

Premios Socinfo Digital: Educación TIC

Título: Educación sostenible en un entorno sensorizado utilizando modelos transformadores del lenguaje

Tipo de candidatura: con proyecto

Categorías: Premio Educación e-Learning y Servicios digitales para la comunidad educativa

Autores: Silvia García Méndez y Francisco de Arriba Pérez.

Afiliación: Grupo de Tecnologías de la Información (GTI), atlantTic, Universidade de Vigo.

Descripción del proyecto

Este proyecto combina las últimas técnicas de aprendizaje máquina (del inglés, *Machine Learning* - ML) y Procesamiento del Lenguaje Natural (del inglés, *Natural Language Processing* - NLP), apoyándose en un entorno académico de la nueva era del Internet de las Cosas (del inglés, *Internet of Things* - IoT) (Che, 2021). En este entorno nuestros dispositivos móviles, *tablets* y relojes inteligentes (del inglés, *wearables*) están conectados y se comunican entre sí, ofreciendo enormes capacidades de monitorización en diversos sectores y especialmente en un entorno educativo.

Aunque la mayoría de proyectos existentes tienen su foco en la mejora del rendimiento del estudiante (Wang, 2023; Kukkar 2023), este proyecto busca la personalización y el aumento del confort durante el proceso de aprendizaje. Permitiendo una educación más accesible. Nuestra solución utiliza una aplicación multiplataforma y multi-idioma con un asistente conversacional basado en modelos transformadores del lenguaje (del inglés, *Large Language Model* - LLM), donde el estudiante puede formular sus preguntas académicas, con total libertad y privacidad. Este sistema además brinda la posibilidad de conectar dispositivos *wearables* y utilizar sus sensores para la inferencia de estados emocionales de relevancia.

Por tanto en este proyecto explora dos líneas principales:

- Uso de un LLM y técnicas de NLP para:
 - **Crear un entorno accesible las 24 horas para consultas del estudiante.**
 - Se podrán plantear dudas con independencia del día u hora, lo que facilita la resolución de problemas durante la realización de tareas de repaso fuera del aula. Esto permite reforzar conceptos y democratizar el conocimiento.
 - Por otro lado, el agente conversacional posee capacidades empáticas. El uso de LLM facilita la generación de preguntas y conversaciones ajustadas a las emociones expresadas por el interlocutor. Lo que lo humaniza y motiva la participación por parte del estudiante.

- Además, libera de carga al docente, actuando como un primer interlocutor.
 - **Crear un entorno privado donde poder formular preguntas e inquietudes académicas.**
 - Esto favorece que los estudiantes inseguros puedan consultar sus dudas sin exponerse de forma pública. De esta forma poseen una herramienta con la que afianzar conceptos y ganar seguridad reduciendo el denominado “síndrome del impostor” (Shaju, 2023). Un asistente personalizado y privado con capacidades empáticas les ayudará a superar sus barreras.
 - **Generar ejercicios de autoevaluación.**
 - Nuestra propuesta crea preguntas y soluciones coherentes con las que el estudiante puede evaluar sus conocimientos. Esto favorece su autonomía, pudiendo resolver nuevos problemas y permitiéndoles afianzar nuevos conceptos.
 - Además, el equipo docente puede utilizar esta potente herramienta para la creación de preguntas de examen.
- Uso de IoT y ML para:
 - **Detectar el nivel de estrés del estudiante.**
 - Esto permite personalizar contenidos, adaptando las actividades al nivel de estrés percibido evitando la aparición del síndrome de *Burnout* o quemazón (Wei, 2021) en entornos educativos.
 - Brinda la posibilidad de crear entornos educativos personalizados, redefiniendo horarios y modelos de evaluación en función del nivel de estrés detectado.
 - **Detectar el nivel de cansancio o somnolencia del estudiante.**
 - La falta de concentración en ocasiones es producto de un nivel de cansancio elevado o como resultado de un desgaste mental cronicado por las elevadas exigencias en el sector educativo. La detección precoz, permite crear itinerarios personalizados a nivel de clase o estudiante.
 - El profesor podrá conocer el nivel de desgaste acumulado de sus alumnos y permitirá crear un sistema educativo adaptado a las necesidades del alumnado y del profesorado.

