

Centro Educativo Inteligente



Domótica y Entornos Inteligentes

Francisco Javier Pérez Martínez

Francisco Joaquín Murcia Gómez

Óscar David Tremiño Guirao

Marcos Cerdán Amat

Álex Navarro Soria

25 de febrero de 2022

Índice

1. Estado del arte	3
1.1. Búsqueda de documentos relacionados	3
1.1.1. Descripción	3
1.1.2. Palabras clave	4
1.2. Motores de búsqueda	4
2. Especificación funcional (Caso 1)	4
2.1. Árbol de agrupación de funcionalidades	5
2.2. Requerimientos funcionales	6
2.2.1. Confort/ahorro	6
2.2.2. Seguridad	6
2.2.3. Educación	7
2.2.4. Comunicación	7
3. Especificación Estructural (Caso 2)	8
3.1. Confort / Ahorro	8
3.2. Seguridad	10
3.3. Educación	11
3.4. Árbol estructural	13
4. Especificación Tecnológica (Caso 3)	15
4.1. Confort / Ahorro	15
4.2. Seguridad	17
4.3. Educación	19
4.4. Diagrama de conexiones	21
Bibliografía	22

1. Estado del arte

En la actualidad, la presencia de domótica en entornos de enseñanza se encuentra en un estado de introducción. Los centros educativos, desde guarderías hasta universidades, están empezando a apostar por introducir tecnologías más avanzadas en las aulas, desde pizarras inteligentes hasta asistentes con cámara. Hoy en día, podemos encontrar proyectos de investigación sobre entornos inteligentes precisamente en las universidades, más exactamente en la Universidad de Alicante con su “UA Smart University”. [1]

También podemos encontrar otro proyecto de investigación formado por docentes de la Universidad de Barcelona. Este proyecto está enfocado a rediseñar los espacios de aprendizaje y replantearse el concepto de aula tradicional. El grupo de investigación interuniversitario Smart Classroom surge de la necesidad de repensar los espacios de aprendizaje necesarios para llevar a cabo las nuevas metodologías educativas y sobre todo para ofrecer bienestar físico y emocional a todo el que haga uso. Desde la investigación científica, Smart Classroom quiere dar respuesta sobre cómo deben ser estos cambios. [2]

1.1. Búsqueda de documentos relacionados

Para la elaboración del documento hemos seleccionado los documentos más relevantes valorando su vigencia e interés relacionados con nuestro tema, un *Centro Educativo Inteligente*.

1.1.1. Descripción

El concepto de entorno inteligente se define como un espacio físico en los cuales los dispositivos con sensores y actuadores conectados a la red trabajan continuamente y en colaboración para hacer más cómoda la vida de las personas, el entorno o ambas.

Todos los centros educativos están conectados a Internet, y en cada uno de ellos existen objetos capaces de convertirse en sistemas inteligentes. [3] El objetivo de estos objetos es conseguir un entorno inteligente capaz de reaccionar a los cambios en el sistema y adaptarse a las necesidades, ya sea en forma de iluminación inteligente o el seguimiento del alumnado dentro del centro. [4]

Además del tema mencionado de la creación del sistema inteligente en las aulas, se han encontrado métodos que usando redes neuronales son capaces de detectar el acoso escolar pudiendo alcanzar un 92 por ciento de acierto. [5]

Adentrándonos en el mundo de la domótica y la educación, hemos encontrado un proyecto relacionado con la educación de la domótica desde el instituto, por ejemplo donde se ha desarrollado una aplicación que interactúa directamente con el alumno, y este puede generar un entorno domótico con la ayuda de su dispositivo móvil o su ordenador/tablet. [6]

Por un lado, hemos encontrado métodos para el control y seguimiento de la educación del alumno. En esta búsqueda podemos destacar 2 grandes ramas. La primera gran rama sería un sistema desarrollado con inteligencia artificial relacionado con la dificultad adaptativa, que aunque aún no está implementado como tal para el aprendizaje, pero ya se lleva a cabo en videojuegos [7] y rehabilitación. [8] Generalmente, la dificultad dinámica adaptable consiste en ir adaptando la dificultad de una tarea según la capacidad del usuario que las está realizando.

Por otro lado, la otra gran rama ha sido la búsqueda de sistemas relacionadas con la atención y el estado del alumno dentro de las aulas. En esta búsqueda se ha encontrado un sistema capaz de reconocer hacia donde apuntan los ojos de los alumnos, para ver si están prestando atención o no. Además también es capaz de detectar la postura del alumno para poder corregirla y que no cause daños a la larga. [9]

Por último, al usar tecnologías nuevas como sistemas Cloud con múltiples servicios, hace que los alumnos se interesen, e incluso que la perciban más entretenida que con el método tradicional. Estos sistemas reducen el consumo de papel y de elementos contaminantes siendo una tecnología verde (Green IT). [10]

1.1.2. Palabras clave

Palabras clave según la búsqueda en nuestro ámbito, centros educativos inteligentes:

- IoT
- Smart Environment
- Smart University
- Cloud
- Campus violence detection
- Artificial intelligence
- Domótica
- Video recognition
- Green IT
- E-Learning

1.2. Motores de búsqueda

Toda la información recopilada ha sido seleccionada especialmente de los siguientes motores de búsqueda:

- Google Scholar
- Elsevier
- IEEE Xplore

2. Especificación funcional (Caso 1)

En este apartado, se describirán brevemente las funcionalidades de nuestro ámbito, las cuales han sido divididas en 4 epígrafes genéricos:

- Seguridad
- Confort / Ahorro
- Educación
- Comunicación

Para que sea más cómodo visualmente, se ha utilizado una estructura de árbol para agrupar dichas funcionalidades.

