

09-036

USING SWOT, CAME, AND QFD WITH ENGINEERING STUDENTS TO ANALYZE AND IMPROVE COVID-19 PRODUCTS AND SERVICES

Cano-Moreno, Juan David (1); Arenas Reina, José Manuel (1); Sánchez Martínez, Francisca Victoria (1); Islán Marcos, Manuel Enrique (1)

(1) Universidad Politécnica de Madrid-Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial (ETSIDI)

Design engineering education should use real challenges with students to encourage their involvement and motivation. In the 2020-2021 academic year, in the subject of Design Methodology and Creativity, it was applied the techniques SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities y Threats), CAME (Correct, Confront, Maintain and Exploit) and QFD (Quality Function Deployment) to the analysis and improvement of products and services chosen by them and that were related to the global pandemic that is being suffered due to COVID-19. In this work, the topics proposed by the students as possible products or services related to COVID19 that are susceptible to improvement are analyzed. A total of 85 students (65% women, 35% men) chose up to a total of 19 different topics. The 5 winning themes were chosen from among more than 66% of the students, with the first theme, "facial protection" with different types of masks, the one that showed the most interest among the students (almost 30%). This way of working allows design engineering students to learn to use design analysis and improvement methodologies in a familiar environment, highlighting their importance of serving to combat the current pandemic.

Keywords: SWOT; CAME; QFD; COVID-19; design engineering education

USO DE DAFO, CAME Y QFD CON ESTUDIANTES DE INGENIERÍA PARA ANALIZAR Y MEJORAR LOS PRODUCTOS Y SERVICIOS DEL COVID-19

La educación en ingeniería de diseño debe proponer retos reales a los alumnos para fomentar su implicación y motivación. En el curso 2020-2021, en la asignatura de Metodología del diseño y la creatividad, se aplicaron las técnicas DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades), CAME (Corregir, Afrontar, Mantener y Explotar) y QFD (Quality Function Deployment) al análisis y mejora de productos y servicios elegidos por ellos y que estuvieran relacionados con la pandemia mundial que se está sufriendo debido al COVID19. En el presente trabajo se analizan los temas propuestos por los alumnos como posibles productos o servicios relacionados con el COVID19 que son susceptibles de mejora. Un total de 85 estudiantes (65% mujeres, 35% hombres) eligieron hasta un total de 19 temáticas distintas. Los 5 temas ganadores han sido elegidos entre más del 66% de los alumnos, siendo el primer tema, "protección facial" con mascarillas de diversos tipos el que mostró más interés entre los alumnos (casi el 30%). Esta forma de trabajo permite que los alumnos de ingeniería de diseño aprendan a usar metodologías de análisis y mejora de diseños en un entorno conocido, destacando su importancia de servir para combatir la pandemia actual.

Palabras clave: DAFO; CAME; QFD; COVID-19; educación en ingeniería de diseño

Correspondencia: Dr. Juan David Cano-Moreno. Correo: juandavid.cano@upm.es

Agradecimientos: A tod@s los alumn@s de la asignatura "Metodología del diseño y la creatividad" del curso 2020-2021.



©2022 by the authors. Licensee AEIPRO, Spain. This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

1. Introducción

En el mundo actual existe una competencia creciente a nivel empresarial y cada vez es más crítico el conseguir una mejora de un producto antes que otro competidor en algún punto del planeta. Para competir en el diseño de producto es vital ser capaz de conocer y saber analizar los productos existentes para valorar su potencial de desarrollo, la evolución posible de ese diseño a corto y largo plazo.

Con este objetivo, se enseñan diversas técnicas de análisis de producto en la asignatura de Metodología del diseño y la creatividad. Entre ellas, se planteó una actividad que combina tres de estas técnicas, DAFO (iniciales de Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades), CAME (Corregir, Afrontar, Mantener y Explotar) y QFD (*Quality Function Deployment* o despliegue de las funciones de calidad).

Estas técnicas son muy adecuadas para la asignatura en cuestión, ya que sus dos principales resultados de aprendizaje, y que están reflejados en su guía de aprendizaje, son los siguientes:

- Capacidad para comprender la metodología sistemática del diseño industrial.
- Habilidad para aplicar técnicas específicas en la resolución de problemas de diseño industrial. Actitud abierta y habilidad para aplicar técnicas creativas en procesos de innovación.

