

## **El Diseño de Producto, la generación de modelos físicos y su implementación en la resolución de problemas en Física.**

Gon, Fabián Rodolfo a; Agosta, Rodrigo b; Agostina Sponton c  
a,b,c Facultad Regional Santa Fe – Universidad Tecnológica Nacional.  
[fgon@frsf.utn.edu.ar](mailto:fgon@frsf.utn.edu.ar) a

### **Área de trabajo relacionada:**

*Innovación y tecnologías educativas*

### **Modalidad:**

*Virtual*

### **¿Desea que la exposición sea transmitida en vivo durante el Congreso?**

Si  No

### **Resumen:**

*Por medio de la utilización de los procesos de Diseño de Producto y su aplicación al desarrollo de modelos físicos, se presentan las acciones implementadas y los resultados obtenidos en la resolución de problemas en el nivel básico de Física. Este trabajo tiene como objetivo proponer una alternativa para abordar las dificultades en el aprendizaje de la Física, haciendo foco fundamentalmente en la competencia "Resolución de Problemas". La población en estudio fueron los estudiantes de Física del primer año de la carrera de Ingeniería Industrial de la Facultad Regional Santa Fe de la Universidad Tecnológica Nacional. En esta experiencia se pudo observar un incremento en la participación de los estudiantes, los cuales desarrollaron una capacidad de aprender, comprender y aplicar conocimientos de forma autónoma. Esta metodología, aplicada durante la resolución de problemas permitió a los estudiantes: comprender la importancia de la ciencia Física, estructurar sus conocimientos sobre la misma y relacionarla con la actividad propia del ingeniero.*

### **Palabras claves:**

*Diseño de Producto, Modelos Físicos, Competencias, Resolución de Problemas*

### **Introducción:**

*La Física, como disciplina científica fundamental, se nutre de la observación y la experimentación para comprender los fenómenos naturales que nos rodean.  
Un objetivo de la enseñanza de la Física es proporcionar a los estudiantes las condiciones favorables para adquirir un conjunto de conceptos necesarios para interpretar fenómenos naturales y resolver problemas. (Gómez, 2002)  
La Física, se basa en un proceso del pensamiento hipotético-deductivo, caracterizándose por una metodología científica, que parte de una hipótesis teórica, para desarrollarse en dirección a sus consecuencias lógicas. Éstas se caracterizarán y en una fase posterior, sufrirán una comprobación experimental bajo la forma de confirmación específica o aplicación práctica de una teoría. (Campelo Arruda 2003)*

*El Diseño de Producto es el proceso de crear soluciones para problemas específicos mediante la creación de nuevos productos o la mejora de los existentes. Se trata de un proceso que implica la identificación de necesidades y deseos de los clientes, la generación de ideas y conceptos, la evaluación y selección de los mejores diseños y la creación de prototipos y modelos para su prueba y validación. ( Ulrich K. T. y Eppinger S. D. 2012).*

*El desarrollo de modelos físicos (MF) siguiendo las etapas establecidas en el Diseño de Producto y su relación con la Física, permite al docente vincular verticalmente una asignatura de 1° año con el 4° año de la carrera de Ingeniería Industrial.*

*En este contexto, el diseño de MF emerge como una herramienta crucial para la investigación y la enseñanza de los principios fundamentales de la Física. Estos MF son representaciones concretas y tangibles de conceptos abstractos, permitiendo en el caso presentado a los estudiantes visualizar y manipular fenómenos físicos de manera más accesible y comprensible.*

*El diseño de MF abarca una amplia gama de aplicaciones, en este trabajo nos centraremos fundamentalmente en la mecánica clásica. Cada área de la Física requiere modelos específicos que capturen las características esenciales de los fenómenos estudiados, lo que desafía a los diseñadores a combinar precisión científica con practicidad, seguridad y estética.*

*Según estudios como el de Hmelo-Silver et al. (2007), la manipulación de MF aumenta la retención del conocimiento y promueve un aprendizaje más profundo. Estos modelos permiten a los estudiantes visualizar y experimentar con conceptos como la cinemática, la dinámica y la termodinámica, lo que mejora su comprensión de los principios fundamentales de la física (Nurrenbern y Pickering, 1987).*