Los autores ya han abordado las estrategias anteriores con resultados exitosos. Cada una de las implementaciones que componen el sistema ha sido recogida en 4 publicaciones indexadas en Journal Citation Report (JCR) y 6 conferencias científicas. A continuación indicamos las publicaciones más relevantes y su URL de acceso.

En [1] se presenta el *framework* de accesibilidad de sensores IoT desde donde capturar las señales fisiológicas del usuario. La evaluación del sueño utilizando estos sensores en estudiantes se explica en el artículo [2]. En los artículos [3, 4] se expone el protocolo de evaluación del estrés y su análisis utilizando *wearables*. Por último, los autores han publicado sus avances en la creación de chatbots educativos utilizando LLMs en las conferencias docentes [5, 6], siendo galardonados en [6] con el premio *Outstanding Paper Award*.

- [1] de Arriba-Pérez, F., Caeiro-Rodríguez, M., & Santos-Gago, J. M. (2016). Collection and processing of data from wrist wearable devices in heterogeneous and multiple-user scenarios. *Sensors*, 16(9), 1538. DOI: <https://doi.org/10.3390/s16091538>
- [2] de Arriba-Pérez, F., Caeiro-Rodríguez, M., & Santos-Gago, J. M. (2018). How do you sleep? Using off the shelf wrist wearables to estimate sleep quality, sleepiness level, chronotype and sleep regularity indicators. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 9, 897-917. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12652-017-0477-5>
- [3] de Arriba Perez, F., Santos-Gago, J. M., Caeiro-Rodríguez, M., & Iglesias, M. J. F. (2018). Evaluation of commercial-off-the-shelf wrist wearables to estimate stress on students. *JoVE (Journal of Visualized Experiments)*, (136), e57590. DOI: <https://dx.doi.org/10.3791/57590>
- [4] de Arriba-Pérez, F., Santos-Gago, J. M., Caeiro-Rodríguez, M., & Ramos-Merino, M. (2019). Study of stress detection and proposal of stress-related features using commercial-off-the-shelf wrist wearables. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 10, 4925-4945. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12652-019-01188-3>
- [5] García-Méndez, S., de Arriba-Pérez, F., & González-Castaño, F. J. Transformer Language Model-based Mobile Learning Solution for Higher Education. *Mobile Learning 2023*. [[link](#)]
- [6] de Arriba-Pérez, F., García-Méndez, S., & González-Castaño, F. J. "A piece of cake"-Sustainable education practices with transformer models. *International Conference on Sustainability, Technology and Education*. **Disponible en el anexo**¹.

Bibliografía

- Che, Y., Sivaparthipan, C. B., & Alfred Daniel, J. (2021). Human-computer interaction on IoT-based college physical education. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 1-13.
- Wang, X., Zhao, Y., Li, C., & Ren, P. (2023). ProbSAP: A comprehensive and high-performance system for student academic performance prediction. *Pattern Recognition*, 137, 109309.
- Kukkar, A., Mohana, R., Sharma, A., & Nayyar, A. (2023). Prediction of student academic performance based on their emotional wellbeing and interaction on various e-learning platforms. *Education and Information Technologies*, 1-30.
- Shaju, R. E., Dirisala, M., Najjar, M. A., Kandasamy, I., Kandasamy, V., & Smarandache, F. (2023). Using Neutrosophic Trait Measures to Analyze Impostor Syndrome in College Students after COVID-19 Pandemic with Machine Learning. *Infinite Study*.
- Wei, H., Dorn, A., Hutto, H., Webb Corbett, R., Haberstroh, A., & Larson, K. (2021). Impacts of nursing student burnout on psychological well-being and academic achievement. *Journal of Nursing Education*, 60(7), 369-376.

¹ Este documento se ha anexoado a la propuesta, sin embargo está protegido por derechos de autor y no podrá ser publicado junto a esta memoria, únicamente se incluye como evidencia científica para el jurado.

Repercusión para el ciudadano y las administraciones

Esta propuesta tiene una fuerte componente social, los alumnos y profesores son los principales beneficiarios de este sistema y por ende las administraciones públicas donde realizan su actividad. Particularmente se espera fomentar una docencia más accesible y autónoma. Además, este sistema viene a solucionar problemas como es la falta de personalización de los contenidos, estableciendo un nivel autoajutable. El uso combinado de tecnologías como los sensores de los *wearables*, LLMs y técnicas de ML, y NLP, permiten ofrecer soluciones multidisciplinarias, que no se restringen a un nivel escolar concreto. Por otro lado, libera al docente de cierta carga de trabajo, al introducir un asistente capaz de resolver parte de las dudas de los estudiantes, además de proporcionar posibles preguntas de examen con las que generar un entorno de aprendizaje más dinámico.

