar sus habilidades, incrementar su conocimiento y llegar a completar tareas que puedan ser consideradas como desafíos. Cuando se aplica la gamificación se debe tratar de despertar el mismo sentimiento de realización que cuando una persona consigue superar un nivel de un juego o cuando desbloquea un logro.
- **Premios:** dar recompensas cuando el usuario pone un esfuerzo y logra un objetivo es una de las prácticas más comunes en los juegos. Incluso aunque las recompensas no tengan ningún valor real o económico consiguen incentivar a los usuarios a seguir jugando. Esta situación se debe al sentimiento de pertenencia que producen esas recompensas en los seres humanos independientemente del valor que tengan[ZGO14]. Es decir, los humanos tienden a querer atesorar aquello que tienen y tratan de aumentarlo. Por lo tanto, un sistema de recompensas adecuado aumenta la motivación de una persona realizando actividades tediosas.
- **Influencia social:** Los seres humanos somos seres sociales por naturaleza [Wad11], Esta idea también está presente en los juegos, en los que es común compararse con otras personas incluso llegando a sentir envidia debido a determinadas habilidades. Otro ejemplo son las diversas comunidades y foros que surgen sobre diferentes videojuegos en Internet que despiertan un sentimiento de pertenencia a un grupo en las personas que los forman.

3. ESTADO DEL ARTE.

La gamificación debe ser tomada en cuenta desde el diseño de la actividad o sistema que se vaya a desarrollar, no es suficiente con aplicar una serie de técnicas a un sistema ya creado. Una vez definidos los principios básicos de la gamificación es necesario aplicarlos correctamente mediante diferentes técnicas de gamificación. Las técnicas de gamificación deben ser adaptadas según el contexto debido a que existen ámbitos muy variados en los que se puede aplicar. Existen diferentes formas de aplicar los principios de gamificación dependiendo de la actividad y el contexto en el que se vaya a aplicar. Estas son algunas de las más utilizadas:

- **Perfil de usuario:** una de las técnicas de gamificación más comunes es el uso de perfiles de usuario personalizables. En los sistemas que utilizan esta técnica los usuarios pueden personalizar su perfil de diferentes formas. Por ejemplo, cambiando la foto de perfil o añadiendo diferentes recompensas recibidas previamente.
- **Estadísticas de los usuarios:** el uso de tablas de puntuación y foros de discusión donde compartir el progreso se basan en el principio de influencia social. Promover la competitividad y el intercambio de ideas entre los usuarios es una de las formas para mantenerlos motivados. Por ejemplo, las tablas de puntuación son muy comunes en foros como en Reddit¹² donde distintos temas de conversación son clasificados según su popularidad, lo que conlleva no solo que nuevos usuarios se animen a participar en los temas, sino que los usuarios que hayan participado activamente compartan un sentimiento de pertenencia y de satisfacción.
- **Monedas y puntos:** Un sistema de economía virtual puede generar un sentido de pertenencia basado en el principio de desarrollo y realización. Los usuarios que pongan un esfuerzo en las actividades serán recompensados con monedas que se pueden utilizar dentro del contexto de un juego. En el caso de una actividad gamificada estas monedas deberían servir para conseguir ciertas ventajas. Por ejemplo, en la aplicación Duolingo¹³ se reciben lingotes que los usuarios reciben por completar diferentes tareas y que sirven para desbloquear diferente contenido.
- **Avatares virtuales:** El uso de representaciones gráficas de aspecto humanoide puede ayudar a los seres humanos a sentir comodidad cuando interactuamos con sistemas informáticos. Los usuarios prefieren interactuar con avatares virtuales que les guíen cuando tienen dudas como si fuera un humano que utilizar otras soluciones como simple texto. Por supuesto, uno de los factores a tener en cuenta es el aspecto del avatar virtual, normalmente se espera que tengan un aspecto amigable y que no se parezca demasiado a un ser humano teniendo en cuenta el valle inquietante[MMK12].

Como se ha comentado anteriormente, estas técnicas de gamificación deben ser aplicadas teniendo en cuenta el contexto. La gamificación es aplicada en diversos ámbitos siendo los siguientes los más importantes:

¹²<https://www.reddit.com/subreddits/leaderboard>

¹³<https://es.duolingo.com/>

- **Educación:** aplicada a la educación consiste en usar técnicas de gamificación para aumentar la motivación de los estudiantes mientras aprenden. Por ejemplo, la aplicación Kahoot¹⁴ permite a los profesores crear juegos y preguntas.
- **Salud:** los tratamientos de diversas enfermedades pueden llegar a ser tediosos para los enfermos, la gamificación puede ayudar a motivar a las personas a realizar estos tratamientos. Por ejemplo, la aplicación Akili¹⁵ es un juego terapéutico cuyo propósito es ayudar con el tratamiento del Trastorno por déficit de atención con hiperactividad (TDAH)
- **Trabajo:** la gamificación en el trabajo puede ayudar a aumentar la motivación de los trabajadores y a que realicen su trabajo más eficientemente. Por ejemplo, la aplicación Atrivity¹⁶ es utilizada para formar a los empleados en las empresas.
- **Marketing:** en diferentes campañas de marketing también se ha empleado la gamificación. Por ejemplo, Coca-Cola basándose en los principios de influencia social y premios creó la campaña de marketing *Coca-Cola Shake It Up!* en 2010. Esta campaña consistía en poner un anuncio todos los días a la misma hora y los usuarios durante ese momento podrían utilizar una app para ganar premios y compartir sus logros.

3.3.2 Gamificación aplicada al ejercicio físico

Las técnicas de gamificación también pueden utilizarse para aumentar la motivación en actividades relacionadas con el ejercicio físico. El ejercicio físico en sí mismo se puede considerar como una actividad monótona y en algunos casos hasta aburrida. Sin embargo, es una actividad vital para el crecimiento las personas y mantener hábitos de vida saludables.

Las aplicaciones como Google Fit discutidas anteriormente aplican diferentes técnicas de gamificación.

También existen otras iniciativas en las que se aplican técnicas de gamificación para implementar descansos activos. Por ejemplo, en este sistema [MEGT21] desarrollado con el objetivo de poder aplicar descansos activos desde casa. En este sistema se practican descansos activos compitiendo con otras personas, se propone ejercitarse a un ritmo determinado para poder conseguir puntos y vencer a tu rival. Aunque este sistema no se basa en ejercicios físicos específicos y solamente mide que se produzcan movimientos sirve como precedente para sistemas más complejos.

Otra técnica común de gamificación que se está utilizando para implementar descansos activos es el uso de avatares virtuales que vayan guiando la realización de unos ejercicios predefinidos y mientras que los niños observan y repiten los movimientos del avatar convirtiendo los descansos activos en un juego de repetición para niños.

¹⁴<https://kahoot.com/>

¹⁵<https://www.akiliinteractive.com/>

¹⁶<https://www.atrivity.com/es/>

3. ESTADO DEL ARTE.



Figura 3.6: Video ejercicios físicos gamificados

Actualmente, no existen sistemas que generen en tiempo real y de manera personalizada este tipo de descansos activos guiados por un avatar virtual. Sin embargo, existen diferentes iniciativas que utilizan plataformas de contenido online como Youtube¹⁷. En estos vídeos los avatares virtuales realizan una serie de repeticiones de una serie de ejercicios como pegar un puñetazo al aire y los usuarios deben repetir los movimientos. Un ejemplo de estos vídeos puede observarse en la Figura 3.6. Este vídeo es parte de una colección de vídeos que se encuentran disponibles en el siguiente canal de Youtube¹⁸.

Otro sistema que utiliza técnicas de gamificación para motivar a los niños es GoNoodle¹⁹. En esta aplicación web los usuarios pueden elegir entre diferentes tipos de vídeos que tienen como propósito entretener a los niños mientras que realizan ejercicio físico. Entre los tipos de vídeos que se pueden encontrar en la plataforma destacan aquellos relacionados con el baile y ejercicio físico en general. Además, estos vídeos están enfocados al aprendizaje de los niños debido a que tratan temas como respeto a los compañeros, hábitos saludables y tarea en casa.

¹⁷<https://www.youtube.com/>

¹⁸<https://www.youtube.com/channel/UCTIwFB4ciFi5ZCIu-Vlwa0g>

¹⁹<https://www.gonoodle.com/>

	Personalización	Feedback	Ejercicios definidos	Gamificación
EUMOVE	✓	✗	✓	✓
GoNoodle	✗	✗	✗	✓
Videos	✗	✗	✓	✓
What the Flock	✗	✗	✗	✓

Cuadro 3.1: Tabla comparativa de sistemas que permiten descansos activos

El sistema a desarrollar propuesto en este documento posee algunas características similares a los sistemas o plataformas expuestos anteriormente. No obstante, presenta algunas particularidades como el uso de animaciones ejecutadas en tiempo real en vez de vídeos y un mayor grado de personalización de los ejercicios a practicar. En la siguiente Tabla 3.1 se expresan las diferentes características de los sistemas expuestos comparándolos con el sistema a desarrollar.

3. ESTADO DEL ARTE.

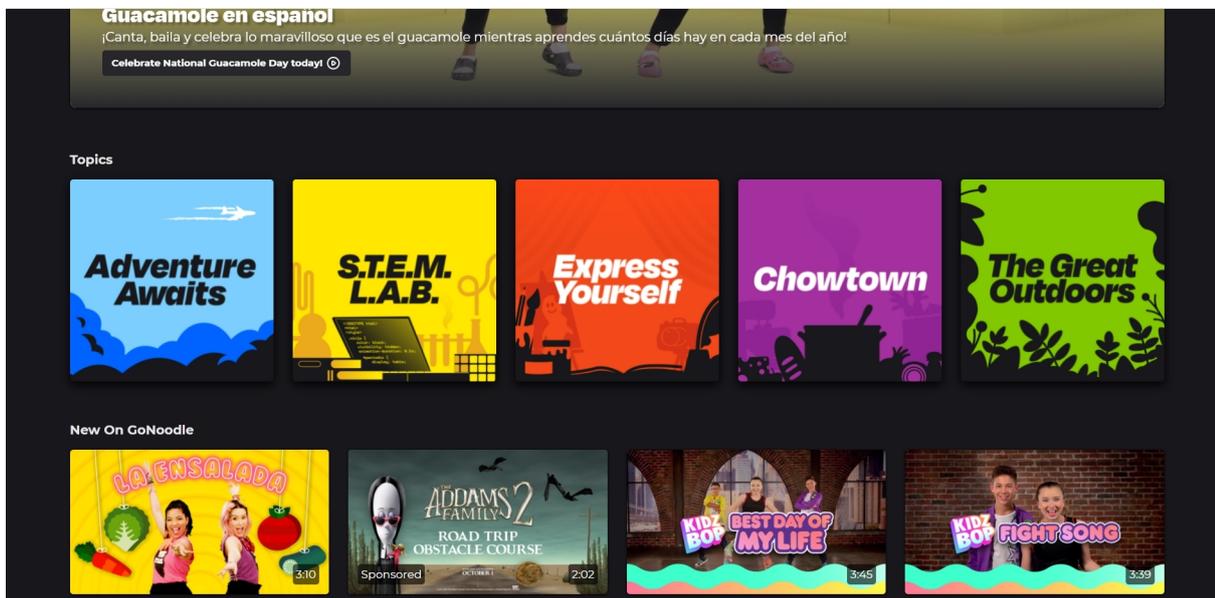


Figura 3.7: Vídeo ejercicios físicos gamificados

Capítulo 4

Método de trabajo

En este capítulo se explicarán las metodologías de trabajo y de desarrollo que se han utilizado durante la ejecución del presente proyecto. Además, se describirá la planificación y la distribución del trabajo y los recursos, tanto software como hardware, utilizados durante el proyecto.

4.1 Metodología de trabajo

La metodología de trabajo de un proyecto define cuáles son las pautas y procedimientos que seguir durante la ejecución del mismo. Una metodología ayuda a la optimización de recursos, estandariza los procedimientos y ayuda a reducir los riesgos que puedan surgir de un proyecto. En la actualidad, las metodologías de trabajo se pueden dividir fundamentalmente en 2 tipos:

- **Metodologías tradicionales:** las metodologías tradicionales de trabajo suelen utilizarse cuando se espera un resultado previsible. Esto se debe a que los cambios en las metodologías tradicionales llevan a sobrecostes en los proyectos. Este tipo de metodologías tienen una fase de inicialización, planificación y ejecución. Se puede afirmar que el trabajo es lineal.
- **Metodologías ágiles:** las metodologías ágiles de trabajo suelen utilizarse cuando los cambios forman parte del desarrollo del proyecto. Por ejemplo, cuando el cliente no dispone de una especificación clara de requisitos o cuando el proyecto se realiza sobre algo innovador y que requiere un marco de trabajo dinámico y cambiante.

En definitiva, la elección de una metodología de trabajo es fundamental para asegurar el éxito de un proyecto, sea del tipo que sea. En este TFM, se ha decidido utilizar una metodología de trabajo ágil.

Las metodologías ágiles son flexibles y adecuadas para proyectos que se desarrollan en un entorno multidisciplinar [FSC08]. En el caso concreto de este proyecto, se necesita una gran flexibilidad debido a que pueden existir requisitos cambiantes debido a los posibles cambios que soliciten los expertos en educación infantil y ejercicio físico. Además, este proyecto se encuentra en un contexto multidisciplinar donde la tecnología, la educación infantil y el

4. MÉTODO DE TRABAJO

ejercicio físico son igualmente importantes. Por lo tanto, se requiere una metodología que permita que el cliente juegue un rol importante durante el desarrollo del mismo.

Existen diversas metodologías de trabajo ágiles. Entre ellas la elegida para este proyecto es Scrum [Lac12]. Scrum es un marco de trabajo que es aplicable en cualquier tipo de proyecto, aunque tiene una alta aceptación especialmente en el mundo del desarrollo software. Este marco de trabajo es especialmente útil en entornos en el que el cliente demanda una continua evolución del producto a desarrollar poniendo más el foco en las personas que sobre los procesos. Por supuesto, se debe tener en cuenta que en este proyecto que se engloba en un TFM se han producido algunas modificaciones necesarias para adaptarse al contexto. Por lo tanto, la metodología utilizada sigue Scrum como referencia, pero con algunos cambios que serán comentados posteriormente.

Formalmente, Scrum se define como *un marco de trabajo ligero que ayuda a las personas, los equipos y las organizaciones a generar valor mediante soluciones adaptativas a problemas complejos* [SS11].

Scrum se basa en la utilización de ciclos cortos iterativos de duración fija denominados *sprints*. Estos sprints empezarán con una reunión de planificación y terminarían con una demostración del producto en funcionamiento. Durante el sprint se utilizará una metodología de desarrollo específica para realizar el trabajo, es decir, mientras que Scrum sirve para gestionar proyectos no es una metodología de desarrollo software y por lo tanto la implementación durante el sprint suele basarse en una metodología como Behavior Driven Development (BDD), Test driven development (TDD) o Extreme Programming (XP).

Scrum se caracteriza por su alta adaptabilidad debido a que los sprints son relativamente cortos, entre 1-4 semanas lo que permite también un alto grado de retroalimentación por parte del cliente. Scrum está basado en 3 roles necesarios para implementar el marco de trabajo y 4 reuniones necesarias, además, de 5 valores que guían y aportan soluciones cuando aparecen problemas de ambigüedad.

