

# Metodología de aprendizaje a partir de la detección y solución de problemas reales. Diseño de accesorio portaobjetos para motocicleta Macbor

## Learning methodology based on the detection and solution of real problems. Macbor motorcycle storage accessory design

Manuel Enrique Islán Marcos, Silvia Nuere Menéndez-Pidal, Adela Laura Acitores Suz, Roberto D'Amato, Fernando Blaya Haro

manuel.islan.marcos@upm.es, silvia.nuere@upm.es, adela.acitores@upm.es, r.damato@upm.es, fernando.blaya@upm.es

<sup>1</sup>Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial  
Universidad Politécnica de Madrid  
Madrid, Spain

**Resumen-** Este planteamiento parte de la necesidad de aprendizaje a partir de la observación y uso de los productos que ofrece el mercado y de los problemas que no están resueltos aún. Por tanto, será el propio alumno el encargado de encontrar una deficiencia o problema y por tanto una posibilidad de mejora. En el ejemplo que acompaña la propuesta, el alumno encontró una carencia en la usabilidad de una motocicleta de la marca Macbor, en la que no es posible la colocación de equipaje. La solución propuesta está basada en el diseño de un adaptador para la colocación de maletas existentes en el mercado.

**Palabras clave:** *Macbor, equipaje, Aprender Haciendo, Aprendizaje Basado en Proyectos*

**Abstract-** This approach is based on the need to learn from the observation and use of the products offered by the market and the problems that are not yet resolved. Therefore, it will be the student himself the one in charge of finding a deficiency or problem and therefore a possibility of improvement. In the example that accompanies the proposal, the student found a lack in usability of a motorcycle of the Macbor brand, in which it is not possible to place a luggage. The proposed solution is based on the design of an adapter for the placement of existing suitcases on the market.

**Keywords:** *Macbor, luggage, Learning by Doing, Project Based Learning.*

### 1. INTRODUCCIÓN

Desde años atrás, las metodologías docentes de las universidades españolas se han adaptado al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), desarrollando de esta forma en los estudiantes un abanico de competencias que necesitan para el perfil profesional que demanda el mercado laboral internacional. Hoy en día existen cambios rápidos y de corta duración y en los diversos campos de la innovación se necesita por tanto un modelo de enseñanza y aprendizaje versátil y flexible, que se adapte rápidamente a las necesidades del mundo industrial, pasando del taylorismo a un modelo de "producción social" donde prima el trabajo en ámbitos de multidisciplinariedad, innovación y emprendimiento.

La necesidad de adaptarse a los nuevos tiempos, y nuevos problemas, hace imprescindible que las universidades cambien su forma de proceder (teoría, práctica, planificación, ejecución, pensamiento, actuación) por otra formativa, más global e integral, en la que se potencie la interdisciplinariedad, la socialización y habilidades culturales, a través de un método de enseñanza-aprendizaje acorde a las enseñanzas transmitidas (Tippelt & Lindemann, 2001).

Entre las diferentes metodologías activas existentes, el Aprendizaje Orientado a Proyectos (AOP), una variante de la metodología Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) es una metodología en la que el profesorado plantea un proyecto a un grupo de alumnos consiguiendo que sean más "activos", responsables y comprometidos con su aprendizaje, es decir, un enfoque profundo en el estilo de aprendizaje. Para desarrollar esta metodología de aprendizaje se necesita de los estudiantes un buen manejo en diversas disciplinas y fuentes de información. Estas serán necesarias a la hora de desarrollar proyectos. Además, será necesaria, si no imprescindible, la coordinación e implicación de diversas materias, potenciando el carácter interdisciplinar de esta metodología de aprendizaje ofreciendo, al alumnado, una visión general de las materias participantes y transversales y al profesorado la posibilidad de trabajar de forma conjunta y con otros departamentos, estando en continuo aprendizaje y mejora continua (García García, 2013).

