

Estudio de evaluación del impacto emocional en modelos de docencia presencial y virtual en el alumnado a través de técnicas de neurociencia (ID2016/091)

Memoria de Resultados

Convocatoria de Innovación Docente – Curso 2016-2017



Grupo de Innovación docente: Ana Belén Gil González (coordinadora), Ana de Luis Reboledo, Gabriel Villarrubia González, Vivian Félix López Batista, María Dolores Muñoz Vicente, María Navelonga Moreno García, Belén Pérez Lancho

Departamento de Informática y Automática
Universidad de Salamanca - Facultad de Ciencias
Plaza de la Merced, s/n
37008 Salamanca

15 de Junio de 2017

I. CONTENIDO

II. Datos del Proyecto	1
III. Introducción.....	2
IV. Objetivos	3
V. Desarrollo del proyecto.....	3
A. plan de trabajo	3
B. Calendario Y organización de tareas	4
C. Medios utilizados	6
VI. la medida de las emociones con sensores.....	7
A. Estudio Preliminar	8
B. Construyendo un sensor basado EN EDA.....	11
C. Prototipo de dispositivo para medida del eda	13
VII. Resultados Logrados	15
VIII. Conclusiones	16
IX. Bibliografía.....	17

FIGURAS

Figura 1. Cronograma de la Planificación Temporal de Fases del Proyecto	5
Figura 2. Sensores de medición de la marca Movisens	6
Figura 3. Monitorización de señales de sensores utilizados	7
Figura 4. Esfera goniométrica (a: activación, v: valencia, d: dominancia)	8
Figura 5. Visualización de medidas de EDA, presión, Temperatura, y acelerómetro en los tres ejes	9
Figura 6. Comparativas de las mediciones tomadas con el sensor de EDA, para la realización de las tareas 1 de baja dificultad, gráfica superior y tarea 2 alta dificultad, gráfica inferior.....	10
Figura 7. Ejemplo divisor resistivo.....	11
Figura 8. Circuito electrónico utilizado en el prototipo del sensor	13

Figura 9. Prototipo sensor EDA	14
Figura 10. Programación del servidor node-red	14
Figura 11. Representación de datos mediante el servidor node-red	15
Figura 12. Representación de datos usando HTML5 y js	15

II. DATOS DEL PROYECTO

TÍTULO: Estudio de evaluación del impacto emocional en modelos de docencia presencial y virtual en el alumnado a través de técnicas de neurociencia

REFERENCIA: ID2016/091

PROFESOR COORDINADOR: Ana Belén Gil González

ORGANISMO: UNIVERSIDAD DE SALAMANCA

CENTRO: FACULTAD DE CIENCIAS

INVESTIGADORES QUE FORMAN EL EQUIPO:

Ana Belén Gil González (coordinadora)

Ana de Luis Reboredo

Gabriel Villarrubia González

Vivian Félix López Batista

María Dolores Muñoz Vicente

María Navelonga Moreno García

Belén Pérez Lancho

DURACIÓN: Octubre 2016 a junio 2017

III. INTRODUCCIÓN

Los últimos avances neurocientíficos muestran la importancia de la respuesta emocional en la toma de decisiones. Las respuestas emocionales fisiológicas se pueden medir de forma objetiva mediante el uso de metodologías de investigación con origen en las neurociencias ([1],[2],[11],[12]). Los resultados son complementarios a otras técnicas de investigación cualitativas que permiten obtener información sobre el sentimiento de emoción.

La respuesta emocional de origen fisiológico es inconsciente, incontrolable y genera cambios en el estado somático de las personas. Esta respuesta fisiológica se produce antes de cualquier proceso racional que involucre un análisis de la situación, el entorno o el contexto.

El sentimiento de emoción es la racionalización de la respuesta emocional fisiológica producida cuando entra la racionalización de la situación o contexto, y ambos conceptos emocionales pueden no coincidir.

El uso de tecnologías y desarrollos basados en la neurociencia se está extendiendo por su aplicación directa en los procesos de decisión de compra a través del conocido como neuromarketing. El neuromarketing es el área del marketing que estudia los procesos cerebrales y su impacto en el proceso de toma de decisiones. Sus objetivos fundamentales son:

1. La identificación del impacto emotivo que genera un producto, servicio, marca, etc.
2. Comprender el comportamiento del consumidor en el momento de compra
3. Identificar y satisfacer las necesidades y expectativas de los clientes

A través de la medición de respuestas emocionales de origen fisiológico pueden medirse tres componentes básicos en cualquier proceso formativo: atención, emoción y memoria.

En este documento se describe un análisis de diferentes medidas biométricas en sujetos en un contexto educativo mientras realizan diferentes tareas con un ordenador. Para ello se realizan mediciones de la Actividad Electrodermica así como de Electrocardiograma en un entorno real. Estudios neurocientíficos muestran que la emoción juega un papel crítico en los comportamientos racionales e inteligentes.

IV. OBJETIVOS

El proyecto tiene como **objetivo principal** el definir, diseñar, evaluar y poner en funcionamiento una metodología basada en técnicas de neurociencia que ayude a los profesores a medir el impacto emotivo de los alumnos en la realización de actividades de aprendizaje tanto presenciales como sobre materiales on-line sobre los ejes de atención, emoción y memoria.

Los **objetivos parciales** de dicho proyectos serán:

1. Diseñar una metodología integral basada en medidas con dispositivos equipados con sensores biomédicos como medio para realizar una gestión integral del estudio de métricas emocionales en distintas actividades de aprendizaje.
2. Construir los modelos emocionales continuo y discreto utilizando medidas de estas actividades
3. Realizar estudio de campo de dicha metodología en actividades de docencia presencial
4. Medir la idoneidad de materiales on-line de apoyo a la docencia según parámetros de respuesta emocional.
5. Realizar una comparativa entre los distintos modelos docentes del grado en ingenierías informáticas y asimiladas contempladas en el proyecto.