Esta asignatura se imparte en el *Grado en ingeniería en diseño industrial y desarrollo de producto* y en el *Doble grado en ingeniería en diseño industrial y desarrollo de producto y en ingeniería mecánica*. Estos grados se imparten en la *Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial* de la Universidad Politécnica de Madrid.

La metodología DAFO se ha utilizado en multitud de investigaciones en distintos campos a nivel profesional (Sevcli et al., 2012; Yuan, 2013; Yüksel and Dagdeviren, 2007). Recientemente, también se ha utilizado para abordar temas relacionados con la pandemia del COVID-19 (Li, 2020; Wang and Wang, 2020). La metodología CAME, casi siempre está asociada a un análisis DAFO previo, como puede comprobarse en algunas publicaciones (Parra-Santiago et al., 2021; Ruá et al., 2021).

Aunque la literatura es escasa, existe alguna publicación donde se combinan el análisis DAFO y la metodología QFD (Saragih et al., 2020) para el diseño de productos. El análisis con matrices QFD, con sus orígenes en Yoji Akao (Akao, 2004), se ha empleado en multitud de investigaciones como herramienta principal (Prasad, 1998; Haber et al., 2020; Neira-Rodado et al., 2020; Zhang et al., 2019; Arenas Reina et al., 2021).

Con el objeto de que los estudiantes conocieran los productos o servicios a los que iban a aplicar estas técnicas se le propuso la temática de productos y servicios que se han hecho cotidianos a raíz de la pandemia del COVID-19. Esta propuesta se hizo en una época, curso 2020-2021, en el que aún no había vacunas y la docencia fue 100% on-line. El conocimiento de los productos, así como el vivir una situación fuera de la zona de confort habitual hizo que su motivación fuera muy alta.

Este trabajo lo hicieron un total de 85 alumnos (65% mujeres, 35% hombres) que eligieron hasta un total de 19 temáticas distintas, que se presentarán a continuación, analizándose la frecuencia relativa de cada una de ellas.

2. Materiales y métodos

A todos los alumnos se les propuso un proyecto de carácter individual para poner en práctica tres metodologías de análisis y mejoras de diseño, producto o servicio, como son DAFO, CAME y QFD. La tarea que recibieron tenía las indicaciones recogidas en la Tabla 1.

Tabla 1. Enunciado de la actividad docente

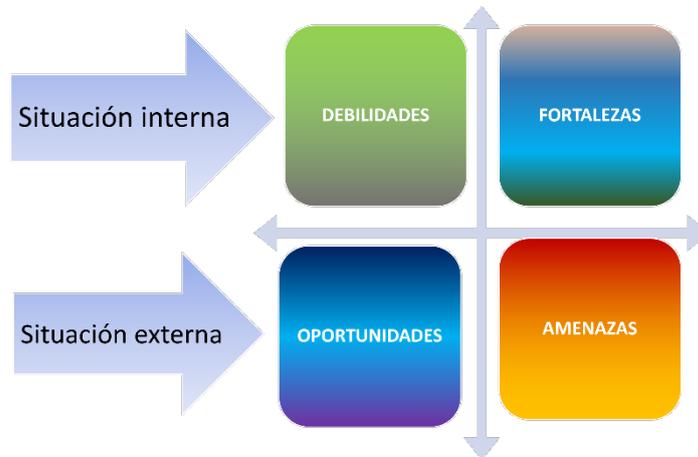
Seleccione un producto/diseño/situación relacionados con el **COVID19** (ejemplos: mascarilla higiénica, mascarilla de tela, gel hidroalcohólico concreto, pantallas de plástico en oficinas, sillas libres en teatros, comer con amigos en una terraza exterior, etc.).

- a) Realice un análisis **DAFO**, con al menos 4 ítems en cada una de las casillas. **(2,5 puntos)**
- b) Realice un análisis **CAME**, con una estrategia por cada ítem del apartado anterior. **(2,5 puntos)**
- c) Con ayuda de lo anterior, defina los requisitos posibles (especificaciones técnicas) que deba tener el producto (al menos 5) y realice una encuesta (>30 respuestas) para ver cómo pondera cada cliente los requisitos de dicho producto. Use estos requisitos para realizar una pequeña matriz **QFD**, definiendo al menos 5 **COMO's** y rellene la matriz de correlación entre los **QUE's** y los **COMO's**. ¿Cuál es el **QUE** más importante desde el punto de vista de la voz del cliente? ¿y cuál **COMO**? **(5 puntos)**

Además, la extensión estaba limitada a 3 páginas A4 para fomentar la síntesis de la tarea a realizar.

