

Informe de final de proyecto: Detección Precoz de Crisis en Autismo (PETRA)

Tecnologías Accesibles Indra/Fundación Universia

Investigador principal: Pablo Martínez Olmos (Universidad Carlos III de Madrid)

Inicio del proyecto: Mayo de 2019

Fin del proyecto: Diciembre 2020

1. Objetivos del proyecto

En este proyecto se ha desarrollado una aplicación móvil, cuyo nombre final es **cuidaTEA**, que, mediante un sistema transparente, no intrusivo y gratuito, **registre información de la actividad diaria en pacientes con TEA** y sea capaz de predecir posibles eventos susceptibles de desencadenar episodios de crisis de manera individualizada.

Para llevar a cabo esta tarea, la aplicación móvil cuidaTEA utilizará **diversas fuentes de información** provenientes del dispositivo móvil (pasos, uso de apps, tiempo de uso, tiempo entre desbloques, ...), que procesarán mediante algoritmos de **inteligencia artificial** para encontrar características asociadas al comportamiento de un paciente TEA y detectar situaciones anómalas, asociadas por ejemplo a trastornos de ansiedad, de conducta o de sueño. **cuidaTEA construirá un patrón específico para cada individuo**, y registrará variaciones en torno a este patrón individual, **reportando rápidamente a los cuidadores cambios en los mismos**, lo que puede favorecer enormemente el cuidado diario de estos pacientes y un tratamiento temprano en momentos de crisis y, por tanto, la mejora de su calidad de vida y la de todas las personas en todas las personas en su entorno.

2. Fases del proyecto y resultados

2.1 FASE I: mayo 2019 – julio 2020

Resumen de objetivos: obtención de una base de datos experimental y desarrollo de modelos de inteligencia artificial para la detección de cambios de comportamiento

En colaboración con eB2 (una spin-off de la propia UC3M), se subcontrató su infraestructura de **monitorización pasiva en base a dispositivos móviles** (sistema *eB2 logger*) para recopilar una **base de datos experimental de comportamiento en pacientes** en seguimiento dentro del **servicio de psiquiatría del Hospital Universitario Fundación Jiménez Díaz**. En esta colaboración hay abiertos varios **estudios clínicos** abiertos desde 2019, incluyendo uno **específico para pacientes TEA**, que se aprobó a finales de ese año.

La aprobación del estudio clínico con pacientes TEA sufrió varios retrasos (se esperaba tener la aprobación para Junio de 2019), pero al tratarse de un estudio clínico con menores las condiciones eran significativamente más estrictas y el proceso se alargó hasta final de Noviembre de 2019. Posteriormente, debido a la situación de pandemia Covid-19, desde comienzos de 2020 **nos fue imposible instalar la aplicación de monitorización en pacientes con TEA**, situación que se ha mantenido hasta día de hoy.

Sin embargo, el **sistema de monitorización eB2-logger se instaló en pacientes psiquiátricos dentro de otros estudios clínicos** que comenzaron con antelación a la pandemia Covid-19 y para los que sí pudimos obtener datos experimentales de monitorización incluyendo información tal como

- Actividad: nivel de cantidad de movimiento en un intervalo de 10 segundos.
- Localización GPS, completamente anonimizada.
- Uso de Aplicaciones.
- Número y duración de las llamadas realizadas.
- Datos del uso del dispositivo que puedan indicar una alta impulsividad o ansiedad: frecuencia de bloqueo/desbloqueo del móvil o la velocidad y precisión en el uso de la pantalla táctil.
- Información activa declarada por el usuario, categorizada como una emoción (feliz, triste, enfadado, ...).

Esta información, junto con la descripción de situaciones anómalas de crisis detectadas por los propios psiquiatras que realizan el seguimiento de los pacientes, se ha utilizado por parte del grupo investigador para **desarrollar algoritmos de aprendizaje automático para la fusión de información y detección de cambios de comportamiento** utilizando técnicas entre las cuales podemos citar

- Modelado probabilístico de datos usando **modelos de variables latentes** (*Gaussian Mixture Models* y modelos ocultos de Markov HMMs).
- Detección de alarmas usando metodologías de **detección de puntos de cambio** (*Bayesian change point detection*).
- Mecanismos de predicción de la emoción basada en datos pasivos, utilizando tanto **redes neuronales como modelos probabilísticos personalizados**.

Algunos de estos **métodos ya han sido presentados en conferencias internacionales** en el ámbito del aprendizaje automático ^{1 2 3}. En este sentido, **la financiación del proyecto PETRA ha impulsado avances científicos mas allá de los objetivos concretos del proyecto.**

2.2 FASE II: enero 2020 – octubre 2020

Resumen de objetivos: desarrollo y fase de pruebas de la aplicación cuidaTEA en sus distintos modalidades.