2.1. Árbol de agrupación de funcionalidades

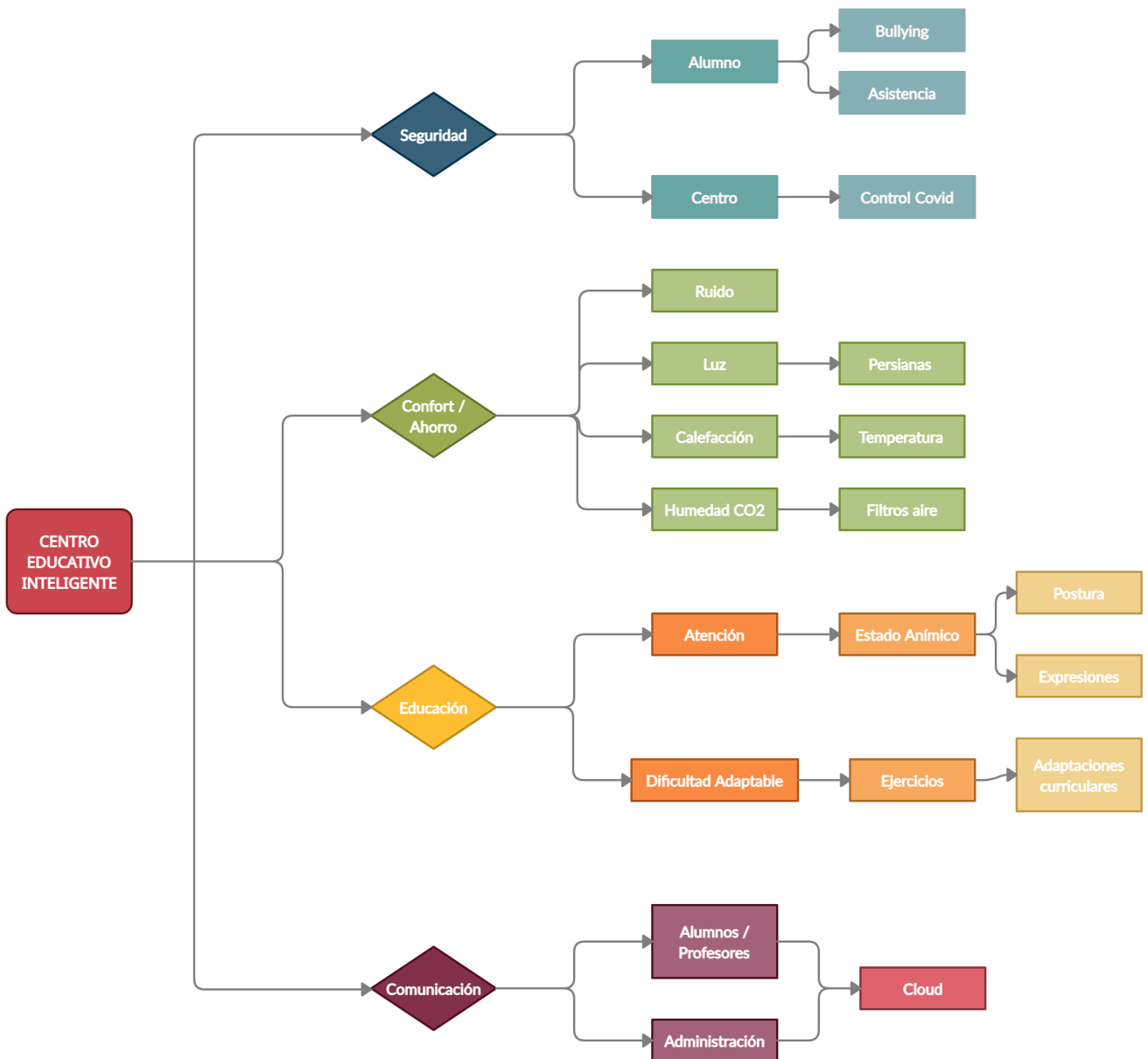


Figura 1: Árbol de agrupación de funcionalidades

2.2. Requerimientos funcionales

2.2.1. Confort/ahorro

- **Funcionalidad 1: Control de la iluminación mediante el accionamiento automático de persianas y toldos**

Para esta funcionalidad, hemos pensado en implementar un sistema que regule automáticamente la posición de las persianas y toldos. A parte de evitar problemas de luminosidad, también se evitarán los problemas de reflejos en la pizarra. Los alumnos y profesores podrán seguir regulando manualmente el sistema.

- **Funcionalidad 2: Control de temperatura**

El sistema ajustará la temperatura buscando el máximo rendimiento energético. A su vez, el sistema podrá realizar un análisis sobre el aislamiento térmico de cada aula, para evaluar si existen fugas térmicas.

- **Funcionalidad 3: Control de calidad del aire**

Se implantarán detectores de CO₂ en las aulas para detectar el nivel de CO₂ y ajustarlo si existe un riesgo. Además, incorporará también un sensor de humedad para comprobar la calidad del aire continuamente.

- **Funcionalidad 4: Control del ruido**

Si el nivel de ruido de una clase excede de cierto valor, las clases vecinas pueden reaccionar y enviar un mensaje de aviso mostrado en una pantalla, para que los estudiantes sepan qué molestan las actividades de sus compañeros.

2.2.2. Seguridad

- **Funcionalidad 1: Detector de acoso**

Se creará un sistema mediante cámaras para detectar si un alumno está sufriendo acoso, este sistema buscará hombros caídos, tristeza en el rostro, distanciamiento, peleas... En caso de haber un positivo se le notificara al psicólogo para que tome las medidas correctas.

- **Funcionalidad 2: Sistema anticovid**

En la entrada al centro y en las aulas habrán cámaras que, mediante visión por computador detectarán si la gente lleva puesta la mascarilla y su temperatura es correcta. En caso de superar la temperatura máxima o no llevar la mascarilla, se tomarán las medidas pertinentes.

- **Funcionalidad 3: Control de asistencia**

El sistema será capaz de realizar el seguimiento de los estudiantes dentro del campus y su rápida evacuación en caso de emergencia; se pueden controlar tanto los bienes como los equipos tecnológicos. Además, la capacidad de realizar automáticamente el control de asistencia para un grupo entero de estudiantes en el momento que entran en la clase, incluso sin la presencia del profesor.

2.2.3. Educación

■ Funcionalidad 1: Dificultad adaptativa

Se proporcionará un sistema que, de forma inteligente, y utilizando el seguimiento de cada alumno, ajustará la dificultad de los ejercicios de los alumnos de tal forma en la que no sean ni lo suficientemente difíciles como para frustrar a los alumnos, ni lo suficientemente fáciles como para aburrirlos.