A continuación, se describirán brevemente estas 3 metodologías con las que debían trabajar los estudiantes. La metodología o herramienta DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades) permite analizar el estado actual de un producto, marca o empresa. En este caso se empleó orientado a productos, permitiendo hacer un análisis del propio producto (Análisis interno: Fortalezas y Debilidades) y del propio producto con el mundo real (Análisis externo: Amenazas y Oportunidades). Suele emplearse el formato matricial como muestra la Figura 1.

Figura 1: Esquema de funcionamiento de un análisis DAFO

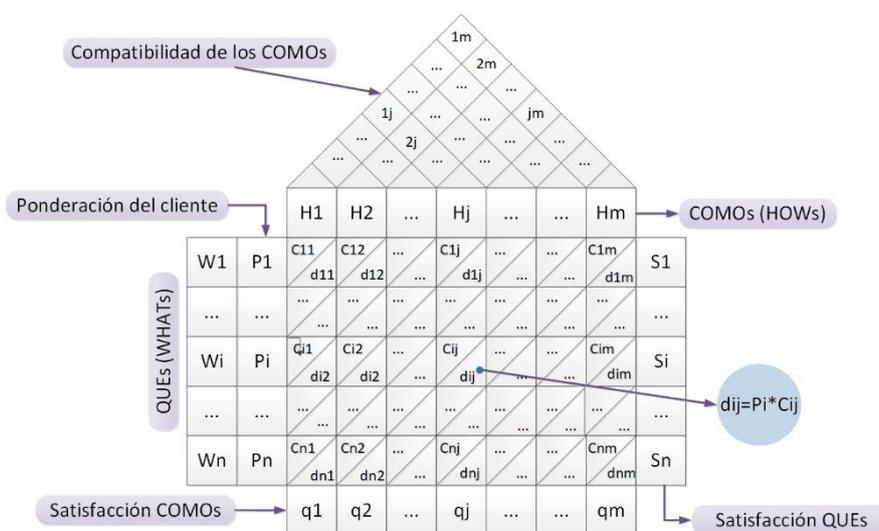


El análisis anterior puede emplearse para mejorar el producto analizado mediante un análisis CAME que permite establecer herramientas o estrategias para:

1. **C**, corregir las debilidades.
2. **A**, afrontar las amenazas
3. **M**, mantener las fortalezas.
4. **E**, explorar o explotar las oportunidades existentes.

Los análisis anteriores, DAFO-CAME, que son complementarios, han permitido a los estudiantes conocer mejor el producto seleccionado y así extraer sus principales características y necesidades que satisfacen al usuario de este, incluyendo no solo las fortalezas sino también algunas características o necesidades aún no implementadas como las incluidas en corregir las debilidades, evitar las amenazas o incorporar las oportunidades. Con estas necesidades o QUES, se inicia la casa de la calidad o matriz QFD, mostrada en la Figura 2.

Figura 2: Casa de la calidad (QFD) (Arenas Reina et al., 2021)



El funcionamiento de esta matriz ya se encuentra explicado en multitud de publicaciones. En

este caso los alumnos tenían que extraer los QUES y, mediante encuestas extraer la ponderación de cada uno de ellos para, posteriormente, con los COMOs definidos, extraer e interpretar el grado de satisfacción de los QUES iniciales, ponderados por la voz del cliente (VoC, Voice of Customer). Estos valores ponderados corresponden con S_i , siendo este valor el correspondiente con la fórmula (1), comprobándose el peso de la voz del cliente en P_i .

$$S_i = \sum_{j=1}^{j=m} P_i \cdot c_{ij} = P_i \cdot \left(\sum_{j=1}^{j=m} c_{ij} \right) = \sum_{j=1}^{j=m} d_{ij} \quad (1)$$