4.1.1 Reuniones Scrum

- **Reunión de planificación del Sprint:** esta reunión se produce al inicio de cada sprint donde el propietario del producto presenta la pila del producto actualizada. Los miembros del equipo de desarrollo estiman y generan las tareas necesarias a desarrollar durante este sprint.
- **Reunión diaria:** en esta reunión participa exclusivamente el equipo de desarrollo y se utiliza para que los miembros expresen que realizaron en el día de ayer y que van a realizar hoy.
- **Revisión del sprint:** en esta reunión se presenta el incremento realizado durante el sprint para su inspección.

- **Reunión de retrospectiva:** en esta reunión el equipo de desarrollo revisa el funcionamiento del sprint e identifica posibles mejoras.

4.1.2 Valores Scrum

Scrum como está basado en principios y valores, estos principios se utilizan para entender cómo se hacen las cosas en el entorno Scrum y el por qué. Los 5 principios de Scrum son:

- **Compromiso:** todos los miembros de un equipo Scrum deben estar comprometidos con el proyecto dando lo mejor de ellos mismos para alcanzar las metas propuestas.
- **Coraje:** el coraje es la habilidad de vencer a las dificultades que las personas sienten para llevar a cabo diferentes metas. En el contexto de Scrum, el equipo debe tener el coraje para atravesar diferentes dificultades que aparecerán durante la ejecución del proyecto.
- **Apertura:** la apertura nos permite recibir nuevas ideas. Un equipo de Scrum debe estar abierto a nuevas ideas en la reunión de retrospectiva para poder aprender y corregir sus errores.
- **Foco:** los miembros del equipo Scrum deben centrarse en el Sprint actual y en la ejecución de las tareas pertinentes para llevar a cabo los objetivos propuestos para ese sprint.
- **Respeto:** el respeto entre los miembros del equipo es vital para asegurar el éxito del proyecto. En Scrum todo el equipo, incluido el propietario del producto, deben trabajar para mantener un ambiente basado en el respeto.

4.1.3 Roles

Para aplicar correctamente Scrum a un proyecto, se necesitan unos roles que son esenciales para la correcta realización del proyecto. Además, los participantes del proyecto deben estar involucrados y comprometidos con el proyecto y son responsables del éxito y fracaso de cada sprint y del proyecto en general.

Los roles indispensables en Scrum son: propietario del producto, equipo de desarrollo, Scrum master. En concreto cada uno de los roles serán realizados por las siguientes personas.

- **Propietario del producto:** el propietario del producto se considera la voz del cliente, debe comunicar los requisitos del proyecto, elaborar el *backlog* y definir los criterios de aceptación de cada Historia de Usuario. En el caso concreto de este proyecto la propietaria del producto es Mairena Sánchez López, profesora titular de la UCLM del Departamento de Didáctica de la Educación Física, Artística y Música.

4. MÉTODO DE TRABAJO

- **Equipo de desarrollo:** el equipo de desarrollo ha estado formado por 4 personas: i) Antonio Pulido Hernández, ii) Samuel González Linde, iii) Fátima Bernal Pradana, iv) Alejandro Beamud Romero. Aunque el equipo de desarrollo conste de 4 personas se han realizado los ajustes necesarios para que el trabajo desarrollado pueda enmarcarse en el contexto de un TFM, asignando partes del sistema para que el trabajo de los integrantes sea identificable.

Samuel González Linde se ha encargado del frontend del sistema. Fátima Bernal Pradana y Alejandro Beamud Romero se han encargado del diseño de las diferentes pantallas del sistema y de la transformación de las animaciones generadas por medio del sistema de captura de movimiento.

Por otro lado, el autor de este TFM se ha encargado de la especificación y diseño de la arquitectura general que será utilizada para implementar el sistema, el desarrollo del backend y la persistencia del sistema, y el diseño y especificación de las técnicas de gamificación utilizadas en el proyecto. Por lo tanto, esta sección se centrará en estas partes del proyecto.

- **Scrum Master:** es un facilitador para los equipos Scrum, es el encargado de que se sigan las pautas y guías descritas en el marco de trabajo. En este proyecto el encargado de llevar a cabo este rol es David Vallejo Fernández, profesor titular de universidad del Departamento de Tecnologías y Sistemas de Información y tutor de este TFM.

4.1.4 Adaptación Scrum

Dadas las características de un proyecto que se realiza en el marco de un TFM ha sido necesario hacer algunas modificaciones al marco de Scrum para adaptarlo a las necesidades del proyecto.

Según Scrum, cualquier tarea puede ser realizada por cualquier miembro del equipo. Sin embargo, debido a que este proyecto se va a materializar en un Trabajo Fin de Master (TFM), se ha optado por que sea el alumno, autor de este TFM, el que se encargue única y exclusivamente de las tareas de diseño y especificación de la arquitectura y de las tareas relacionadas con la persistencia del sistema y la Application Programming Interface (API). Lo que ha permitido que el trabajo realizado por el alumno pueda ser diferenciado fácilmente del trabajo realizado por parte de los otros miembros del equipo.

4.2 Metodología de desarrollo

Una vez seleccionada un método de trabajo, es necesario elegir una metodología de desarrollo que se ajuste a él. Como se ha comentado anteriormente Scrum ofrece un marco de trabajo para la gestión de proyectos. Sin embargo, en este marco no se especifica como se debe implementar el desarrollo software. Las metodologías de desarrollo como TDD o XP son aquellas que estipulan cómo se debe desarrollar el software.

Aunque existen metodologías de desarrollo tradicionales como OPenUP¹, con el fin de llevar a cabo este proyecto se ha decidido utilizar metodologías ágiles debido a las características previamente mencionadas de este proyecto. Según el manifiesto ágil[BBvB⁺01] están son los principios de las metodologías ágiles:

- *Individuos e interacciones* sobre procesos y herramientas.
- *Software funcionando* sobre documentación extensiva.
- *Colaboración con el cliente* sobre negociación contractual.
- *Respuesta ante el cambio* sobre seguir un plan.

En concreto, se ha decidido utilizar en el desarrollo de este proyecto la metodología XP debido a que proporciona un entorno altamente adaptativo ajustado a entornos donde los cambios son una parte fundamental.

4.3 Recursos hardware y software

Durante la realización de este proyecto se han utilizado diferentes recursos hardware y software. En esta sección se procederá a listarlos y detallarlos.

4.3.1 Recursos Software

Estos son los recursos software utilizados durante el proyecto:

- **Postman**²: Postman es una herramienta que permite a los desarrolladores crear peticiones web para testear las APIs que desarrollan. En este proyecto, en el que se ha llevado a cabo un desarrollo web, ha sido necesario crear una API que ha sido testeada utilizando esta herramienta.
- **Bitbucket**³: Bitbucket es un software que proporciona alojamiento basado en web para proyectos que utilizan el control de versión Git. Se ha utilizado para mantener el código en la nube y poder ser accedido desde cualquier dispositivo.
- **Trello**: es una aplicación web que permite dar soporte a la gestión de proyectos. Se ha utilizado para gestionar las diferentes historias de usuario y tareas durante los diversos sprints de desarrollo.
- **Unity**: es un motor de videojuegos utilizado para crear tanto videojuegos 2D como 3D. Se ha utilizado para gestionar las animaciones de los avatares virtuales y el escenario en el que reproducen el HIIT diario.
- **Visual Studio Code**⁴: es un editor de código creado por Microsoft. En este proyecto ha sido utilizado para programar en PHP, Javascript y en C#.

¹<http://www.utm.mx/~caff/doc/OpenUPWeb/index.htm>

²<https://www.postman.com/>

³<https://bitbucket.org>

⁴<https://code.visualstudio.com/>

4. MÉTODO DE TRABAJO

- **Docker:** es un sistema que utiliza la virtualización a nivel de sistema operativo para desplegar aplicaciones en contenedores software que permiten un mayor nivel de abstracción para los desarrolladores.
- **Overleaf:** es un editor de Latex en la nube que permite crear documentos de manera colaborativa, ha sido utilizado para generar la memoria de este proyecto.

4.3.2 Recursos Hardware

Estos son los recursos hardware utilizados durante el proyecto:

- **Computador Legion Y540-14IRH:** es uno de los mejores portátiles gaming del mercado. Posee unos 16 GB de RAM y la tarjeta gráfica GeForce GTX 1060 que han sido fundamentales durante el desarrollo del proyecto debido a que el uso de animaciones en tiempo real durante la fase de desarrollo necesitaba bastantes recursos hardware.
- **Sistema de captura de movimiento Xsens:** sistema que se ha utilizado en este proyecto para la grabación y posterior generación de animaciones, este sistema ha sido facilitado por el Instituto de Tecnologías y Sistemas de Información (ITSI).

4.4 Planificación y distribución del trabajo

Esta sección se centrará en el trabajo realizado por el autor de este TFM.

Iteración 0: Plan inicial y estudio de tecnologías

Una vez que la idea del proyecto EUMOVE Real Time active breaks es presentada, se produce un estudio de las diferentes tecnologías y técnicas de gamificación que se van a emplear durante el desarrollo del sistema. Las técnicas de gamificación fueron adaptadas al contexto de ejercicio físico en niños pequeños y han sido detalladas en el Capítulo 5. Además, se hizo un estudio de las diferentes tecnologías que se podrían utilizar para la representación de los avatares y la implementación del sistema.

Iteración: Login y creación de HIITs

En esta iteración, que es en la que realmente empieza el proyecto, se diseña y desarrolla la autenticación de los usuarios y una gestión básica de los HIITs. Además de gestionar el almacenamiento de la información relativa a los usuarios y los HIITs garantizando la integridad y confidencialidad de la misma.

Iteración 3: Registro y gestión de roles

En esta iteración las historias de usuario que se realizan son las relacionadas con el registro y la gestión de roles. Para ello se crean los roles pertinentes en la persistencia del sistema y se implementa el registro.

Iteración 4: Gestión de HIITs intermedia

En esta iteración se amplió la funcionalidad relacionada con los HIITs que previamente se había implementado en la iteración 1. Se añadió la funcionalidad de HIITs diarios, permitiendo a los usuarios realizar HIITs disponibles cada día introducidos en el sistema previamente por el administrador.

Iteración 5: Rankings y puntuaciones

Una de las funcionalidades propuestas para el sistema, como forma de gamificación y aumentar la competitividad entre distintas clases y colegios, fue la utilización de rankings y puntuaciones. Se implementó para que cada clase pudiese observar el ranking dentro de su colegio.

Iteración 6: Regalos y barras de progreso

Para motivar a los usuarios a seguir realizando los ejercicios físicos, además de los rankings y puntuaciones se añadieron regalos y barras de progreso. Los regalos están basados en hábitos saludables y contienen una pequeña explicación sobre su importancia. Además, las barras de progreso se utilizan para que los usuarios tengan retroalimentación sobre cuantos HIITs están realizando semanalmente o mensualmente.

Iteración 7: Gestión de HIITs avanzada y perfil

Una vez que la funcionalidad principal del sistema de HIITs había sido implementada fue necesario añadir algunas mejoras. Fue necesario añadir una limitación de 2 HIITs diarios a todos los usuarios para que no realizasen demasiados ejercicios al día, ya que el objetivo del sistema es que se utilice de forma constante y consistente. Además, se añadió la pestaña del perfil de usuario para que los usuarios pudiesen consultar su información y cambiar su contraseña.

Capítulo 5

Resultados

En este capítulo se detalla en profundidad las decisiones de diseño tomadas para proponer una arquitectura que permita el despliegue de sistemas orientados a la gestión de descansos activos. Además, se especifican las decisiones de diseño requeridas para la utilización de elementos de gamificación en el contexto del ejercicio físico orientado a niños.

La arquitectura propuesta en este capítulo se utilizará como marco general para el diseño y desarrollo de un sistema que ayude a profesores a implantar descansos activos en las aulas. En el presente TFM se ha desarrollado un sistema que implementa parte de la funcionalidad propuesta en la arquitectura general. El resto de módulos contemplados en la arquitectura quedan fuera del alcance de este TFM, y serán abordados en una fase futura de desarrollo. En concreto, se ha desarrollado la parte de persistencia del sistema, y funcionalidad de *backend*, que permitirá a los usuarios crear, almacenar, ejecutar y consultar HIITs, además de toda la funcionalidad relativa a la gestión y autenticación de perfiles de usuario. Por lo tanto, después de la definición de la arquitectura y la especificación de las técnicas de motivación empleadas y su justificación, se profundizará en los módulos funcionales implementados en el contexto del presente TFM.

El código fuente del proyecto se encuentra disponible en Bitbucket:

<https://bitbucket.org/AntonioPulido/movi-hiit/src/master/>

5.1 Visión general de la arquitectura propuesta

La arquitectura de un sistema es la representación de los diferentes módulos funcionales que forman un sistema y la relación entre estos módulos [Rey04]. Una definición formal de referencia es la siguiente: *una vista del sistema que incluye los componentes principales del mismo, la conducta de esos componentes según se la percibe desde el resto del sistema y las formas en que los componentes interactúan y se coordinan para alcanzar el objetivo del sistema* [Cle96].

Existen diversos tipos de arquitectura software como por ejemplo la arquitectura hexagonal [Wol16]. Sin embargo, la arquitectura que dará soporte al sistema propuesto está basada en un modelo por capas [SM09]. Este tipo de enfoque permite crear un sistema escalable

5. RESULTADOS

y adaptable, que está dividido en capas independientes. Por lo tanto, cada capa proporciona una funcionalidad acotada y diferenciada, de este modo si es necesario realizar un cambio en la funcionalidad de una capa, las demás capas no se verán afectadas por este cambio. Además, este tipo de arquitectura permite la creación de nuevos módulos en las capas que interactúen con los módulos ya existentes de una forma sencilla y práctica. Así, el tipo de arquitectura seleccionado es un modelo por capas estricto en el que las capas se comunican únicamente entre capas contiguas y no se comunican directamente con las capas que no sean contiguas.

Como se puede observar en la figura 5.1, la arquitectura del sistema se divide en tres capas independientes: la *capa de visualización*, la *capa de procesamiento de información* y la *capa perceptiva*. Estas tres capas controlan funcionalidades completamente distintas aunque interactuarán entre ellas para intercambiar información. Además, estas tres capas están a su vez compuestas por módulos funcionales que se encargan de controlar las diferentes funcionalidades de las que son responsables las distintas capas.