V. DESARROLLO DEL PROYECTO

A. PLAN DE TRABAJO

En el momento actual, el sistema de enseñanza superior modifica y redefine de manera importante los papeles de profesor y estudiante. En la previsión docente que acompaña cada asignatura hay un enorme desglose de actividades tanto presenciales como no presenciales con el fin de alcanzar las competencias. El **profesor** pasa a convertirse en **tutor** y a **gestor** de los contenidos y del proceso de aprendizaje, mientras el estudiante adquiere un mayor control de su propio proceso formativo. Todo este modelo hace al **profesor responsable de elaborar contenidos de calidad**, no sólo en cuanto al grado de detalle y selección de los contenidos sino en la manera de transmitirlo. El **estudiante** debe de ser capaz de **percibir la idoneidad de los contenidos y el proceso en el que le son administrados** estos materiales, bien a través de actividades de docencia presencial como las formuladas a través de la plataforma on-line.

En el ámbito de la ingeniería informática conviven un elevado número de horas de actividad tutelada en laboratorios y aulas de informática junto con docencia más teórica. Los profesores trabajamos en programas de investigación aplicando técnicas novedosas que ahora nos gustaría aplicar a nuestra parte de evaluación de elementos de la docencia. Este proyecto

Estudio de evaluación del impacto emocional en modelos de docencia presencial y virtual en el alumnado a través de técnicas de neurociencia

propone una metodología basada en técnicas y tecnologías de neurociencia que permita al profesor medir mediante parámetros objetivos la percepción del alumno en el acceso a los contenidos y su formulación en el desarrollo de cualquier asignatura empezando a realizar el caso de estudio sobre asignaturas del Grado en Ingeniería Informática.

Para el desarrollo del presente proyecto se cuenta con los medios generales proporcionados por la Facultad de Ciencias y la Universidad de Salamanca para la impartición de docencia. El equipo de trabajo además cuenta además con material de su ámbito de investigación que pone al servicio de este proyecto

B. CALENDARIO Y ORGANIZACIÓN DE TAREAS

El proyecto ha sido desarrollado desde noviembre de 2016 a junio de 2017. Las fases lógicas en que se ha dividido el mismo han sido las siguientes:

1. Puesta en marcha del proyecto
2. Elaboración de un informe de requisitos para la elaboración del proceso de evaluación de actividades presenciales con técnicas de neuromarketing y sus parámetros de medida en el caso de estudio elegido.
3. Sesiones de toma de datos en los escenarios seleccionados y con los materiales presenciales y on-line elegidos en el entorno de la USAL.
4. Pruebas de Validación Preliminares en asignaturas del primer cuatrimestre.
5. Experiencias piloto a lo largo las asignaturas del segundo cuatrimestre
6. Disseminación de resultados y coordinación con otros proyectos de esta convocatoria
7. Elaboración de la memoria de resultados

Para determinar la correcta marcha del proyecto cada fase ha tenido unos resultados parciales que se tomaron como hitos de control para comprobar el correcto desarrollo del proyecto, habiendo reuniones quincenales del proyecto. Dicha evaluación ha incluido el ir obteniendo los productos especificados para cada fase y tarea, así como una valoración a través de encuestas de actividad por parte de los actores implicados en el proyecto: profesores implicados en el proyecto y estudiantes afectados por la experiencia piloto.

La Figura 1, muestra un resumen de la **planificación temporal de las actividades** descritas en el punto anterior. Se puede observar que la carga más importante de trabajo se concentrará a lo largo del periodo de puesta en marcha del modelo y su uso en actividades del segundo cuatrimestre.