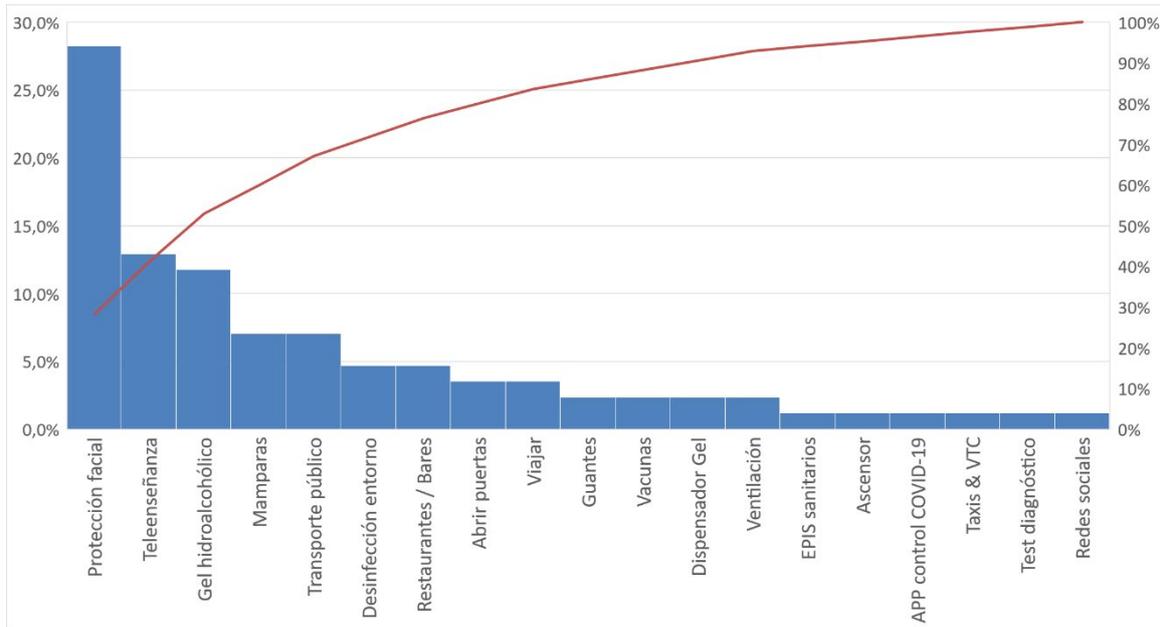
3. Resultados

De los 85 trabajos realizados, muchos coincidían en temáticas similares, por lo que se fueron agrupando por afinidad hasta obtener un total de 19 temáticas distintas que se listan a continuación:

1. **Guantes**, Guantes desechables
2. **Mamparas**. Mampara anti contagio, pantallas de plástico tanto en oficinas como en aulas.
3. **Gel hidroalcohólico**, de distintas marcas y tipos.
4. **Transporte público**, en distintas variantes (metro, autobús)
5. **Vacunas** de varios tipos y plan de vacunación
6. **Desinfección entorno**: aire, objetos, ropa y superficies
7. **Protección facial**, desde cuelga mascarillas, a todo tipo de mascarillas (tela, quirúrgica, FFP2), pantallas de protección facial y marcas de mascarillas.
8. Traje o mono de los **EPIs sanitarios**
9. Desplazamiento en **ascensor**
10. Llavero **abrir puertas**/presionar botones sin contacto por COVID
- 11. Teleenseñanza**
12. **APP** para **control** de la pandemia **COVID-19**, incluyendo geolocalización.
13. Servicio de **bares y restaurantes**, también a domicilio
14. **Dispensador de Gel** hidroalcohólico
15. **Ventilación** en espacios cerrados
16. **Viajar** en pandemia
17. Servicio de **Taxis o VTC** en pandemia
18. **Test diagnóstico** virus: PCR
- 19. Internet y redes sociales**

De estos 19 temas, se muestra en la Figura 3 se muestra el porcentaje relativo de estudiantes que seleccionaron y desarrollaron su trabajo sobre cada uno de estos 19 temas.

Figura 3: Selección de temáticas de productos/servicios COVID-19



Las palabras puestas en negrita en la lista anterior son las usadas para la Figura 3. En esta figura se han ordenado los temas de mayor frecuencia de uso a menor, viéndose el porcentaje acumulado de los temas con la línea roja.