- **Capa perceptiva:** es la encargada de la adquisición de los datos de monitorización que se pueden obtener de los usuarios que estén realizando los descansos activos guiados por el sistema, estos son datos como las pulsaciones de los usuarios que realizan los descansos activos o si se están ejecutando el ejercicio propuesto correctamente. Estos datos serían publicados a través de un canal de eventos y la capa de procesamiento de información sería la que recibiría estos datos y los procesaría. Esta capa se divide en 3 módulos, el *módulo de obtención de información mediante wearables*, el *módulo de anotación manual de información* y el *módulo de procesamiento basado en visión por computador*. Estos tres módulos se encargarían de aportar información desde distintas fuentes, el módulo de anotación manual de información sería el encargado de gestionar la información que los profesores, que utilizan la plataforma en clase, puedan usar para introducir información sobre como están respondiendo los niños al ejercicio físico.
- **Capa de procesamiento de información:** es la que controla y se encarga de procesar los datos que se generan en la capa perceptiva así como proporcionar información a los usuarios a través de la capa de visualización, como por ejemplo los HIITs que se deben realizar. Esta capa es la que más funcionalidad integra y está dividida en 6 módulos y una base de conocimiento. El *módulo de gestión del avatar* que se encarga de gestionar el funcionamiento de los avatares virtuales. El *módulo de recomendaciones* que sirve para ofrecer recomendaciones sobre los HIITs que se podría realizar en función de distintos aspectos, como por ejemplo el tipo de usuarios que van a realizar los HIITs, y estado en el que se encuentran, así como el contexto en el que se van a realizar o las restricciones que pudieran existir sobre ambos. Toda esta información estará almacenada en la base de conocimiento. El *módulo Planificador* será el encargado de planificar los HIITs, así como las dinámicas de juego, para su realización por parte de los usuarios en el

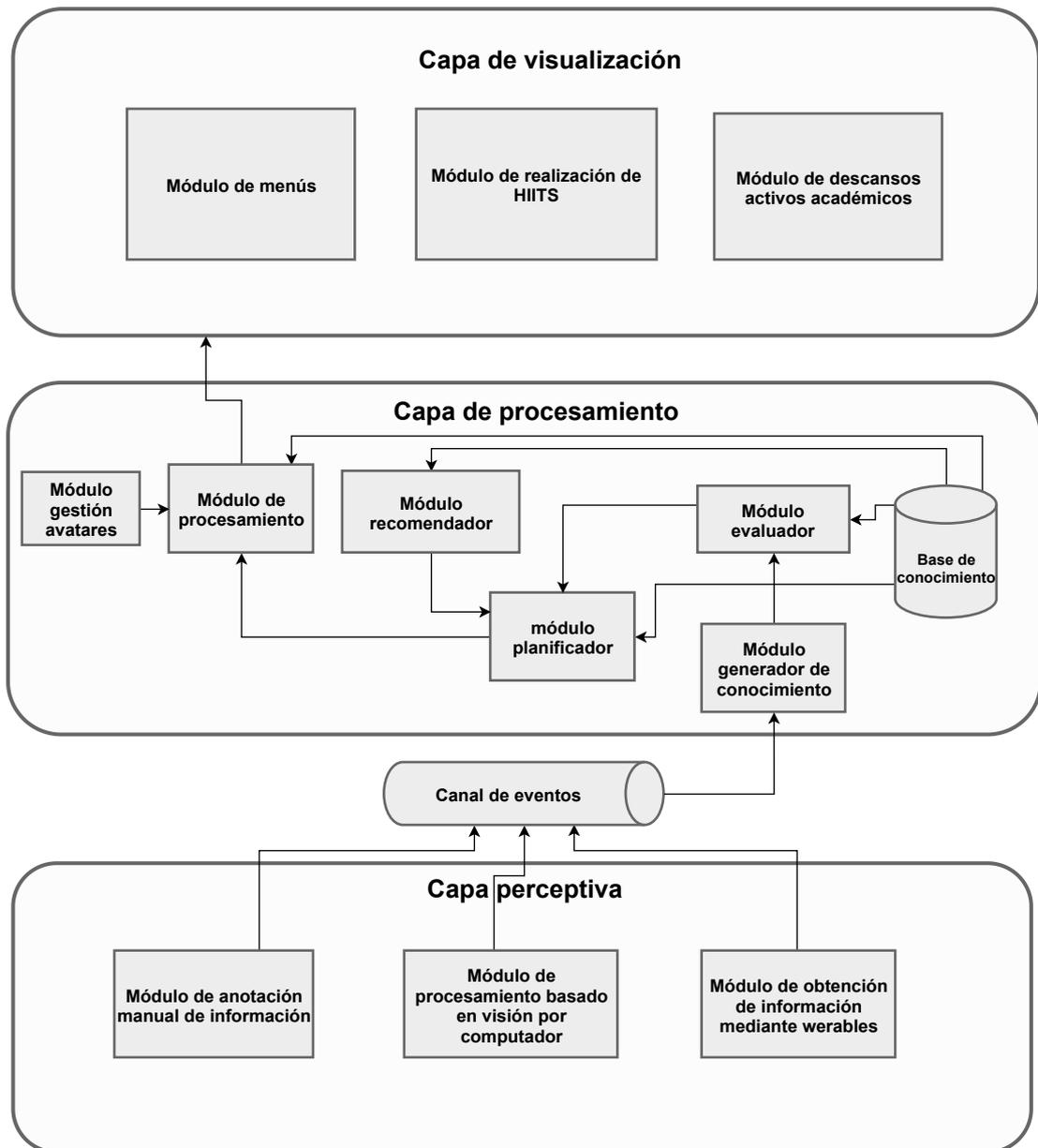


Figura 5.1: Arquitectura general diseñada para el despliegue de un sistema orientado a la gestión de descansos activos.

contexto y conforme a las restricciones que existan y que estarán almacenadas en la base de conocimiento. El *módulo Generador de Conocimiento* tomará los datos que le proporcione la capa perceptiva y lo convertirá en conocimiento útil para poder evaluar la utilidad del sistema. El *módulo Evaluador* será el encargado de chequear cómo de bien se están realizando los HIITS y la utilidad que están teniendo para los usuarios en el contexto en el que se están realizando. El conocimiento que se adquiriera se podrá almacenar en la base de conocimiento para influir en posteriores recomendaciones y

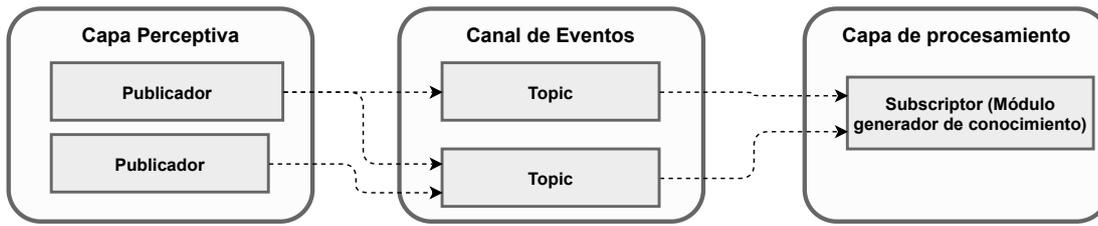


Figura 5.2: Modelo del patrón publicador-subscriptor aplicado

planificaciones. El *módulo de procesamiento* se comunica con la capa de visualización y su propósito es presentar en el contexto y en un formato atractivo para los usuarios del sistema los HIITs que deben realizar.

- Capa de visualización:** es la encargada de controlar y asegurar la correcta interacción del usuario con el sistema. Se considera el uso de múltiples técnicas de gamificación para mejorar la motivación y la interacción del usuario con el sistema; por lo tanto, la capa de visualización será clave en el sistema para lograr el objetivo de motivar al usuario. Esta capa se divide en 3 módulos funcionales distintos: el *módulo de realización de HIITs*, que se encargará de la correcta ejecución de los HIITs diarios por parte de los avatares gestionando las animaciones dependiendo de los ejercicios que se deban ejecutar en el momento, el *módulo de menús* que se encargará del correcto funcionamiento de todas las pantallas excepto de las relacionadas con la ejecución de descansos activos y el *módulo de descansos activos académicos* que se encargará de la ejecución de los descansos activos académicos.

Una de las características de la arquitectura presentada es la utilización de un **canal de eventos** para solventar el problema de comunicación relativo a la capa de procesamiento y a la capa perceptiva, independizando así las entidades responsables de publicar información y las responsables de procesarla.

Se ha decidido utilizar un canal de eventos para aplicar el patrón publicador-subscriptor [VZV10] debido a que, como se ha comentado anteriormente, en la capa perceptiva se utilizarán diferentes módulos para conseguir retroalimentación de los usuarios. Entre ellas, el uso de *wearables* y otros dispositivos. Este tipo de soluciones en las que no se sabe de antemano el número de dispositivos que se utilizan en cada ejecución es más adecuado para un modelo publicador/subscriptor en el que más dispositivos significan simplemente un aumento en el número de publicadores. Este modelo se ha adoptado principalmente debido a la escalabilidad de este tipo de patrones y a la incertidumbre en el número de *wearables* al no saber cuantos niños los usarán. En concreto, en esta arquitectura el patrón publicador-subscriptor se representa como se observa en la Figura 5.2.

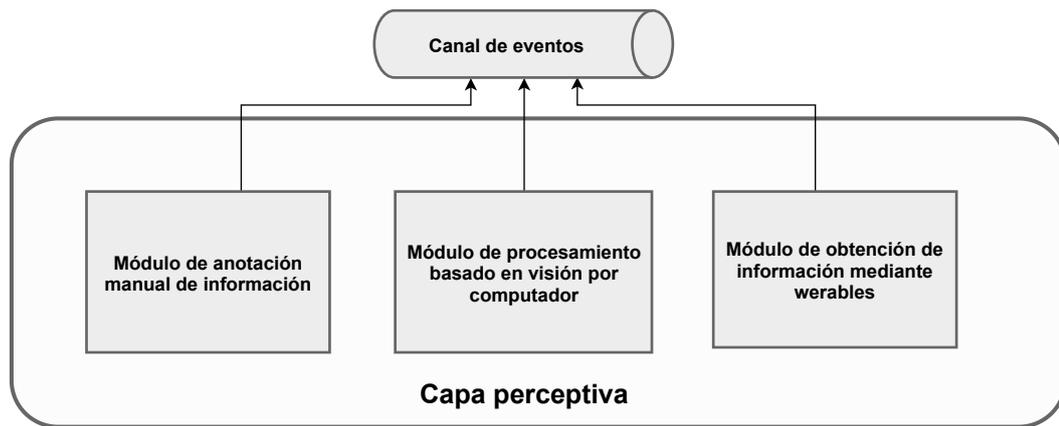


Figura 5.3: Capa perceptiva

5.2 Diseño de la arquitectura propuesta

Una vez descrita la arquitectura general de la propuesta se explicarán las diversas capas en detalle. Como se ha especificado anteriormente, aunque cada capa sea independiente en cuanto a funcionalidad algunos módulos se comunicarán para intercambiar la información que sea necesaria.

5.2.1 Capa perceptiva

La *capa perceptiva* es la encargada de recolectar datos sobre la utilización de la herramienta de realización de HIITs. Los HIITs son guiados por los avatares virtuales y la intención del sistema es que los profesores se impliquen para realizar los ejercicios junto con los niños. Sin embargo, en un aula es complicado para los profesores controlar que todos los niños realicen los ejercicios correctamente. Por consiguiente, esta capa se encarga de recoger datos a través de diferentes medios para conseguir retroalimentación sobre el uso del sistema.

La capa perceptiva ha sido únicamente diseñada conceptualmente y no se ha implementado. En las primeras fases del sistema, para medir esta información, los expertos en salud y ejercicio físico miden ciertas variables antes y después de la utilización del sistema. Sin embargo, la intención es que cuando el sistema avance la capa perceptiva pueda cumplir este rol de medición, tomando datos que permitan chequear la correcta realización de los ejercicios por parte de los niños, y ser utilizados en la capa superior para realizar recomendaciones sobre los HIITs que tendrían que ser realizadas en momentos posteriores, simulando de este modo el comportamiento del experto en la materia.

Como se puede observar en la Figura 5.3 la capa perceptiva está compuesta por 3 módulos: i) módulo de anotación manual de información, ii) módulo de procesamiento basado en visión por computador, iii) módulo de obtención de información mediante wearables.

- **Módulo de anotación manual de información:** este módulo permite a los profesores introducir información en el sistema de manera manual, proporcionando indicaciones sobre si los usuarios (niños en nuestro caso particular) están realizando correctamente los ejercicios físicos propuestos o si ha existido algún tipo de problema durante la ejecución de los mismos. Por ejemplo, el profesor podría indicar si los alumnos se están cansando demasiado rápido durante la realización del descanso activo y no pueden seguir el ritmo impuesto.
- **Módulo de procesamiento basado en visión por computador:** este módulo consiste en la utilización de herramientas de visión por computador para comprobar la correcta realización de los ejercicios propuestos. Aunque el módulo de anotación manual también realiza esta función, puede que los profesores no puedan detectar errores en la ejecución de los ejercicios debido a falta de formación en este aspecto, por lo tanto este módulo ofrecería retroalimentación al sistema de una forma sistémica y estructurada. Para implementar este módulo se utilizaría una biblioteca de detección automática de articulaciones y poses como OpenCv ¹.
- **Módulo de obtención de información mediante wearables:** una forma de obtener variables de salud por parte de los usuarios que realizan los HIITs es utilizar wearables como pulseras para medir entre otras cosas las pulsaciones para saber si se están ejecutando correctamente los ejercicios de tipo aeróbico. Para implementar este módulo se diseñaría una API independiente del wearable concreto, que garantice la escalabilidad de la arquitectura propuesta.

Existen diversos estudios como [HABAGMCE19] que han utilizado wearables para medir la correcta realización de HIITs; sin embargo, estos datos eran estudiados posteriormente por expertos y no eran integrados en un sistema de recomendaciones como sería el caso en este sistema.

5.2.2 Capa de procesamiento de información

La capa de procesamiento de información es la encargada de gestionar y controlar los datos proporcionados a través de los módulos presentes en la capa perceptiva y de proporcionar o generar datos (i.e. planes de HIITs) al usuario a través de la capa de visualización. Además, esta capa se encarga también de gestionar la persistencia del sistema y la base de conocimiento, es decir, este sistema necesita almacenar conocimiento necesario para el funcionamiento del resto de módulos de la capa. Por lo tanto, se necesitan algunos mecanismos para guardar ese conocimiento, en concreto se ha diseñado e implementado una base de datos relacional.

En esta capa, algunos de los componentes han sido diseñados conceptualmente, mientras que otros componentes ya se encuentran implementados, como es el caso de parte de la base

¹<https://opencv.org/>

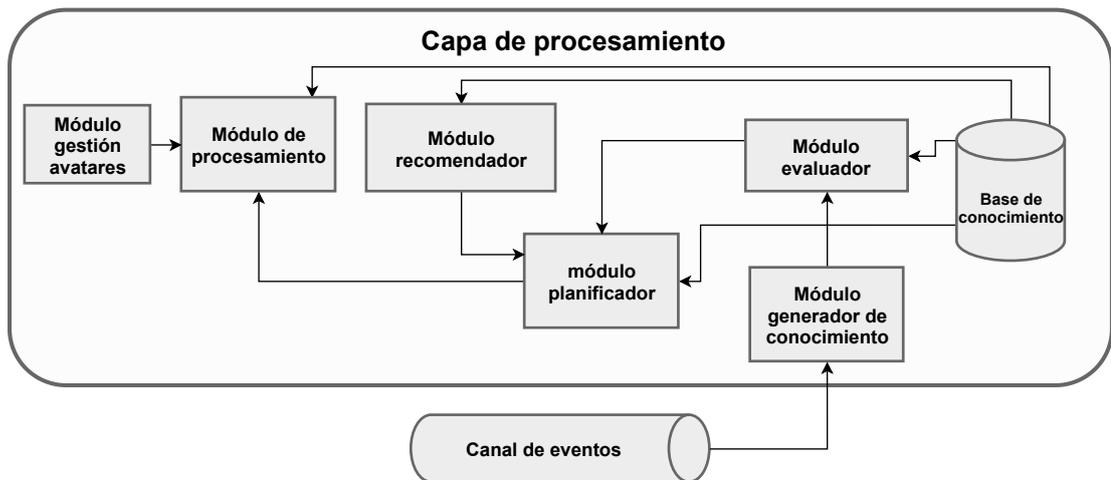


Figura 5.4: Capa de procesamiento de información

de datos.