La App cuidaTEA , es una aplicación gratuita capaz de caracterizar el comportamiento de un paciente con TEA a partir de su actividad diaria. De esta forma, se pueden encontrar patrones característicos y personalizados que permiten predecir con antelación episodios de crisis, generando en tiempo real y de forma automática una alerta directa a los cuidadores, padres, familiares en sus dispositivos móviles. **cuidaTEA está ya disponible tanto para sistemas Android⁴ como para iOS⁵** en sus respectivos portales de descarga de aplicaciones.

El diseño de la aplicación ha sido un **trabajo conjunto entre el grupo de investigación GTS de la UC3M, el servicio de psiquiatría Hospital Universitario Fundación Jiménez Díaz, y la propia eB2**, que fue subcontratada para la implementación final de la app, incluyendo los métodos de aprendizaje automático desarrollados por el equipo investigador y comentados en el punto 2.1.

La App está diseñada para ser utilizada por los padres y pacientes de TEA y tendrá **dos modalidades de uso, modalidad “padres” y modalidad “paciente TEA”**; en caso de ser menor edad, la App podrá se utilizada sólo bajo la tutela de sus padres o representantes legales siempre y cuando cumpla y acepte las condiciones de uso de la App. En el siguiente enlace se puede acceder al menú de configuración de la aplicación la primera vez que se instala en el dispositivo

<https://www.sketch.com/s/6422633c-3fac-4185-be2a-ca1a95872bad/a/Pgodd1/play>

Cuando el menor TEA disponga de móvil y tenga la aplicación cuidaTEA instalada, el **padre/madre o tutor legal podrá usar cuidaTEA en su propio móvil para obtener información de seguimiento del menor** recopilada por la app de forma pasiva (sin intervención de este) **y recibir alarmas debido a cambios de rutina**. También el menor puede declarar su estado de ánimo, aunque cuidaTEA no lo pide de forma activa. En la

¹ P. Moreno-Muñoz, D. Ramírez and **A. Artés-Rodríguez**, "Continual Learning for Infinite Hierarchical Change-Point Detection," ICASSP 2020 - 2020 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP), Barcelona, Spain, 2020, pp. 3582-3586, doi: 10.1109/ICASSP40776.2020.9053853.

² L. Romero-Medrano, P. Moreno-Muñoz and **A. Artés-Rodríguez**, "Multinomial Sampling for Hierarchical Change-Point Detection," 2020 IEEE 30th International Workshop on Machine Learning for Signal Processing (MLSP), Espoo, Finland, 2020, pp. 1-6, doi: 10.1109/MLSP49062.2020.9231616.