*La creación de MF involucra un proceso multidisciplinario que integra conocimientos de Física teórica, diseño de productos, ingeniería y fabricación. Los docentes que llevan adelante este proceso deben traducir ecuaciones y conceptos abstractos en formas tangibles y manipulables, utilizando materiales que permitan una representación precisa, a un bajo costo y duradera de los fenómenos físicos.*

*Además de su utilidad práctica, los MF también tienen un valor estético y artístico, ya que combinan funcionalidad con diseño. La estética de un modelo físico puede influir en su efectividad como herramienta educativa, atrayendo la atención y estimulando el interés de los estudiantes.*

*Este trabajo surgió en base a la necesidad de poder disponer de prácticas didácticas de algunos fenómenos físicos que se pueden aplicar en la resolución de problemas. Al vincular la experiencia del docente en su desarrollo profesional en diferentes industrias con su formación académica en las asignaturas de Física y Diseño de Producto se propuso desarrollar MF para la resolución de problemas básicos de Física.*

*Se considera una necesidad, como una carencia identificada por el docente de la cátedra en los cursos del ciclo básico de Física de ingeniería Industrial de la Facultad Regional Santa Fe de la Universidad Tecnológica Nacional (FRSF-UTN).*

*Al plantear el diseño y construcción de MF para la interpretación y resolución de problemas lo que se busca es contribuir a un mejor análisis sobre la situación a resolver por parte de los estudiantes. El desarrollo de los modelos facilita la comprensión de los estudiantes que en muchos casos desconocen los elementos involucrados en el enunciado de un problema, o no visualizan la situación. Además, permite desarrollar su aprendizaje en el aula y con la mediación de los docentes profundiza la vinculación de los enunciados, modelos y resolución. (Varen y Chang ,2016)*

*Nos centraremos en los Modelos Físicos Idealizados que representan sistemas simplificados con suposiciones específicas (por ejemplo, un péndulo simple) y en Modelos Físicos Materiales que utilizan objetos físicos reales para simular fenómenos (por ejemplo, un resorte para estudiar la ley de Hooke). Estos nos permiten visualizar conceptos abstractos y ayudan a desarrollar intuición sobre cómo funcionan los sistemas físicos y son excelentes herramientas para la enseñanza y el aprendizaje.*

*Estos MF les permitirán a los estudiantes visualizar y comprender mejor los conceptos abstractos de la Física al poder tener contacto y relacionar el enunciado del problema y la situación real.*

### **Objetivos de la experiencia:**

*Diseñar, fabricar e implementar modelos físicos por medio del Diseño de Producto para ser utilizados en la resolución de problemas de Física.*

*Evaluar el impacto en los saberes de los estudiantes en las clases de resoluciones de problemas de Física al implementar los MF.*

*Integrar los conocimientos de los docentes de Diseño de Producto y de Física para diseñar los MF.*

## Desarrollo:

*Dentro de las competencias genéricas establecidas en el diseño curricular de Física I y también en Diseño de Producto, se destaca fundamentalmente la competencia de "Identificar, formular y resolver problemas de Ingeniería". (CONFEDI, 2018).*

*La experiencia de los docentes de la UDB de Física, en la enseñanza de la asignatura han permitido observar una serie de dificultades de los estudiantes a la hora de resolver problemas de Física. La mayor dificultad estriba en establecer la relación entre las características de la situación y el cuerpo de conocimientos disponible. (Schön, 1992).*

*La innovación implementada consiste en incorporar MF para la resolución de problemas con características similares a los que suelen enfrentarse los ingenieros en el campo de su profesión para que los estudiantes puedan usar los conceptos y leyes de la Física y experimentar en la resolución de las situaciones planteadas.*