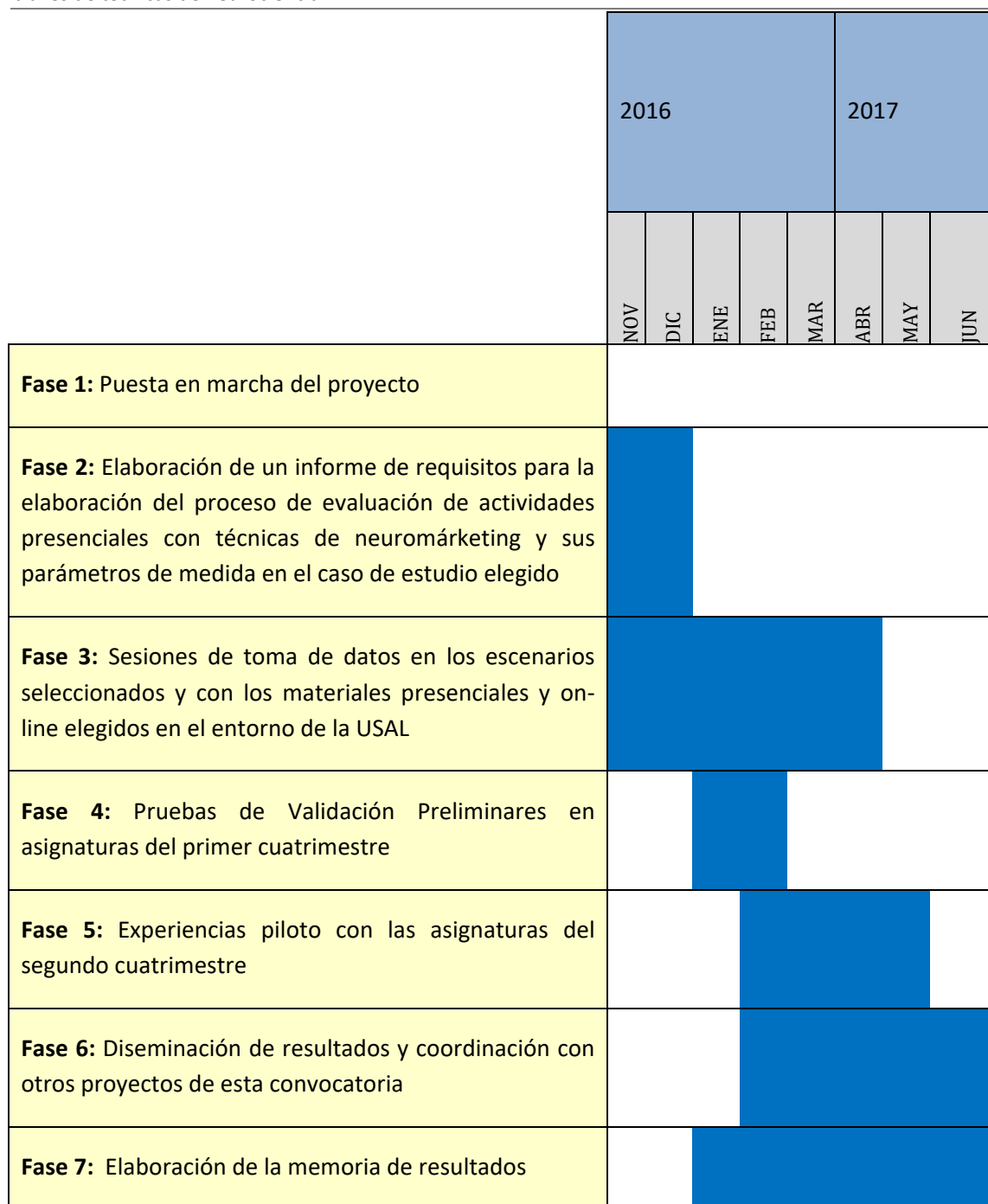


Figura 1. Cronograma de la Planificación Temporal de Fases del Proyecto

Se desarrolló una experiencia piloto de toma de datos en asignaturas del Grado en Ingeniería Informática de distintos cursos así como en el Máster en Ingeniería Informática y en Sistemas Inteligentes. Para dicha experiencia se ha contado con la participación de estudiantes sobre los que se han medido las siguientes métricas emocionales:

1. Activación emocional: mide el nivel de intensidad emocional por unidad de tiempo de ejecución. Varía del reposo a la excitación
2. Impacto emocional: mide las variaciones emocionales intensas en momentos específicos por unidad de tiempo

3. Tiempo de ejecución: mide la duración en segundos de cada tarea.

Se ha incorporado al equipo de evaluación de resultados a estudiantes del Grado en Ingeniería Informática y del Máster en Ingeniería Informática. Concretamente los alumnos del Máster en Ingeniería Informática han participado de manera activa en la experiencia piloto dentro de la asignatura "Paradigmas Avanzados de Interacción Persona Ordenador".

C. MEDIOS UTILIZADOS

Para el desarrollo del presente proyecto se ha contado con los medios generales proporcionados por la Facultad de Ciencias y la Universidad de Salamanca para la impartición de docencia así como medios propios del grupo de investigación BISITE. En estos medios se incluyen:

- La plataforma de Campus Virtual Studium (studium.usal.es) como soporte a la comunicación con los alumnos así como para aspectos de docencia en línea de modo complementario a la docencia presencial.
- Las aulas de la Facultad de Ciencias donde se han realizado las medidas.
- La red wi-fi de la Universidad de Salamanca
- Un servidor de soporte a la aplicación informática desarrollada
- Un casco de medida EEG y de datos biomédicos.
- Bioinstrumentación y Sensores biomédicos



Figura 2. Sensores de medición de la marca Movisens

Dentro de este estudio se han realizado distintas pruebas con dos tipos de dispositivos con sensores, ver Figura 2, de la marca movisens®[10] que ha proporcionado el soporte para las medidas para la Actividad Electro dérmica (EDA) y el Electrocardiograma (ECG), así como herramientas de monitorización, ver Figura 3, dentro de una fase de la experiencia y pruebas de validación preliminares.

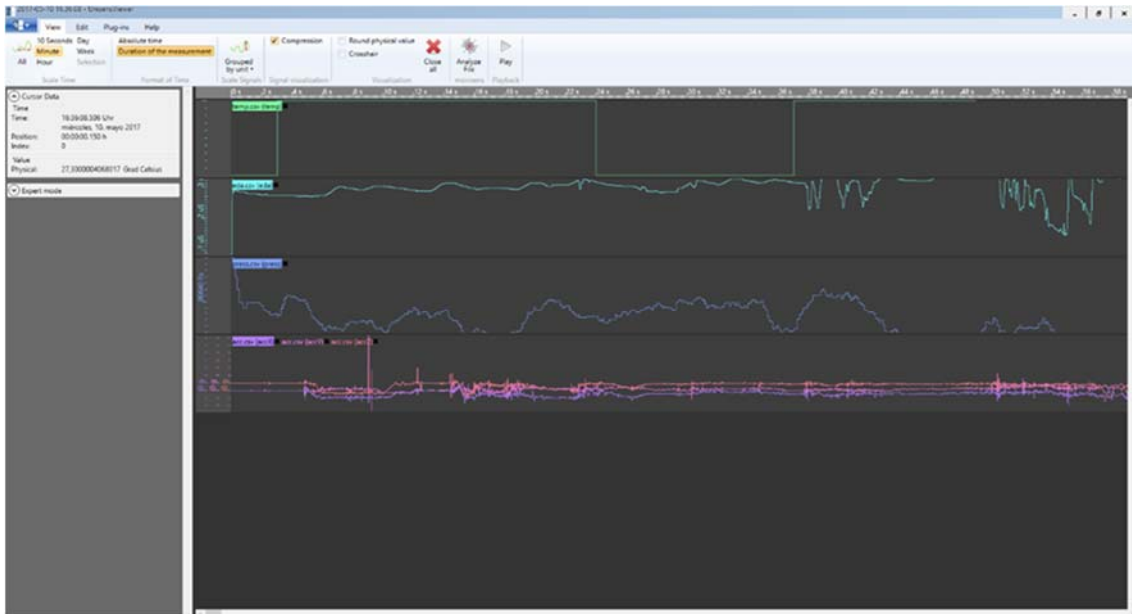


Figura 3. Monitorización de señales de sensores utilizados

El proyecto tiene relación directa con actuaciones innovadoras derivadas del neuromárketing y centradas en la mejora del aprendizaje de los estudiantes.

VI. LA MEDIDA DE LAS EMOCIONES CON SENSORES

Los seres humanos perciben y manejan una gran variedad de estímulos en diferentes entornos. Cada uno de estos seres humanos viven e interactúan en diferentes ambientes, asimilando una variedad de estímulos que les afectan en distinto modo y modifican su estado emocional. Ante cada uno de estos estímulos, los seres humanos generan respuestas a la vez que producen variaciones o movimientos que afectan a los gestos de la cara, del cuerpo e incluso respuestas bio-eléctricas. Es por ello que los estados emocionales podrían ser utilizados como mecanismos de información útil para las máquinas. Dichas máquinas o dispositivos, serían capaces de interpretar y utilizar dicha variaciones en cualquier tipo de cometido, escuchar música [13], en procesos de compra, en entornos de aprendizaje[8], en actividad física [7], etc.