Estos son los componentes que conforman la capa de procesamiento de información:

Base de conocimiento

La base de conocimiento contiene el conocimiento necesario para que el sistema de recomendaciones y planificador funcione de acuerdo a su diseño interno. El conocimiento almacenado es el relativo al contexto en el que se va a usar el sistema (p. ej. en el contexto educativo serían los horarios, la distribución de asignaturas, profesorado y características de las asignaturas...), los ejercicios o rutinas de ejercicios que formarán los HIITS que se podrían realizar, los usuarios del sistema o personas que realizarán los HIITS (p. ej. edad, estado físico, los HIITS realizados por cada usuario, los premios conseguidos durante la realización de los HIITS como elementos de gamificación...), las reglas o restricciones sobre los usuarios o el contexto y los HIITS.

En general este conocimiento puede ser dividido en *conocimiento procedural*, *conocimiento declarativo* y *conocimiento condicional* [GPCSA⁺21].

- **Conocimiento declarativo:** se refiere al conocimiento estático que influye en las posibles recomendaciones del sistema. En este sistema se refiere al contexto en el que se realizarían los HIITS y al perfil de los usuarios del sistema.
- **Conocimiento procedural:** este conocimiento se refiere a las entidades sobre las que se pretenden realizar recomendaciones. En el contexto de la arquitectura propuesta, se refiere principalmente a los HIITS diarios que los usuarios realizarían utilizando la aplicación y a los ejercicios que formarían parte de los mismos.
- **Conocimiento condicional:** este conocimiento se refiere al utilizado para recomendar

5. RESULTADOS

las diferentes rutinas y ejercicios, basado en un conjunto de reglas o restricciones relacionadas con la salud de los niños. Por ejemplo, una restricción podría ser no utilizar 2 ejercicios seguidos del tipo anaeróbico que bajarían las pulsaciones de los niños e iría en contra del propósito de ejercicio principalmente aeróbico del sistema.

El tipo de información que se almacenaría en la base de conocimiento ha sido redactada en el anexo B. En la versión actual del sistema se ha usado una base de datos para almacenar la información relevante en el punto de desarrollo actual.

Según [Dar09], una base de datos es una colección de datos estructurados almacenados en un sistema informático. La base de datos en este sistema se utiliza para generar persistencia de la información relacionada con los usuarios, HIITs y los diferentes premios que se dan como elementos de gamificación. Como este tipo de información se puede estructurar fácilmente se decidió utilizar una base de datos relacional [Riv08]. Además, esta base de datos almacenará la información de los HIITs realizados por cada usuario.

Módulo Recomendador

Este módulo se encarga de realizar las recomendaciones de ejercicios o rutinas que podrían ser realizadas por los usuarios, teniendo en cuenta el conocimiento disponible en la base de conocimiento. Específicamente, se encarga de aplicar el conocimiento condicional basándose en el conocimiento declarativo que exista en un momento determinado en el sistema para indicar el conocimiento procedural más adecuado.

En este caso concreto, utilizaría las restricciones y reglas disponibles en la base de conocimiento para en función del contexto, tipo de usuario y su estado, su pasado (HIITs realizados y premios conseguidos), recomendar los ejercicios más adecuados para formar los HIITs más adecuados.

Módulo Planificador

Este módulo se encarga de organizar los HIITs y ejercicios que el módulo recomendador ha seleccionado para una jornada. Con este fin, el planificador utilizaría la base de conocimiento para seleccionar las horas y días en los que es más beneficioso ejecutar ciertos HIITs. Por ejemplo, utilizando conocimiento del contexto como el horario de clases de los niños podría no programar la realización HIITs en los que se deba ejecutar 1 ejercicio anaeróbico los días que tengan clase de educación física, en esos días planificaría HIITs que sean algo más pausados.

Módulo Evaluador

Este módulo se utilizaría para evaluar la correcta ejecución de los HIITs por parte de los alumnos. Utilizaría la información que le proporciona el generador de conocimiento y el

conocimiento almacenado en la base de conocimiento para efectuar un juicio sobre la ejecución.

Una vez efectuada la evaluación, se procederá a enviar esta información al planificador que decidiría si se deben tomar medidas para solucionar el problema en el momento o por el contrario se deberá cambiar la planificación de los siguientes HIITs para que el problema no siga ocurriendo.

Módulo Generador de conocimiento

Los datos generados en la capa perceptiva se publican a través de un canal de eventos del que este módulo es un suscriptor. Utilizando los datos recibidos, este módulo los procesará para generar conocimiento que será utilizado posteriormente por el evaluador como base para decidir si los ejercicios se están efectuando como se debería y realizar un juicio sobre su ejecución.

Módulo de gestión del avatar virtual

Este módulo es el encargado de gestionar los avatares virtuales que se utilizan para guiar los ejercicios físicos en el sistema. A este módulo se le envía la información de un ejercicio o un HIITs y con esta información se modelan las diferentes animaciones que se deben ejecutar. Cada animación corresponderá a un ejercicio determinado, además, se contará con una animación de calma para que se utilice cuando se descansa entre ejercicios.

Este módulo está diseñado para que en el futuro se pueda incluir la gestión de texto a voz necesaria para que los avatares puedan hablar y repetir un texto que se le enviaría y una función de traducción a diferentes idiomas de la UE.

Módulo de procesamiento

La capa de visualización se comunica con la capa de procesamiento de información a través del módulo de procesamiento, este módulo está implementado como una API que se conecta con la base de datos para almacenar información y procesarla para que la capa de visualización obtenga la información persistente del sistema.

Además, este módulo se utiliza para gestionar las diferentes entidades que se almacenan en la aplicación como la definición de HIITs que son incluidos en el sistema y la autenticación de los distintos usuarios que acceden al sistema.

En el punto actual de desarrollo del sistema, los módulos de recomendación y planificación han sido sustituidos por un módulo, el *módulo de definición de HIITs* que se utiliza para gestionar y definir de manera manual los HIITs que deberán ser realizados por los usuarios. Los módulos de generación de conocimiento y evaluación tampoco han sido desarrollados. La complejidad del resto de módulos hace que se haya podido abordar.



Figura 5.5: Capa de visualización

5.2.3 Capa de Visualización

La capa de visualización es la encargada de la correcta visualización de todas las pantallas que los usuarios utilizarán para interactuar con el sistema. Ya que esta capa es la encargada de los aspectos relacionados con la visualización ha sido necesario tener en cuenta en su diseño los elementos de gamificación que se han introducido para aumentar la motivación de los usuarios que utilizan la aplicación. Es más, en la capa de visualización el módulo de *visualización de HIITs* y el módulo de *descanso activo académico* están basados en tecnología relacionada con videojuegos, concretamente con *Unity*. Posteriormente, se explicará en detalle los aspectos que se han tenido en cuenta para implementar los distintos aspectos relacionados con la gamificación y la motivación del usuario.

Como se puede observar en la Figura 5.5 la de visualización está formada por 3 módulos: i) Módulo de gestión de HIITs, ii) Módulo de realización de HIITs, y iii) Módulo de menús.

- **Módulo de realización de HIITs:** este módulo gestiona la visualización de los avatares virtuales que guían los descansos activos. Este módulo tiene como funcionalidad gestionar las diversas animaciones implementadas en el sistema y seleccionar aquellas que son necesarias para la realización del HIIT que se esté ejecutando en ese momento. Además, gestiona también los diferentes sonidos que se utilizan durante el descanso activo.
- **Módulo de descansos activos académicos:** aparte de la realización de descansos activos por medio de HIITs, se implementará más adelante el sistema de descansos activos académicos. Este módulo utilizaría como base el módulo de gestión de realización de HIITs. Los avatares realizarían un número determinado de repeticiones dependiendo del problema que se estuviera resolviendo y algunos parámetros introducidos por el profesor.
- **Módulo de menús:** una de las funcionalidades más importantes de cualquier sistema

en cuanto a visualización es la gestión de las diversas pantallas que pueden ser utilizadas. Por consiguiente, este módulo se encarga del correcto funcionamiento de todas las pantallas. Además, dado que el sistema a desarrollar es multiplataforma será necesario ajustar todas las pantallas al dispositivo que esté utilizando el usuario en ese momento.

5.3 Técnicas de motivación empleadas

Con el objetivo de aumentar la motivación de los niños que vayan a utilizar la aplicación para que realicen los ejercicios propuestos se han implementado diferentes técnicas de gamificación de las expuestas en el capítulo 3.

En general, las técnicas de gamificación han sido implementadas en la capa de visualización. Por ejemplo, los avatares virtuales forman parte de los *módulos* de realización de HIITs y de descansos académicos. En concreto, están basados en tecnología relacionada con videojuegos, concretamente han sido desarrollados con el motor de videojuegos *Unity*.

Por otro lado, las demás técnicas de gamificación han sido implementadas en el módulo de menús. El *módulo de menús* podría considerarse como el frontend de una aplicación web y ha sido implementado utilizando JavaScript sin utilizar ningún marco de trabajo debido a que las pantallas a utilizar en el sistema no se preveían muy complejas debido a que la mayor complejidad en la capa de visualización se encontraba en la parte de los *módulos de realización de HIITs y de descansos académicos*.

5.3.1 Avatares virtuales

En primer lugar, se han utilizado avatares virtuales para guiar la práctica de los ejercicios físicos. La intención al usar avatares virtuales es que estos realicen los ejercicios físicos al HIIT correspondiente y los usuarios deberán imitar todos sus movimientos para completar satisfactoriamente el descanso activo propuesto. Los avatares virtuales fueron seleccionados específicamente para ser visualmente agradables para los niños. Además, se llegó a la conclusión de que el uso de un avatar con rasgos masculinos y otro avatar con rasgos femeninos conseguiría que los niños y las niñas se sintieran igualmente identificados con ellos.

Como se puede observar en la figura 5.6, una de las particularidades de la pantalla de ejecución de ejercicios físicos es que no se ha añadido un contador de repeticiones que permitiría dar retroalimentación a los usuarios sobre cuántas repeticiones se deberían realizar de cada ejercicio para completarlo satisfactoriamente. Esta característica se debe a que en el diseño del sistema se tuvo en cuenta que añadir un contador podría provocar un efecto desmotivador en aquellos niños que no consigan realizar el mismo número de repeticiones que los avatares, por lo tanto se desactivó el contador para que aquellos niños que no podían seguir el ritmo de los ejercicios físicos pudieran seguir su propio ritmo sin experimentar un sentimiento de frustración.

Esta parte del sistema es considerada como la implementación del módulo de realización

5. RESULTADOS

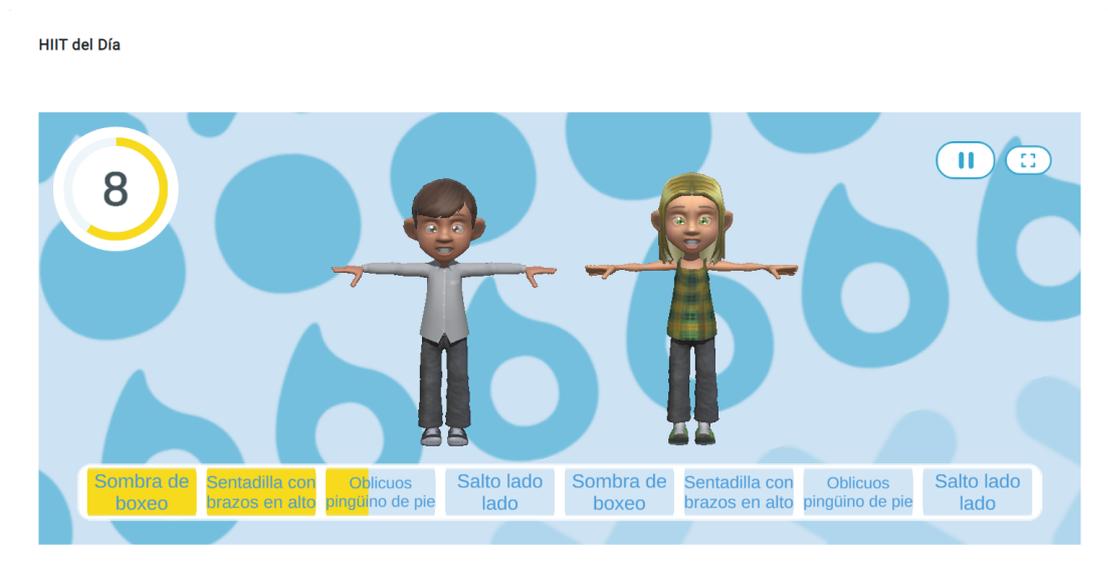


Figura 5.6: HIIT diario

de HIITs. Este módulo ha sido desarrollado en Unity y ha sido transformado e integrado en el sistema a través de UnityWEBGL², una herramienta que se utiliza en el motor de videojuegos Unity para ejecutar el contenido desarrollado en un explorador web. A la hora de optar por esta solución, se ha tenido en cuenta que la mayoría de dispositivos actuales y exploradores cuentan con soporte de WebGL. Además, la pantalla de realización de descansos activos ha sido diseñada teniendo en cuenta que el sistema debía ser un sistema multiplataforma para que los profesores pudieran ejecutarlo desde cualquier dispositivo.

5.3.2 Música Motivadora

En los últimos años se ha estudiado la relación que tiene la música con la motivación y el rendimiento durante la realización de ejercicio físico. Aunque los resultados en ejercicios físicos anaeróbicos no son concluyentes, se ha demostrado en diversos estudios la relación entre la música y el rendimiento durante la realización de ejercicios físicos aeróbicos [Ley06]. En consecuencia, dado que el sistema a desarrollar propone la ejecución de HIITs diarios que son considerados un tipo de ejercicio aeróbico se ha decidido utilizar música como elemento motivador durante los HIITs. Además, en un entorno educativo, la música se relaciona ampliamente con periodos de juego por lo que los niños estarán más dispuestos y motivados a realizar los ejercicios físicos si forman parte de un juego.

El tipo de música que se reproduce durante la ejecución del HIIT diario ha sido seleccionado para aumentar la motivación de los niños. Según diversos estudios como [Val17] no cualquier canción puede motivar a las personas durante la realización. En concreto, aquellas canciones que tienen un ritmo mayor que 80 Beats per minute (BPM) son más adecuadas para realizar ejercicio físico. Por lo tanto, para la elección de la canción del sistema se han seguido

²<https://docs.unity3d.com/es/2018.4/Manual/webgl-gettingstarted.html>

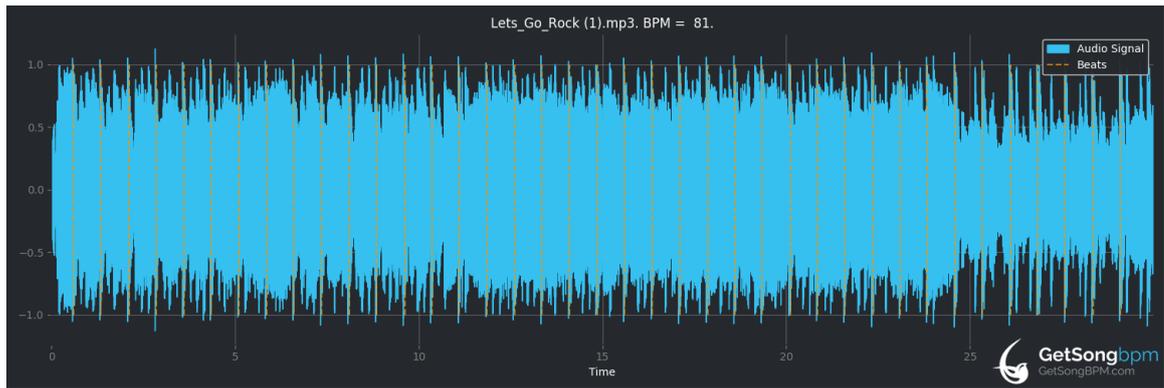


Figura 5.7: Análisis de la canción

las consideraciones previamente abordadas seleccionando una canción con un ritmo de 81 BPM. Como se puede observar en la Figura 5.7 se ha medido y analizado la velocidad de la canción utilizando diferentes herramientas como *Song Analyzer*³ para poder confirmar que la canción elegida es adecuada para el propósito.

