

## Optimización del Proceso de Diseño de Prototipos mediante Simulaciones de Forma en 3D empleando Autodesk FUSION 360

Juan Antonio Sánchez Márquez<sup>1</sup>, Tristán Azael Sánchez Ramírez<sup>2</sup>, Axel Gasca González<sup>3</sup>, Lilia Sofía Martínez Jiménez<sup>4</sup>, Katia Natali Núñez Guía<sup>5</sup>, Mariana Ruelas Rodríguez<sup>6</sup>, Frida Mariel Sánchez Ramírez<sup>7</sup>

<sup>1</sup>Escuela del Nivel Medio Superior de Salamanca, Colegio del Nivel Medio Superior UG, ja.sanchez@ugto.mx

<sup>2</sup>Licenciatura en Ingeniería Civil, División de Ingenierías, Campus Guanajuato, ta.sanchezramirez@ugto.mx

<sup>3</sup>Licenciatura en Ingeniería Química, División de Ciencias Naturales y Exactas, Campus Guanajuato, a.gascagonzalez@ugto.mx

<sup>4</sup>Licenciatura en Ingeniería Química, División de Ciencias Naturales y Exactas, Campus Guanajuato, ls.martinezjimenez@ugto.mx

<sup>5</sup>Escuela del Nivel Medio Superior de Salamanca, Colegio del Nivel Medio Superior UG, kn.nunezguia@ugto.mx

<sup>6</sup>Escuela del Nivel Medio Superior de Salvatierra, Colegio del Nivel Medio Superior UG, m.ruelasrodriguez@ugto.mx

<sup>7</sup>Escuela del Nivel Medio Superior de Guanajuato, Colegio del Nivel Medio Superior UG, fm.sanchezramirez@ugto.mx

### Resumen

En la actualidad, los estudiantes deben desarrollar habilidades que son muy diferentes de las habilidades requeridas hace 20 años. El mundo moderno demanda que los jóvenes sean capaces de colaborar, planear, pensar críticamente, tomar decisiones, resolver problemas, demanda que sean creativos, que muestren responsabilidad social y que sean capaces de manejar herramientas tecnológicas que no están incluidas normalmente en el currículo de las instituciones educativas. Además, los estudiantes deben ser capaces de trabajar en grupos diversos de tal modo que puedan tener éxito en un mundo globalizado y en una economía digital. El desarrollo de las habilidades necesarias para la vida en la Sociedad del Conocimiento se ha vuelto una prioridad para los sistemas educativos del mundo. Las expectativas de aprendizaje en los estudiantes, durante el presente siglo, se asocian con competencias tales como: creatividad, innovación, pensamiento crítico, comunicación, colaboración, alfabetización digital e informacional y responsabilidad social y personal. Estas habilidades y competencias se denominan normalmente habilidades y competencias del siglo XXI con el fin de indicar que están más relacionadas con las necesidades de los modelos emergentes de desarrollo económico y social que con aquellas del siglo pasado al servicio del modo industrial de producción. El desarrollo de prototipos sin duda puede contribuir al logro de perfiles tecnológicos más sólidos, en los estudiantes, al tiempo que se potencializan las competencias del siglo XXI.

**Palabras clave:** Modelado, Tridimensional, Simulación, Elementos Finitos, Prototipo

### Introducción: Modelado y Simulación de piezas en 3D.

#### Modelado de una pieza en 3D

En la actualidad, los estudiantes deben desarrollar habilidades que son muy diferentes de las habilidades requeridas hace 20 años. El mundo moderno demanda que los jóvenes sean capaces de colaborar, planear, pensar críticamente, tomar decisiones, resolver problemas; demanda que sean creativos, que muestren responsabilidad social y que sean capaces de manejar herramientas tecnológicas que no están incluidas normalmente en el currículo de las instituciones educativas. Estas competencias pueden desarrollarse mediante la integración eficiente de herramientas tecnológicas y didácticas que tiendan a generar ambientes idóneos para el aprendizaje. Generar ambientes de aprendizaje enriquecidos con el uso intencionado, enfocado y efectivo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), requiere una intervención en las Instituciones Educativas a dos niveles. En el primero de estos se debe asegurar que se cumplen las condiciones planteadas en los cinco ejes fundamentales que deben atenderse para lograr transformaciones significativas tanto en la enseñanza de las TICs como en la integración de éstas en procesos educativos. Estos ejes son:

1. **Dirección Institucional:** hace referencia al liderazgo administrativo, pedagógico y técnico requerido por parte de las directivas de la Institución Educativa y, a los cambios necesarios en su estructura y en su cultura organizacional.
2. **Infraestructura TIC:** atiende los recursos tecnológicos propiamente dichos: hardware, Software (sistema operativo y otras aplicaciones básicas), conectividad (Internet) y soporte técnico.
3. **Coordinación y Docencia TIC:** trata las funciones que deben desempeñar dentro de la Institución tanto el Coordinador Informático, como los docentes de esta asignatura.

4. **Docentes de otras Áreas:** se refiere a las Competencias que los maestros de áreas diferentes a Informática deben desplegar para enriquecer, con el uso pedagógico de las TIC, el aprendizaje en las asignaturas a su cargo.

5. **Recursos Digitales:** atiende la disponibilidad y correcta utilización, con diversos fines, de herramientas Informáticas y contenidos digitales por parte de todos los docentes de la Institución Educativa.