Esta es la razón por la que el diseño de modelos emocionales, que puedan interpretar y representar distintas emociones en un contexto, resulta fundamental. En la actualidad, existen distintos modelos emocionales, como el de Ortony, Clore & Collins [1] y el modelo PAD

(*Pleasure-Arousal-Dominance*) [9] como el más utilizado para detectar o simular dichos estados emocionales.

El modelo PAD establece que la activación en psicología de las emociones como uno de los tres elementos clave junto a la valencia y la dominancia para determinar el tipo de respuesta ante una situación dada.

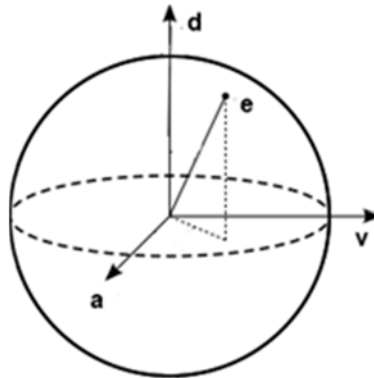


Figura 4. Esfera goniométrica (a: activación, v: valencia, d: dominancia)

Cada una de estas variables se pueden expresar como una variable unidimensional en el intervalo (-1,1) donde el semisegmento negativo, entre -1,0 corresponden con reacciones “negativas”, en valencia desagradable, en activación calmado y en dominancia, baja; y la mitad positiva, entre 0,1 que representa las reacciones “positivas”: en valencia agradable, en activación excitado y en dominancia alta, resultando todo ello en una esfera goniométrica donde podemos representar la reacción ante un estímulo.

Las bioseñales del cuerpo resultan un campo de investigación muy interesante para el reconocimiento de emociones por la gran cantidad de señales biométricas que pueden ser medidas. La biométrica facial, postural, el pulso cardiaco, la conductividad de la piel también conocida como respuesta galvánica de la piel (GSR), electromiogramas (EMG), electrocardiograma (ECG), Actividad Electro dérmica (EDA), pulso de volumen sanguíneo (BVP), temperatura periférica (SKT) o respiración (RESP), etc.

En este trabajo hemos validado cómo la activación se relaciona directamente con la electroconductividad dérmica para lo cual hemos desarrollado un aparato de medida del EDA junto con una arquitectura que permite su toma y monitorización.

A. ESTUDIO PRELIMINAR

Se planificó y realizó el siguiente estudio preliminar para ver la viabilidad de la aplicación de este tipo de metodologías al estudio en la atención en tareas de aprendizaje en entornos de enseñanza aprendizaje ([14], [6]). Monitorizar y gestionar la atención en el aula es hoy en día un aspecto muy relevante debido a que dichos niveles de atención afectan a los resultados en el aprendizaje. Atención significa centrarse en el pensamiento claro, entre uno de varios elementos u objetos que pueden captar la mente simultáneamente. La atención implica la

Estudio de evaluación del impacto emocional en modelos de docencia presencial y virtual en el alumnado a través de técnicas de neurociencia

concentración del esfuerzo mental sobre un objeto mediante una observación o escucha estrecha o cuidadosa, que es la capacidad o poder de concentrarse mentalmente. La falta de atención puede definir el fracaso o el éxito de un estudiante. En las actividades de aprendizaje con plataformas informáticas, la atención computacional nos permite romper el problema de entender un escenario especulativo en una serie de computación menos exigente con el enfoque visual, auditivo y lingüístico ([4],[5]).

Se planificaron sobre esta base una serie de pruebas en las que estudiantes y profesores midieron datos biométricos en el contexto de realización de actividades de enseñanza-aprendizaje de acuerdo a diferentes tipologías con dos objetivos:

- Validar si la dificultad de las tareas era un elemento significativo en los datos recogidos
- Validar si podían estimarse elementos que diesen indicios del grado de atención del sujeto en la realización de las tareas en los datos recogidos

Este estudio se llevó a cabo utilizando dos modelos de sensor de la marca movisens® que permiten monitorizar durante un período determinado la Actividad Electro dérmica (EDA) y el Electrocardiograma (ECG) del sujeto.