*En el transcurso del año 2023 se realizaron varios MF, con el empleo de materiales reciclados, en particular de madera y con piezas desarrolladas por impresiones 3D. Los resultados obtenidos y las opiniones vertidas por los estudiantes con respecto a la clase y en las encuestas académicas sobre el desempeño del profesor fueron muy satisfactorias.*

*Se detallan a continuación en las Figura 1 una serie de modelos diseñados con el objeto de implementarlos para diferentes temas.*

### Figura 1

*Diferentes MF que se han desarrollado.*



*El diseño del MF se realizó teniendo en cuenta un método estructurado según lo establecen en "Diseño y desarrollo de productos" (Ulrich y Eppinger, 2012) lo cual significa que las etapas asignadas están bien definidas, haciendo explícito la toma de decisiones para las diferentes etapas que se establecen y que en este caso se han adaptado para nuestro caso particular.*

*Este proceso estructurado tiene la ventaja de facilitar el desarrollo de los MF siguiendo una serie de etapas que permiten lograr un modelo de bajo costo, con materiales accesibles y empleando equipos con los cuales cuentan docentes y laboratorios de la FRSF.*

*El docente junto a becarios estudiantes desarrolló los MF siguiendo el proceso de Diseño de Producto y luego los implementó en la clase de resolución de problemas de Física.*

*La actividad de resolución de problemas se desarrollaron en una Comisión de primer año de Ingeniería Industrial de la FRSF-UTN. En una primera etapa se presentó a los estudiantes el enunciado de un problema de equilibrio estático en una evaluación de seguimiento. El mismo*

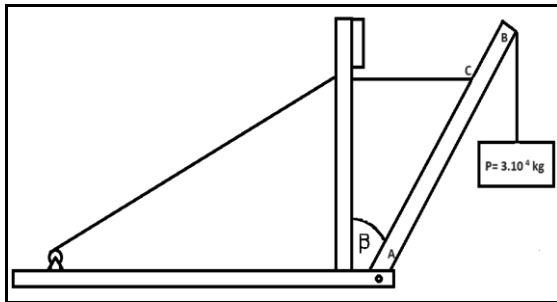
permitted identifying doubts and lack of knowledge that were presented in relation to the statement and its connection with reality. The statement of the problem considered as an example is transcribed as follows:

“A crane that is used in a construction, is formed by a beam AB that pivots at the end A and that at a point C located at three quarters of its total length is held by means of a steel cable that is parallel to the floor in this case and allows it to vary the angle of inclination that it forms with the vertical axis. The mass of the beam AB is  $10^3$  kg, its total length is 15 m and the angle of inclination  $\beta$  with respect to the vertical is  $30^\circ$ , at the instant studied at its end there is a weight of  $3 \cdot 10^4$  kg. It is requested:

a) Represent graphically the situation indicated in the statement, establish the reference system chosen. b) Indicate which conditions must be met for static equilibrium to exist. c) Establish the corresponding equations and their components. d) Indicate the values of the reactions at the pivot at end A and the tension in the cable that supports the beam at C. e) If the cable were cut at C, what would be the angular velocity that the beam acquires an instant before impacting the floor.”

## Figura 2

Graphical representation of the problem statement.



The strategy that was requested of the students to implement for the resolution of this static equilibrium problem was established in five stages, each of them well defined and that is what is usually the majority of the authors establish as the most adequate (Moebs, 2021). However, they had to indicate if there were words of which they did not know the meaning and if they interpreted the graphical representation of the statement (schematic drawing the most basic possible of the statement). The stages established for the resolution of the problem were:

- Identify the object subject to analysis. Indicate all the forces that act on the beam.
- Establish a free body diagram for the beam.
- Establish the static equilibrium equations for the beam.
- Simplify and solve the system of equilibrium equations to obtain the unknowns.
- Evaluate the expressions of the unknowns that you have obtained in your solution. (Moebs et al, 2021)

Our objective is to ensure that the students can: distinguish the fundamental information, organize and structure the data extracted from the reading of the text, recognize the textual aspects that hinder and facilitate comprehension and acquire metacognitive skills of regulation of their own comprehension.