Por otra parte, el Aula Invertida (AI), es un modelo pedagógico que traslada el trabajo realizado hasta el momento en el aula, al exterior, utilizando el tiempo de clase para facilitar y potenciar habilidades. El aula invertida como modelo requiere que los estudiantes se hagan cargo de su aprendizaje y de sus decisiones antes, durante y después de la clase (Prust et al., 2015)

En la educación japonesa la metodología *Kounaikenshuu*, que se traduce como "estudio de los materiales de enseñanza", es el proceso continuo de formación profesional que tiene lugar en la escuela, en el que los profesores participan una vez que inician su carrera docente. El objetivo de este proceso es

mejorar la calidad de la enseñanza y el aprendizaje, mediante el análisis crítico y la reflexión sobre los contenidos, los métodos y los resultados de las clases. Las actividades del *kounaikenshuu* incluyen la planificación curricular, la evaluación de los aprendizajes, la reflexión sobre las prácticas pedagógicas, el intercambio de experiencias y recursos, y la capacitación continua (Takemura & Shimizu, 2009).

Enmarcado en estos conceptos principales, se propone un aprendizaje basado en el alumno. El aprendizaje tiene que ser capaz de adaptarse a sus nuevos retos, a su entorno, a sus inquietudes, a sus necesidades, donde una de las herramientas fundamentales estará directamente relacionada con aprender haciendo. De esta manera se crea un desarrollo horizontal. Será un lugar donde docentes y alumnos interactúen al mismo nivel, planteando, sin miedo, sugerencias, propuestas y debates que desarrollen su capacidad crítica frente a los demás, defendiendo su posición con argumentos sólidos. Además de la metodología basada en aprender haciendo, será necesaria la experimentación y utilizar el método de prueba y error para resolver los retos y problemas planteados en cada asignatura.

## 2. CONTEXTO Y DESCRIPCIÓN

Una mezcla de las tres metodologías AOP, AI y *Kounaikenshuu* (Martín, 2015) se utiliza en el trabajo realizado en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial (ETSIDI) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) para las asignaturas de Digitalización Tridimensional Metodología del Diseño y Diseño Básico impartidas en el Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto, así como Metodología del Diseño y Desarrollo de Productos en el Máster en Ingeniería en Diseño Industrial.

Esta combinación de metodologías basadas en el constructivismo (Piaget, Vygotsky) que sustenta la idea de que las personas construyen el aprendizaje a través del conocimiento y la experiencia son beneficiosas para los alumnos. Para Miguel Díaz et al. (2005), estos modelos de aprendizaje desarrollan las siguientes habilidades: planificación y organización, análisis, síntesis, investigación, transferencia de conocimiento y extrapolación a otros contextos, pensamiento crítico, responsabilidades individuales y grupales, gestión de diferentes disciplinas y fuentes, expresión oral y escrita, trabajo en equipo, liderazgo, toma de decisiones. Para Puig Rovira et al. (2009) lo ideal es que los proyectos sean lo más realistas posibles, principalmente Aprendizaje-Servicio (AS), conjugando así en una sola actividad: el aprendizaje de contenidos, la consecución de las tareas previstas en el material curricular de cada participante y la consecución de valores éticos, con la realización de tareas de servicio a la comunidad (Cohen et al., 2007; García García, 2013).

La metodología (AOP, AI y *Kounaikenshuu*) empleada en este caso parte de un proyecto real, involucrando asignaturas prácticas. El proyecto necesitará alumnos comprometidos y responsables en su aprendizaje y harán que el estudiante se ubique en el centro del aprendizaje, y el proyecto será el medio para ese aprendizaje. El docente actuará como facilitador de ese aprendizaje.

Los estudiantes, antes de iniciar el proyecto, deben tener conocimiento de los productos existentes en el mercado y los