#### Modelado en Autodesk FUSION 360

El software Autodesk FUSION 360 es uno de los softwares de simulación más completos e intuitivos que se pueden encontrar en el mercado actualmente. La simulación de modelos en FUSION 360 requiere del uso de técnicas matemáticas y computadores que permiten simular y predecir el funcionamiento de cualquier tipo de operación o proceso que tenga lugar en el mundo real. En resumen, la simulación computacional se puede definir como el estudio del comportamiento de sistemas mediante la solución de modelos matemáticos computacionales. El programa Fusión 360 utiliza el método de Análisis de Elementos Finitos (FEA) para predecir el comportamiento de un objeto del mundo real ante diferentes agentes tales como las fuerzas, el calor, la vibración, entre otros. De igual modo, este modo también permite predecir si un objeto se romperá, desgastará o funcionará de la manera en que fue diseñado y se espera que se comporte. Al procedimiento que se lleva a cabo en FUSION 360 se le suele llamar análisis, pero en el ciclo de diseño la realidad es que dicho procedimiento se usa para predecir qué sucederá cuando el producto se someta a uso. En resumen, se puede usar el método de elementos finitos para hacer más fácil la tarea de crear prototipos, disminuyendo la necesidad de uso de prototipos físicos y de realizar pruebas destructivas. El método de elementos finitos funciona descomponiendo un objeto real en un gran número de elementos (de 1000 a 100 000), como pequeños tetraedros o cubos, llamadas usualmente celdas. AL conjunto de celdas se le denomina malla. El método establece ecuaciones matemáticas para predecir el comportamiento de cada elemento y la suma de los resultados nos permite acceder a las soluciones globales del problema. Algunas de las simulaciones que se pueden llevar a cabo en FUSION 360 son las siguientes:

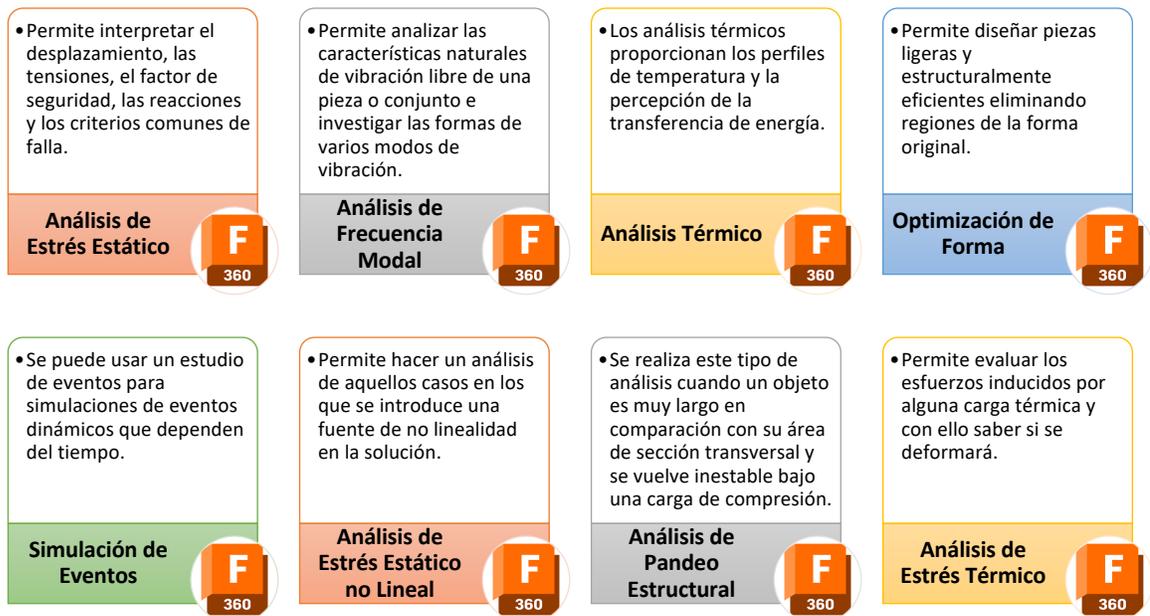


Figura 1. Tipos de Simulaciones disponibles en Autodesk FUSION 360.

#### La impresión 3D y su Impacto en el proceso educativo y de formación profesional

En la actualidad existe una tendencia generalizada a incorporar impresoras 3D en las aulas y cursos académicos a fin de poder aprovechar los numerosos beneficios que del uso de esta tecnología se derivan.

Muchos países alrededor del mundo han comenzado a apostar por la incorporación de estas herramientas en centros escolares y universitarios a fin de aprovechar su enorme potencial en procesos educativos. Es de esperarse que en los próximos años las impresoras 3D se consoliden como una de las grandes apuestas realizadas en el sector educativo, sobre todo como apoyo en la impartición de determinadas asignaturas y en el desarrollo de competencias específicas, gracias a la posibilidad de materialización de un concepto o idea en un objetivo físico. A pesar de que su incorporación masiva en centros educativos es un tema pendiente, hoy en día es posible plantear que la incorporación de esta tecnología en el desarrollo de prototipos representa innumerables ventajas entre las cuales podemos destacar esencialmente cinco:

- I. Las impresoras 3D promueven la creatividad y mejoran la capacidad de resolver problemas en los alumnos.
- II. El uso de esta tecnología en procesos de enseñanza genera más participación de parte de los alumnos.
- III. Aumenta el interés de los estudiantes en el aprendizaje.
- IV. Las impresoras 3D potencializan la tarea del docente.
- V. El uso de esta tecnología promueve la colaboración entre diferentes materias y departamentos (Proyectos Interdisciplinarios).