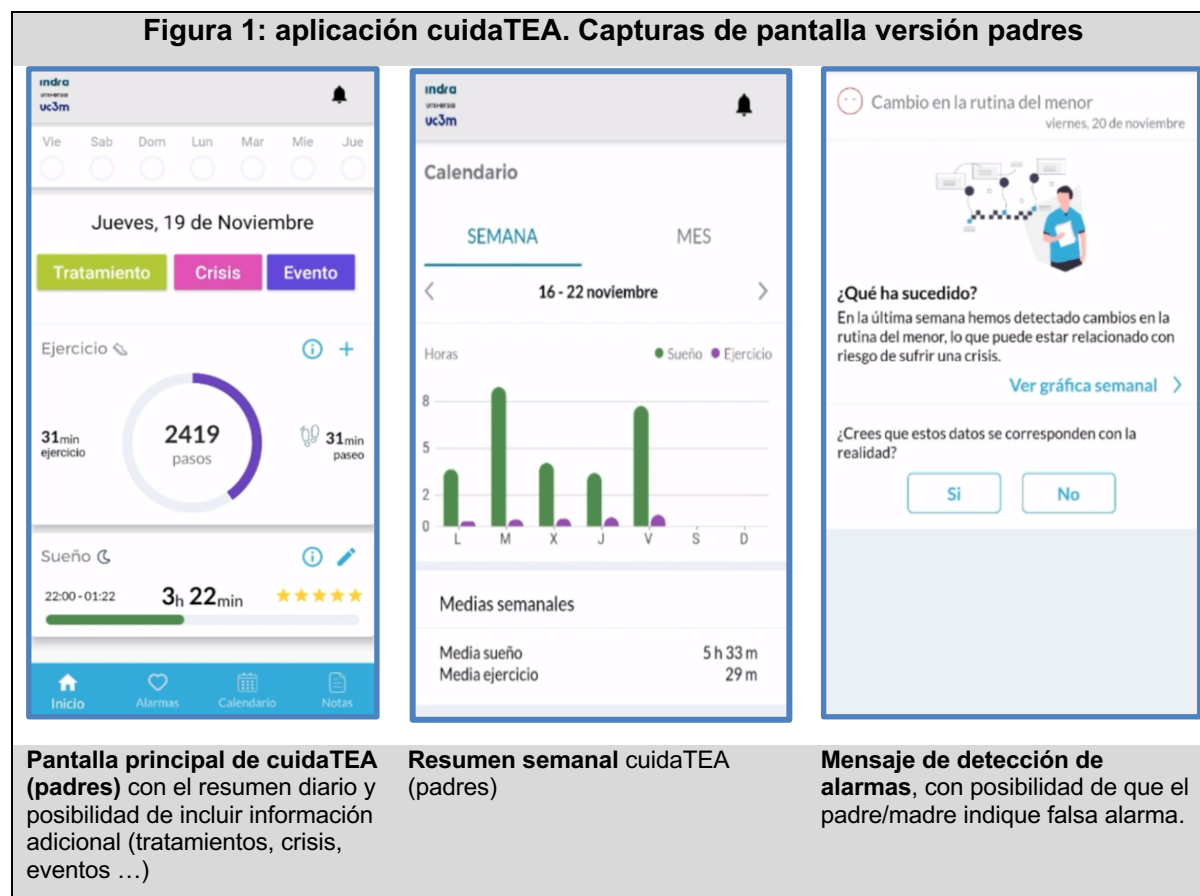
³ Sukei E, Norbury A, Perez-Rodriguez M, **Olmos Pablo M., Artés Rodríguez A** "Predicting emotional state using behavioural markers derived from passively sensed data". JMIR Preprints. 23/09/2020:24465 URL: <https://preprints.jmir.org/preprint/24465>

⁴ <https://play.google.com/store/apps/details?id=tech.eb2.petra>

⁵ <https://apps.apple.com/es/app/cuidaTEA/id1541695258>

Figura 1 se muestran algunas capturas de pantalla de este proceso, en el que se incluye una alarma para avisar al cuidador.

En lo que respecta a la **aplicación del paciente TEA**, la interfaz es similar. Éste puede acceder a los datos diarios, resúmenes semanales/mensuales, introducir emociones y datos de sueño, **pero no recibe las notificaciones de alarma**. En la **Figura 2** se muestran algunas capturas de pantalla de esta versión de la aplicación.



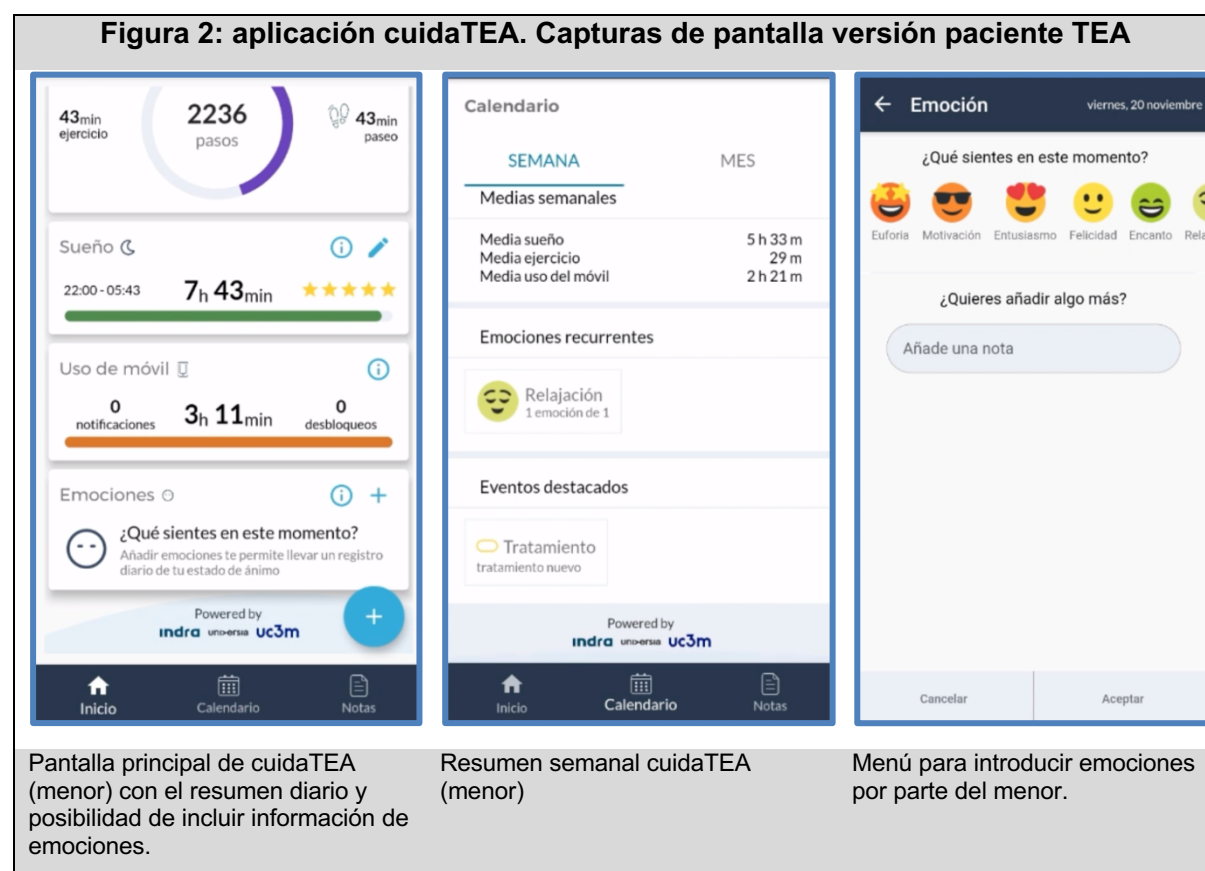
Asimismo, se ha desarrollado una **tercera modalidad de la aplicación cuidaTEA**, orientada a aquellos **menores que no disponen de un móvil**. En este caso, son los **padres los encargados de introducir los datos** que mejor reflejen la actividad diaria del menor. La aplicación registra los pasos y distancia en paseos con el menor, y además se pueden introducir emociones, datos de sueño, cambios de tratamiento etc ...

