

Mentoría digital en diseño industrial: facilitando la ergonomía a través de herramientas digitales y experiencias de usuario

Digital mentoring in industrial design: facilitating ergonomics through digital tools and user experiences

 Matías Enrique Peraza Reyes^{1*}
 Jorge Javier Cruz Florín²

¹Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, México

²Universidad Anáhuac, Querétaro, México

*matias.enrique.peraza@uaq.mx

04

¿CÓMO CITAR ESTE ARTÍCULO?

Peraza Reyes, M. E. y Cruz Florín, J. J. (2025). Mentoría digital en diseño industrial: facilitando la ergonomía a través de herramientas digitales y experiencias de usuario. *SketchIN*, 7(13), 52-63.

Resumen

La auténtica aplicación de la ergonomía en el diseño industrial es imperativa para la creación de productos funcionales y confortables. Empero, numerosos diseñadores industriales —en particular estudiantes— enfrentan adversidades al intentar comprender y aplicar los principios ergonómicos, ya que con frecuencia los confunden con la antropometría. El presente artículo describe el desarrollo de una sección especializada en ergonomía al interior de una plataforma en línea de mentoría en diseño industrial, donde la información fue presentada de forma accesible y directa. La herramienta digital a la par con su metodología se validó por medio de una prueba práctica con alumnos del tercer semestre de la

Universidad Autónoma de Querétaro, los cuales emplearon la interfaz en su proyecto de Taller de Diseño I para diseñar y fabricar prototipos de sillas. Los resultados evidencian que el diseño de la plataforma transmite el conocimiento de manera comprensible. En la prueba experimental, aproximadamente el 94 % de las sillas cumplió con los requisitos ergonómicos, lo que confirma la efectividad de la estrategia como recurso educativo. El estudio sugiere una plataforma digital que disponga la información de forma concisa, con el fin de facilitar la implementación de los principios de ergonomía en el diseño de objetos por parte de los estudiantes.

Palabras clave: diseño centrado en el usuario, ergonomía, experiencia de usuario, herramientas digitales, interacción usuario-computadora, mentoría.

Abstract

The optimal application of ergonomics in industrial design is imperative for creating functional and comfortable products. Nevertheless, many an industrial designer —particularly students— faces challenges when attempting to understand and apply ergonomic principles, often confusing them with the concept of anthropometry. This article describes the development of a specialized ergonomics section within an online mentorship platform for industrial design, in which information was presented in an accessible and straightforward manner. The digital tool and its methods were validated by means of a practical test with

third-semester students at the Autonomous University of Querétaro, who applied the interface in their Design Workshop I project to plan and construct chair prototypes. The results demonstrate that the layout of the platform effectively transmit knowledge in an understandable approach. In the experimental essay, approximately 94% of the chairs met ergonomic requirements, confirming the strategy's effectiveness as an educational resource. This study proposes a digital platform that display information concisely, which aims to facilitate the implementation of ergonomic principles in product design by students.

Keywords: user-centered design, ergonomics, user experience, digital tools, user-computer interaction, mentoring.

Introducción

Los estudiantes y diseñadores industriales suelen enfrentar dificultades para aplicar en rigor los principios ergonómicos en sus trabajos. Tal obstáculo se origina, con frecuencia, en la forma en que la información se presenta de manera técnica, críptica y desde una perspectiva ingenieril que dificulta su apropiación por perfiles creativos en formación. Aunque existe un cúmulo de recursos —libros, manuales y normas— disponibles en formatos físicos y digitales, las estrategias de exploración empleadas por los alumnos, desorganizadas y multidireccionales, entorpecen el filtrado de la documentación relevante (Egaña *et al.* 2013). En particular, material valioso como *The measure of man and woman* (Henry Dreyfuss Associates, 2001), la norma militar estadounidense MIL-STD-1472H (Departamento de Defensa, 2020) y *Human Dimension & Interior Space* (Panero y Zelnik, 1979) demandan una búsqueda focalizada, bagaje cognitivo previo y experticia profesional para interpretarlos y aplicarlos eficazmente.