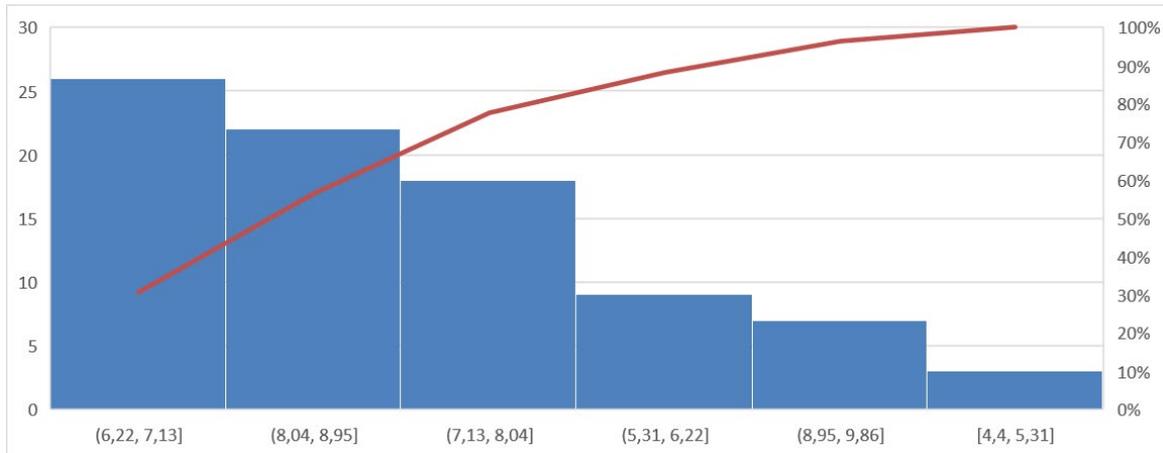
Con los 5 primeros temas, se agrupan los 2/3 del total de los 85 estudiantes, manifestándose por tanto como temas que más les han preocupado o donde más claramente han visto la necesidad de un análisis y posible mejora del mismo. Estos son los siguientes:

1. Protección facial, 28.2 %
2. Teleenseñanza, 12.9%
3. Gel hidroalcohólico, 11.8%
4. Mamparas anti contagio, 7.1%
5. Transporte público, 7.1%

El tema más abordado con gran diferencia es el de la protección facial, habiéndose realizado 24 trabajos de los 85.

El interés mostrado por los estudiantes se refleja en las notas obtenidas en esta actividad, obteniendo más del 80% una nota superior a 6 sobre 10 puntos, como muestra la Figura 4.

Figura 4: Selección de temáticas de productos/servicios COVID-19



Entre los aspectos novedosos empleados en la realización de esta actividad de aprendizaje pueden destacarse los siguientes aspectos:

- Contexto mundial: estábamos en plena pandemia sin vacunas aún disponibles.
- Organizativo: docencia On-Line
- Motivacional: análisis de un producto que, de alguna forma, estaba ayudando a salvar vidas ante la pandemia del COVID-19.
- Uso: todos los productos y servicios analizados se habían convertido en cotidianos, los estudiantes, en la mayoría de ellos, los usaban en su día a día.

4. Conclusiones

La actividad desarrollada en la asignatura de Metodología del Diseño y la Creatividad ha permitido a los estudiantes un buen conocimiento de la integración de las técnicas DAFO, CAME y QFD para el análisis y propuesta de mejoras de un producto o servicio, en este caso, relacionado con el COVID-19.

El tema seleccionado y en el momento en que se realizó (curso 2020-2021) hizo que su motivación fuese elevada, algo que se refleja en las notas obtenidas. Los distintos trabajos realizados de cada uno de los 19 temas muestran temáticas relacionadas con productos y servicios derivados de la pandemia del COVID-19 que son susceptibles de mejora.

La metodología empleada ha permitido con la combinación de las tres técnicas de análisis de producto o servicio generar un mapa más completo de las líneas de los puntos débiles, fuertes y, en definitiva, de mejora de cada uno de los productos y servicios estudiados. El uso de estas tres técnicas a la vez ha sido un aspecto novedoso en combinación con otros factores derivados del análisis de productos y servicios añadidos al día a día de cada persona debido a la situación pandémica mundial.