En el siguiente enlace se dispone de videos de demostración para la visualización del funcionamiento de cuidaTEA en sus tres modos de funcionamiento:

<https://www.dropbox.com/sh/jy0y08l13mye95p/AADwWqUXjCrgPQp7hkNr4bOZa?dl=0>

cuidaTEA está actualmente en fase de pruebas, habiendo sido instalada en los distintos dispositivos móviles adquiridos con la financiación del proyecto (un móvil Android, un móvil iOS y una tablet iOS) y en uso diario por parte del personal investigador para la **detección de problemas técnicos** en el uso de la misma y estudio de **rendimiento en términos de consumo de batería y datos**.

Debido al impacto de la segunda ola de la pandemia Covid en el funcionamiento normal de los Hospitales y dada la imposibilidad de interacción en persona entre el grupo de investigación y el personal médico para dar soporte en la instalación de cuidaTEA en pacientes, a día de hoy **seguimos a la espera de que pacientes TEA en tratamiento en el Hospital Universitario Fundación Jiménez Díaz se instalen la aplicación y se valide la correlación entre alarmas y episodios reales de crisis** detectados por parte de los facultativos. Se espera que a lo largo de los próximos meses se disponga de dicha información, lo que nos permitirá **optimizar aún más los algoritmos de aprendizaje automático** para la detección de alarmas al incrementar la base de datos experimental obtenida en la Fase I con pacientes TEA. Además, la obtención de datos en pacientes TEA y la validación de las alarmas permitirá también la difusión del proyecto dentro de la comunidad científica mediante artículos revisados por pares.



2.3 FASE III: noviembre 2020 – diciembre 2020

Resumen de objetivos: diseminación de los resultados del proyecto. Creación de una web de la app cuidaTEA.