Acciones como seleccionar la información y plantearla de manera accesible articulan una coyuntura para acercar el conocimiento ergonómico a los estudiantes. En este sentido, las herramientas digitales desempeñan un papel protagónico, ya que agilizan la conectividad a recursos que, de otro modo, serían difíciles de obtener (Sharma, 2022). La facilidad con que se adquiere el bagaje teórico está estrechamente vinculada al grado de complejidad de la información expuesta (Le Heron y Sligo, 2005). En el caso de la ergonomía, si el estudiantado carece de experiencia, puede toparse con una barrera para la aprehensión de nociones. Por ejemplo, al abordar tablas con números y referencias antropométricas sin acotaciones precisas, se ve afectada tanto su capacidad cognitiva como su habilidad resolutive.

Ante este escenario, el estudio describe el desarrollo y la prueba de una plataforma digital de mentoría, concebida para la ergonomía aplicada al diseño industrial. El propósito de la interfaz es simplificar el acceso a la información y proporcionar herramientas que guíen a los estudiantes y diseñadores en la aplicación de principios y metodologías. Según Norman (2013), la facilidad con que el usuario interactúa con un producto o sistema constituye una cualidad medular para un diseño intuitivo. Así, la plataforma funge como un recurso de mentoría más que como una fuente de datos, al ofrecer una estructura sólida y una presentación simplificada que enriquecen la experiencia del interactuante y permiten enfrentar los desafíos ergonómicos en los procesos de diseño (SlideGenius, 2015).

Metodología

La metodología del estudio se divide en cuatro fases:

- 1) Compilación de información.
- 2) Selección y creación de contenido.
- 3) Desarrollo de la plataforma de mentoría.
- 4) Prueba con estudiantes de diseño industrial.

Compilación de información

Se realizó una revisión de guías, tablas y manuales especializados en ergonomía con el objetivo de recopilar información cuantitativa relevante. Los datos recabados, presentados en formatos como tablas, referencias y textos técnicos, corresponden a dimensiones de referencia empleadas en el diseño de objetos. Luego, dichas dimensiones fueron clasificadas en dos grupos:

- 1) **Fijas:** medidas aplicables a todo el rango comprendido entre el percentil 5 femenino y el 95 percentil masculino, como el ancho de pasillos, la altura de sillas o el diámetro de pasamanos.
- 2) **Variables:** rangos del percentil que requieren un análisis más detallado. Por ejemplo, diseñar el alcance de la mano para una gaveta superior implica combinar los extremos del rango antropométrico.

Selección y creación de contenido

Selección de contenido

La información recopilada fue depurada y organizada según su tipo, priorizando la claridad y la utilidad. Se eliminaron redundancias y seleccionaron los datos con menor nivel de tecnicismos. Las imágenes incluidas son esquemáticas y contienen cotas. Asimismo, se estandarizó el empleo del sistema métrico en milímetros, con conversiones a pulgadas cuando fue imperativo. Además, se integraron videos en línea con explicaciones sencillas sobre la ergonomía. El contenido final abarca los aspectos más comunes para el diseño de objetos:

- Dimensiones fijas de mobiliario habitual.
- Espacios mínimos requeridos alrededor del cuerpo para una correcta interacción.
- Alcances del brazo y la mano.
- Rangos visuales.

Creación de contenido

Para el análisis ergonómico, se desarrollaron videos tutoriales que abordan dos escenarios:

- 1) Cuando existen tablas ergonómicas aplicables, pero no dimensiones exactas del objeto.
- 2) Cuando no hay dimensiones ni tablas específicas, y es necesario utilizar tablas antropométricas para obtener medidas de referencia.

Desarrollo de la plataforma de mentoría

Tras evaluar diversas opciones de alojamiento gratuito, se eligió el portal WIX para crear la plataforma. La sección de ergonomía fue diseñada para facilitar el acceso a información compleja, y se dividió en tres partes:

- 1) **Entendiendo la ergonomía:** presenta videos de terceros y charlas TED con explicaciones concisas sobre conceptos ergonómicos (Figura 1).