Detectará el trabajo de los alumnos de forma en la que, si se observa una alta rapidez y fluidez para realizar los ejercicios, estos incrementen en cuanto a dificultad, y si no se realizan correctamente, se les bajará la dificultad a los ejercicios.

■ Funcionalidad 2: Control de estado anímico

Se proporcionará un sistema capaz de detectar el rendimiento académico basado en el estado anímico que presente el alumno a la hora de impartir cierta asignatura. Además se podrá llevar a cabo un estudio de la cantidad de tiempo en la que el alumno presta atención al maestro.

Además de esta funcionalidad permitirá corregir la postura del alumno en el aula mitigando posibles daños en la espalda a largo plazo. Analizando la postura que toman estos al estar sentados en clase.

2.2.4. Comunicación

■ Funcionalidad 1: Cloud

Tanto alumnos como profesorado dispondrán de un Cloud común para la gestión de los materiales docentes, como exámenes, notas, tutorías, temario... Además, este Cloud permitirá suministrar de forma personalizada estos materiales utilizando el aprendizaje dinámico ya mencionado.

De esta manera, el alumno y el profesorado podrá acceder a los materiales en cualquier momento y cualquier lugar.

Por último, también se reducirá el uso de material escolar como papel, bolígrafos, etc; aumentando la firma verde del centro.

3. Especificación Estructural (Caso 2)

3.1. Confort / Ahorro

■ Funcionalidad 1: Iluminación

• Dispositivos y métodos:

Actuador: regulador de intensidad luminosa (Dimmer). Consistiría en un Dimmer tradicional instalado en la pared y conectado a la corriente a través de los cables de par trenzado.

Actuador: motor con un relé para la activación de las persianas. Este consistirá en un motor tubular conectado a un interruptor en la pared. Este también estaría conectado al sistema eléctrico a través de los cables de par trenzado.

Sensor: sensor de presencia volumétrico + luminosidad. Este sensor será el encargado de detectar el nivel de luz de la habitación y si hay gente en la sala. Funcionará con infrarrojos y un transductor fotoeléctrico para transformar la luz en una señal.

- **Descripción estructural:** El sistema entero se comunicará por par trenzado, aprovechando su bajo coste y fácil instalación para transmitir los datos necesarios al sistema. El sensor, por un lado, mandará una señal al motor para regular las persianas en función del nivel de luz deseado. Si no se puede alcanzar ese nivel con luz natural, entrará en acción el dimmer para ajustar con luz artificial el nivel de luz de la sala.

■ Funcionalidad 2: Control temperatura

• Dispositivos y métodos:

Sensor: Termostato inteligente ZigBee con una pantalla LED capaz de detectar temperatura y humedad. Incorpora una alarma que indica cuándo se sobrepasa una temperatura establecida. También será posible regular la temperatura a través de una aplicación móvil.

Puerta enlace ZigBee: Será necesaria para poder conectar el termostato y otros dispositivos ZigBee. Su versión será la 3.0

Cámara: Cámara térmica marca Brinno programada a través de una RaspBerry Pi para que haga fotos a lo largo de un periodo para su posterior estudio.

Controlador: RaspBerry Pi encargada de mandar señales a la cámara térmica para que esta haga las fotos. Las imágenes se guardarán en una memoria USB.

- **Descripción estructural:** En primer lugar, con el termostato y con la aplicación del móvil el profesor será capaz de regular la temperatura incluso antes de entrar a clase. Por otro lado, con el conjunto de información de la cámara y la RaspBerry podremos crear un vídeo con todas las imágenes para poder ver los sitios por donde se pierde el calor en las clases. Con esto podremos ahorrar energía y dinero ya que se podrán solucionar las pérdidas de calor.

■ Funcionalidad 3: Control calidad Aire

- **Dispositivos y métodos:**

Sensor-Actuador: Cada clase tendrá un dispositivo ya equipado con un sensor de CO2 modelo Xiaomi Mi Air Purifier 3H. Servirá tanto de sensor como de actuador.

Dispositivo: Ordenador de sobremesa para la monitorización del aire para cada clase. El ordenador solo requerirá de un navegador y una conexión a internet.

- **Descripción estructural:** El purificador de aire ya estará programado para encenderse y apagarse automáticamente cuando se superen unos niveles de CO2 en el aula. Además, se establecerá un protocolo mqtt entre los dispositivos y el ordenador para que estos publiquen periódicamente el estado del aire y el ordenador monitorice los resultados a través de un dashboard.

■ Funcionalidad 4: Control ruido

- **Dispositivos y métodos:**

Sensor: sensor de decibelios para captar los niveles de ruido del aula (sonómetro).

Comunicación Interna: se hará uso de un bus de datos para la comunicación entre el sensor y la pantalla.

Comunicación Externa: protocolo de bajo consumo para la comunicación inalámbrica entre los diferentes sonómetros.

Pantalla LED: pantalla de visualización de los niveles de ruido obtenidos y de los mensajes entre los sonómetros.

- **Descripción estructural:** El sensor de decibelios captará el nivel del ruido en el aula y mediante un bus de datos se conectará a una pantalla led para mostrar dicho nivel. Además, utilizando el protocolo mencionado comunicaremos los diferentes sonómetros situados en las aulas para mandar el mensaje de aviso y advertir así a la clase que se encuentra molestando.

3.2. Seguridad

■ Funcionalidad 1: Detector de acoso

• Dispositivos y métodos:

Cámara: cámaras RGB-D IP repartidas por todo el centro para capturar las imágenes de un posible caso de acoso. Estas estarán colocadas por todo el centro tanto dentro como fuera de las aulas.

Enrutador: En el servidor del centro habrá un enrutador montado en un rack, donde llegará la información de todas las cámaras y se enviarán al centro de computación en la nube.

Computación en la nube: Para computar toda la información dispondremos de un servidor estilo Amazon Web Services o Google Cloud Platform para realizar toda la algoritmia.

Comunicación: Haremos uso de una red LAN por la gran cantidad de información que obtendrán las cámaras, la red será en la medida de lo posible cableada para evitar una congestión en la comunicación que se tendría en una red inalámbrica por la cantidad de datos, ya que se pretenden colocar múltiples cámaras.

Método: Se utilizarán métodos de visión por computador encargados de analizar las imágenes y detectar comportamientos como rechazo social, peleas, etc. Si se detecta que un alumno esta.