Como resultado, se ha obtenido un primer mapa de productos y servicios que están en el día a día de los estudiantes. Los tres temas mas frecuentes y que superan entre los tres el 50%

son protección facial, tele enseñanza y gel hidroalcohólico, temas muy presentes en la vida habitual de estos estudiantes de ingeniería de diseño.

Como trabajos futuros, se pretende desarrollar una metodología aditiva que aúne los distintos trabajos realizados de una misma temática para un análisis y mejora que sintetice los distintos puntos de vista de cada tema.

5. Referencias

- Akao, Y., (2004). *Quality Function Deployment: Integrating Customer Requirements Into Product Design*. Taylor & Francis.
- Arenas Reina, J.M., Cano-Moreno, J.D., Sánchez Martínez, F.V., Islán Marcos, M., (2021). Methodology for Analysis and Quantitative Evaluation of Teaching Quality in University Subjects. *Mathematics* 9 8 , 831. doi:10.3390/math9080831
- Haber, N., Fagnoli, M., Sakao, T., (2020). Integrating QFD for product-service systems with the Kano model and fuzzy AHP. *Total Quality Management & Business Excellence* 31 9–10 , 929–954. doi:10.1080/14783363.2018.1470897
- Li, T., (2020). A SWOT analysis of China's air cargo sector in the context of COVID-19 pandemic. *Journal of Air Transport Management* 88, 101875. doi:10.1016/j.jairtraman.2020.101875
- Neira-Rodado, D., Ortíz-Barrios, M., De la Hoz-Escorcía, S., Paggetti, C., Noffrini, L., Fratea, N., (2020). Smart Product Design Process through the Implementation of a Fuzzy Kano-AHP-DEMATEL-QFD Approach. *Applied Sciences* 10 5 , 1792. doi:10.3390/app10051792
- Parra-Santiago, J.I., Camarero-Orive, A., Fañanás Díaz, M.A., (2021). Valorization of logistics infrastructures using the SWOT-Delphi-CAME methodology. The case of the Albacete railway logistics platform. *Ingeniería y competitividad* 23.
- Prasad, B., (1998). Review of QFD and related deployment techniques. *Journal of Manufacturing Systems* 17 3 , 221–234. doi:10.1016/S0278-6125(98)80063-0
- Ruá, M.J., Huedo, P., Cabeza, M., Saez, B., Agost-Felip, R., (2021). A model to prioritise sustainable urban regeneration in vulnerable areas using SWOT and CAME methodologies. *Journal of Housing and the Built Environment* 36 4 , 1603–1627. doi:10.1007/s10901-020-09813-w
- Saragih, L.L., Simarmata, E., Aloina, G., Tarigan, U.P.P., Ramadhani, V.B., Ginting, S.E.F., (2020). Product development of canned fish using SWOT and quality function deployment (QFD). *AIP Conference Proceedings* 2227 1 , 040017. doi:10.1063/5.0001050
- Sevklı, M., Oztekin, A., Uysal, O., Torlak, G., Turkyilmaz, A., Delen, D., (2012). Development of a fuzzy ANP based SWOT analysis for the airline industry in Turkey. *Expert Systems with Applications* 39 1 , 14–24. doi:10.1016/j.eswa.2011.06.047
- Wang, J., Wang, Z., (2020). Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats (SWOT) Analysis of China's Prevention and Control Strategy for the COVID-19 Epidemic. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 17 7 . doi:http://dx.doi.org/10.3390/ijerph17072235
- Yuan, H., (2013). A SWOT analysis of successful construction waste management. *Journal of Cleaner Production* 39, 1–8. doi:10.1016/j.jclepro.2012.08.016
- Yüksel, İ., Dagdeviren, M., (2007). Using the analytic network process (ANP) in a SWOT analysis – A case study for a textile firm. *Information Sciences, Mathematical Foundation for Intelligent Technologies (InTech03)* 177 16 , 3364–3382. doi:10.1016/j.ins.2007.01.001

Zhang, X., Li, J., Hu, Z., Qi, W., Zhang, L., Hu, Y., Su, H., Ferrigno, G., Momi, E.D., (2019).
Novel Design and Lateral Stability Tracking Control of a Four-Wheeled Rollator.
Applied Sciences 9 11 . doi:10.3390/app9112327

**Comunicación alineada con los
Objetivos de Desarrollo Sostenible**