En años recientes la impresión 3D ha comenzado a permear en diferentes áreas del conocimiento y de la sociedad. Cada vez más usuarios de diferentes mercados incluidos los asociados a bienes de consumo, electrónica para el consumidor, dispositivos médicos, educación, investigación, entretenimiento y otros, han comenzado a hacer uso de estas herramientas. Muchos de los usuarios de estas áreas han destacado que esta tecnología plantea las siguientes ventajas al ser incorporada en el proceso de desarrollo de un producto:

- I. Los diseñadores pueden realizar prototipos de más iteraciones sin dejar de ajustarse al plazo o al presupuesto.
- II. Mejor colaboración que se traduce en un diseño mejorado y factibilidad de fabricación.
- III. Prueba de campo con prototipos que se asemejan al producto final, que proporciona datos de los posibles defectos de diseño.
- IV. Mejora la satisfacción del cliente. La impresión 3D puede ayudar a mejorar la satisfacción tanto para clientes internos como externos.
- V. Ver para creer. El diseño es tanto arte como ciencia que comienza con la imaginación.
- VI. El ahorro en los costos y el tiempo es lo que impulsa principalmente la incorporación de la impresión 3D al proceso de desarrollo de productos.

Las instituciones educativas tienen por delante el enorme desafío de preparar estudiantes capaces de continuar aprendiendo por cuenta propia a lo largo de su vida y que además puedan prosperar en un mundo tecnológico y de vertiginosos cambios. Las competencias que los estudiantes deben poseer en el siglo XXI no están relacionadas únicamente con áreas tales como las matemáticas o las ciencias sino consideran habilidades transversales tales como el pensamiento crítico, la creatividad, la innovación, la inteligencia emocional, el trabajo colaborativo, la capacidad de búsqueda y organización de la información, la persistencia y la conciencia social. Sin embargo, en muchos países, no se ha prestado especial atención al desarrollo de las expectativas de aprendizaje para el siglo XXI (World Economic Forum, 2015). Desde la experiencia de la educación en edades tempranas se ha observado que una alternativa de gran impacto en el fortalecimiento de la conexión entre lo aprendido en la escuela y lo percibido en el mundo real, consiste en tomar ventaja de la capacidad que tienen los estudiantes para investigar problemas asociados a eventos que ocurren a su alrededor.

Tomando de base lo anterior, resulta evidente que el rol de los profesores, hoy más que nunca, debe ser reconocido como un elemento de enorme importancia y trascendencia pues son los maestros los que deben actuar como facilitadores en las comunidades de aprendizaje centradas en el alumno. Y, además son ellos, los que atienden de primera mano las inquietudes de los alumnos apoyándolos en la solución de sus problemas y potenciando sus capacidades y competencias. El desarrollo de prototipos se basa en el aprendizaje vivencial, es decir, en la idea de que los estudiantes aprenden mejor cuando participan en forma activa en experiencias abiertas de aprendizaje en lugar de hacerlo de manera pasiva en actividades estructuradas. Bajo la premisa de que los estudiantes aprenden mejor haciendo, es posible destacar que el aprendizaje basado en el desarrollo de prototipos sitúa a los estudiantes en contextos que ofrecen la oportunidad de aplicar lo aprendido en situaciones reales donde se enfrentan a problemas y en donde prueban soluciones al tiempo que interactúan y colaboran con otros estudiantes (Moore, 2013). El Aprendizaje vivencial o aprendizaje basado en la experiencia es un enfoque holístico integrador del aprendizaje, que combina la experiencia, la cognición y el comportamiento (Akella, 2010). Un aspecto muy importante de la estrategia de desarrollo de prototipos es que en ésta se crea un marco de aprendizaje centrado en el estudiante que emula las experiencias de un lugar de trabajo moderno (Santos, Fernandes, Sales y Nichols, 2015), y que permite aprovechar el interés de los estudiantes por darle un significado práctico a lo aprendido

dentro de las aulas.

## Objetivos

a) Optimización del Proceso de Diseño de Prototipos mediante Simulaciones de Forma en 3D empleando Autodesk FUSION 360.

## Recursos



- Autodesk FUSION 360

## Desarrollo del Proyecto

Metodología para el desarrollo del prototipo

Para el desarrollo de los prototipos se aplicó la siguiente metodología de trabajo denominada Modelo de Prototipos. Las etapas de este modelo pueden ser descritas de la siguiente manera:

- Elaboración de un diseño preliminar o plan rápido.
- Modelado del boceto 2D.

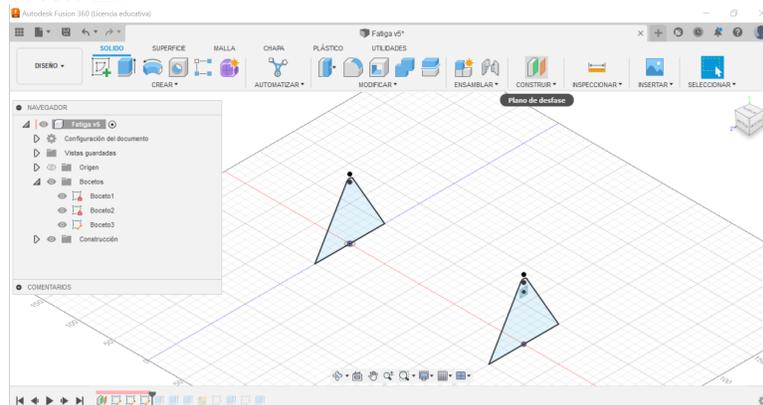


Figura 1. Modelado del boceto 2D.