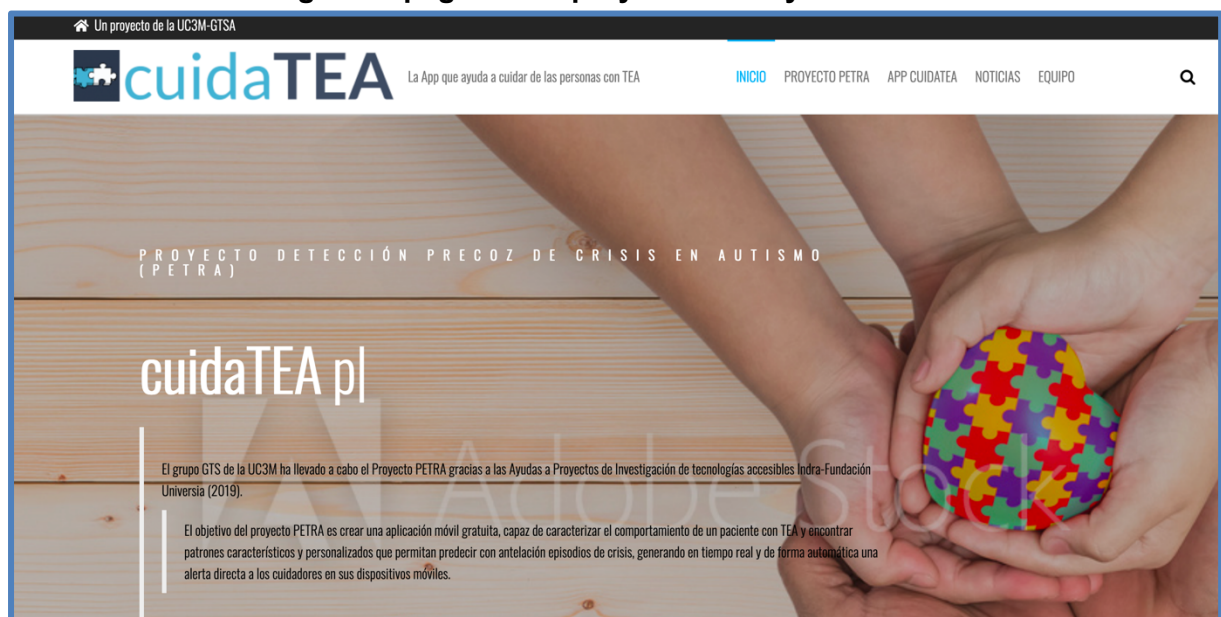
Al margen de las publicaciones científicas citadas en la sección 2.1, la diseminación de los resultados del proyecto, en particular la aplicación cuidaTEA, se va a realizar mediante la creación de una **página web informativa** de la misma, que se pretende dar a conocer entre las **distintas asociaciones de autismo en España**.

La Figura 3 muestra una captura de pantalla de la página principal de la web, a la que temporalmente puede accederse en el siguiente enlace (contraseña: Uatoo9zewoo%ho):

<http://cuidatea.webs.tsc.uc3m.es/>

Para el desarrollo de la **imagen de la web**, así como la creación de **folletos de información** de la aplicación y el proyecto que se **repartirán en asociaciones de autismo y hospitales**, se ha subcontratado a la empresa *Comunicación Beltany SL*⁶. Se ha contado con los servicios de un técnico informático del personal de apoyo y servicios de la UC3M para la implementación de la web y su hospedaje dentro de los servidores de la UC3M.

Figura 3: página web proyecto Petra y cuidaTEA



La página web incluye una descripción del proyecto, de la aplicación cuidaTEA (con enlaces de descarga) y del equipo investigador/desarrollador.

3. Resumen y justificación económica

A continuación se muestra una tabla resumen de los gastos incurrido para la realización del proyecto. Del total de 24.000€ financiado, el gasto total imputado asciende a 23.674,93 €.

⁶ <https://www.lookandfeelsite.com/>

RESUMEN DE EJECUCIÓN DE GASTOS PROYECTO: Detección precoz de Crisis de Autismo (PETRA)		IP: PABLO MARTÍNEZ OLMOS
Descripción	Tercero	GASTO IMPUTADO
Gastos de difusión		
Creación de folletos divulgativos y contenido de la página web para la difusión de la aplicación CuidaTEA	B87561668 COMUNICACIÓN BELTANY SL	1500€
Programación de la web CuidaTEA y alojamiento en servidor, a cargo de un técnico informático del personal de apoyo y servicios de la UC3M	46875927H BLANCO FORTES, SAUL	500€
Total gastos de difusión		2000€
Gastos de subcontratación		
Subcontratación de implementación de una aplicación móvil para integrar el sistema de adquisición y recogida de datos con los algoritmos de detección de cambio de comportamiento desarrollados en PETRA	B87856407 EVIDENCE BASED BEHAVIOR, S.L.	10.000€
Subcontratación de soporte a la elaboración del protocolo y recogida de datos de pacientes	B87856407 EVIDENCE BASED BEHAVIOR, S.L.	10.000€
Total gastos de subcontratación		20.000€
Gastos de equipamiento		
Dispositivos para desarrollo, evaluación y monitorización del funcionamiento de la app cuidaTEA: <ul style="list-style-type: none"> - Samsung Galaxy M31-Smartphne - iPhone SE BLACK 64GBYPT - iPad Pro 2020 11 	<ul style="list-style-type: none"> - W0184081H Amazon EU - N0072469J Apple - B85706638 ICAP GLOBAL, S.L. 	1.674,93€
Total gastos de subcontratación		1.674,93€
Total gastos de subcontratación		23.674,93 €