ENTENDIENDO LA ERGONOMÍA

¿Qué es la ergonomía y los factores humanos? Aquí una serie de videos seleccionados para evitar largas búsquedas en internet sin encontrar el adecuado. Estos videos buscan ser una guía para entender los factores humanos y la ergonomía, de lo básico hasta cuestionamientos como la importancia de la participación del usuario para el éxito de un diseño ergonómico. Aún si algunos de estos videos parecen antiguos, la información sigue siendo actual.

Todos los videos están en inglés, es recomendable activar los subtítulos en español.



FIGURA 1.

Página *Mi mentor en diseño*, sección: *Entendiendo la ergonomía*.

Fuente: elaboración propia.

- 2) **Información ergonómica:** se reúnen tablas recopiladas de diferentes manuales y normas, organizadas en tres áreas (Figura 2):
 - a) Muebles: diagramas con dimensiones estándar del mobiliario habitual.
 - b) Diseño ergonómico de interfaces y ambientes: información sobre áreas de trabajo, rangos de movimiento corporal, alcance de brazos y manos, así como espacios libres que facilitan la movilidad.

- c) Visibilidad y lectura: parámetros como ángulos de visión, distancias recomendadas para una lectura correcta y tamaños óptimos de tipografía.

INFORMACION ERGONÓMICA

Tablas y medidas clasificadas por categorías para acceso simple y sencillo a la información



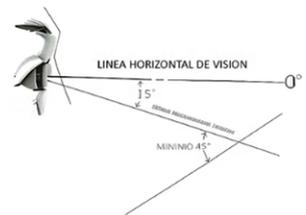
MUEBLES

Diagramas con dimensiones de los muebles más comunes



DISEÑO ERGONÓMICO DE INTERFASES Y AMBIENTES

Áreas de trabajo y movimiento del cuerpo, alcances de brazos y manos, áreas libres para movimiento del cuerpo



VISIBILIDAD Y LECTURA

Ángulos de visión, distancias para correcta lectura, tamaños de tipografía y letras



FIGURA 2.

Página *Mi mentor en diseño*, sección: *Información ergonómica*.

Fuente: elaboración propia.

- 3) **Tips y recursos:** incluye videos tutoriales para realizar estudios ergonómicos, así como ligas a sitios donde es posible descargar manuales o guías especializadas, como la norma MIL-STD 1472 (Figura 3).

TIPS Y RECURSOS

Ligas a páginas con tablas y normas,

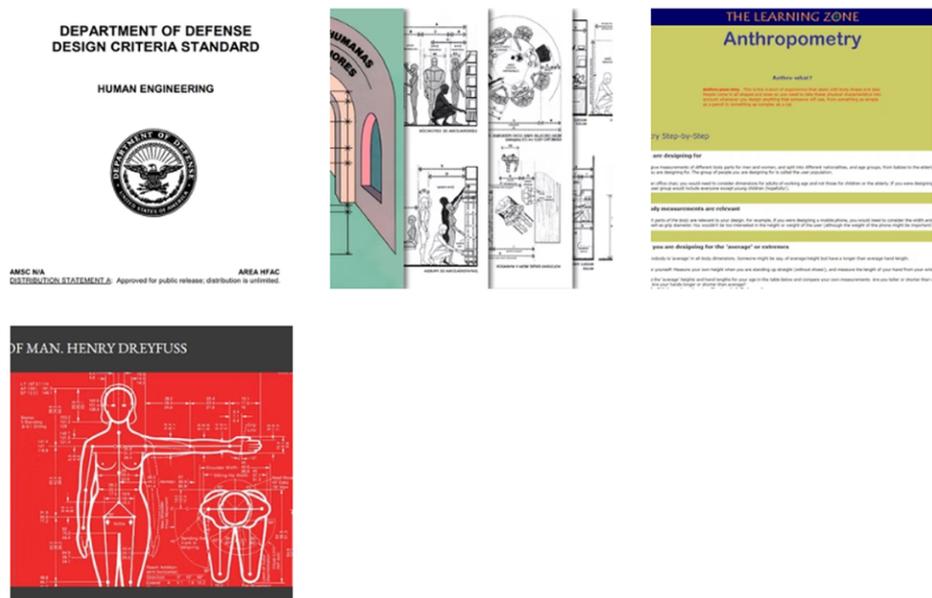


FIGURA 3.