**c) Construcción de los arreglos 3D a partir de los bocetos.**

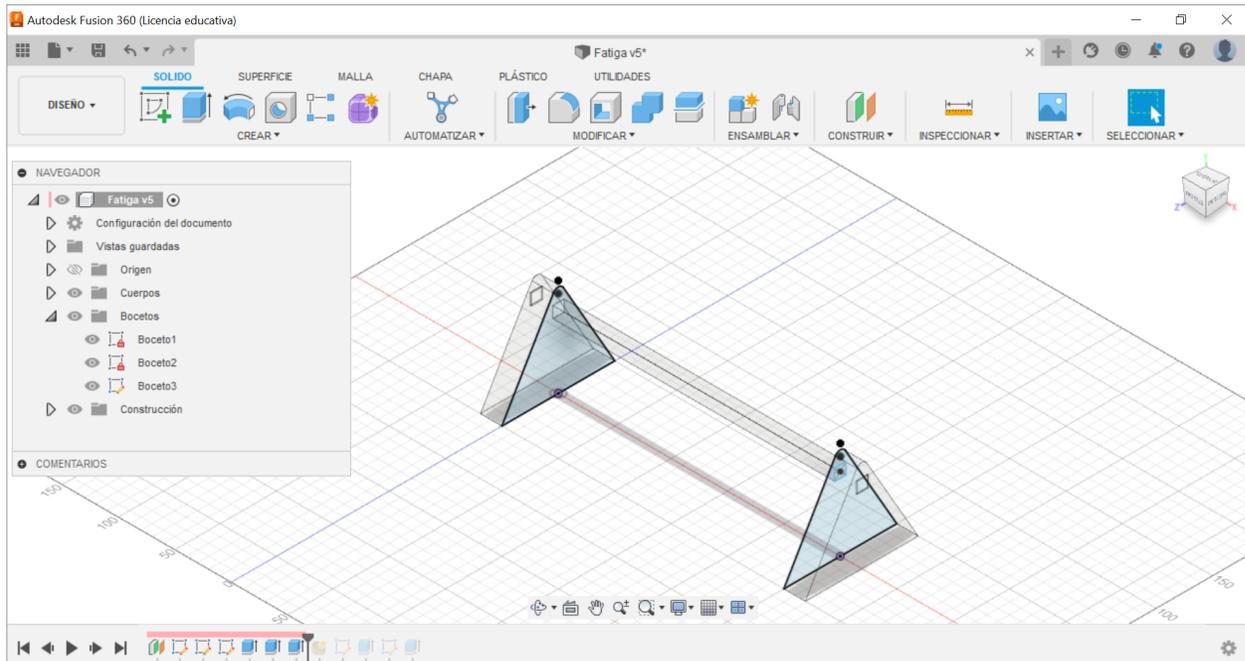


Figura 2. Construcción del modelo en 3D a partir de los bocetos 2D.

**d) Diseño de los componentes.**

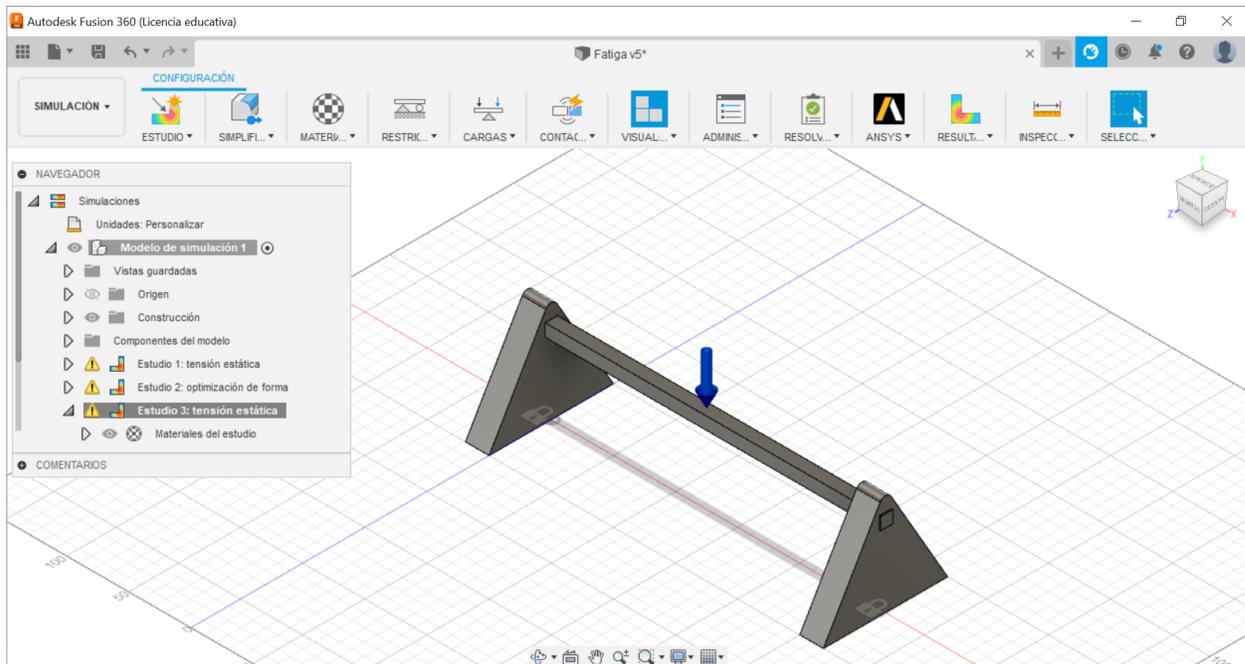


Figura 3. Diseño de los ensambles de los componentes del prototipo.

e) Optimización de formas.