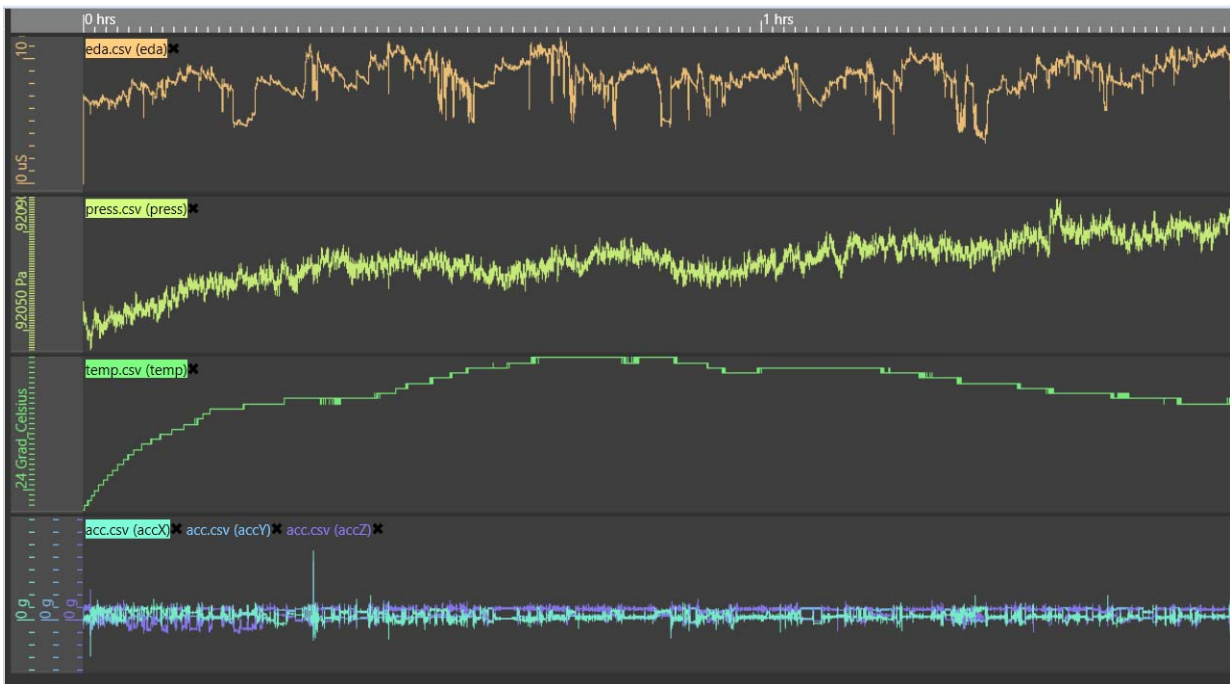


Figura 5. Visualización de medidas de EDA, presión, Temperatura, y acelerómetro en los tres ejes

La batería de pruebas propuesta fue acompañada de mediciones de tiempo de 2 y 4 horas donde los alumnos realizaron tareas académicas de asignaturas del área de ingeniería de computación con ayuda del ordenador. Se anotan los datos sobre la tarea que el individuo ha realizado, como se ha realizado durante el proceso, cuanto tiempo ha tardado en realizarla, o en su defecto cuanto tiempo hemos utilizado para la medición, así como la dificultad y explicación de la tarea, y las impresiones que ha tenido el individuo al principio, durante y al

final de la misma en relación a eventos ocurridos en el transcurso de su trabajo personal y de la dificultad de las diferentes tareas realizadas.

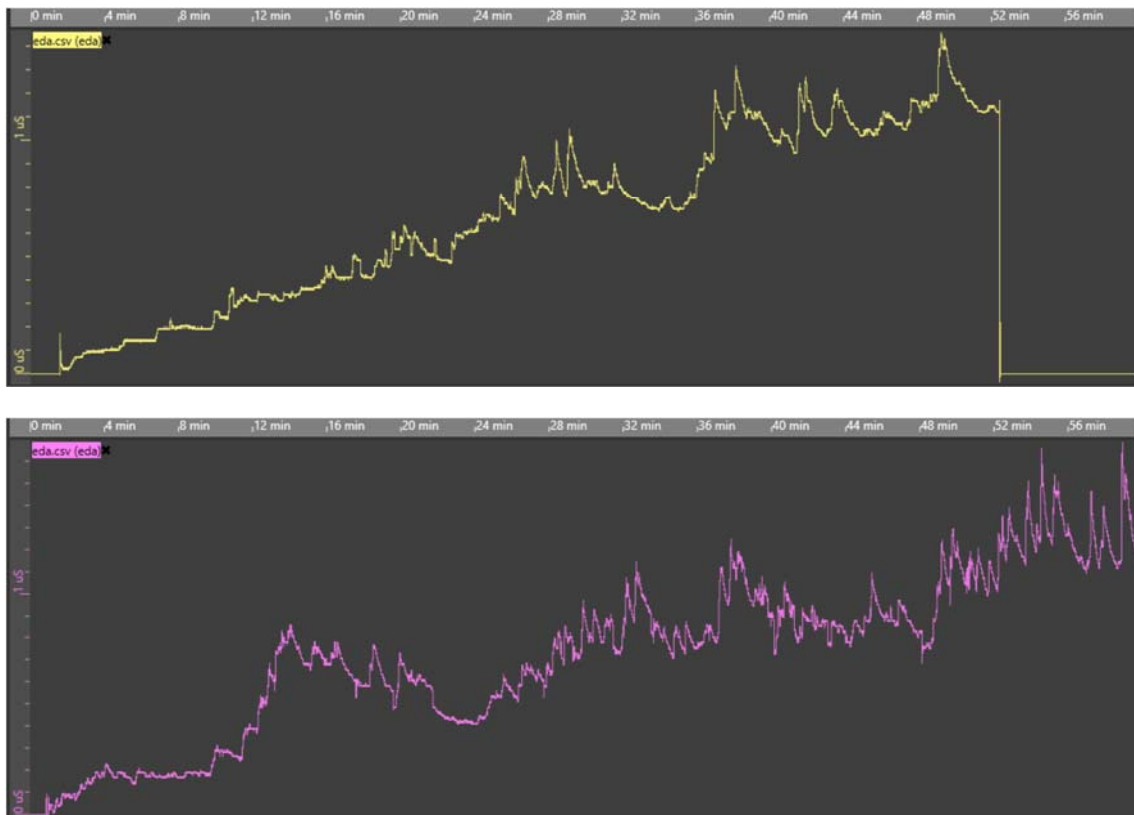


Figura 6. Comparativas de las mediciones tomadas con el sensor de EDA, para la realización de las tareas 1 de baja dificultad, gráfica superior y tarea 2 alta dificultad, gráfica inferior.

Las pruebas asociadas indicaron que podía existir un patrón en los datos que permita trabajar en la identificación de un patrón emocional en tareas enseñanza-aprendizaje. A lo largo de la realización de las mediciones siempre se presenta un aumento de la conductividad de la piel de forma continua, hasta llegar a un punto estable, donde se ven algunos picos de valor. Ante determinados eventos se manifiestan cambios en el EDA.

Un ejemplo concreto de patrón podemos verlo en la gráfica de la Figura 6, donde se representa la medición de EDA para la realización de una tarea con un grado de dificultad mayor en la gráfica inferior que la graficada en la superior. Esta gráfica inferior presenta una más uniformidad así como una variabilidad más importante con picos más considerables en todo su recorrido.

Cabe decir que las herramientas utilizadas en ocasiones no tenían una precisión máxima, y posibles valores de los extremos pueden generarse por errores en la medición o por una mala colocación del sensor fruto de un movimiento brusco del usuario en el período indicado. Pero este estudio preliminar indicó ciertos resultados importantes para tener en cuenta la generación de una arquitectura de trabajo y un modelo propio.