Página *Mi mentor en diseño*, sección: *Tips y recursos*.

Fuente: elaboración propia.

Prueba con estudiantes

Para validar la eficacia de la plataforma, se aplicó una prueba a 32 estudiantes de tercer semestre de la Licenciatura en Diseño Industrial de la Universidad Autónoma de Querétaro. La actividad consistió en diseñar una silla utilizando una hoja de madera contrachapada (triplay) de 1.22×2.44 m, con cortes hechos en un *router* de control numérico. Cada alumno eligió a otro como cliente, quien proporcionó los requisitos de diseño —incluidos los ergonómicos— y recibió la silla al finalizar el proceso.

Como parte de la evaluación, se solicitó a los alumnos utilizar la sección de ergonomía de la plataforma para consultar medidas y recomendaciones. Después, se construyó una maqueta a escala con el fin de validar, en primera revisión, la aplicación de los principios ergonómicos y garantizar su implementación en el modelo a tamaño real. Durante esta etapa, se revisaron aspectos como la altura de la silla según su función (trabajo o descanso), el ancho de asiento y de respaldo, la altura y el ángulo del respaldo y asiento, así como —en aplicabilidad— las dimensiones de los descansabrazos (altura, ancho y largo).

Se documentaron, en forma de tabla, algunas muestras aleatorias de la primera revisión en maquetas a escala mediante un criterio de cumple/no cumple. Una vez ratificadas las maquetas, se fabricaron las sillas a tamaño real, las cuales fueron probadas individualmente para evaluar la facilidad para sentarse y levantarse, el apoyo corporal (en glúteos, piernas y espalda), así como la posición de los descansabrazos en los casos aplicables. Además, se valoró la comodidad en relación con las dimensiones y los ángulos del respaldo y asiento.

Resultados

Prueba I

La primera prueba se realizó con estudiantes de la carrera de Diseño Industrial, organizados en diez equipos de seis integrantes, divididos en dos grupos: cinco equipos de control y cinco de validación experimental. Se aplicaron cuestionarios de entrada y salida, análisis del uso de la plataforma de mentoría, y solicitud de reportes ergonómicos por equipo. Cabe destacar que el uso de la plataforma no fue vinculante para efectos de calificación, lo que desembocó en una participación baja e inconsistente, desencadenando datos insuficientes para validar el diseño

y funcionamiento de la herramienta digital. Por ello, esta prueba fue excluida del análisis final.

Prueba II

La segunda prueba involucró al alumnado de tercer semestre de Diseño Industrial. En esta ocasión, el empleo de la herramienta formó parte del proyecto de la materia Taller de Diseño I y se incluyó directamente en la rúbrica de evaluación. La sección de ergonomía contó con los criterios de valoración ilustrados por la Figura 4.

PROYECTO: Silla en triplay, ergonomía

Instrucciones: Con base en lo visto en clase, hacer un reporte ergonómico de su silla, usando como guía la página “mi mentor en diseño” con la siguiente liga:

Rubrica de evaluación de ergonomía

DIMENSION	NO CUMPE	CUMPLE, NO ALINEADO AL TIPO DE SILLA	CUMPLE, ALINEADO AL TIPO DE SILLA
ALTURA DE ASIENTO	5	7.5	10
ANCHO DE ASIENTO	5	7.5	10
PROFUNDIDAD DE ASIENTO	5	7.5	10
ALTURA DE RESPALDO	5	7.5	10
ANULO DE ASIENTO	5	7.5	10
ANGULO DE RESPALDO	5	7.5	10

No alineado al tipo de silla significa, por ejemplo, usar medidas de una silla de trabajo para una silla de descanso.

Alienado al tipo de silla significa haber usado las medidas correctas según el tipo de silla.

FIGURA 4.

Rúbrica de evaluación de ergonomía.

Fuente: elaboración propia.

El ejercicio contó con la participación de 32 estudiantes, cada uno responsable del diseño y fabricación de una silla, sumando un total de 32 prototipos (Figura 5).



FIGURA 5.