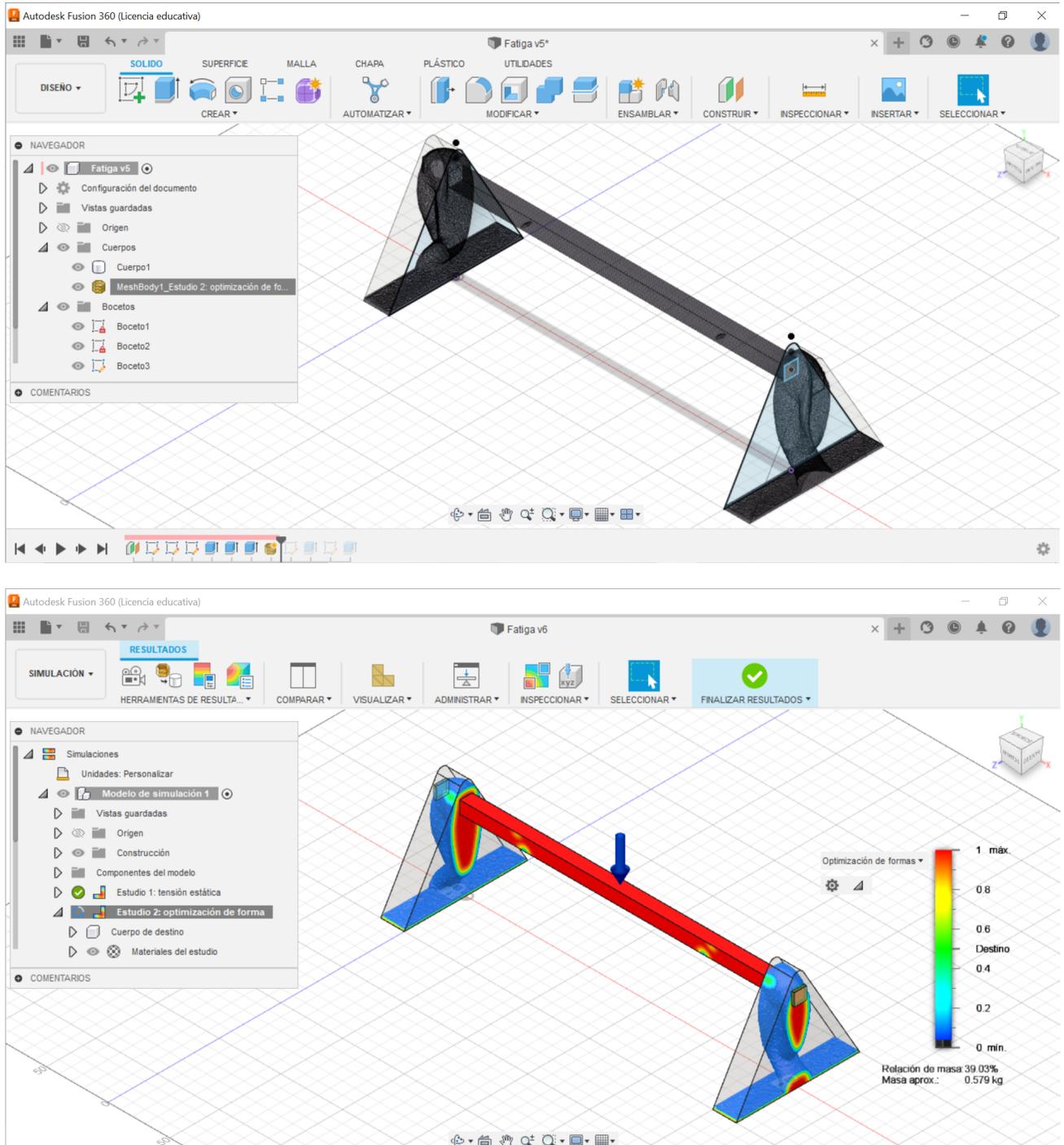


Figura 4. Optimización de forma del prototipo.

g) Validación del modelo optimizado.