productos a fabricar. Deben comprender las tareas que necesitarán realizar para consecución de sus objetivos. El proyecto tiene que ser el eje vertebrador de las asignaturas participantes junto con la necesidad de aprendizaje a partir de la observación y uso de los productos que ofrece el mercado y de los problemas que no están resueltos aún. Este planteamiento inicial, responde a la respuesta a un enunciado sobre el diseño de un tipo de objeto concreto que conlleve un determinado requerimiento de uso. Se trata de un enunciado abierto para el cual el alumno necesita una exploración de su entorno (tal vez ya lo haya hecho hace tiempo), y ser capaz de reconocer la capacidad de mejorar o solventar cualquier problema real que exista y sea susceptible de solucionar. Con ello, esta propuesta de trabajo llevará implícita la necesidad de innovación por parte del alumno, ya que el problema a resolver no tiene alternativas en el mercado industrial. Las propuestas pueden ser variadas y diferentes para cada alumno, lo que exige un mayor esfuerzo por parte del profesorado. Cada alumno, por tanto, se enfrentará a su propio reto, diferente del de sus compañeros. Esta metodología permite desde el ABP, llegar a un objeto real, diseñado y producido, de manera que el alumno puede llegar a tener la experiencia completa. El trabajo basado en problemas reales acerca al alumno al mundo de la industria y le permite relacionar su etapa formativa con su posterior profesión. Incluso podría generar proyectos que más adelante puedan ser relevantes por su innovación en la industria.

Por otro lado, la metodología de Aprender Haciendo, requiere la posterior reflexión crítica de los alumnos sobre lo aprendido en los distintos campos a través del proyecto y su autoevaluación sobre la calidad y el alcance de los resultados. Los estudiantes, a medida que tengan más experiencia, mayores habilidades o desarrollen las que ya poseen, cambiarán su función.

El uso del *Kounaikenshuu* con las metodologías AOP y IA permite que los profesores trabajen juntos para la creación de grupos especiales según el nivel, según la materia (diseño, matemáticas, etc.) y en comités especiales (por ejemplo, los comités técnicos)(Lewis & Tsuchida, 1998). Las actividades de los diversos grupos, que generalmente se reúnen una vez al mes, son coordinadas a través del Plan de Mejora Académica, el cual establece los objetivos y temas de la iniciativa de cada año. A la finalización de cada curso académico se deben completar los informes de asignatura con los resultados obtenidos en las evaluaciones, las propuestas de mejora y las modificaciones introducidas, entre otras, con respecto al curso anterior. Las actividades del trabajo y los recursos utilizados se muestran resumidas en la Figura 1.

Proceso		
Etapa inicial	Etapa intermedia	Etapa final
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Contacto con empresas</li> <li>● Detección de problemas</li> <li>● Discusión en grupo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Estudio del estado del arte en función del problema planteado</li> <li>● Primeros planteamientos de diseño</li> <li>● Feedback con empresa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Diseño de detalle</li> <li>● Planteamiento de la solución</li> <li>● Exposición oral de resultados</li> </ul>
Recursos		
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Software específico diseño</li> <li>● Acceso Internet</li> <li>● Ordenador</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Laboratorios</li> <li>● Escáneres digitales</li> <li>● Cámara fotográfica</li> </ul>	

Figura 1: Actividades y recursos utilizados

En el mundo de la automoción existe un mercado de postventa donde diversas empresas diseñan y fabrican

accesorios que permitan al usuario complementar y personalizar sus vehículos. Uno de los problemas encontrado por los alumnos es detectar que, en ocasiones, los complementos no se pueden adaptar a cualquier vehículo y que, incluso, no existen accesorios para ciertos modelos de vehículos. Para poder usar un mismo accesorio en distintas marcas se necesitaría un accesorio que permita adaptarse a las carrocerías o chasis. Estos complementos son elementos estéticos y funcionales que aumentan las prestaciones y la usabilidad de los vehículos.

En el caso que nos ocupa el estudiante detecta un problema concreto relacionado con la posibilidad de incluir accesorios portaobjetos, ya existentes, en una moto. La motocicleta en cuestión es la Macbor Montana XR5. Es una marca española fabricada en China pero que no posee ni maletas ni posibilidad de incluirlas al no disponer de accesorios adecuados.

En este punto es donde nace la necesidad de diseñar una pieza que sirva de adaptador para hacer compatibles los accesorios existentes en el mercado y el chasis de la moto. El alumno deberá diseñar una pieza que, tras una optimización topológica mediante el análisis de elementos finitos, de los esfuerzos y de las reacciones que sufre el objeto, se adapte perfectamente al chasis de la moto Macbor y proponga una solución viable. Para el tipo de motocicleta estudiada se detectan dos cajas portaherramientas que podrían adaptarse a la Macbor Montana. Se propone diseñar un adaptador que permita llevar cualquiera de las cajas existentes indistintamente.