B. CONSTRUYENDO UN SENSOR BASADO EN EDA

Al contrario de lo que podemos pensar, el cuerpo humano varía continuamente la conductividad eléctrica de la piel como respuesta a diversos estímulos y situaciones. Esta propiedad se conoce como electro-conductividad dérmica - *Electrodermal Activity* (EDA) [3]. El estudio de esta propiedad nos permite caracterizar la activación que ejerce un estímulo definido.

Se ha demostrado de manera empírica que la resistencia de la piel para valores constantes de tensión presenta un valor de entre 150 y 250 KOHM. Cuando sometemos al cuerpo humano a una tensión alterna con una frecuencia de 50Hz estos valores se reducen en 2/3 y a la mitad cuando la frecuencia es superior a 100Hz llegando a unos pocos ohmios para frecuencias superiores a 1000Hz llegando a un cortocircuito en el límite de los 5000Hz.

Cualquiera de estos rangos de actuación nos permitiría realizar medidas, sin embargo, realizaremos las medidas con tensión continua de 5V por dos razones fundamentales: la facilidad de la medición de la resistencia para señales de corriente continua y posibles interferencias de las medidas debido a que las frecuencias de las ondas cerebrales.

De esta manera, establecemos las condiciones para nuestras mediciones teniendo en cuenta el objetivo de medir de forma simple la variación en la electroconductividad dérmica de forma que el sujeto tenga libertad de movimientos, se encuentre relajado y la presencia del dispositivo pase inadvertida. Para ello el dispositivo deberá ser portable, con el menor número de cables posible (preferiblemente inalámbrico) y cómodo para el usuario.

Para ello diseñamos un circuito electrónico en el que el valor que buscamos corresponderá con el voltaje de salida de un divisor resistivo formado por una resistencia de un valor conocido (cuyo valor discutiremos más adelante) y la resistencia del propio cuerpo humano, según muestra la Figura 7.

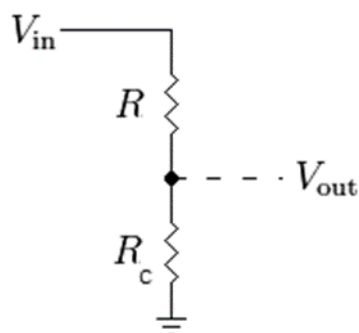


Figura 7. Ejemplo divisor resistivo

Proporcionamos al circuito un voltaje de entrada conocido V_{in} entre dos resistencias en serie que son R_c la resistencia cuyo valor conocemos, y R que es la resistencia del cuerpo que queremos conocer.

Aplicando leyes conocidas tenemos que la caída total de voltaje V_{in} es la suma de las caídas de voltaje en el circuito, y para el caso que tenemos:

$$V_{in} = V_R + V_{out} \quad (1)$$

También sabemos que la intensidad de corriente que circula es única ya que las resistencias se encuentran en serie. De este modo, aplicando en (1) la ley de Ohm:

$$V_{in} = I \cdot R + I \cdot R_C \quad (2)$$

De modo que tenemos que la intensidad de corriente que circula por el circuito es:

$$I = \frac{V_{in}}{R+R_C} \quad (3)$$

Como nuestros microcontroladores no miden la intensidad ni la resistencia, sino que miden la diferencia de tensión entre diferentes puntos; aplicando (3) a la diferencia de voltaje en la resistencia corporal:

$$V_{out} = \frac{V_{in}}{R+R_C} \cdot R_C = \frac{R_C}{R+R_C} \cdot V_{in} \quad (4)$$

De donde, de manera trivial, podemos obtener el valor de la resistencia corporal.

La resistencia de valor conocido, R_C la elegimos de la siguiente forma; tenemos un divisor resistivo sobre el que queremos medir una propiedad física, sabemos también que los valores máximos de resistencia de nuestro cuerpo estarán en el intervalo de 100KOhmios y 300KOhmios y que la manera de medir de nuestro microcontrolador es un valor entre 0 y 1024 correspondiendo proporcionalmente con los valores entre 0 y 3.3V del divisor resistivo. De esta manera, y para obtener dicha resistencia, pensamos en los valores máximos y mínimos que podríamos llegar a medir y los igualamos a las lecturas analógicas que obtendríamos con los valores extremo para así calcular que resistencia nos conviene para tener un rango y una precisión óptimos. En nuestro caso, calculamos que dicha resistencia es de 2.2KOhm.

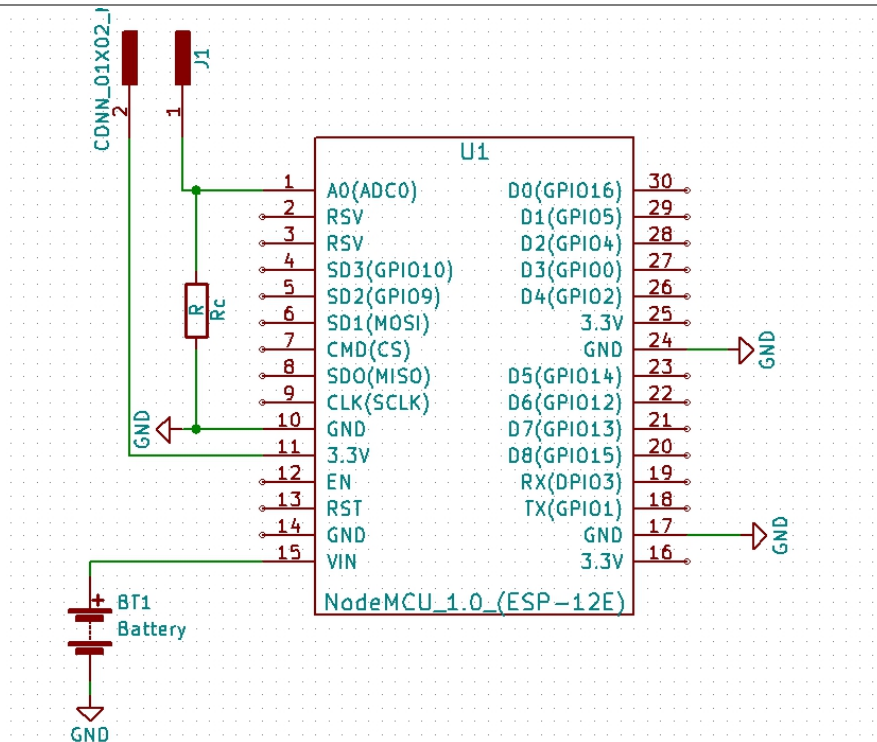


Figura 8. Circuito electrónico utilizado en el prototipo del sensor

El circuito descrito anteriormente se implementa junto con una placa de desarrollo NODEMCU_1.0 de un microcontrolador ESP8266 que junto a la entrada de un pin analógico para medir el voltaje de salida posee conectividad wifi y permite, enviar de manera inalámbrica el valor de la resistencia a una aplicación web que representará dicho valor. De esta manera, el circuito electrónico queda como se indica en la Figura 8.