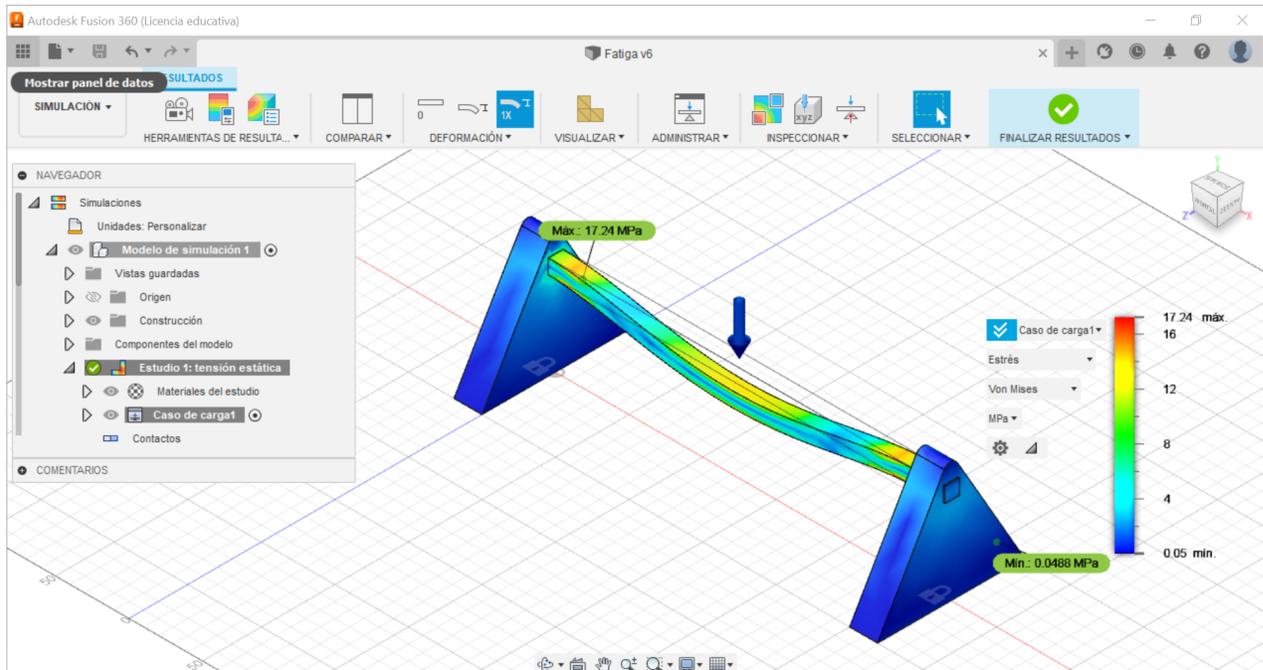


Figura 5. Esfuerzo presente en el prototipo original.

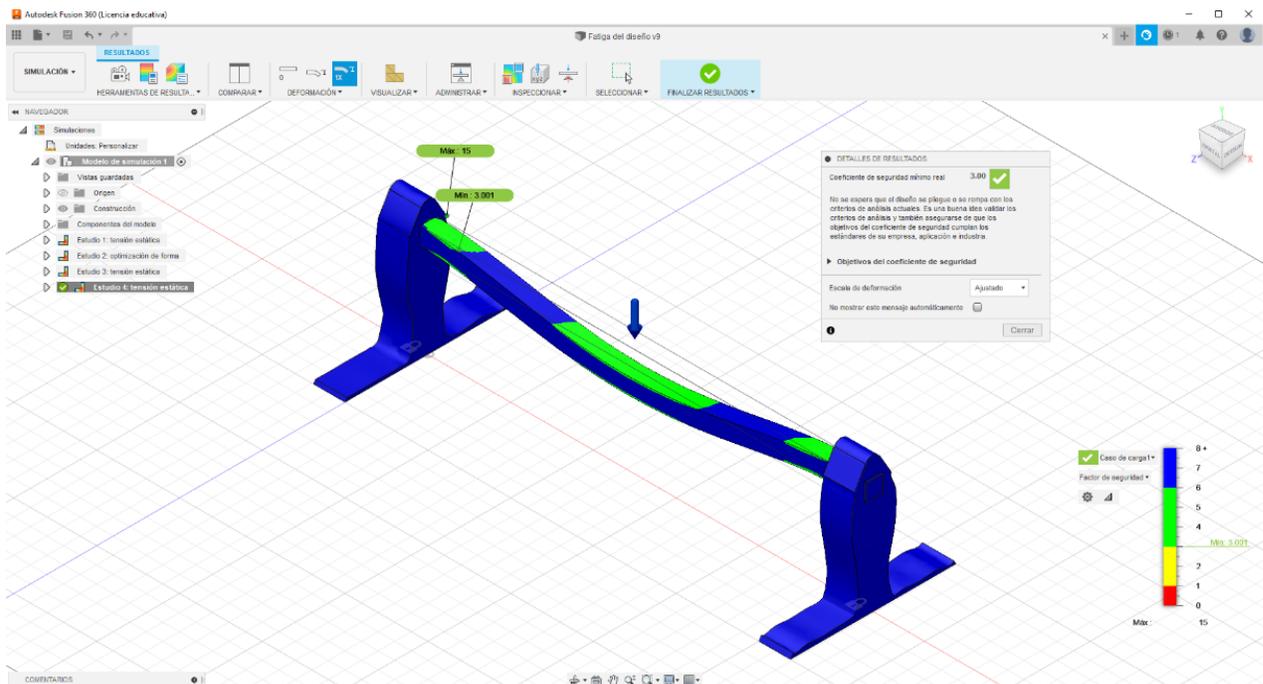


Figura 6. Esfuerzo presente en el prototipo con optimización de forma.

## Optimización de formas

Se utiliza el estudio de optimización de la forma cuando se tiene el interés en diseñar piezas ligeras y estructuralmente eficientes. La simulación de optimización de forma proporciona una estrategia inteligente para maximizar la rigidez de la pieza en función de las restricciones y cargas que especifique. Es decir, nos permite eliminar regiones del material que no contribuyen al desempeño estructural de la pieza, Figura 7. Se elimina material del prototipo sin comprometer su desempeño estructural. El resultado de este estudio es una malla 3D que se puede utilizar para guiar el refinamiento de su diseño. Es importante tener presente que los resultados de esta simulación no reflejan la tensión creada a partir de las cargas. Por esta razón es importante validar que el nuevo diseño, con optimización de forma, pueda soportar las cargas operativas utilizando un estudio de esfuerzo estático u otro tipo de estudio relacionado con el estrés, Figura 8.