Se ha escogido una canción que tiene periodos de alta intensidad y otros periodos de baja intensidad, se ha recortado la canción para que los periodos de baja intensidad coincidan con los periodos de descanso entre ejercicios lo que ayuda a los niños a entender el ritmo que tienen que seguir durante los ejercicios.

5.3.3 Tablas de clasificación

Otra técnica de gamificación utilizada es el uso de tablas de clasificación. Se ha añadido una tabla de clasificación al sistema en el que se puede observar el número de HIITs diarios realizado por cada clase agrupándolo por colegios 5.8. Utilizando esta tabla de clasificación se pretende generar un ambiente de competitividad entre las diversas clases de un colegio consiguiendo que sean los propios niños los que pidan a sus profesores realizar todos los HIITs diarios para poder mantenerse en puestos elevados en la clasificación y no perder puestos en la clasificación.

Este sistema podría ser cambiado en el futuro dependiendo de la edad de los niños a los que el sistema va dirigido. Las tablas de clasificación pueden llegar a ser muy útiles con niños mayores de 10 años, sin embargo, para niños de 5 años podría ser contraproducente debido a que no tienen la suficiente soltura con los números para entender el significado de las tablas de clasificación. Por lo tanto, se ha estudiado la posibilidad de en estos casos cambiar las tablas de clasificación por gráficos más fáciles de entender. Específicamente, se ha decidido utilizar gráficos de barras en los que la barra coloreada de un color sea la de la clase mientras que las demás estarán en gris lo que le dará a los niños una idea vaga de como se encuentran en la clasificación con respecto a otras clases.

³<https://getsongbpm.com/tools/audio>

Ranking General

1	Cruz Prado	2ºB	25
2	José María del Moral	1ºA	23
3	Escuela Pública Pepe	1ºB	18
4	Colegio Fernando Caballero	4ºA	8
5	José María del Moral	1ºC	5
6	Escuela Superior de Informática	3ºA	0

Figura 5.8: Tabla de clasificación

5.3.4 Sistema de premios

Una de las técnicas más comunes en el ámbito de la gamificación es el uso de monedas y premios. En este caso se han utilizado diferentes premios para despertar un sentimiento de posesión y de logro en los usuarios. Los sistemas de premios son considerados como técnicas de motivación no intrínsecas de gamificación. Esto significa que la motivación viene por parte de elementos externos, mientras que la motivación intrínseca forma parte del propio sentimiento de la persona de querer realizar una acción. Por lo tanto, a pesar de que implementar elementos de gamificación no intrínseca como los regalos puede ayudar a aumentar la motivación a corto plazo no se debe abusar de ellos y se debe complementar con otras técnicas de gamificación [LSL16].

Cuando los avatares virtuales terminan de guiar un HIIT diario, el sistema ejecutará una animación en la que se abre un cofre del tesoro que contiene un corazón. En el diseño del sistema se optó por utilizar corazones tanto en las tablas de clasificación como de recompensa en vez del uso de monedas, ya que podrían no ser apropiados para niños. Además, los corazones no se canjean como tal, ya que simplemente sirven para las tablas de clasificación.

También se han implementado otros tipos de premios, como lo son las recompensas mensual que se obtienen si se realizan con éxito el 80 % de los HIITs propuestos. Las recompensas semanales consisten en tarjetas coleccionables que contienen información sobre diferentes hábitos saludables. Por ejemplo, en la Figura 5.9 se puede observar el hábito saludable sobre la higiene, la idea es que el hábito saludable y el pequeño texto sirvan como introducción para el profesor que vaya a utilizar la plataforma en su clase para poder explicar más detalladamente los hábitos saludables que deben seguir los niños.

Asimismo, se ha estudiado la posibilidad de implementar recompensas trimestrales. Aun-



Figura 5.9: Hábito Saludable

que aún no se han implementado en el sistema estas recompensas consistirían en la personalización de diversas áreas del sistema. Por ejemplo, se permitiría a los usuarios cambiar su foto de perfil utilizando diferentes iconos de animales y también podrían cambiar el color del fondo de la plataforma.

5.3.5 Personalización de HIITs

El sistema proporcionará una serie de HIITs diarios que los usuarios tendrán la oportunidad de realizar cuando quieran. Por otra parte, los usuarios pueden crear sus propios HIITs partiendo de una lista de ejercicios. Los usuarios pueden elegir los 4 ejercicios que componen un HIIT para guardarlo en su perfil. Después los usuarios podrán ejecutar sus HIITs guardados en cualquier momento. Con esta funcionalidad se pretende generar un sentimiento de logro al realizar los ejercicios que ha diseñado el propio usuario.

Además, antes de crear el HIIT los usuarios pueden visualizar como los avatares virtuales realizarían los ejercicios que se pretenden utilizar para la rutina de ejercicios para que los usuarios conozcan de antemano como son los ejercicios que han seleccionado si no los habían realizado antes.

5.3.6 Objetivos y barras de progreso

Para incentivar el uso de la aplicación de una forma regular se ha propuesto la creación de diferentes objetivos semanales y mensuales que sirvan como motivación para seguir utilizando el sistema. Estos objetivos estarán expresados mediante barras de progreso diseñadas específicamente para ser fácilmente entendibles por niños sin necesidad de comprender porcentajes. Esto se debe a que el sistema está pensado para ser utilizado por niños de diferentes edades, incluso por aquellos que aún no hayan estudiado como funcionan los porcentajes,

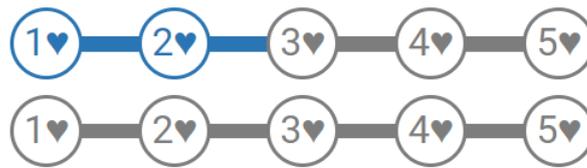


Figura 5.10: Barra de progreso

por lo tanto el sistema ha tenido que ser adaptado en función de estos requisitos.

Asimismo, estos objetivos no sirven simplemente para observar el progreso de los usuarios, estos objetivos estarán asociados a diversos premios previamente definidos. Por ejemplo, completar todos los HIITs diarios de la semana provocará que aparezca la animación de recompensa de HIIT diario previamente definida y que será distinta.

5.4 Persistencia en la capa de procesamiento

Como se ha especificado anteriormente, la capa de procesamiento es la encargada de gestionar la información generada durante el uso de la aplicación. Esta capa al igual que la capa de visualización ha sido desarrollada parcialmente con el objetivo de implementar la base del sistema para que se pueda empezar a utilizar y validar por usuarios en colegios, entornos controlados de los que se podrá obtener una retroalimentación que servirá para mejorar el sistema.

Entre todas las funcionalidades presentes en la capa de procesamiento de información se ha optado por implementar las funcionalidades relacionadas con la persistencia del sistema. Específicamente, se ha implementado la base de datos para almacenar la información generada en el sistema y la API para comunicarse con la base de datos del sistema.

5.4.1 Diseño e implementación de la base de datos

En la arquitectura del sistema se ha especificado que la base de datos a implementar el sistema debe ser relacional debido al tipo de datos que se van a utilizar en la aplicación. Existen diversos sistemas de gestión de bases de datos de tipo relacional en el mercado como MySQL ⁴, Oracle⁵, o PostgreSQL⁶. Entre ellas la seleccionada ha sido PostgreSQL debido a su escalabilidad y capacidad para ajustarse a las características del sistema y para soportar distintos niveles de carga.

Habiendo utilizado un enfoque iterativo, el sistema y la complejidad de la base de datos ha ido aumentando conforme las iteraciones se iban completando. Por lo tanto, el diseño de la base de datos no ha sido estático y se ha ido evolucionando según las necesidades de

⁴<https://www.mysql.com/>

⁵<https://www.oracle.com/es/database/>

⁶<https://www.postgresql.org/>

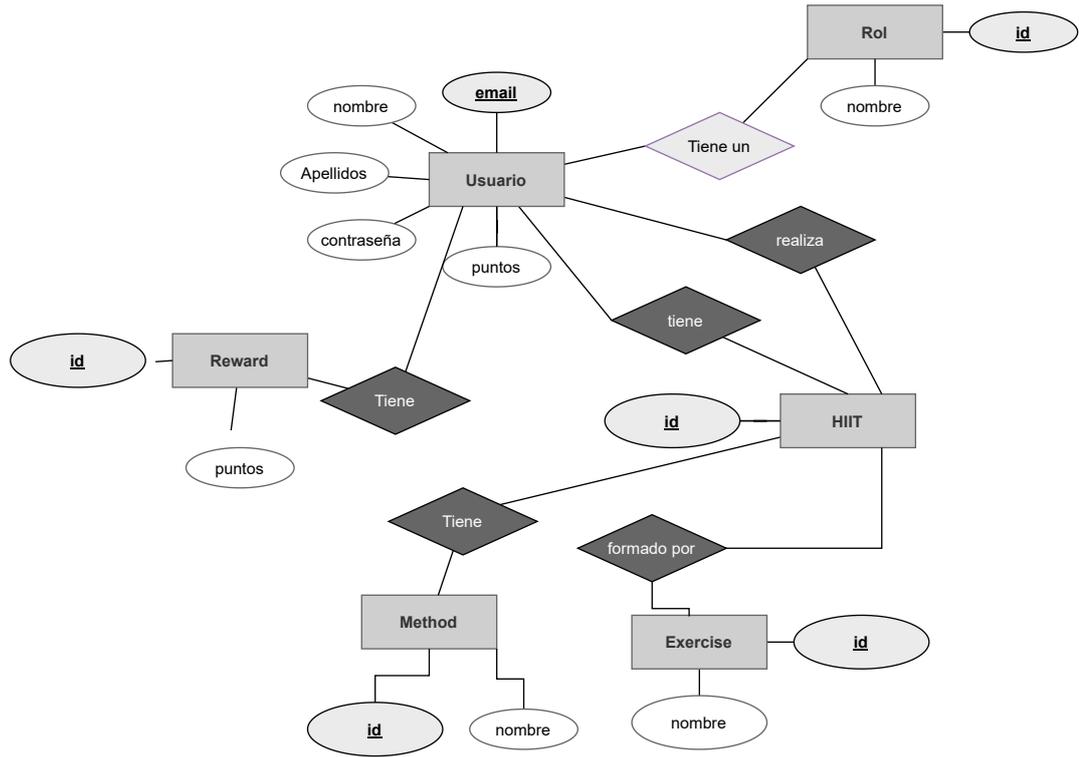


Figura 5.11: Diagrama Entidad relación del sistema

implementación requeridas en las historias de usuario aportadas por el cliente.

Para ir evolucionando el diseño de la base de datos de una forma consistente se ha optado por utilizar un diagrama de entidad-relación que posteriormente se transformaba en el diagrama de la base de datos. Un diagrama entidad-relación es un tipo de diagrama que representa las diferentes entidades que forman parte de un sistema. Por ejemplo, en el caso del sistema desarrollado una entidad sería usuario y otra podría ser HIIT. Estas entidades no están aisladas y forman relaciones que son también modeladas en los diagramas de entidad-relación. En la Figura 5.11 se puede observar el diagrama entidad-relación del sistema actual utilizado para generar el diagrama final de la base de datos.

Una vez el diagrama entidad-relación se ha definido, se procede a diseñar el diagrama de la base de datos utilizando una serie de transformaciones expuestas en diversos estudios [Sto91]. En general, una entidad se convierte en una tabla de la base de datos y las relaciones dependiendo del tipo que sean, se convierten en otra tabla nueva o en columnas de otra tabla ya generada por una de las entidades que la componen.

Para que el sistema que se está implementando a partir de la arquitectura pueda comunicarse con la base de datos, se ha decidido que se despliegue en la nube. Concretamente, la base de datos se encuentra desplegada en los servidores de Amazon Web Services (AWS).

Como se puede observar en la Figura 5.12, las diversas tablas de la base de datos se

5. RESULTADOS

corresponden con entidades y relaciones. Este tipo de diseño ha permitido crear una base de datos perfectamente diseñada acorde a la realidad y a los requisitos definidos por el cliente, ya que el diagrama entidad-relación puede ser diseñado junto con el cliente debido a que es fácilmente entendible por personas ajenas a la tecnología.

En este diagrama destacan las siguientes tablas:

- **Tabla User:** en esta tabla se almacena la información respecto al usuario como sus datos personales, su contraseña y su nivel educativo es decir profesor de infantil o profesor de primaria y los respectivos niveles de cada país de la UE
- **Tabla HIIT-USER:** en esta tabla se almacena la información de que HIIT ha sido creado por cada usuario. Cuando un usuario genera un HIIT, esa información se almacena en esta tabla.
- **Tabla HIIT:** almacena la información básica de un HIIT como su descripción y su fecha de creación.
- **Tabla HIIT-Exercise:** esta tabla se utiliza para almacenar la información sobre que ejercicios son los que componen un HIIT y en que orden deben realizarse.
- **Tabla Rol:** almacena la información relativa a los roles que puede poseer un usuario en el sistema. Por ejemplo, el rol de administrador.

5.4.2 Implementación del módulo de procesamiento

Como se ha expresado anteriormente, el sistema cuenta con una base de datos para almacenar la información persistente que será utilizada en el sistema. Para que esta información pueda ser transmitida a los usuarios debe existir una forma de comunicar la capa de visualización y sus distintos módulos con la base de datos y en general con la capa de procesamiento de información. En concreto, la implementación del sistema actual se ha enmarcado en un desarrollo web en el que la capa de visualización podría considerarse como el frontend y la capa de procesamiento de información como el backend.

Por lo tanto, para comunicar la visualización con la base de datos se ha implementado una API que cuenta con diferentes endpoints que permiten realizar las operaciones expresadas en los principios Create, Read, Update and Delete (CRUD) sobre los datos que serán utilizados en el sistema. Esta comunicación se produce utilizando el protocolo Hypertext Transfer Protocol (HTTP) que se utiliza generalmente para esta clase de aplicaciones.

Una de las características de esta API, es la comprobación de autenticación de los usuarios al utilizar el sistema. Por lo cual, el sistema utiliza la autenticación basada en Token para realizar esta función, una vez comprobadas las credenciales el navegador web recibe un Token que deberá ser utilizado por el navegador para acceder a las diferentes partes del sistema y recibir la información correspondiente.