Los docentes reducirán el estrés al que se ven sometidos. Por su parte, los estudiantes “aprenderán a aprender” de forma autónoma, adquiriendo conocimiento, sintiéndose además dueños de su propio proceso de madurez personal y mental.

Equipo de desarrollo y proveedores

Los autores forman parte del Grupo de Tecnologías de la Información (GTI) de la Universidade de Vigo y cuentan con su apoyo financiero para la continuación de este proyecto. El grupo tiene experiencia en el desarrollo de bots conversacionales aplicados a diversas áreas de aplicación, como es la tutorización de estudiantes en plataformas de e-learning como Claroline y Moodle. Estos sistemas y asistentes personales han dado lugar a múltiples publicaciones en revistas internacionales de alto prestigio y han sido referenciadas en numerosas ocasiones, como es el caso del exitoso proyecto CELIA con cerca de [70 artículos de difusión en medios nacionales e internacionales](#).

Este grupo posee una amplia experiencia en el desarrollo de aplicaciones orientadas a la comunicación y accesibilidad en dispositivos móviles. Destaca el proyecto [Accegal](#), desarrollado con el apoyo de investigadores del Departamento de Didáctica de la Lengua, Literatura y de las Ciencias Sociales de la Universidad de Santiago de Compostela. Este proyecto oferta ya 14 aplicaciones para dispositivos móviles con sistema operativo Android, con cerca de 100.000 descargas. Todas ellas están disponibles en cinco idiomas y pueden ser personalizadas para cada individuo. Estas aplicaciones contemplan soluciones efectivas para personas con diferentes tipos de discapacidad, y han demostrado con su número de descargas su efectividad y escalabilidad, siendo usadas tanto en entornos personales y académicos como laborales. En esta línea, el proyecto [ATOPA](#), busca fomentar la aplicación de test sociométricos en los centros educativos para la detección de alumnado aislado y prevenir situaciones de acoso escolar.

Particularmente los autores Francisco de Arriba Pérez y Silvia García Méndez, han cosechado grandes éxitos desde etapas tempranas de su carrera investigadora en este campo. Destacar las tesis doctorales con la que arranca este proyecto, la de Francisco de Arriba Pérez centrada en la parametrización de señales fisiológicas a través de dispositivos no invasivos como los *wearables* para la detección del sueño y el estrés en estudiantes, así como experiencias exitosas en el despliegue de plataformas matemáticas colaborativas online utilizadas en varias asignaturas impartidas en la Universidade de Vigo, y la de Silvia García Méndez centrada en técnicas de NLP aplicadas a la Comunicación Autmentativa y

Alternativa para personas con discapacidad. Además de participar en todos los proyectos anteriormente mencionados, los autores poseen una línea de investigación centrada en el diseño de *bots* conversacionales inteligentes con los que se busca acompañar y monitorizar a las personas mayores, detectando diferentes estados cognitivos. Actualmente los autores participan en el programa *STEMbach*, una iniciativa a la que están adheridos un amplio número de colegios públicos. Este programa tiene como finalidad involucrar a los estudiantes de bachillerato en proyectos tecnológicos de vanguardia. Este sería un excelente entorno donde poder aplicar el sistema propuesto.

Valoración económica y plazos de cumplimiento

Este proyecto ha sido fruto de más de 10 años de investigación en el campo, ha contado con la concesión de dos ayudas predoctorales para su desarrollo que han supuesto más de 65 000 €. En la actualidad está parcialmente subvencionado con las ayudas postdoctorales proporcionadas por la Xunta de Galicia de los autores (ED481B-2021-118 y ED481B-2022-093, 200 000 €).

Actualmente los autores ya han completado el desarrollo del sistema detección de estrés y sueño utilizando sensores disponibles en relojes inteligentes, así como una primera versión funcional del agente conversacional para estudiantes. Prueba de estos sistemas son las publicaciones en revistas científicas y conferencias ya mencionadas.

Se prevé que a lo largo de este año puedan unificar ambos sistemas creando una aplicación funcional completa para el sector educativo disponible de forma gratuita para fines académicos e investigadores.