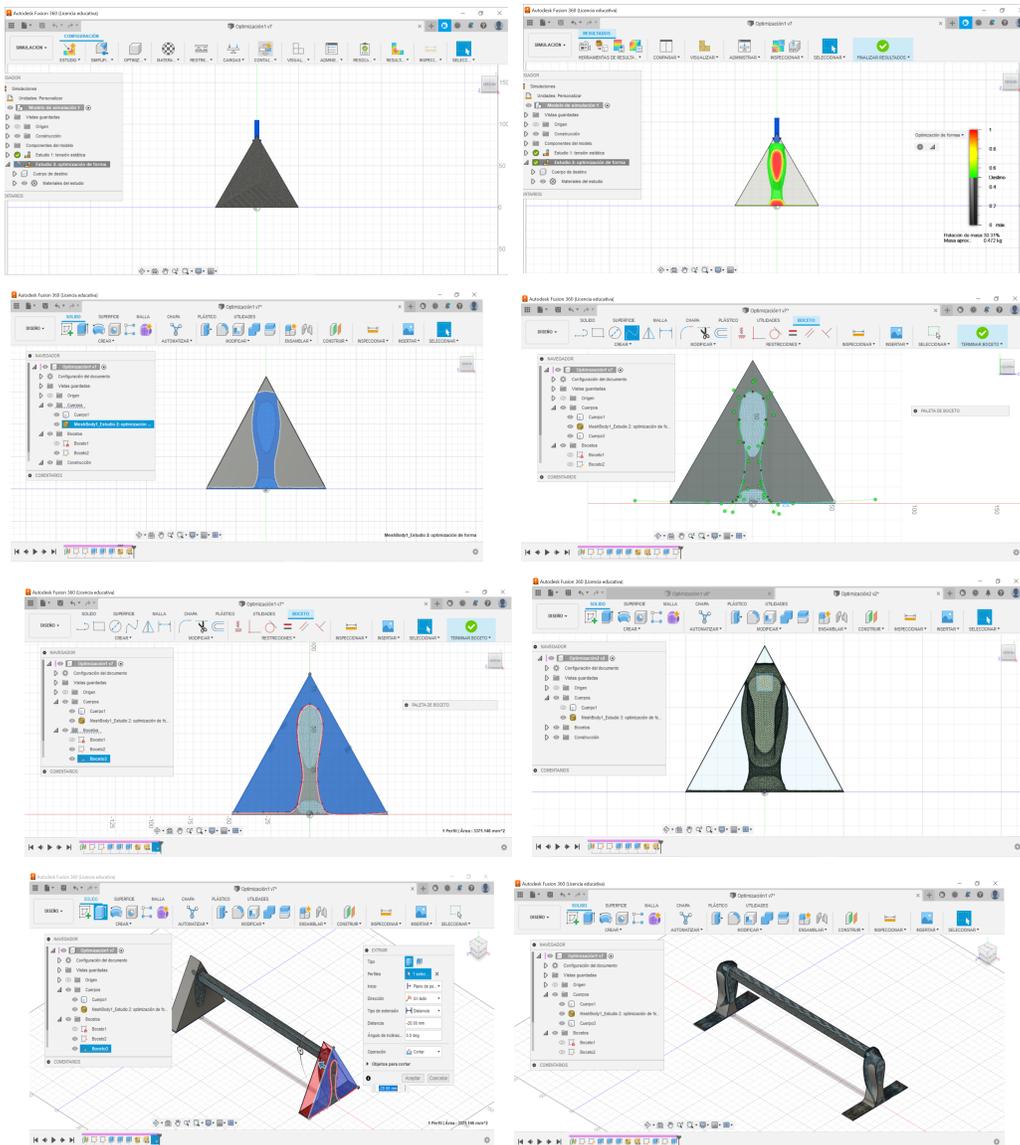
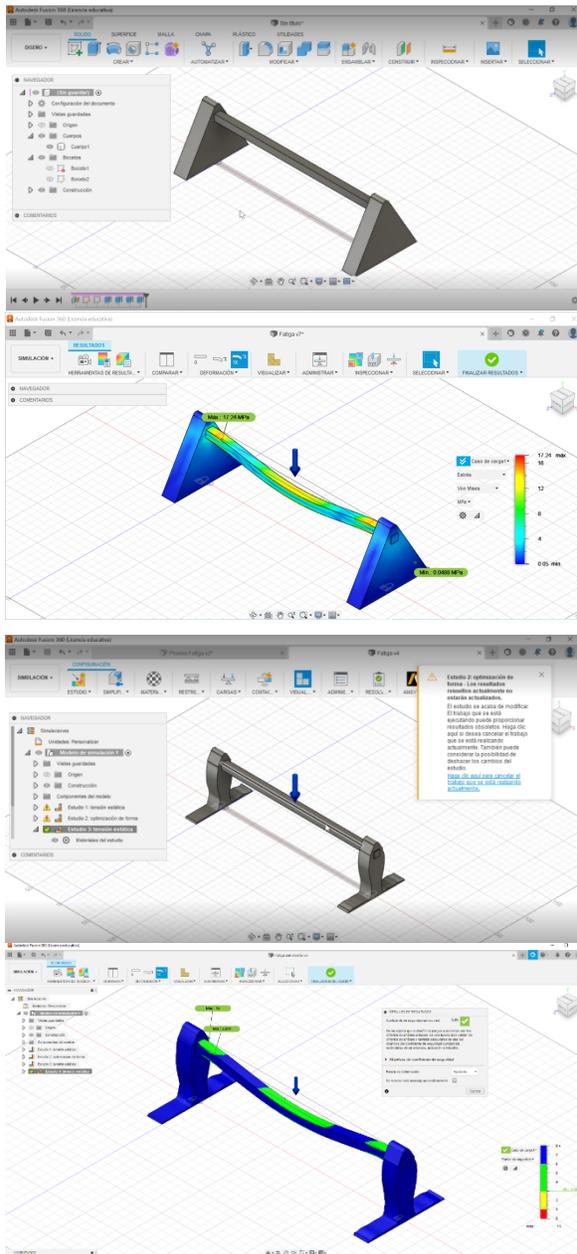


Figura 7. Optimización de Forma (Eliminación de Regiones del Material).