### 3. RESULTADOS

La metodología utilizada para la realización de la práctica ha permitido que el estudiantado presente una propuesta innovadora, y la innovación ha supuesto el resultado técnico que se relata en el trabajo. Los resultados académicos resaltan la novedad de la metodología propuesta por no ser clases magistrales, sino que casos prácticos en relación con la empresa. La Tabla 1 muestra las tasas de rendimiento y de éxito para las asignaturas descripta en el apartado anterior. Los resultados de aprendizaje muestran que la innovación ha sido obtenida por el trabajo realizado por el estudiantado, pero también por el papel jugado por el profesorado en este caso específico, que juega un papel de guía y el peso del aprendizaje recae sobre el alumno.

Tabla 1: Evolución Tasas de éxito y de rendimiento

Curso académico	2020 - 2021	2021 - 2022	2022 - 2023	
Asignatura				
Diseño Básico 2º Curso Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto	95,16 %	96,22 %	98,25 %	Tasa de éxito
Digitalización y Prototipado rápido 2º Curso Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto	93,65 %	92,73 %	98,25 %	Tasa de rendimiento
Metodología del diseño y desarrollo de productos Máster en Ingeniería en Diseño Industrial	100 %	100 %	100 %	Tasa de éxito
	97,53 %	91,18 %	91,89 %	Tasa de rendimiento
	100 %	100 %	100 %	Tasa de éxito
	100 %	59,90 %	100 %	Tasa de rendimiento

Analizando los resultados mostrados en la Tabla 1, se observa que, en los tres últimos años, las tasas de éxito y de rendimiento han mejorado. En el caso de la asignatura Metodología cabe destacar que en el curso 2020-2021 coincidió con el final de la pandemia y las clases seguían siendo online.

En cuanto a los resultados técnicos se comenta que de las dos cajas que se pretendía utilizar mediante un único adaptador, una de ellas posee la longitud suficiente y la ubicación adecuada de los agujeros para necesitar solamente unas argollas, que se amoldan perfectamente a la estructura tubular del portamaletas de BMW. En cambio, la disposición de estos agujeros en dos planos que forman un ángulo dificulta utilizar un adaptador que sirva para más modelos de cajas. La otra caja, por el contrario, necesita un adaptador tanto en la BMW como en la Macbor. El modelo optimizado que ofrece Inspire para dar solución a ambas cajas, resulta con una figura intrincada, alejada de lo espartano del adaptador de la caja GIVI, compuesto por varias láminas planas atornilladas entre sí. El adaptador de GIVI es posible que no esté optimizado en todas las superficies de las lamas, y alguna de ellas puede tener más material del estrictamente necesario, pero la sencillez de forma lo hace muy rápido de fabricar, sencillo de reparar, mientras que la propuesta de Inspire, aunque más precisa y ahorradora de material, resulta más complicada de realizar Figura 2.

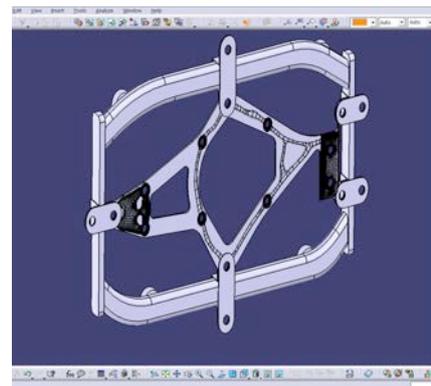


Figura 2: Propuesta Inspire

El modelo final que con su diseño envuelve las dos soluciones a sendas cajas, rodea las estructuras de PolyNURBs (De Agustín Del Burgo et al., 2021) siguiendo un contorno sencillo, sin demasiados cambios de dirección ni zonas demasiado estrechas Figura 3.