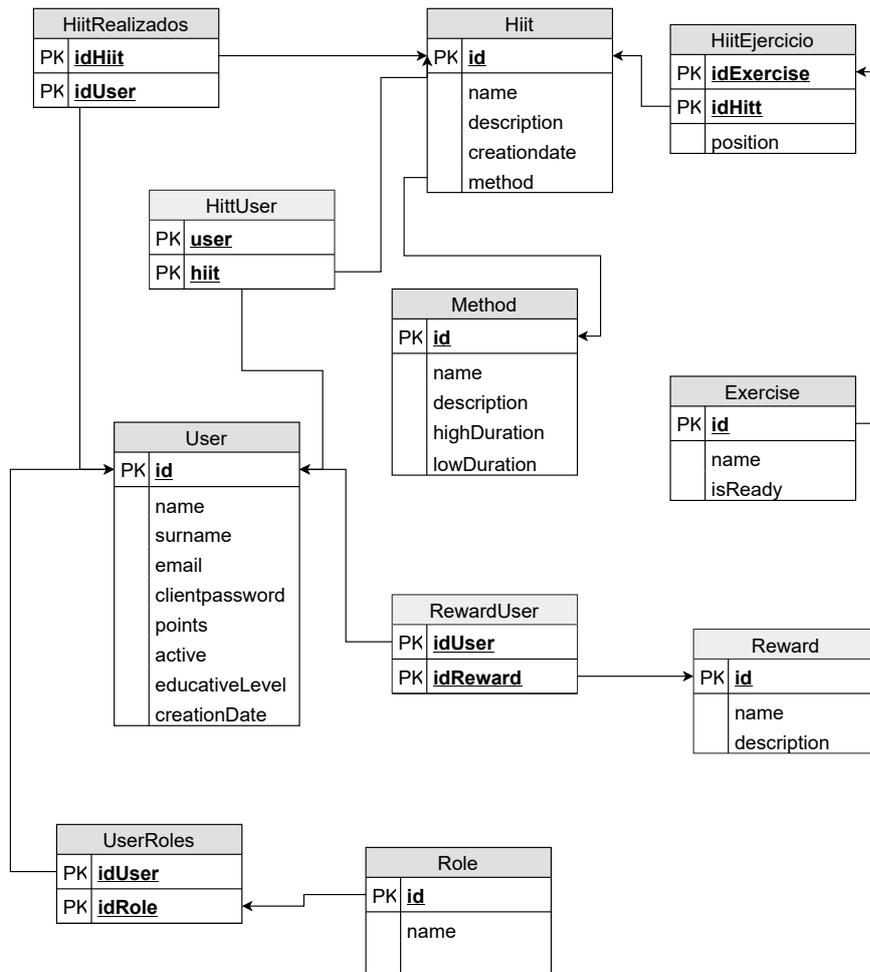


Figura 5.12: Diagrama de la base de datos del sistema

5. RESULTADOS

Para documentar y especificar la API desarrollada se ha utilizado una de las herramientas más utilizadas para realizar esta función. Se ha utilizado la aplicación *Postman* que permite generar llamadas a los distintos endpoints que conforman una API para ser especificados y comprobados. Además, esta herramienta ofrece una función de generación automática de código que genera el código apropiado para realizar la llamada al endpoint especificado y que ha sido utilizada para generar el código utilizado en la capa de visualización para llamar a los diferentes endpoints que componen el backend del sistema.

La API ha sido implementada utilizando el lenguaje de programación PHP [Ari13]. Como se puede observar en el Listado 5.1 el código utilizado para los endpoints comprueba el token a modo de autenticación cada vez que se realiza una petición, una vez comprobada esa autenticación, utilizando la conexión previamente realizada a la base de datos se genera una consulta y posteriormente el resultado de la consulta es enviado como respuesta utilizando el formato JavaScript Object Notation (JSON) [PRS⁺16].

```
1 <?php
2 header("Access-Control-Allow-Headers: access, Authorization");
3 header("Access-Control-Allow-Origin: *");
4 header("Access-Control-Allow-Methods: GET");
5 header("Content-Type: application/json; charset=UTF-8");

7 require_once '../utils/utils.php';
8 require_once '../database/database.php';
9 require_once '../auth.php';
10 $dbConnection = new Database();
11 $conn = $dbConnection->dbConnection();
12 $roles = [1,2,3];
13 $data = json_decode(file_get_contents("php://input"));
14 $returnData = [];
15 if ($_SERVER["REQUEST_METHOD"] != "GET") {
16     http_response_code(404);
17     die();
18 } else {
19     $readToken = Auth::readToken();
20     $checkedRoles = Auth::checkRoles($readToken, $roles);
21     $checkToken = Auth::check($readToken);
22     if ($checkToken && $checkedRoles) {
23         try {
24             $fetchHiits = "SELECT hiit.id,hiit.name as hiitName,hiit.description as hiitDescription,methods.name as
                methodName,
25             methods.description as methodDescription,methods.highduration,methods.lowduration
26             FROM hiit LEFT JOIN methods ON hiit.methods = methods.id ORDER BY hiitName;";
27             $queryStmt = $conn->prepare($fetchHiits);
28             $queryStmt->execute();

30             while ($row=$queryStmt->fetch(PDO::FETCH_ASSOC)) {
31                 $hiitsData['hiits'][] = $row;
32             }
33             if ($hiitsData) {
34                 $returnData = $hiitsData;
35             } else {
36                 $returnData = Utils::sendMsg(0, 500, null);
37             }
38         } catch (PDOException $e) {
39             $returnData = Utils::sendMsg(0, 500, $e->getMessage());
40         }
41     } else {
42         http_response_code(403);
43         die();
44     }
45 }
46 echo json_encode($returnData);
```

Listado 5.1: Código utilizado para desplegar la aplicación

Igualmente, utilizando la funcionalidad de testing aportada por la herramienta Postman se han implementado tests para comprobar el correcto funcionamiento de la API. Estos tests están diseñados para comprobar que la respuesta a las peticiones es correcta dependiendo de los parámetros que se envían y si el usuario se ha autenticado correctamente.

5.5 Integración y despliegue

Los módulos que han sido parcialmente implementados han sido integrados y desplegados para su utilización como un sistema base y prototipo del resultado final.

5.5.1 Integración

Durante el desarrollo de este sistema se han utilizado diversas tecnologías que han debido ser integradas. Se ha utilizado git para el control de versiones y la integración de las partes desarrolladas por los miembros del equipo del proyecto. En concreto, se ha utilizado una política de ramas específica debido a las particularidades del proyecto. Además, se ha utilizado Bitbucket como herramienta para almacenar el repositorio en la nube para que todos los miembros del equipo puedan acceder.

Se ha utilizado una rama específica para desarrollar los módulos que se han implementado utilizando el motor de videojuegos Unity debido a que deben ser construidos y transformados con unityWebGL antes de poder ser utilizados en el desarrollo de un sistema web. Además todos los commits y ramas de tipo feature especifican que parte del sistema ha sido actualizada con las etiquetas #unity, #frontend y #backend, lo que ayuda a diferenciar quien ha realizado cada cambio y en que parte.

Los tests implementados durante el desarrollo de la API deben ejecutarse cuando se realice cualquier cambio en el backend del sistema, para asegurar la corrección y la integridad de la API desarrollada. Aunque no se ha utilizado ninguna herramienta para la ejecución de tests automáticos durante la integración y el despliegue, se ha especificado que cuando se produce un cambio en la API del sistema se deben ejecutar manualmente los tests.

5.5.2 Despliegue

Como se ha explicado en esta memoria, la arquitectura general ha sido utilizada como base para empezar la implementación de algunos de los módulos propuestos. El resultado de esta implementación ha sido una aplicación web que permite a los usuarios realizar HIITs diarios. Este sistema se encuentra desplegado en la página web.

<https://movi-hiit.furiouskoalas.com/>

El sistema aún no está en estado de producción para su uso por los usuarios finales, y simplemente es utilizado por el propietario del producto y los integrantes del equipo de desarrollo. Por lo tanto, no se siguen políticas estrictas para realizar el despliegue del sistema.

5. RESULTADOS

El despliegue se produce cuando se realiza un commit en la rama web, rama en la que se encuentra la implementación relacionada con la página web y el sistema básico que se ha desarrollado actualmente.

Este tipo de despliegues automáticos cuando se produce una acción en el repositorio ha sido implementado utilizando las herramientas de "pipelining" que ofrece Bitbucket. En el Listado 5.2 se puede observar el código implementado para desplegar el sistema.

```
1 image: wearepvtl/bitbucket-pipelines-git-ftp:latest
2 pipelines:
3   custom:
4     init:
5     - step:
6       script:
7     - git ftp init -u "$FTP_USERNAME" -p "$FTP_PASSWORD" ftp://$FTP_HOST
8 branches:
9   web:
10  - step:
11    deployment: production
12    script:
13    - git ftp push -u "$FTP_USERNAME" -p "$FTP_PASSWORD" ftp://$FTP_HOST --syncroot "Movi-Hit Web Platform"
```

Listado 5.2: Código utilizado para desplegar la aplicación

Capítulo 6

Conclusiones y líneas de trabajo futuro

En este capítulo se realiza un análisis de los resultados obtenidos como consecuencia de desarrollar el presente TFM, así como una recopilación de las líneas futuras de trabajo que se abren para el futuro inmediato. También se ofrece una reflexión personal sobre el trabajo realizado durante la realización del proyecto.

6.1 Análisis de resultados

En los últimos años la obesidad infantil se ha convertido en uno de los grandes problemas de la salud pública en los países desarrollados. Una de las razones de este aumento en la prevalencia de la obesidad en la población más joven se debe a que las actividades sedentarias están empezando a ganar más popularidad en este grupo de edad debido a la falta de motivación y tiempo para realizar ejercicio físico.

El trabajo presentado en este TFM ha sido concebido como un primer paso hacia una contribución que resuelva el problema de la falta de motivación de los niños a la hora de practicar ejercicio físico. En otras palabras, este proyecto pretende ser el punto de partida para generar un entorno en el que los profesores utilicen descansos activos entre clase y clase, de forma que los niños realicen el ejercicio físico diario que necesitan. La arquitectura general especificada en el capítulo 5 es la base de un sistema que tiene como eje fundamental la promoción de estilos de vida saludables en niños mediante ejercicios físicos gamificados.

Actualmente, el sistema desplegado a partir de la arquitectura propuesta cuenta con las funcionalidades básicas de creación, edición y ejecución de HIITs utilizando avatares virtuales como guía, además de otras técnicas de gamificación como premios y rankings. Sin embargo, aunque las animaciones a tiempo real y las rutinas personalizables representan un avance significativo en el campo de los descansos activos, la implementación de todos los módulos convertiría a este sistema básico en un entorno completo en el que los profesores puedan apoyarse para implementar descansos activos de manera integral.

Además, la aplicación de mecanismos de gamificación puede tener un alcance mayor. Se pueden añadir más técnicas de gamificación que puedan motivar más al usuario mientras utilizan el sistema.

Por otro lado, y disponiendo de la arquitectura especificada en el Capítulo 5, se pretende

6. CONCLUSIONES Y LÍNEAS DE TRABAJO FUTURO

que el sistema completo tenga un enorme potencial de crecimiento y mejora en los diversos aspectos. Por lo tanto, el sistema actual se debe considerar como un prototipo avanzado que permite utilizar las funcionalidades más básicas de lo que el sistema ofrecerá en el futuro. Además, se debe hacer énfasis en que el sistema de recomendaciones conseguiría que los profesores no se tengan que preocupar en la correcta ejecución de los ejercicios y puedan sentirse seguros implementando los descansos activos sabiendo que las recomendaciones están basadas en el conocimiento de expertos en el ámbito de la salud.

Una de las características de este proyecto es que se ha enmarcado en un entorno multidisciplinar en el que han participado expertos en tecnología, educación y ejercicio físico. Este tipo de entorno ha facilitado la creación de la arquitectura propuesta y, específicamente, la adaptación de las técnicas de gamificación en un contexto educacional enfocado a niños.

En cuanto a la aceptación del sistema, ha sido utilizado por expertos en el ámbito de la educación infantil y la retroalimentación recibida ha sido satisfactoria. El resultado actual del proyecto está siendo el esperado y se prevé que en un mes, considerando la fecha de escritura de este documento, se empiece a probar las funcionalidades implementadas en colegios de la zona para conocer la aceptación del profesorado y de los estudiantes.

6.2 Adquisición de competencias y cumplimiento de objetivos

Durante la realización de este proyecto se han adquirido las competencias esperadas y se han cumplido con los objetivos previamente definidos.

6.2.1 Cumplimiento de objetivos

Los objetivos cumplidos son los siguientes:

- **Definición de la arquitectura del sistema:** este objetivo se puede considerar alcanzado debido a que la arquitectura del sistema ha sido modelada y especificada en el presente documento. Esta arquitectura se ha utilizado para guiar el desarrollo e integración de los módulos implementados y aquellos que no lo han sido se implementarán en una segunda fase futura.
- **Motivación del usuario:** este objetivo se puede considerar como logrado debido a las técnicas de gamificación implementadas en la plataforma de descansos activos. El uso de avatares virtuales, barras de progreso y varios premios ayudan a fomentar un entorno de ejercicio físico en el aula. Además, las diferentes pantallas utilizadas en el sistema han sido diseñadas para que sean fáciles de entender por niños lo que hace que les llame más la atención el sistema y estén más motivados para realizar ejercicios físicos.
- **Personalización de ejercicios físicos:** se puede considerar que este objetivo se ha cumplido debido a que el sistema implementado permite a los usuarios crear sus propios HIITs a partir de un conjunto de ejercicios previamente definidos. Esos HIITs

creados por los usuarios pueden ser ejecutados en cualquier momento.

- **Monitorización y ejercicios formalizados:** Los ejercicios que se han introducido en la plataforma de descansos activos han sido clasificados según las partes del cuerpo que trabajan y según si son ejercicios aeróbicos o anaeróbicos.

Por otra parte, se han logrado satisfacer los dos grandes requisitos que se plantearon en el Capítulo 2:

- **Facilidad de uso:** el sistema ha sido diseñado para ofrecer una buena experiencia de uso al usuario. Desde el diseño de pantallas en la capa de visualización y las técnicas de gamificación empleadas hasta la elección de una plataforma web como medio para acceder al sistema han sido consideradas teniendo en cuenta la experiencia del usuario y la facilidad a la hora de utilizar la plataforma de descansos activos durante las clases.
- **Escalabilidad:** se puede considerar que este objetivo ha sido alcanzado debido a la arquitectura basada en capas y módulos utilizada para diseñar el sistema. Este tipo de arquitectura ofrece una alta escalabilidad y adaptabilidad a los sistemas en los que es utilizada.

Por lo tanto, una vez cumplidos los objetivos parciales del proyecto se puede afirmar que el objetivo general previamente definido ha sido alcanzado.

6.2.2 Adquisición de competencias

Las competencias adquiridas son las siguientes:

- **[CE1] Capacidad para la integración:** durante la realización de este proyecto se ha necesitado integrar diferentes tecnologías, como es el caso de Unity a un entorno de desarrollo web, y se han integrado otros servicios como la API necesaria de la plataforma. Se han utilizado diversas tecnologías según las necesidades de implementación y se han integrado perfectamente. Además, el proyecto se ha producido en un entorno multidisciplinar en el que los sistemas propios de la Ingeniería Informática se han puesto al servicio de las necesidades de salud y ejercicio físico que se proponían. Por lo tanto, se puede afirmar que esta competencia ha sido adquirida.
- **[CE4] Capacidad para modelar, diseñar, definir la arquitectura:** como se ha observado en el capítulo 5 la arquitectura del sistema es uno de los entregables más importantes de este proyecto y ha sido modelada y especificada ampliamente. Además, se han implantado y gestionado algunos de los módulos definidos en un entorno de producción y actualmente se está gestionando el sistema para pronto ser utilizado en un colegio como prueba para la validación y testeo del sistema. Por lo tanto, esta competencia se puede considerar como adquirida.

6.3 Líneas de trabajo futuro

En el capítulo 5 se han presentado los resultados derivados de la ejecución de este proyecto. En concreto, se ha especificado la arquitectura modelada y especificada del sistema a desarrollar, igualmente, se ha definido y explicado la implementación de algunos de los módulos que componen la arquitectura. Sin embargo, algunos módulos solamente han sido definidos conceptualmente y deberán ser implementados en un futuro para que el sistema aporte todas las funcionalidades previstas y expresadas en este documento. En un futuro también se pretende mejorar algunos aspectos relacionados con los descansos activos.