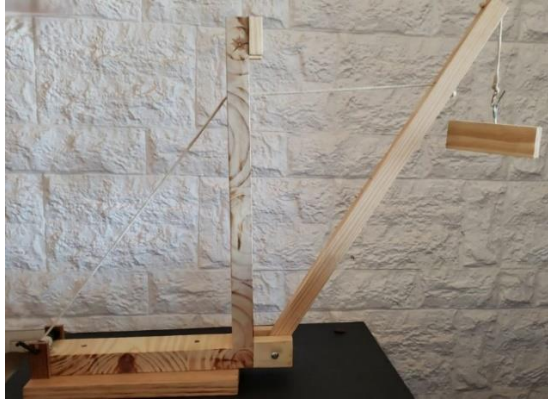
Our students dominate certain decoding skills, the most simple, and lack of others more complex, as a consequence of the type of instruction and training they have received in previous educational stages. (Echevarría Martínez et al, 2020)

Once the students read the statement, they were assigned a time of 15 minutes to interpret it and represent it graphically in their folders, then they were presented the MF (Figure 3) which was designed in advance taking into account the statement of the problem and a series of

consideraciones previas siguiendo los lineamientos establecidos en el Diseño de Producto (Ulrich y Eppinger , 2012).

### Figura 3

MF desarrollado por el autor y utilizado en el ejemplo.



Los alumnos pudieron observar el MF, interactuar con el mismo y compararlo con el dibujo que ellos realizaron teniendo en cuenta el enunciado del problema, confrontando dimensiones, proporciones, los aciertos y errores cometidos.

A continuación, el docente formuló diferentes preguntas al curso, con el objeto de profundizar los conceptos teóricos relacionados con este tema que es el de equilibrio estático. Al participar los estudiantes en un diálogo fluido con el docente, el MF permitió vincular el enunciado del problema con aspectos relacionados con la profesión, temas teóricos vistos en clases anteriores, funcionamiento de equipos, condiciones necesarias de los mismos, características constructivas, desarrollar la capacidad de los alumnos a expresar sus conocimientos y opiniones ante sus colegas.

Continuando con el proceso, los estudiantes se abocaron a la resolución del problema según las indicaciones dadas por el docente. De este modo la posibilidad de los alumnos de interactuar con el MF les facilitó la interpretación de algunos conceptos necesarios para llegar a los resultados esperados.

Finalmente, el docente resolvió el problema en la pizarra y los alumnos efectuaron las correcciones en sus carpetas empleando rúbricas a través de una autoevaluación o coevaluación. Este tipo de evaluación puede diferir según lo planifica previamente el docente.

Los MF que se generaron se desarrollaron relacionándolos con diferentes problemas, con planimetría acorde a cada modelo, con el desarrollo de la resolución de los problemas, cuestionario sobre la interpretación y apreciaciones de los estudiantes.

### Conclusiones:

La elaboración de estos MF siguiendo un proceso preestablecido acorde con la ciencia del Diseño de Producto, permitió alcanzar resultados muy favorables en cuanto a la calidad de los modelos desarrollados.

En una encuesta realizadas por los docentes de la cátedra a los estudiantes del curso sobre los resultados obtenidos al implementar el uso de MF y la información expresada en las encuestas académica sobre el desempeño del profesor, expresaron una opinión altamente positiva, no solo por el empleo de los MF, sino además por los contenidos adquiridos en la clase, al implementar este tipo de evaluación en el desarrollo de la resolución del problema.

Este trabajo abre una línea de investigación, basado en la respuesta positiva del alumnado donde las competencias en la resolución de problemas en Física están estrechamente vinculadas con la comprensión y aplicación de MF. Al dominar competencias como la

identificación de variables, la aplicación de leyes y principios físicos, así como el razonamiento lógico y la creatividad en la resolución de problemas, los estudiantes pueden desarrollar una habilidad invaluable para analizar y resolver situaciones del mundo real.

La conexión entre competencias en la resolución de problemas y MF también resalta la importancia de fomentar un enfoque interdisciplinario en la enseñanza de la Física, integrando conceptos con otras asignaturas como en este caso el Diseño de Producto.