- **Descripción estructural:** El sistema constará de una red de cámaras conectadas a un enrutador que enviará las imágenes para que sean procesadas mediante computación en la nube y poder obtener datos que nos indiquen si un alumno esta recibiendo acoso. Estas cámaras estarán distribuidas tanto en las aulas como en las zonas exteriores.

■ Funcionalidad 2: Sistema anti-covid

• Dispositivos y métodos:

Cámara: cámaras RGB-D con conector de 15 pines para dispositivos embebidos que captara las imágenes en tiempo real.

Controlador: dispositivo embebido estilo Raspberry o NVIDIA Jetson Nano que realizara el computo necesario.

Comunicación: haremos uso de un bus de datos simple de 15 pines que conectará la cámara con el dispositivo embebido.

- **Descripción estructural:** El sistema estará colocado en las puertas de las aulas, este, captará los rostros de los alumnos y con un método de visión por computador controlará si el alumno lleva puesta la mascarilla.

■ Funcionalidad 3: Control de asistencia

Antes de indicar los dispositivos y métodos que se utilizarán, en esta funcionalidad cabe destacar que finalmente hemos decidido cambiar la especificación funcional mencionada en la sección 2 del documento debido a que podemos hacer uso de algunos de los dispositivos de la funcionalidad anterior para realizar el control de asistencia de los estudiantes.

- **Dispositivos y métodos:**

Cámara: Cámaras RGB-D con conector de 15 pines para dispositivos embebidos que captara las imágenes en tiempo real.

Controlador: Dispositivo embebido estilo Raspberry o NVIDIA Jetson Nano que realizara el computo necesario.

Comunicación: Haremos uso de un bus de datos simple de 15 pines que conectará la cámara con el dispositivo embebido.

- **Descripción estructural:** Reutilizando el sistema del apartado anterior se comparará el rostro del alumno con la registrada en la base de datos propia de cada centro para poder confirmar si el alumno corresponde a la clase en cuestión y confirmar así su asistencia.

3.3. Educación

Funcionalidad 1: Dificultad adaptativa

- **Dispositivos y métodos:**

Interfaz web: Interfaz web a la cual los alumnos podrán acceder desde todo tipo de dispositivos, como tablets, smartphones, o portátiles.

Base de datos: Se utilizará una base de datos para almacenar la batería de preguntas. Esta base de datos se localizará dentro del servidor en la nube.

Método: Se hará uso de un algoritmo, que permita ajustar la dificultad de los ejercicios en función del rendimiento. El algoritmo obtendrá como entrada los resultados de los ejercicios realizados del alumno. Cada alumno tendrá asignado un valor de dificultad para cada asignatura, así como los ejercicios, que se encontrarán clasificados mediante múltiples etiquetas, como la asignatura, o distintos aspectos de ejercicios, como los ejercicios que hagan uso de la competitividad (incluyendo una tabla de rankings, etc). El algoritmo, procesará los resultados realizados en cada asignatura, ajustando el este valor en función del tiempo y aciertos realizados por el alumno.

- **Descripción estructural:** Los alumnos se conectarán a la interfaz web desde un dispositivo con internet. La primera vez que se conecten al sistema realizarán un cuestionario a cada alumno sobre distintos aspectos, como su nivel de competitividad, y las asignaturas en las que se encuentra más interesado.

Una vez realizado, se le proporcionará ejercicios para cada asignatura, fomentando los ejercicios en las asignaturas de preferencia del alumno. Después de que el alumno realice los ejercicios, el sistema enviará los datos obtenidos, si se observa una alta rapidez y fluidez para realizar los ejercicios, estos incrementen en cuanto a dificultad, y si no se realizan correctamente, se les bajará la dificultad a los ejercicios.

Funcionalidad 2: Control de estado anímico y atención

- **Dispositivos y métodos:**

Cámara: cámaras RGB-D IP repartidas por las aulas para analizar el comportamiento de los alumnos.

Comunicación: Haremos uso de una red LAN por la gran cantidad de información que obtendrán las cámaras, la red será en la medida de lo posible cableada para evitar una congestión en la comunicación que se tendría en una red inalámbrica por la cantidad de datos, ya que se pretenden colocar múltiples cámaras.

Enrutador: En el servidor del centro habrá un enrutador montado en un rack, donde llegará la información de todas las cámaras y se enviarán al centro de computación en la nube.

Computación en la nube: Para computar toda la información dispondremos de un servidor estilo Amazon Web Services o Google Cloud Platform para realizar toda la algoritmia.

Método: Se utilizarán métodos de visión por computador encargados de analizar las imágenes y detectar cuanto tiempo pasa una persona atendiendo dentro de un rango de tiempo a la clase. Este método devolverá datos que podrán ser interpretados mediante gráficos.

- **Descripción estructural:** Se aprovechara la infraestructura de las cámaras implementadas para la funcionalidad del acoso. Haciendo que los frames sean enviados mediante un enrutador a computarse en la nube obteniendo como resultado unas gráficas que muestren la evolución del alumno a través del tiempo. Viendo así el tiempo en el cual el alumno atiende.