C. PROTOTIPO DE DISPOSITIVO PARA MEDIDA DEL EDA

En base a todo lo descrito en el apartado anterior, se construyó un prototipo del sensor, ver Figura 9, junto con una aplicación para la captación y visualización de los datos a través de conexión wifi.

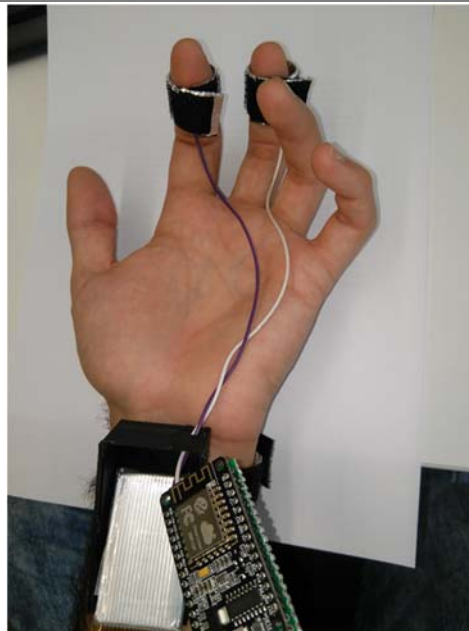


Figura 9. Prototipo sensor EDA

La programación de la electrónica se realiza en C++ utilizando un SDK que proporciona la marca para ello. Utilizamos un IDE de código abierto como es Atom junto con un compilador gcc.

De esta forma conseguimos enviar los datos obtenidos a un bróker público MQTT. Conseguimos así un método de conexión ligero, fiable e inalámbrico para recoger los datos.

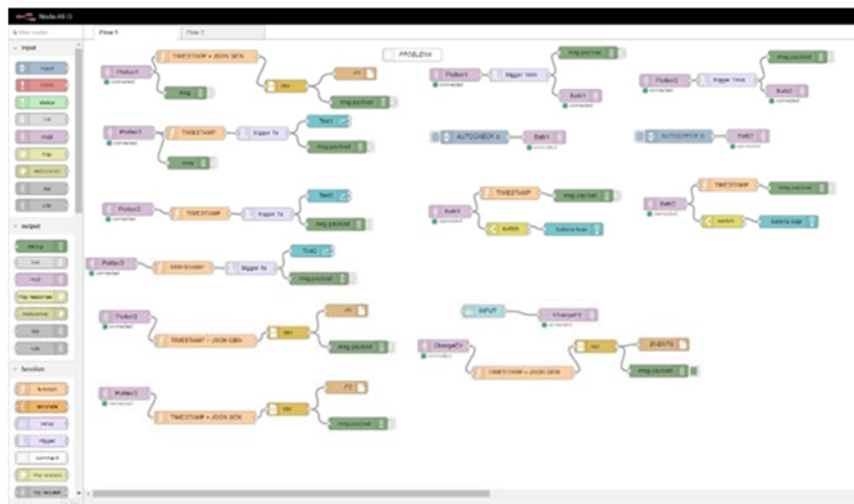


Figura 10. Programación del servidor node-red

A la hora de representar los datos proporcionados por el sensor se cuenta con dos opciones: implementar un pequeño servidor que se suscriba a los temas MQTT y grafique los valores, véase Figura 11, o una aplicación en html5, js y CSS, que, en tiempo real recoja los datos y los refleje en una gráfica, como se puede ver en la Figura 12 . Ambos métodos permiten exportar los resultados a diversos formatos como .csv para su posterior análisis.



Figura 11. Representación de datos mediante el servidor node-red

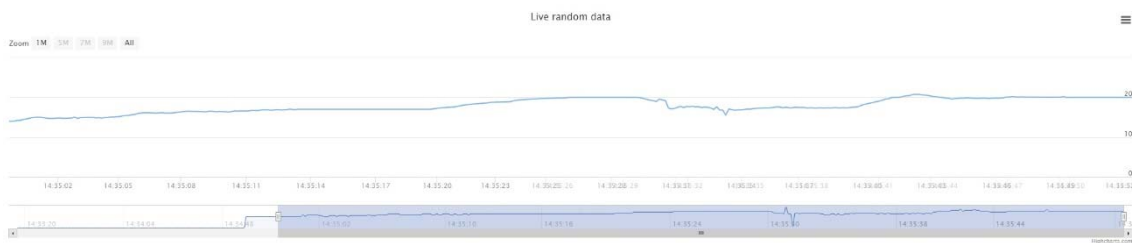


Figura 12. Representación de datos usando HTML5 y js

Se realizaron una serie de pruebas para validar respuestas ante determinados estímulos. Las pruebas realizadas indican que esta es una herramienta que puede dar valores significativos en la medida de la activación debido a que se registran cambios y patrones similares de los mismos en los sujetos, si bien es cierto que no permite realizar medidas cuantitativas ya que requeriría un proceso de calibración personal previo al test que se deseara realizar. Aun entendiendo dichas limitaciones, podemos plantear un escenario en el cual se puedan analizar la respuesta a estímulos añadiendo nuevos sensores que nos permitan obtener datos de valencia y dominancia.