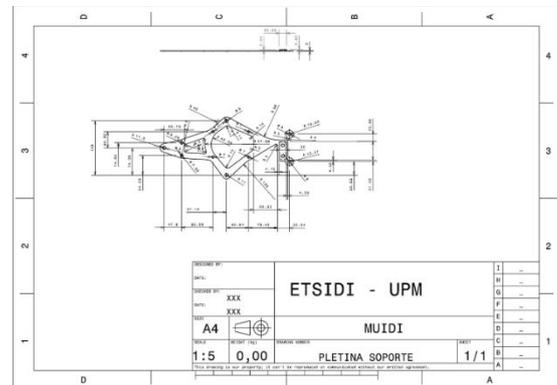


Figura 3: Pletina soporte

Así se acerca a la solución, pero manteniendo una relativa facilidad de fabricación. Con un peso de aproximadamente 236 gramos, y según dato de precio que figura en el informe descriptivo del material (entre 1.45 y 1.67 euros el kilo, cada unidad fabricada costaría entre 0.34€ y 0.39€ en material. A esto habría que unir el coste de fabricación, que en un principio se pensó en la estampación o el troquelado, por su

rapidez, pero teniendo en cuenta el apoyo en cuña sería mejor pensar en una combinación de corte laser (Kechagias et al., 2023) y fresado CNC. En todo caso, ninguna empresa ha ofertado menos de 300€ por un prototipo, y entre 25 y 35 euros por unidad en lotes de mil unidades. El producto final podría estar en torno a los 30€ que cualquier propietario de una motocicleta Macbor tendría que pagar además del precio de la caja de herramientas que quisiera llevar.

En cuanto a los resultados educativos, el alumno se ha enfrentado a un problema real, detectado por él mismo y a través de distintas metodologías ha sido capaz de resolverlo proponiendo una solución real de diseño que puede lanzarse al mercado. El proyecto presentado responde a una necesidad actual relacionada con la industria 4.0 y la Educación 4.0. Los resultados obtenidos son un excelente ejemplo de esta tendencia innovadora.

Cuando el alumno es capaz de detectar un problema que le atañe en persona se especialmente y se involucra tanto en los estudios previos del estado del arte, en el análisis pormenorizado de las características previas de la motocicleta, así como en las propuestas aportadas. Un dato importante es también la búsqueda de soluciones sostenibles con ahorro de material y precios asequibles comparados con los existentes en el mercado.

#### 4. CONCLUSIONES

En este estudio se propone un aprendizaje basado en el alumno y que tiene que ser capaz de adaptarse a sus nuevos retos, a su entorno, a sus inquietudes, a sus necesidades, teniendo en cuenta un desarrollo horizontal. La metodología presentada pone de manifiesto que el proceso de aprendizaje es un lugar donde docentes y alumnos interactúan al mismo nivel, planteando, sin miedo, sugerencias, propuestas y debates que desarrollen su capacidad crítica frente a los demás, defendiendo su posición con argumentos sólidos. Es gracias a estas metodologías, por las cuales el estudiante es capaz de estar activo en su aprendizaje mostrando sus cualidades y mejorando su preparación para el empleo en este mundo industrial tan competitivo. Se muestran los resultados técnicos a los que ha llegado el alumno para comprobar que la metodología propuesta ofrece una solución viable que puede transferirse al mundo profesional. Es importante destacar que de esta manera se fomenta la conexión con la vida profesional a la cual se enfrentará el alumno una vez finalice sus estudios. El planteamiento mostrado es extrapolable a otros problemas similares dentro del mismo sector como es la automoción o bien a otros donde la metodología empleada puede favorecer la solución de problemas reales. Se debe considerar que la solución debe ser considerada como un concepto de trabajo, de pensamiento y planteamiento ante situaciones reales.

#### AGRADECIMIENTOS

Se agradece la participación del alumno Jorge Alberto Delgado Rosete.

#### REFERENCIAS

Cohen, A., Nash, E., Snelling, R., Holland, B., Smith, L., Martin, H., Hardison, L., Bird, J. & Isidro, A. (2007). Faculty Toolkit for Service Learning in Higher Education Edited by Sarena D Seifer and Kara Connors, Community-Campus Partnerships for Health for Learn and Serve America's National Service-Learning

Clearinghouse.