HIITs con métodos diferentes

Una línea interesante de trabajo futuro es ampliar el tipo de HIITs a los que da soporte el sistema. Actualmente, el sistema basa los HIITs en el método Tabata [Tab19] en el cual los ejercicios se realizan durante 20 segundos, cada uno con unos descansos de 10 segundos entre ejercicios. Aunque este tipo de método puede ser muy útil cuando los usuarios están empezando a realizar descansos activos puede llegar a ser demasiado tiempo de descanso en usuarios acostumbrados a realizar HIITs. Por lo tanto, se propone implementar otros métodos que ofrezcan diferentes tiempos de descanso y ejercicio. Por ejemplo, 30 segundos de ejercicio intercalado con 10 segundos de descanso entre ejercicios.

Capa perceptiva

La capa perceptiva ha sido especificada en la arquitectura. Sin embargo, para que el sistema pueda considerarse completo esta capa tendrá que implementarse en un futuro para suministrar información al generador de conocimiento de la capa de procesamiento de información.

De los 3 módulos que componen la capa perceptiva el más prioritario para implementar sería el módulo de *recolección de información a través de wearables*, debido a que por definición un HIIT debería mantener las pulsaciones altas de quien lo realice y por lo tanto será imprescindible en un futuro utilizar wearables que puedan medir las pulsaciones de quienes efectúen los ejercicios físicos para que el evaluador pueda saber si el principio básico de un HIIT sobre realizar actividad física aeróbica y mantener altas las pulsaciones por minuto se está cumpliendo.

Módulo gestión de avatares virtuales

Actualmente, los avatares virtuales que se utilizan en el sistema implementado únicamente utilizan voces pre-grabadas y ejecutan las animaciones correspondientes a los ejercicios que componen los HIITs. Sin embargo, en un futuro se pretenden añadir una función de texto a voz que permita a los profesores escribir una cuestión o un problema y que los avatares sean capaces de reproducirlo a través de síntesis de voz.

Además, debido a que el sistema pretende ser utilizado por la comunidad educativa de diferentes países de la UE será necesario utilizar una función de traducción tanto de la página web como de la función de síntesis de voz que se pretende añadir con este módulo. Para implementar esta funcionalidad se pretende utilizar DeepL¹, un conocido traductor online que es utilizado ampliamente. En concreto, se pretende utilizar la API que ofrece para enviarle el texto y el idioma a traducir para posteriormente utilizarlo en la funcionalidad de texto a voz que también se implementaría.

Recomendaciones

La arquitectura presentada utilizada como la base del sistema a desarrollar contempla una funcionalidad de recomendaciones en la que intervienen los siguientes componentes: i) base de conocimiento, ii) módulo evaluador, iii) módulo recomendador, iv) módulo planificador, y v) módulo generador de conocimiento.

La base de conocimiento será completada con la información aportada por los expertos en educación infantil y ejercicio físico. Actualmente se ha añadido a la base de conocimiento implementada en el sistema básico el conocimiento procedural, que lo conforman las rutinas de HIITs especificadas en el anexo A, y como línea de trabajo futuro será necesario generar el conocimiento declarativo y el conocimiento condicional a partir de la información aportada por expertos en el ámbito de la educación y el ejercicio físico recogida en el anexo B.

También se pretenden implementar los demás módulos que intervienen en la funcionalidad de recomendaciones. Estos módulos se utilizarán para recomendar y planificar los HIITs disponibles de cada usuario teniendo en cuenta el contexto en el que se realizan, el horario de los alumnos, los HIITs realizados anteriormente y las reglas y restricciones especificadas en el conocimiento condicional que restringen el tipo de ejercicios que se pueden realizar en un mismo HIIT. Esta funcionalidad se ha propuesto para ayudar a los profesores a seleccionar los mejores descansos activos posibles sin la necesidad de contar con la ayuda de un experto que gestione la planificación de los HIITs.

Además, el módulo generador de conocimiento será clave para la implementación de la funcionalidad de recomendaciones. Este módulo enlaza con el canal de eventos de *capa perceptiva* para convertir los datos generados sobre los usuarios durante la ejecución en un HIIT en conocimiento para que el evaluador pueda realizar un juicio sobre si el HIIT se está ejecutando correctamente o si por el contrario se está ejecutando de forma incorrecta, y habría que tomar medidas cambiando la planificación de la semana o cambiando de ejercicios por otros similares que los usuarios ejecutan correctamente.

¹<https://www.deepl.com/es/translator>

6.4 Reflexión personal

Este proyecto ha supuesto un reto para mí. La versión actual del sistema se espera que esté en producción en mayo de 2022 para su uso del público general. Por lo tanto, el sistema presentado en esta memoria puede considerarse como un prototipo inicial que se irá refinando con el tiempo hasta dicha fecha. Aun así, la retroalimentación aportada por el cliente hasta el momento, revela que el sistema que se está desarrollando está cumpliendo con las expectativas iniciales marcadas como objetivo en el subproyecto *EUMOVE: plataforma de descansos activos*, y que incluso las ha superado, lo que me hace sentir muy satisfecho con el trabajo realizado durante estos meses.

Gracias a este proyecto multidisciplinar he aprendido muchísimo acerca de la educación infantil. Los profesionales en el ámbito de la educación y el ejercicio físico han ayudado mucho para saber que clase de elementos de gamificación podían ser más adecuados para niños lo que me ha ayudado a mejorar el trabajo teniendo en cuenta el punto de vista del usuario, ya que trabajando con niños el aspecto visual es sumamente importante y cualquier detalle puede significar el fracaso a la hora de motivarlos.

También espero que en el futuro este sistema sea utilizado en diversas escuelas de la UE, ya que sería la culminación de este proyecto y supondría una gran satisfacción personal tanto a nivel profesional como a nivel personal.

Además me gustaría decir que estoy muy agradecido por haber formado parte de este proyecto que me ha permitido crecer tanto en el ámbito profesional como en el personal. Por último, recalcar lo orgulloso que me siento de formar parte de una iniciativa tan indispensable como interesante que tiene como objetivo algo tan importante como mejorar los hábitos saludables de los más jóvenes y en concreto promoviendo algo tan necesario como el ejercicio físico.

Mi satisfacción y motivación con el trabajo realizado es tan alta, que en un futuro me gustaría continuar investigando en este campo y desarrollar completamente la arquitectura propuesta, más allá del proyecto, quién sabe si quizás realizando mi tesis doctoral en este tema.

ANEXOS

Anexo A

Apéndice 1

A.1 Propuesta de HIITs semanales

SEMANA 1				
DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5
Jumping jacks	Jumping jacks	Skipping	B	Boxeo
Sentadilla	Sentadilla	Subida a silla	Subida a silla	Sentadilla
Burpee	Burpee	Pingüino	Patadas al aire	Supermán
Saltos comba	Saltos lado/lado	Rodillas al pecho	skipping	Quick feet

Cuadro A.1: Semana 1

SEMANA 2				
DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5
Sombra de boxeo	Skipping	Jumping jacks	Rodillas al pecho	Saltos comba
Sentadillas brazos	Sentadilla brazos	Subida a silla	Saltos rana	Saltos rana
Oblicuas	Patadas al aire	Climbers	Bear walk	supermán
Saltos lado/lado	rodillas al pecho	Quick feet	Saltos comba	Salto delante

Cuadro A.2: Semana 2

SEMANA 3				
DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5
Jumping jacks	Boxeo	Saltos comba	Skipping	Jumping jacks
Toca suelo y salta	Saltos lado/lado	Suelo y salta	Sentadilla salto	Suelo y salta
Burpees adaptados	Subida a silla	Climbers	supermán	Patadas al aire
Rodillas al pecho	Jumping jacks	skipping	Rodillas pecho	Boxeo

Cuadro A.3: Semana 3

SEMANA 4				
DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5
Boxeo	Skipping	Salto comba	Jumping jacks	Salto lado/lado
sentadilla	Subida a silla	Setadilla	Salto lado/lado	Toca suelo y salta
Burpees	Burpees	Oblicuos	Patadas al aire	Duck walk
Sombra de boxeo	skipping	Salto comba	Jumping jacks	Salto lado/lado

Cuadro A.4: Semana 4

SEMANA 5				
DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5
Climbers	Jumping jacks	Boxeo	Cruzados	Salto comba
Sentadilla salto	Salto lado/lado	skipping	Skipping ruso	Rodillas al pecho
Subida a silla	Duck walk	Subida a silla	Burpees adaptados	supermán
Cruzados	Salto comba	Climbers	Boxeo	Cruzados

Cuadro A.5: Semana 5

SEMANA 6 (aerobico)				
DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5
Jumping jacks	Sombra de boxeo	Skipping	Quick feet	Rodillas al pecho
Burpees	Sentadilla salto	Salto rana	Sentadilla salto	Burpees
Climbers	Climbers	Climbers	Climbers	Climbers
Skipping ruso	Salto comba	Skipping ruso	Salto comba	Quick feet

Cuadro A.6: Semana 6

SEMANA 7				
DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5
Boxeo	Skipping	Jumping jacks	Rodillas al pecho	Salto comba
Sentadillas brazos	Salto rana	Salto lado/lado	Salto rana	Sentadilla brazos
Oblicuas	Patadas al aire	Climbers	Bear walk	supermán
Salto lado/lado	Talones atrás	Talones atrás	Salto comba	Salto delante

Cuadro A.7: Semana 7

SEMANA 8				
DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5
Jumping jacks	Sombra de boxeo	Salto comba	Skipping	Jumping jacks
Toca suelo	Salto lado/lado	Toca suelo	Sentadilla salto	Talones atrás
Burpees	Subida a silla	Climbers	Duck walk	Patadas al aire
Rodillas pecho	Jumping jacks	skipping	Rodillas al pecho	Sombra de boxeo

Cuadro A.8: Semana 8

SEMANA 10				
DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5
Climbers	Jumping jacks	Boxeo	Cruzados	Salto comba
Sentadilla salto	Salto lado/lado	skipping	Skipping ruso	Rodillas al pecho
supermán	Duck walk	Bear walk	Burpees adaptados	supermán
Cruzados	Salto comba	Climbers	Sombra de boxeo	Cruzados

Cuadro A.9: Semana 10

SEMANA 11				
DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5
Jumping jacks	Boxeo	Skipping	Quick feet	Rodillas pecho
Burpees	Sentadilla salto	Salto rana	Sentadilla salto	Burpees
Climbers	Climbers	Climbers	Mountain climbers	Climbers
Skipping ruso	Salto comba	Skipping ruso	Salto comba	Quick feet

Cuadro A.10: Semana 11

SEMANA 12				
DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5
Jumping jacks	Skipping	B	Salto comba	Talones atrás
Sentadilla	Climbers	Subida a silla	Sentadilla	Sentadilla salto
Burpees	Patadas al aire	Rodillas pecho	Salto lado/lado	supermán
Salto comba	Talones atrás	Jumping jacks	skipping	Quick feet

Cuadro A.11: Semana 12

Apéndice 2

B.1 Reglas, restricciones y tipos de ejercicios

B.1.1 Consideraciones que se han tenido en cuenta en el diseño de cada HIIT

Para trabajar de la forma más efectiva posible los HIIT lo más apropiado es usar la combinación de ejercicios de fuerza + ejercicios de resistencia aeróbica. Para ello, siempre, en todos los HIIT se ha incluido como mínimo 1 ejercicio de fuerza.

Otro principio para seguir ha sido que la intensidad se mantenga alta durante todo el HIIT (al menos el 80-85 % de la FC máx).

Normalmente se empieza con ejercicios aeróbicos para movilizar la sangre y subir pulsaciones rápidamente como, por ejemplo, sombra de boxeo, jumping jacks, saltos de comba, saltos lado/lado, skipping, talones atrás... una vez que se han subido las pulsaciones es buen momento para introducir el ejercicio de fuerza, esto permitirá bajar un poco las pulsaciones, pero seguir en una intensidad alta. Para el resto de ejercicios que componen el HIIT se ha tenido en cuenta lo siguiente: si la intensidad del ejercicio de fuerza ha sido muy baja, se incluyó un ejercicio aeróbico intenso donde se suban las pulsaciones de nuevo para mantener el principio de intensidad del HIIT. Si se incluía un ejercicio de fuerza para finalizar (4º ejercicio), se eligieron movimientos que mantengan la intensidad alta, como pueden ser las sentadillas con salto, saltos rana o rodillas al pecho.

Otra parte importante es intentar trabajar todo el cuerpo en armonía por lo que en el diseño se han combinado ejercicio de todas las partes del cuerpo.

B.1.2 Listado de músculos implicados en cada ejercicio

- **Jumping jacks:** trabaja aeróbicamente todo el cuerpo, tanto tren inferior como superior. En el tren inferior trabaja en gemelos y aductores, y en menor medida el glúteo. En el tren superior, principalmente, se trabaja el deltoides lateral, y en menor medida deltoides posterior y trapecio. Hay poca implicación de otros músculos como pecho o espalda.
- **Sentadilla:** trabaja principalmente el cuádriceps, femoral y en función de hasta el ángulo en que se baje en el movimiento, se implica el glúteo en mayor o menor medida.

- **Skipping:** ejercicio que trabaja el tren inferior por completo (cuádriceps, femoral, glúteo y gemelos).
- **Plancha:** trabaja todo el abdomen, y en menor medida, hay una implicación de glúteos y hombros (por el apoyo de los brazos en el suelo).
- **Burpees:** trabaja el cuerpo por completo, tanto en tren inferior como superior. Implica al pecho, hombro y tríceps en el tren superior y en el tren inferior cuádriceps, glúteos, gemelos, y en menor medida, femoral. También hay un trabajo de la musculatura abdominal.
- **Saltos comba:** trabajo de todo el tren inferior (cuádriceps, femoral, gemelo y glúteo) y los hombros del tren superior.
- **Saltos rana:** incide principalmente en cuádriceps y glúteo en el tren inferior. Además, hay un trabajo indirecto de los músculos abdominales.
- **Patadas al aire tocando punteras:** trabajo en tren inferior de cuádriceps, femoral y glúteo. Además, del trabajo de los músculos abdominales, especialmente, las inferiores.
- **Fondos de tríceps con apoyo en mesa:** trabajo exclusivamente el tríceps. Es un ejercicio de aislamiento que baja mucho las pulsaciones, además, de tener una ejecución compleja para los niños.
- **Sombra de boxeo:** trabajo de todo el cuerpo, tanto en tren inferior como superior. Trabajo de los cuádriceps, femoral, glúteo y gemelo. En el tren superior se trabaja hombros, tríceps y espalda.
- **Subida a silla:** trabajo casi exclusivo del cuádriceps con algo de implicación del gemelo.
- **Rodillas al pecho:** trabajo del tren inferior, y en menor medida, los músculos abdominales.
- **Sentadilla con brazos en alto:** trabaja lo mismo que la sentadilla normal con la diferencia que al mantener los brazos en alto se trabajan los hombros y la cintura escapular.
- **Saltos lado/lado:** trabajo de toda la musculatura del tren inferior (cuádriceps, femoral, gemelo y glúteo), y en menor medida de los músculos abdominales.
- **Talones atrás:** trabaja principalmente el femoral, y en menor medida el glúteo.
- **Sentadilla con salto:** trabaja los mismos músculos que la sentadilla clásica, con la diferencia de que se aprovecha la fuerza reactiva de los ejercicios pliométricos, mejorando parámetros como la potencia
- **Quick feet:** trabaja todo el tren inferior, principalmente, los cuádriceps y los gemelos, con menor implicación de femoral y glúteo.