3.4. Árbol estructural

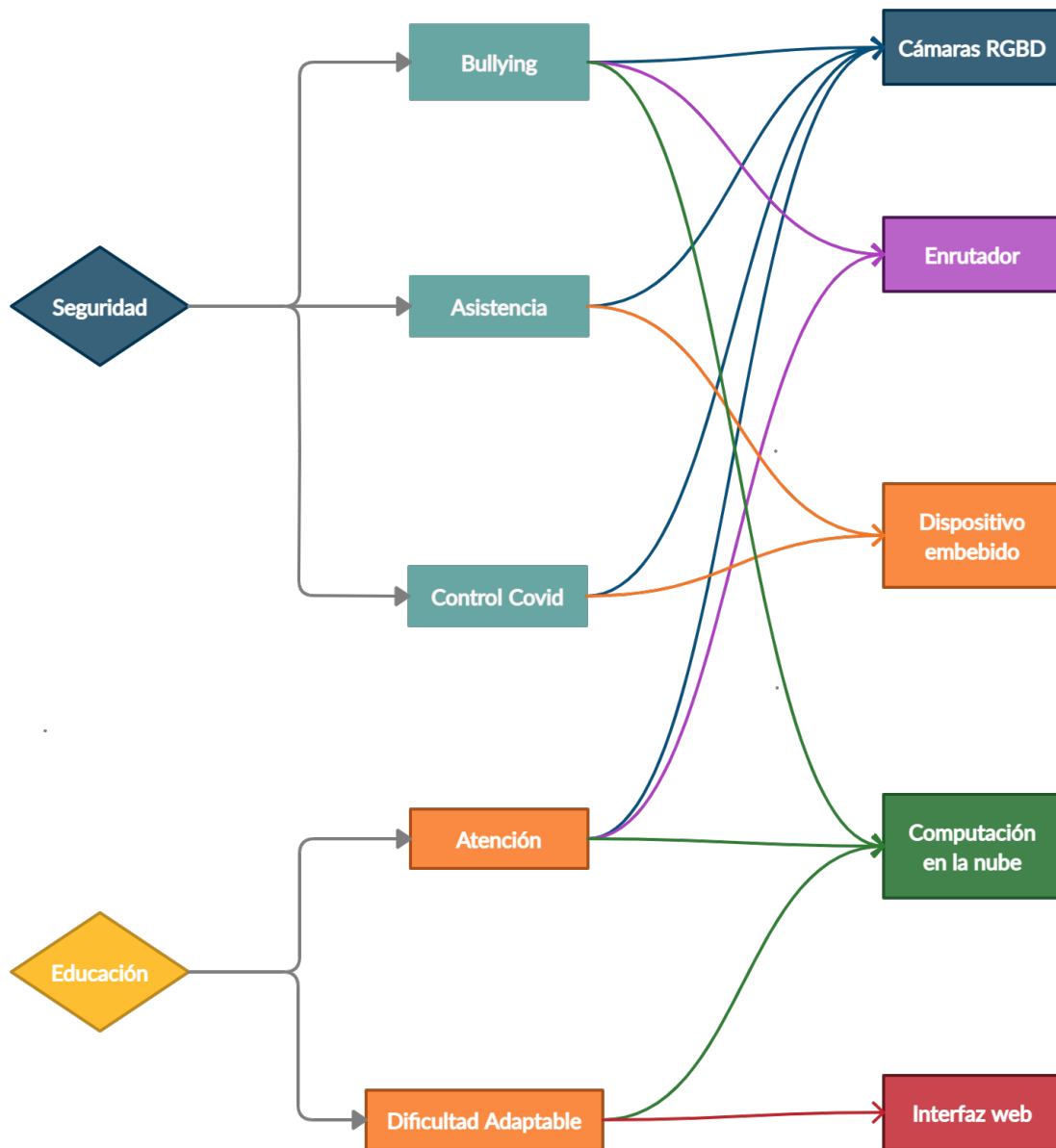


Figura 2: Árbol de especificaciones estructurales para seguridad y educación

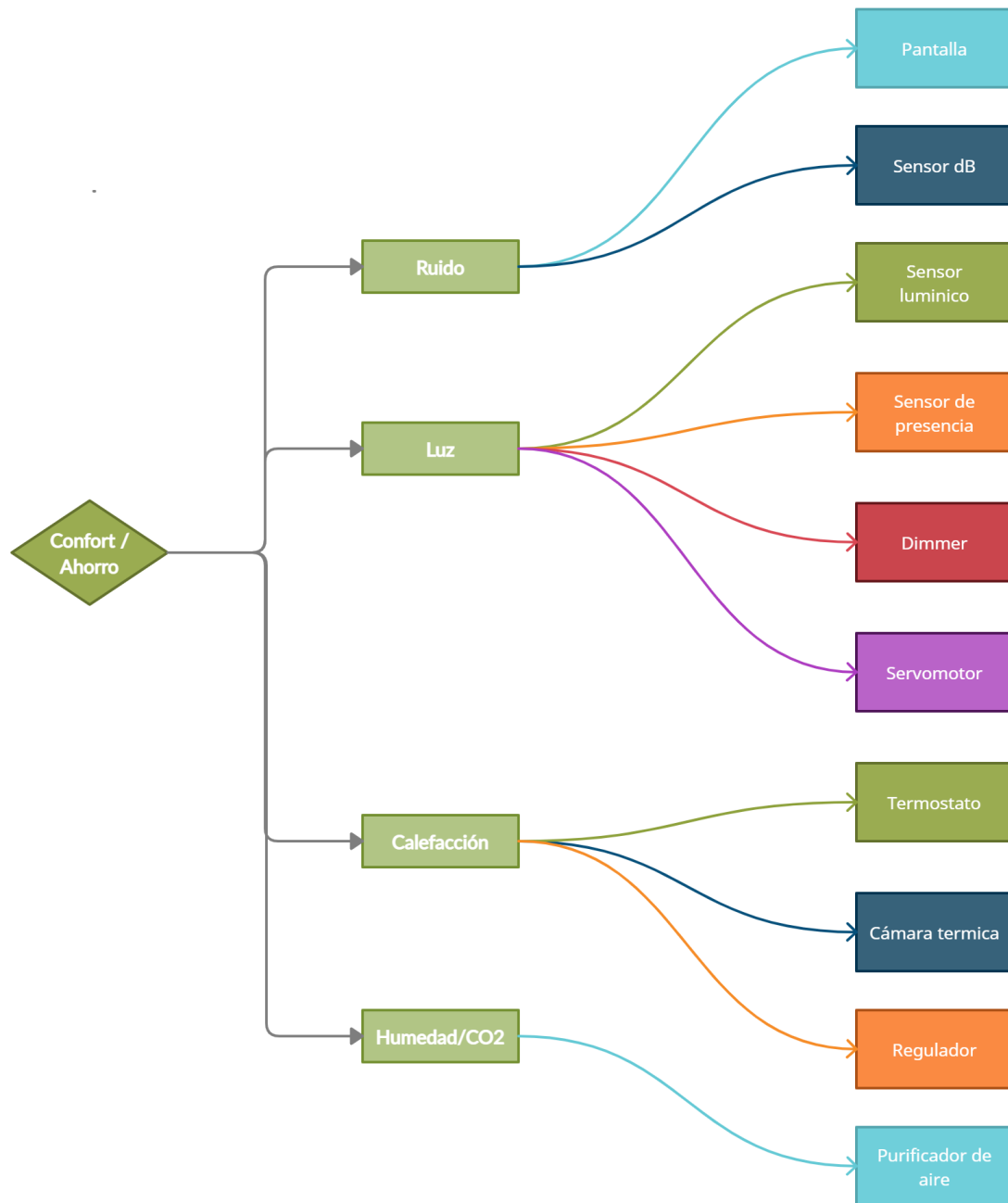


Figura 3: Árbol de especificaciones estructurales para confort y ahorro

4. Especificación Tecnológica (Caso 3)

En la presente sección, se han seleccionado algunas de las funcionalidades del anterior caso y propuesto las tecnologías necesarias para la resolución de éstas dando como resultado la especificación tecnológica de nuestro caso.