[http://www.servicelearning.org/filemanager/download/HE\\_Toolkit\\_with\\_worksheets.pdf](http://www.servicelearning.org/filemanager/download/HE_Toolkit_with_worksheets.pdf)

De Agustín Del Burgo, J. M., Blaya Haro, F., D'amato, R., Blaya, A. & Juanes Méndez, J. A. (2021). Development of a Smart Leg Splint by Using New Sensor Technologies and New Therapy Possibilities. *Sensors* 2021, Vol. 21, Page 5252, 21(15), 5252. <https://doi.org/10.3390/S21155252>

García García, M. J. (2013). Proyectos Integradores: Aprender a ser Ingeniero Desarrollando Proyectos. [https://scholar.google.com/scholar?hl=it&as\\_sdt=0%2C5&q=Proyectos+Integradores%3A+Aprender+a+ser+Ingeniero+Desarrollando+Proyectos.+Webinars+18-22+noviembre+2013.&btnG=](https://scholar.google.com/scholar?hl=it&as_sdt=0%2C5&q=Proyectos+Integradores%3A+Aprender+a+ser+Ingeniero+Desarrollando+Proyectos.+Webinars+18-22+noviembre+2013.&btnG=)

Kechagias, J. D., Vidakis, N., Ninikas, K., Petousis, M. & Vaxevanidis, N. M. (2023). Hybrid 3D printing of multifunctional polylactic acid/carbon black nanocomposites made with material extrusion and post-processed with CO2 laser cutting. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 124(5-6), 1843-1861. <https://doi.org/10.1007/S00170-022-10604-6/FIGURES/14>

Lewis, C. C. & Tsuchida, I. (1998). "A Lesson is Like a Swiftly Flowing River" - How Research Lessons Improve Japanese Education - Papers & Essays. *American Educator*, 22(4). [https://www.childresearch.net/papers/school/2000\\_04.html](https://www.childresearch.net/papers/school/2000_04.html)

Martín, A. P. (2015). Llegar a la pedagogía inversa y al aprendizaje por la indagación mediante la gamificación y el desarrollo profesional colaborativo por jugyou kenkyu o lesson study. <https://es.slideshare.net/alfredo.prietomartin/cmo-mejoran-la-enseanza-en-japn-jugyou-kenkyuu2>

Miguel Díaz, M. de, Universidad de Oviedo. & España. Ministerio de Educación y Ciencia. (2005). Modalidades de enseñanza centradas en el desarrollo de competencias: orientaciones para promover el cambio metodológico en el espacio europeo de educación superior.

Prust, C. J., Kelnhofer, R. W. & Petersen, O. G. (2015). [PDF] The Flipped Classroom: It's (Still) All About Engagement | Semantic Scholar. ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings, 26.1534.1-26.1534.1 7. <https://doi.org/10.18260/p.24872>

Puig Rovira, J. M., Batlle Suñer, R., Bosch Vila, C., Cerda Toledo, M. de la, Climent Castelló, T., Gijón Casares, M., Graell Martín, M., Martín García, X., Muñoz García, A., Palos Rodríguez, J., Rubio Serrano, L. & Trilla Bernet, J. (2009). Aprendizaje servicio (ApS): educación y compromiso cívico. *Aprendizaje Servicio (ApS): Educación y Compromiso Cívico*, 91-106. <https://redined.educacion.gob.es/xmlui/handle/11162/64432>

Takemura, S. & Shimizu, K. (2009). Goals and strategies for science teaching as perceived by elementary school teachers in Japan and the United States. <https://doi.org/10.1080/01619569309538739>, 23-33. <https://doi.org/10.1080/01619569309538739>

Toshev, R., Kolatsis, N., Shamzzuzoha, A. & Helo, P. (2023). The economics of additive manufacturing and topology optimisation – a case analysis of the electric scooter. <https://doi.org/10.1080/09544828.2023.2205808>, 34(4), 313-338. <https://doi.org/10.1080/09544828.2023.2205808>