VII. RESULTADOS LOGRADOS

El objetivo fundamental del presente trabajo ha consistido en realizar pruebas de evaluación del impacto emotivo que generan distintos modelos de docencia presencial y virtual en el alumnado a través de técnicas de neurociencia. Las pruebas del estudio preliminar realizadas con sensores de la marca Movisens indicaron que podía existir un patrón entre los datos biométricos y los comportamientos y/o eventos asociados que permita trabajar en la identificación de un patrón emocional en tareas enseñanza-aprendizaje.

Esto nos ha llevado a la necesidad de desarrollar un marco de trabajo propio, construyendo nuestros sensores y las herramientas de monitorización. Inicialmente se ha desarrollado un sensor EDA con el que se ha podido constatar es posible captar valores significativos en la medida de la activación. Sin embargo, una de las desventajas a tener en cuenta de usar EDA

como un indicador de un estado fisiológico es el hecho de que es una respuesta lenta, lo cual conlleva problemas en investigaciones complejas que necesitan respuestas rápidas, además de poder ser influenciado por múltiples estímulos. Por este motivo será necesario añadir otra serie de sensores y mecanismos de entrada para la elaboración del modelo emocional y plantear un escenario en el cual se puedan analizar la respuesta a estímulos añadiendo nuevos sensores que nos permitan obtener datos de valencia y dominancia.

Dicha experiencia ha permitido generar a su vez nuevos escenarios para realización de pruebas y ponderar el alcance de la metodología propuesta. En este sentido, los resultados son excelentes. En suma y a pesar de las limitaciones temporales, se ha cubierto prácticamente todos los objetivos del proyecto.

Una vez finalizado el proyecto los resultados incentivan a abordar objetivos que no estaban inicialmente previstos para la totalidad del proyecto y seguir desarrollando la metodología en próximos cursos académicos. El proyecto propicia seguir trabajando en la mejora de la calidad del proceso de aprendizaje en su conjunto en la medida que valorará en las asignaturas la adecuación entre:

- El diseño de las asignaturas y la calidad de sus contenidos,
- El desarrollo y evaluación de la asignatura en la realidad docente.
- La figura del docente como gestor de contenidos de calidad.
- La figura del estudiante como receptor final de dichos contenidos

La generación de resultados aporta directamente importantes acciones de mejora en las asignaturas implicadas debido a que da como resultado las siguientes actividades:

- Adecuación y rediseño de las actividades presenciales a la luz de los resultados obtenidos
- Mecanismo de evaluación de la calidad en el despliegue de actividades de formación presencial.
- Generación de una metodología basada en parámetros biomédicos para la validación de actividades de aprendizaje tanto presenciales como on-line.

Como es habitual en las dinámicas de trabajo propias del grupo de trabajo así como en otras convocatorias anteriores. Se están preparando publicaciones de los resultados en revistas especializadas y ponencias en congresos afines.

VIII. CONCLUSIONES

Resulta fundamental el sondear con más detalle las posibilidades que nos ofrecen los modelos y tecnologías de la neurociencia que trabajan a nivel inconsciente y, por lo tanto, con un grado de profundidad mayor que las basadas en manifestaciones e intercambios.

En un horizonte optimista, pero no demasiado lejano este proyecto propicia la oportunidad de estudiar las bases de una metodología novedosa aplicada al ámbito docente. La metodología descrita permitirá la medida de la afinidad y la empatía en contacto con determinados modelos de docencia de los estudiantes y abrirá la posibilidad de personalización de materiales y clasificación de perfiles de aprendizaje que se podrían articular.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Colby, B.N., Ortony, A., Clore, G.L. and Collins, A. (1989). *The Cognitive Structure of Emotions*, volume 18. Cambridge University Press. ISBN9780521386647. doi: 10.2307/2074241.
- [2] Cowley, B. U., & Tornainen, J. (2016). A short review and primer on electrodermal activity in human computer interaction applications. arXiv preprint arXiv:1608.06986.
- [3] Dawson, M. E., Schell, A. M., & Filion, D. L. (2007). The electrodermal system. *Handbook of psychophysiology*, 2, 200-223.
- [4] Durães, D., Analide, C., Bajo, J., & Novais, P. (2017, April). Quantifying the Effects of Learning Styles on Attention. In *World Conference on Information Systems and Technologies* (pp. 711-721). Springer, Cham.
- [5] Durães, D., Castro, D., Bajo, J., & Novais, P. (2017, June). Modelling an Intelligent Interaction System for Increasing the Level of Attention. In *International Symposium on Ambient Intelligence* (pp. 210-217). Springer, Cham.
- [6] Guan, Z., Li, A., & Zhu, T. (2015). Local regression transfer learning with applications to users' psychological characteristics prediction. *Brain informatics*, 2(3), 145.
- [7] Heli Koskimäki et al. (2016) Accelerometer vs. Electromyogram in Activity Recognition. *ADCAIJ: Advances in Distributed Computing and Artificial Intelligence Journal*. 5(3):31-42
- [8] Khan, F. A., Graf, S., Weippl, E. R., & Tjoa, A. M. (2010). Identifying and Incorporating Affective States and Learning Styles in Web-based Learning Management Systems. *IXD&A*, 9, 85-103.
- [9] Mehrabian, a., 1997. Analysis of affiliation related traits in terms of the PAD Temperament Model. *The Journal of psychology*, 131(1):101–117. ISSN0022-3980. doi: 10.1080/00223989709603508.
- [10] Movisens, <https://www.movisens.com/en/>
- [11] Picard, R. W., Fedor, S., & Ayzenberg, Y. (2016). Multiple arousal theory and daily-life electrodermal activity asymmetry. *Emotion Review*, 8(1), 62-75.
- [12] Picard, R. W., Vyzas, E., & Healey, J. (2001). Toward machine emotional intelligence: Analysis of affective physiological state. *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence*, 23(10), 1175-1191.
- [13] Rincón, JA.; Poza-Lujan, J.; Posadas-Yagüe, J.; Julian Inglada, VJ.; Carrascosa Casamayor, C. (2016). Adding real data to detect emotions by means of smart resource artifacts in MAS. *ADCAIJ: Advances in Distributed Computing and Artificial Intelligence Journal*. 5(4):85-92
- [14] Rita, D., & Dunn, K. (1993). Learning Styles/Teaching Styles: Should They... Can They... Be Matched. *Educational leadership*.