4.1. Confort / Ahorro

■ Funcionalidad 1: Iluminación

Dimmer ZigBee 3.0 lonsonho:

1 Gang Zigbee Dimmer

Modelo: QS-Zigbee-D02-TRIAC-LN

Frecuencia: 2.4GHz-2.484GHz

Potencia: Máx.150W

Precio: 16,55€

Con este dispositivo se podrá regular el porcentaje de luminosidad artificial que hay en el aula. Hemos seleccionado este dimmer debido a su coste no muy elevado y a que dispone de compatibilidad zigbee. Las reseñas del producto indican que no suele haber complicaciones a la hora de instalarlo.

Módulo ZigBee 3.0 AIapplets para persiana:

Modelo: QS-Zigbee-C01

Potencia: 300W

Dimensiones: 48mm*47mm*18mm

Compatibilidad con App Tuya, Smart Life

Conectado a motor tubular o motor eléctrico

Switch manual: Toggle, Rocker type

Precio: 17,48€

Este módulo que se conectará en la pared al lado de las persianas permitirá que tanto a través de una aplicación en el móvil como manualmente se pueda ajustar la posición de las persianas. Las reseñas del producto indican que no hay complicaciones en la instalación y que funciona correctamente.

Sensor de Luz Inteligente para Xiaomi Mijia Zigbee 3.0:

Modelo: FBA-05009-1-BNJDE

Fabricante: Bainuojia

Peso: 30g

Tamaño: 40 × 40 × 12 mm

Rango de detección: 0-8,3 m

Precio: 18,33€

Con este sensor se podrá detectar el nivel de luminosidad. Esto servirá como dato para que los otros dispositivos puedan trabajar y ajustarse en relación a ese nivel. Este modelo de Xiaomi viene incorporado con una pegatina para que se pueda instalar sin necesidad de tornillos, hemos valorado eso positivamente frente a otros sensores. Tiene muchas ventas y una gran variedad de opiniones, la mayoría positivas.

■ Funcionalidad 2: Temperatura

Termostato Inteligente para Caldera de Gas/Agua:

Modelo: IT002-1

Fabricante: HUALANS

Peso: 5 g

Tamaño: 8.6 x 8.6 x 1.6 cm

Botones: botones táctiles capacitivos

Voltaje: 240 Voltios Precio: 52,99€

Este termostato será el encargado de regular de forma automática la temperatura de todas las clases. Lo que nos ha parecido atractivo de este termostato es que en la propia página viene con un vídeo de instalación y el manual es muy completo y fácil de seguir. El precio, aunque un poco elevado, está en la media de lo que valen este tipo de termostatos por lo general. El producto tenía unas reseñas bastante buenas y contaba con una gran sección de preguntas/respuestas.

Módulo de Cámara Infrarroja para Raspberry Pi (NoIR) V2

Sensor de imagen Sony IMX 219 PQ CMOS en un módulo de foco fijo con filtro de bloqueo IR eliminado.

Resolución: 8 megapíxeles

Resolución de imagen fija: 3280 x 2464

Conexión a Raspberry Pi: cable plano de 15 pines, a la interfaz serial de la cámara MIPI de 15 pines (CSI-2).

Tamaño de la lente: 1/4 "

Dimensiones: 23.86 x 25 x 9 mm

Peso: 3g

Rango de temperatura: -20º a 60º

Precio: 26,91 €

Tras buscar muchas opciones para realizar el estudio térmico de la habitación, nos hemos decantado por usar este modulo de cámara para la Raspberry Pi. La idea es hacer un programa que vaya sacando fotos de la habitación cada X tiempo para ser luego convertidas en un vídeo y ver las partes más frías de la sala. Nos ha parecido interesante esta opción ya que viene con un manual de usuario para el uso de la cámara y la raspberry se puede reutilizar para otras funcionalidades.

Raspberry Pi 4 4GB model b:

Clásica Raspberry Pi para conectar el módulo de la cámara y almacenar las fotos.

No son necesarias más especificaciones para este dispositivo ya que estamos hablando de un sistema integrado.

Precio: 90€

■ Funcionalidad 3: Control CO2

Purificador air Xiaomi MI 3H:

Marca: Xiaomi

Modelo: AC-M6-SC

Tamaño: 24 x 24 x 52 cm

Peso: 5 kg

Potencia: 21 vatios

Fuente de alimentación: Eléctrico con cable

Tipo de filtro: Carbón activado

Tipo de controlador: Control remoto, Control táctil

Elegimos este modelo de Xiaomi ya que es uno de los más usados en este ámbito. Además, se dispone de asistencia por parte de Xiaomi en caso de avería o cualquier problema. Las valoraciones son positivas y se dispone de un manual para su instalación lo que facilita el proceso. También cuenta con una amplia sección de preguntas y respuestas.

4.2. Seguridad

■ Funcionalidad 1: Control de asistencia y COVID

Para este último caso, se ha decidido juntar estas 2 funcionalidades en una sola ya que comparten los mismos dispositivos y métodos.

- Utilizaremos una **Nvidia Jetson Nano 2G** como sistema embebido ya que incluye una GPU para el realizar el cómputo necesario cosa que con una raspberry pi se nos quedaría corto de cómputo al aplicar los métodos de visión que posteriormente veremos. A esta sistema embebido, se le conectará, utilizando un bus de datos, una cámara IMX219 para poder aplicar nuestros algoritmos de reconocimiento facial y detección de rostros.