- **Abdominales oblicuos (pingüino):** enfatiza exclusivamente en los abdominales oblicuos, por lo que es un ejercicio de aislamiento (solo trabaja un músculo).
- **Flexiones:** trabajo principalmente el tren superior, en concreto se centra en el trabajo de pecho, además, implica en menor medida otros músculos como son el hombro y el tríceps. Trabajo indirecto de las abdominales.
- **Zancadas:** trabajo exclusivo del tren inferior (al hacerlo sin peso). Se estimula directamente los cuádriceps, femorales y glúteos, estos dos últimos se implicarán en mayor o menor medida en función de la amplitud de la zancada. A menor amplitud, mayor trabajo en cuádriceps. A mayor amplitud, mayor trabajo en femoral y glúteo.
- **Bear walk:** ejercicio multiarticular que trabaja tanto el tren inferior como superior. Implica músculos de la pierna como cuádriceps, femoral, glúteo y gemelos. En el tren superior trabaja la espalda, el trapecio, hombro y antebrazos. Indirectamente, se ejerce una fuerza sobre los abdominales (recto abdominal y oblicuos).
- **Saltos delante/detrás:** trabaja la misma musculatura que los saltos de lado a lado.
- **Mountain climbers:** ejercicio multiarticular que combina la plancha frontal con la flexión de rodillas. Trabaja tanto tren inferior como superior. En el tren inferior, se estimulan los cuádriceps, femorales y glúteos. En el tren superior se trabajan los hombros y los tríceps. Además, los abdominales también tienen una gran implicación en este ejercicio.
- **Supermán:** ejercicio para enfatizar, sobre todo, en la parte baja de la espalda, región lumbar. Es un ejercicio correctivo que trabaja sobre los erectores de columna, y que, además, implica en menor medida el femoral y el glúteo.
- **Duck walk:** trabaja de manera similar a la sentadilla, implicando los mismos músculos, pero con una mayor implicación de glúteo y abdominales.
- **Jumping jacks cruzando brazos y pies:** trabaja los mismos músculos que los jumping jacks con la diferencia de que aquí se requiere una mayor coordinación, por lo que este parámetro también es entrenado.
- **Skipping ruso:** ejercicio muy utilizado para mejorar la técnica de carrera. Trabaja de forma similar al skipping, enfatizando en cuádriceps (ya que están contraídos) y femorales, pero con una mayor implicación de las abdominales inferiores por la elevación de la pierna.
- **Saltos comba 1 pierna:** trabaja la misma musculatura que los saltos de comba normales con la diferencia del trabajo unilateral, para corregir desequilibrios y mejorar la simetría.

B.1.3 Tips finales

Usar combinación de ejercicios de fuerza + ejercicios aeróbicos.

Trabajar, principalmente, con ejercicios multiarticulares.

Posibilidad de usar ejercicios de aislamiento (grupos musculares concretos). A pesar de que estos bajen las pulsaciones, son necesarios para compensar debilidades musculares, como por ejemplo el supermán para la región lumbar.

No incluir nunca 2 ejercicios seguidos que bajen demasiado las pulsaciones. Por ejemplo, no incluir nunca fondos de tríceps con el supermán, o abdominales oblicuas con flexiones...

Trabajar ambos trenes (inferior y superior) por igual, sin dejarse ningún músculo rezagado y trabajando la simetría. Esto es difícil con músculos como la espalda, donde la implicación directa es muy compleja sin ningún material específico para su trabajo.

Respetar siempre el principio de intensidad. Intentando que esta no baje del 80-85 % de la FC máx

Referencias

- [ABBB07] Maria Soledad Achor, Nestor Benítez, Evangelina Brac, y Silvia Barslund. Obesidad infantil. *Revista de Posgrado de la Vía Catedra de medicina*, 168(1):34–38, 2007.
- [ABGCPR20] Javier Aranceta-Bartrina, Marta Gianzo-Citores, y Carmen Pérez-Rodrigo. Prevalencia de sobrepeso, obesidad y obesidad abdominal en población española entre 3 y 24 años. Estudio ENPE. *Revista Española De Cardiología*, 73(4):290–299, 2020.
- [AFS⁺16] Lauren Arundell, Elly Fletcher, Jo Salmon, Jenny Veitch, y Trina Hinkley. A systematic review of the prevalence of sedentary behavior during the after-school period among children aged 5-18 years. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 13(1):1–9, 2016.
- [Ajz11] Icek Ajzen. *The theory of planned behaviour: Reactions and reflections*, 2011.
- [Ari13] Miguel A Arias. *Introducción a PHP*. IT Campus Academy, 2013.
- [ARPS90] FJ Andrade Ramiro, JG Previnaire, y X Sturbois. Crecimiento y ejercicio físico. *Archivos de medicina del deporte*, 27:285–293, 1990.
- [BBvB⁺01] Kent Beck, Mike Beedle, Arie van Bennekum, Alistair Cockburn, Ward Cunningham, Martin Fowler, James Grenning, Jim Highsmith, Andrew Hunt, Ron Jeffries, Jon Kern, Brian Marick, Robert C. Martin, Steve Mellor, Ken Schwaber, Jeff Sutherland, y Dave Thomas. *Manifiesto for Agile Software Development*, 2001. url: <http://www.agilemanifesto.org/>.
- [BHC18] Heidi Buchele Harris y Weiyun Chen. Technology-enhanced classroom activity breaks impacting children’s physical activity and fitness. *Journal of clinical medicine*, 7(7):165, 2018.
- [Cho15] Chou. *Actionable gamification : beyond points, badges, and leaderboards*. Octalysis Group, United States, 2015.

- [CHWK12] Po-Yin Chen, Wan-Ling Hsieh, Shun-Hwa Wei, y Chung-Lan Kao. Interactive wiimote gaze stabilization exercise training system for patients with vestibular hypofunction. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 9(1):1–10, 2012.
- [Cle96] Paul C Clements. A survey of architecture description languages. En *Proceedings of the 8th international workshop on software specification and design*, páginas 16–25. IEEE, 1996.
- [CN07] Charles A Coonradt y Lee Nelson. *The game of work*. Gibbs Smith, 2007.
- [Dar09] Hugh Darwen. *An introduction to relational database theory*. Bookboon, 2009.
- [DSQA+20] Andy Daly-Smith, Thomas Quarmby, Victoria SJ Archbold, Nicola Corrigan, Dan Wilson, Geir K Resaland, John B Bartholomew, Amika Singh, Hege E Tjomsland, Lauren B Sherar, et al. Using a multi-stakeholder experience-based design process to co-develop the Creating Active Schools Framework. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 17(1):1–12, 2020.
- [FSC08] Roberth G Figueroa, Camilo J Solís, y Armando A Cabrera. Metodologías tradicionales vs. metodologías ágiles. *Universidad Técnica Particular de Loja, Escuela de Ciencias de la Computación*, 9:1–10, 2008.
- [GPCSA+21] Cristian Gmez-Portes, José Jesús Castro-Schez, Javier Albusac, Dorothy N Monekosso, y David Vallejo. A Fuzzy Recommendation System for the Automatic Personalization of Physical Rehabilitation Exercises in Stroke Patients. *Mathematics*, 9(12):1427, 2021.
- [Gro12] Fabian Groh. Gamification: State of the art definition and utilization. *Institute of Media Informatics Ulm University*, 39:31, 2012.
- [HABAGMCE19] Oscar Herrera-Alcántara, Ari Yair Barrera-Animas, Miguel González-Mendoza, y Félix Castro-Espinoza. Monitoring student activities with smartwatches: On the academic performance enhancement. *Sensors*, 19(7):1605, 2019.
- [Lac12] Mitch Lacey. *The scrum field guide: Practical advice for your first year*. Addison-Wesley Professional, 2012.
- [LD11] Adolfo-Enrique Lizardo y Alejandro Díaz. Sobrepeso y obesidad infantil. *Revista Médica Hondureña*, 79(4):208–213, 2011.

- [Ley06] Javier Yanguas Leyes. Influencia de la música en el rendimiento deportivo. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 41(152):155–165, 2006.
- [LSL16] Zakkoyya H Lewis, Maria C Swartz, y Elizabeth J Lyons. What's the point?: a review of reward systems implemented in gamification interventions. *Games for health journal*, 5(2):93–99, 2016.
- [MCHGLH13] John E Muñoz-Cardona, Oscar A Henao-Gallo, y José F López-Herrera. Sistema de Rehabilitación basado en el Uso de Análisis Biomecánico y Videojuegos mediante el Sensor Kinect. *TecnoLógicas*, 2013.
- [MEGT21] Sara Milkes Espinosa, Jordan Graves, y Jack Towery. What The Flock?: Fostering collaborative Active Breaks for Online Education. En *Extended Abstracts of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, páginas 1–6, 2021.
- [MMK12] Masahiro Mori, Karl F MacDorman, y Norri Kageki. The uncanny valley [from the field]. *IEEE Robotics & Automation Magazine*, 19(2):98–100, 2012.
- [MVSW11] Susan Michie, Maartje M Van Stralen, y Robert West. The behaviour change wheel: a new method for characterising and designing behaviour change interventions. *Implementation science*, 6(1):1–12, 2011.
- [NGH⁺19] Alexandra N Nowbar, Mauro Gitto, James P Howard, Darrel P Francis, y Rasha Al-Lamee. Mortality from ischemic heart disease: Analysis of data from the World Health Organization and coronary artery disease risk factors From NCD Risk Factor Collaboration. *Circulation: Cardiovascular Quality and Outcomes*, 12(6):e005375, 2019.
- [O⁺10] World Health Organization et al. Recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud. 2010.
- [PRS⁺16] Felipe Pezoa, Juan L Reutter, Fernando Suarez, Martín Ugarte, y Domagoj Vrgoč. Foundations of JSON schema. En *Proceedings of the 25th International Conference on World Wide Web*, páginas 263–273, 2016.
- [PVMMTPA19] Juan Carlos Pastor-Vicedo, Jesús Martínez-Martínez, Y Jaén Tévar, y Alejandro Prieto-Ayuso. Los descansos activos y la mejora de los aprendizajes en educación infantil: una propuesta de intervención. *SPORT TK-Revista EuroAmericana de Ciencias del Deporte*, páginas 67–72, 2019.

- [RC16] Rosa Díaz Ruiz y Miguel Aladro Castañeda. Relación entre uso de las nuevas tecnologías y sobrepeso infantil, como problema de salud pública. *RqR Enfermería Comunitaria*, 4(1):46–51, 2016.
- [RDVV12] G Ruiz, E De Vicente, y J Vegara. Comportamiento sedentario y niveles de actividad física en una muestra de estudiantes y trabajadores universitarios. *Journal of Sport & Health Research*, 4(1), 2012.
- [Rey04] Carlos Billy Reynoso. Introducción a la Arquitectura de Software. *Universidad de Buenos Aires*, 33, 2004.
- [Riv08] Fray León Osorio Rivera. *Base de datos relacionales*. ITM, 2008.
- [SFS⁺19] LiQiang Su, JinMei Fu, ShunLi Sun, GuangGao Zhao, Wei Cheng, ChuanChuan Dou, y MingHui Quan. Effects of HIIT and MICT on cardiovascular risk factors in adults with overweight and/or obesity: A meta-analysis. *PLoS One*, 14(1):e0210644, 2019.
- [SJHD⁺20] Jostein Steene-Johannessen, Bjørge Herman Hansen, Knut Eirik Dalene, Elin Kolle, Kate Northstone, Niels Christian Møller, Anders Grøntved, Niels Wedderkopp, Susi Kriemler, Angie S Page, et al. Variations in accelerometer measured physical activity and sedentary time across Europe—harmonized analyses of 47,497 children and adolescents. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 17(1):1–14, 2020.
- [SLRB⁺17] Stefan Stieglitz, Christoph Lattemann, Susanne Robra-Bissantz, Rüdiger Zarnekow, y Tobias Brockmann. *Gamification*. Springer, 2017.
- [SM09] Juha Savolainen y Varvana Myllarniemi. Layered architecture revisited—Comparison of research and practice. En *2009 Joint Working IEEE/IFIP Conference on Software Architecture & European Conference on Software Architecture*, páginas 317–320. IEEE, 2009.
- [SOJ⁺19] Antonio Lozano Sánchez, Félix Zurita Ortega, José Luis Ubago Jiménez, Pilar Puertas Molero, Irwin Ramírez Granizo, y Jose Iván Núñez Quiroga. Videojuegos, práctica de actividad física, obesidad y hábitos sedentarios en escolares de entre 10 y 12 años de la provincia de Granada. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, (35):42–46, 2019.
- [SS11] Ken Schwaber y Jeff Sutherland. The scrum guide. *Scrum Alliance*, 21(19):1, 2011.

- [Sto91] Veda C Storey. Relational database design based on the Entity-Relationship model. *Data & knowledge engineering*, 7(1):47–83, 1991.
- [Tab19] Izumi Tabata. Tabata training: one of the most energetically effective high-intensity intermittent training methods. *The Journal of Physiological Sciences*, 69(4):559–572, 2019.
- [TC17] Lindsey Turner y Frank J Chaloupka. Reach and implementation of physical activity breaks and active lessons in elementary school classrooms. *Health education & behavior*, 44(3):370–375, 2017.
- [TMV13] José Carlos Giraldo Trujillo, John Edison Muñoz, y Julian Felipe Villada. Exergames: una herramienta tecnológica para la actividad física. *Revista Médica de Risaralda*, 2013.
- [Val17] Álvaro Carrasco Valdayo. La influencia de la música y el ejercicio físico en la preparación física y psicológica. *e-Motion: Revista de Educación, Motricidad e Investigación*, (6):3–18, 2017.
- [VGGS12] J Vicén, J del C Garrigós, C González, y JJ Salinero. La biomecánica y la tecnología aplicadas al calzado deportivo. *Madrid: Universidad Camilo José Cela. Recuperado de [https://www.researchgate.net/profile/Juan_Salinero/publication/239526613_La_biomecanica_y_la_tecnologia_aplicadas_al_calzado_deportivo/links/0c,9\(6\):0](https://www.researchgate.net/profile/Juan_Salinero/publication/239526613_La_biomecanica_y_la_tecnologia_aplicadas_al_calzado_deportivo/links/0c,9(6):0)*, 9(6):0, 2012.
- [VZV10] S Vijayalakshmi, G Zayaraz, y V Vijayalakshmi. Multicriteria decision analysis method for evaluation of software architectures. *International Journal of Computer Applications*, 1(25):22–27, 2010.
- [Wad11] Peter Wade. Raza y naturaleza humana. *Tabula Rasa*, (14):205–226, 2011.
- [Wol16] Eberhard Wolff. *Microservices: flexible software architecture*. Addison-Wesley Professional, 2016.
- [ZGO14] Oren Zuckerman y Ayelet Gal-Oz. Deconstructing gamification: evaluating the effectiveness of continuous measurement, virtual rewards, and social comparison for promoting physical activity. *Personal and ubiquitous computing*, 18(7):1705–1719, 2014.

Este documento fue editado y tipografiado con \LaTeX empleando la clase **esi-tfg** (versión 0.20181017) que se puede encontrar en:
https://bitbucket.org/esi_atc/esi-tfg

[respeta esta atribución al autor]