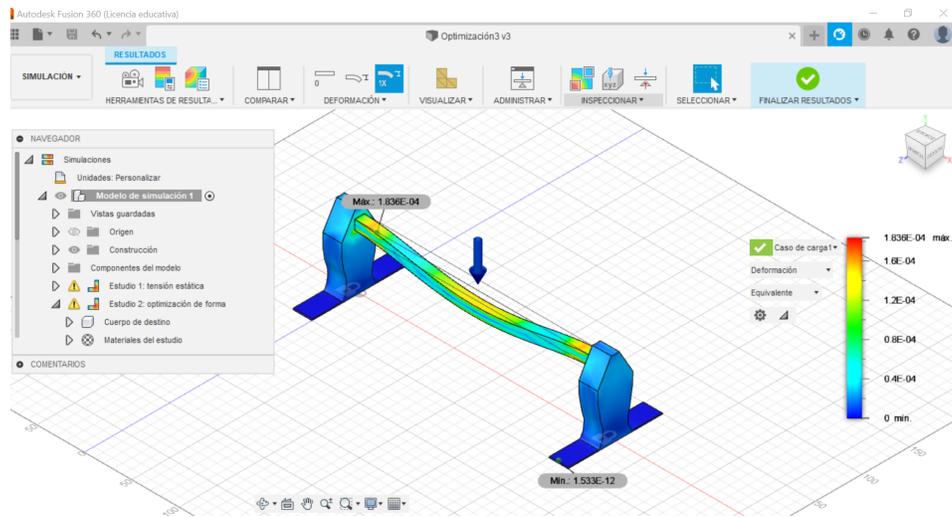


Figura 8 Desempeño del prototipo original frente al prototipo con optimización de forma.

En el presente trabajo se realizó la optimización de forma conservando porcentajes del material original en valores del 30%, 40% y 50%. Los resultados de las simulaciones se muestran en la tabla siguiente en términos de los esfuerzos, cargas aplicadas, deformaciones y factores de seguridad presentes en cada simulación, Tabla 1. Es posible observar como el factor de seguridad y el esfuerzo máximo en los diseños con optimización de forma al 50% tienen iguales órdenes de magnitud que los presentados por el diseño original.

TABLA 1. Comparativa entre el desempeño del prototipo original y los diseños con optimización de forma.				
Probeta	Carga Aplicada (KN)	Deformación máxima	Esfuerzo Máximo MPa	Factor de Seguridad
Diseño Original	500	1.808 E-04	42.52	4.87
Optimización al 30%	500	5.122E-04	83.82	2.47
Optimización al 40%	500	2.164E-04	50.47	4.10
Optimización al 50%	500	1.836E-04	42.97	4.82

## Conclusiones

El aprendizaje basado en competencias y el desarrollo de prototipos tienen como punto de convergencia la premisa de que los estudiantes aprenden mejor cuando participan en forma activa en experiencias abiertas de aprendizaje en lugar de hacerlo de manera pasiva en actividades estructuradas. A la luz de esta idea es posible destacar que el aprendizaje basado en el desarrollo de prototipos sitúa a los estudiantes en contextos que ofrecen la oportunidad de aplicar lo aprendido en situaciones reales, donde se enfrentan a problemas y en donde prueban soluciones al tiempo que interactúan y colaboran con otros estudiantes. Sin embargo, para que estas actividades se conviertan en actividades divertidas y efectivas es preciso tener claro los objetivos de aprendizaje y minimizar la ansiedad individual y el miedo al fracaso de parte de los alumnos.

El estudio de optimización de forma hace posible diseñar piezas ligeras y estructuralmente eficientes. Esta simulación proporciona una estrategia inteligente para maximizar la rigidez de la pieza en función de las restricciones y cargas de cada caso de estudio. Es decir, nos permite eliminar regiones del material que no contribuyen al desempeño estructural de la pieza; al final se tienen piezas más ligeras o con formas innovadoras que tienen un desempeño mecánico igual al exhibido por los diseños originales con formas tradicionales. Es importante tener presente que los resultados de esta simulación no reflejan la tensión creada a partir de las cargas. Por esta razón es importante validar que el nuevo diseño, con optimización de forma, pueda soportar las cargas operativas utilizando un estudio de esfuerzo estático u otro tipo de estudio relacionado con el estrés, a fin de cubrir los factores de seguridad preestablecidos para el diseño.

## Referencias

- SolidWorks. (2011). "Diseño para evitar fatiga; informe técnico". Recuperado de: [https://www.solidworks.es/sw/docs/WP\\_SIM\\_Fatigue\\_ESP.pdf](https://www.solidworks.es/sw/docs/WP_SIM_Fatigue_ESP.pdf)
- Centro Autorizado de Capacitación Autodesk, SK Talleres- Simulaciones en FUSION 460. Extraído a partir de: <https://es.linkedin.com/pulse/simulaciones-en-fusion-360-i-sk-talleres>
- Formacad Engineering & Consulting. (2022, 15 marzo). Ventajas y desventajas de Fusion 360 | formacad. Formacad Engineering & Consulting. Recuperado de: <https://formacad.es/fusion-360-ventajas-y-desventajas/>
- Barkley E., (2010), Student Engagement Techniques, A Handbook for College Faculty, Wiley, Sn Francisco, United States.
- López, J.C. (2008). Modelo para Integrar Tecnología en el Currículo- Educadores.
- Moore, D. (2013). For interns, experience is not always the best teacher. The Chronicle of Higher Education. Recuperado de: <http://chronicle.com/article/For-Interns-Experience-Isnt/143073/>
- Puentedura, R. (2006). Transformation, Technology, and Education.