Figura 4: Nvidia Jetson Nano 2GB con cámara IMX219

- Para el **algoritmo de reconocimiento facial**, se ha utilizado LBPH (Local Binary Patterns Histograms) Face Recognizer empleando la librería de OpenCV en el lenguaje de Python.
- Para el **algoritmo de detección de rostros**, se ha utilizado MediaPipe Face Detection, se trata de un módulo de la librería MediaPipe que da solución a la detección de rostros de forma ultrarrápida empleando 6 puntos de referencia y soporte para múltiples rostros.

El funcionamiento del conjunto de los métodos utilizados se explicará en el documento de prácticas.

Finalmente, para llevar a cabo el control de asistencia del alumno, a partir de estos algoritmos se comprobará con la base de datos de cada centro y así verificar la asistencia, además de comprobar si el alumno dispone de mascarilla antes de ingresar en el aula.

■ Funcionalidad 2: Sistema anti acoso

- **Algoritmo de visión usando**

Para el algoritmo, usaremos el algoritmo de visión [5] que emplea una red neuronal convolucional basada en TensorFlow.

- **Sistema montado de cámaras:**

Para capturar las imágenes necesarias se utilizará la "Reolink RLC-520", una cámara de tipo IP que se alimentará por el cable de red mediante el protocolo PoE, ya que así evitamos las interferencias del cable de alimentación y se tendrá una imagen con menos ruido. La cámara se usará tanto para interiores como para exteriores ya que al comprar mucha cantidad del mismo producto se abarataría el precio. La cámara tiene una resolución de 55MP, posee un ángulo de visión de 80° y visión nocturna.



Figura 5: Cámara Reolink RLC-520

- **Sistema de enrutamiento**

Haremos uso de un switch d-link de 28 puertos ya que es el mejor calidad precio y con fácil instalación, donde irán conectadas todas las cámaras, este switch estará conectado a un router Tplink TL-ER7206 ya que nos ofrece una capacidad de encaminamiento superior al router que suelen dar las teleoperadoras que se congestionarían con facilidad dividido a la gran cantidad de datos que se pretende enviar.



Figura 6: Router Tplink TL-ER7206



Figura 7: Switch d-link de 28 puertos

- **Sistema de computación en la nube**

Para el sistema de computación en la nube se usará Amazon web services ya que nos aporta además de proporcionar los clusters para computar los diferentes algoritmos que usaremos obtenemos un servicio de DNS y de bases de datos en la nube.

4.3. Educación

■ Funcionalidad 1: Dificultad adaptativa

Para la implementación de la siguiente funcionalidad tenemos que poseer distintos aspectos que formarán parte de esta.

Lo primero que tenemos que tener en cuenta para la implementación de esta funcionalidad es poseer la base de la funcionalidad la cual es, en este caso, la batería de preguntas que serán realizadas por los alumnos. Estas preguntas se encontrarán divididas según la asignatura y curso al que pertenezcan, y cada pregunta poseerá una o varias etiquetas asociadas según su dificultad y por si son competitivas o no (En el caso en que lo sea, la pregunta podrá poseer un ranking, por ejemplo), entre otros.

Para que los alumnos puedan acceder a estas preguntas desde todo tipo de dispositivos que puedan conectarse a internet, se hará uso de un sistema de gestión de contenidos para la facilitación de esto. En nuestro caso, y para una mayor facilidad, haremos uso de la plataforma Moodle para que sirva como interfaz entre los usuarios y el contenido.

Para que se pueda hacer uso del algoritmo, y se puedan procesar los datos obtenidos en Moodle de la realización de las cuestiones, se deberá de conectar esta a Amazon Web Services, el cual ya ha sido utilizado para otras funcionalidades y posee alta interoperabilidad con Moodle, que se encargará del procesamiento de los datos obtenidos mediante el algoritmo, modificando los valores de dificultad de cada alumno.

El funcionamiento básico del algoritmo que se utilizará es el siguiente:

- La primera vez que un alumno inicie sesión en el sistema, se le realizará un pequeño cuestionario sobre algunos aspectos del alumno, como puede ser las asignaturas que mejor y peor se le da, las asignaturas que más le gusta, si le gusta competir, etc.
- Después de la realización del cuestionario, al alumno se le generará una lista de valores de dificultad, una por cada asignatura. Se tendrán en cuenta los resultados del cuestionario para el ajuste de los valores iniciales, asignando un valor inicial menor en una asignatura si se ha dicho que se le da mal esa asignatura, etc.
- Después de la realización de las preguntas, al alumno se le modificará el valor de dificultad de una asignatura dependiendo los resultados de estas, así como el tiempo de realización de estos, entre otros.

■ Funcionalidad 2: Control de estado anímico y atención

Para la implementación de esta funcionalidad vamos a aprovechar la infraestructura que se utilizará para el sistema anti acoso. Aprovechando todos los sistemas nombrados con anterioridad

- **Algoritmo de visión:** En cuanto al algoritmo de visión por computador se ha desarrollado uno capaz de detectar la posición de la cabeza y obtener resultados que se pueden utilizar para analizar el enfoque de los alumnos a lo largo de la sesión.
- **Sistema de cámaras:** En cuanto al sistema de cámaras vamos a utilizar las Reolink RLC-520 (Figura 5) nombradas con anterioridad en la funcionalidad del sistema anti acoso donde se especifica también como irán interconectadas

- **Sistema de enrutamiento:** Al igual que en el sistema anti acoso haremos uso de un switch d-link de 28 puertos, donde se conectarán todas las cámaras interiores. Este switch irá conectado a un router Tplink-ER7206 como hemos visto en otras funcionalidades.
- **Sistema de computación en la nube:** Se ha elegido computación en la nube ya que resulta más barato que instalar un servidor en cada centro, además podremos acceder a toda la información sin tener que desplazarnos y no se necesitará de ningún técnico encargado del mantenimiento de este. En cuanto a la elección del servicio hemos optado por Amazon web service, ya que además de aportar un gran nivel de computo nos ofrece bases de datos para poder almacenar todos los datos obtenidos en varios centros.