En definitiva, las competencias en la resolución de problemas tanto en Física como en Diseño de Producto son cruciales para formar individuos críticos, analíticos y capaces de comprender el mundo que les rodea.

El empleo de los MF está previsto ser desarrollado a mayor escala en un proyecto de investigación en el año 2024-2026 en donde se generen más MF que abarquen todas las unidades temáticas establecidas en el diseño curricular de Física.

## Bibliografía:

Campelo Arruda José Ricardo. 2003. "Un Modelo didáctico para Enseñanza Aprendizaje de la Física". Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 25, N°. 1, Marco, 2003.

Consejo Federal de Decanos de Ingeniería - CONFEDI (2018), "Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería en la República Argentina". *Libro Rojo de CONFEDI*. Rosario, Argentina, 2018.

Echevarría Martínez Ma. Angeles y Barrenetxea Gastón Isabel. (2000). "Dificultades de comprensión lectora en estudiantes universitarios. Implicaciones en el diseño de programas de intervención". Revista de Psicodidáctica, núm. 10, 2000. Universidad del País Vasco. España. Disponible en <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=17501006>>

Gómez U. M. (2002). "La formación de habilidades en estudiantes de ingeniería a través de la resolución de problemas de Física". Revista Pedagógica Universitaria V7 N°1. Centro universitario de las Tunas. Cuba. Disponible en <[https://www.academia.edu/49177468/La\\_formaci%C3%B3n\\_de\\_habilidades\\_en\\_estudiantes\\_de\\_Ingenier%C3%ADa\\_a\\_trav%C3%A9s\\_de\\_la\\_resoluci%C3%B3n\\_de\\_problemas\\_de\\_F%C3%ADsica](https://www.academia.edu/49177468/La_formaci%C3%B3n_de_habilidades_en_estudiantes_de_Ingenier%C3%ADa_a_trav%C3%A9s_de_la_resoluci%C3%B3n_de_problemas_de_F%C3%ADsica)>

Hmelo-Silver, C. E., Duncan, R. G., y Chinn, C. A. (2007). Scaffolding and Achievement in Problem-Based and Inquiry Learning: A Response to Kirschner, Sweller y Clark(2006). \*Educational Psychologist, 42(2), 99-107. Disponible en <https://doi.org/10.1080/00461520701263368>

Moebis William, Ling Samuel J., Jeff Sanny. (2021) Truman State University and Loyola Marymount University. University Physics. Volume I, First Edition.

Nurrenbern, S. C., y Pickering, M. (1987). Concept Learning versus Problem Solving: Is There a Difference? \*Journal of Chemical Education, 64\*(6), 508-510.

Schön, D. A. (1992). "La formación de profesionales reflexivos". *Paidós. Temas de educación. MEC. Barcelona*. Disponible en <<https://josegastiel.wordpress.com/wp-content/uploads/2019/02/schc3b6n-la-formacion-de-profesionales-reflexivos-donald-schon.pdf>>

Ulrich Karl T. y Eppinger Steven D. (2012). Diseño y desarrollo de productos. Mc. Graw Hill, ISBN 978-970-10-6936-3, V edición 2012. Disponible en <[https://www.academia.edu/47797665/DISE%C3%91O\\_Y\\_DESARROLLO\\_DE\\_PRODUC\\_TOS\\_Quinta\\_edici%C3%B3n](https://www.academia.edu/47797665/DISE%C3%91O_Y_DESARROLLO_DE_PRODUC_TOS_Quinta_edici%C3%B3n)>

Varen C. & Chang G. (2016). "Experiencia en la enseñanza y aprendizaje de la representación gráfica en la ingeniería civil utilizando modelos a escala (maquetas)". Universidad de Piura. Perú. < (10) (PDF) EXPERIENCIA EN LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA REPRESENTACIÓN GRÁFICA EN LA INGENIERÍA CIVIL UTILIZANDO MODELOS A ESCALA (MAQUETAS) (researchgate.net)>