4.4. Diagrama de conexiones

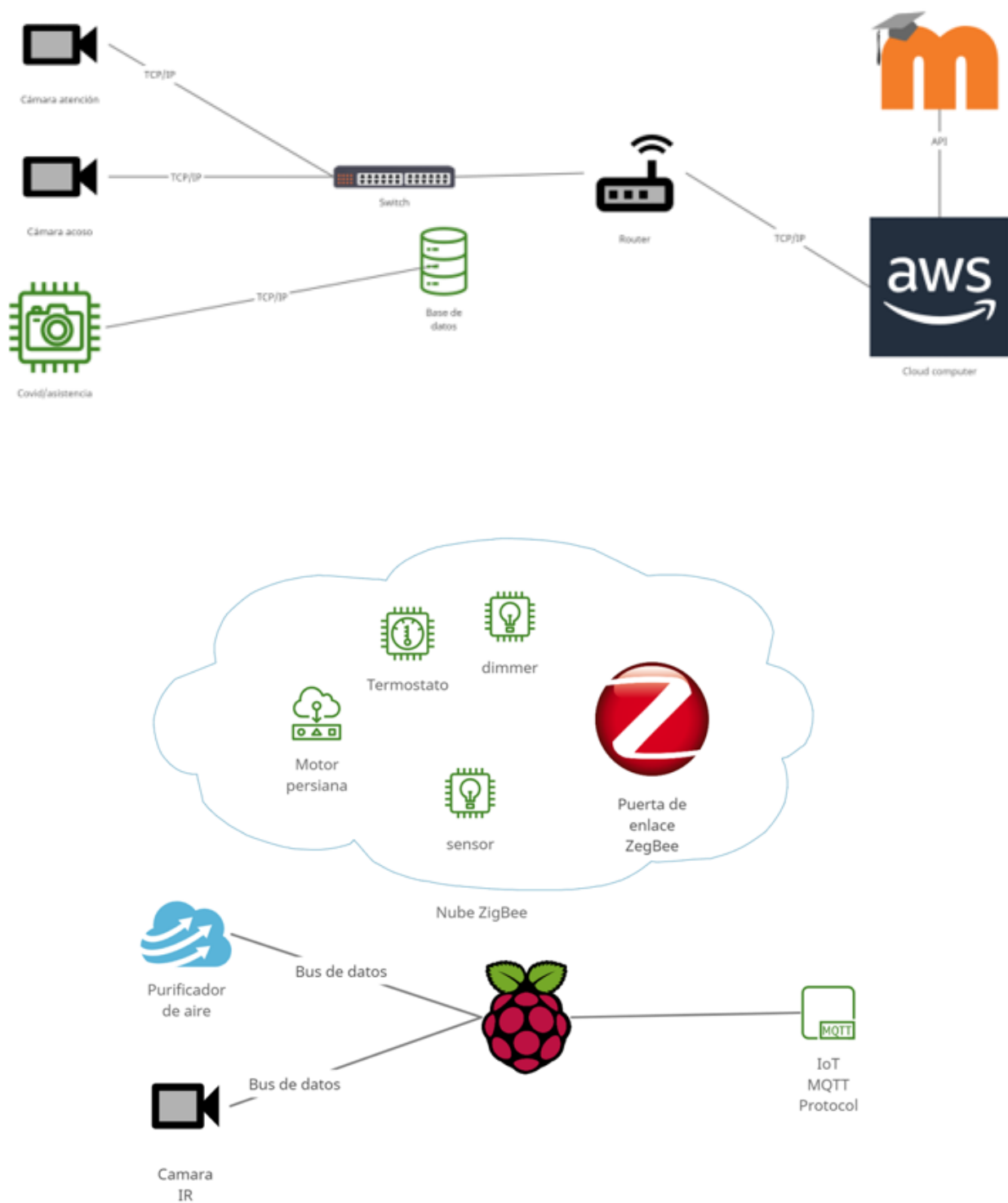


Figura 8: Diagrama de conexiones

Bibliografía

- [1] Universidad Alicante. *UA Smart University*. 2021. URL: <https://web.ua.es/es/smart/smart-university-hacia-una-universidad-mas-abierta-universidad-de-alicante.html>.
- [2] Universidad Barcelona. *Smart Classroom Project*. 2021. URL: <https://smartclassroomproject.com>.
- [3] Aqeel Ur Rehman, Abu Zafar Abbasi y Zubair A. Shaikh. "Building a smart university using RFID technology". En: *Proceedings - International Conference on Computer Science and Software Engineering, CSSE 2008* 5 (2008), págs. 641-644. DOI: 10.1109/CSSE.2008.1528.
- [4] Marian CațĂ. "Smart university, a new concept in the Internet of Things". En: *2015 14th RoEduNet International Conference - Networking in Education and Research, RoEduNet NER 2015 - Proceedings* (2015), págs. 195-197. DOI: 10.1109/RoEduNet.2015.7311993.
- [5] Liang Ye y col. "Campus violence detection based on artificial intelligent interpretation of surveillance video sequences". En: *Remote Sensing* 13 (4 feb. de 2021), págs. 1-17. ISSN: 20724292. DOI: 10.3390/rs13040628.
- [6] Mahesh K. Banavar y col. "Embedding Android signal processing apps in a high school math class - An RET project". En: *Proceedings - Frontiers in Education Conference, FIE 2015-February*. February (2015), págs. 12-15. ISSN: 15394565. DOI: 10.1109/FIE.2014.7044266.
- [7] Mohammad Zohaib. "Dynamic difficulty adjustment (DDA) in computer games: A review". En: *Advances in Human-Computer Interaction* 2018 (2018). ISSN: 16875907. DOI: 10.1155/2018/5681652.
- [8] Maja Goršič y col. "A multisession evaluation of an adaptive competitive arm rehabilitation game". En: *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* 14.1 (2017), págs. 1-15. ISSN: 17430003. DOI: 10.1186/s12984-017-0336-9.
- [9] Pieter Vanneste y col. "Computer vision and human behaviour, emotion and cognition detection: A use case on student engagement". En: *Mathematics* 9.3 (2021), págs. 1-20. ISSN: 22277390. DOI: 10.3390/math9030287.
- [10] S. Jerald Nirmal Kumar y col. *Smart education using mobile green cloud enabled platform and services*. 2021. DOI: 10.1007/978-3-030-48141-4_7.