Diseño final de las sillas desarrolladas por los estudiantes.

Fuente: elaboración propia.

Evaluación del diseño

De las 32 sillas diseñadas, 30 cumplieron plenamente con los criterios ergonómicos, mientras que dos lo hicieron de manera parcial. Se seleccionó un muestreo de seis sillas para su verificación dimensional, con un flexómetro como instrumento de medición (Tabla 1).

TABLA 1.

Valoración aleatoria de cumplimiento ergonómico en diseño de silla. Fuente: elaboración propia.

DIMENSIÓN	SILLA 1	SILLA 2	SILLA 3	SILLA 4	SILLA 5	SILLA 6
Altura de asiento	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
Ancho de asiento	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
Profundidad asiento	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	No cumple
Altura de respaldo	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
Ángulo de asiento	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
Ángulo de respaldo	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple

Por otro lado, se organizó una evaluación cualitativa durante la presentación de proyectos, donde personas de distintas estaturas probaron cada una de las sillas para valorar su percepción de confort. De las 32 sillas, 30 obtuvieron calificaciones positivas, puesto que generaron una sensación de comodidad entre los usuarios (Tabla 2).

TABLA 2.

Valoración de sensación de confort en diseño de silla. Fuente: elaboración propia.

¿SE SIENTE CONFORTABLE?																																		
IDENTIFICADOR DE SILLA																																		
Persona	Estatura	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
1	1.60	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	P	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
2	1.84	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	P	✓	✓
3	1.68	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	P	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	P	✓	✓	✓	✓	

P = Parcialmente

Con el objetivo de evaluar la herramienta, se solicitó a los estudiantes compartir de manera anónima sus comentarios sobre la experiencia de uso, los puntos fuertes de la plataforma y las áreas susceptibles de mejora. En su mayoría, las

respuestas fueron positivas, sobre todo en cuanto a la facilidad de interacción, la claridad en la información y la utilidad del contenido presentado (Figura 6).

INSPIRADORA FACIL DE USAR
INFORMACIÓN CLARA
ENCONTRÉ RAPIDO
 UTIL PRACTICA
 SENCILLA ME GUSTÓ

FIGURA 6.

Respuestas de alumnos, palabras positivas más mencionadas.

Fuente: elaboración propia.

Respecto a las áreas de mejora, los participantes señalaron dificultades en la navegación desde dispositivos móviles, puesto que el diseño de la página exige mucho desplazamiento vertical, tanto hacia abajo como hacia arriba —*scroll*— (Figura 7).

MEJORAR LA ESTÉTICA
 TARDA EN CARGAR
HAY QUE SUBIR Y BAJAR MUCHO
DIFICULTAD DE NAVGACION
NO APTA PARA CELULAR
 ES FÁCIL PERDERSE

FIGURA 7.

Respuestas de alumnos, palabras negativas más mencionadas.

Fuente: elaboración propia.

Conclusiones

Los datos recabados en la segunda prueba indican que la herramienta digital obtuvo un impacto positivo en el proceso de diseño, al facilitar la comprensión y aplicación de conceptos ergonómicos. El alto porcentaje de satisfacción de los requerimientos sugiere que los estudiantes lograron incorporar la información organizada en la plataforma dentro de sus decisiones proyectuales (Norman, 2013). La aplicación de la herramienta favoreció el acceso a los contenidos y la asimilación de una metodología de trabajo centrada en la ergonomía y derivó en una experiencia de aprendizaje significativa. Asimismo, se constató la capacidad del

alumnado para interpretar nociones y parámetros que, de otro modo, resultarían más confusos sin la asistencia digital (Nielsen, 1993).

Dentro del sistema de evaluación académica subyace la importancia de reforzar recursos digitales a fin de incentivar un uso más activo y consciente por parte del estudiantado. Bajo esa premisa, en comparación con otras fuentes existentes sobre ergonomía —a menudo alojadas en páginas universitarias, con lenguaje técnico y estructuras complejas—, la plataforma destaca por su vocabulario accesible, transparencia en el despliegue de información y practicidad. Tales características fueron validadas en los resultados ergonómicos de los prototipos y en la retroalimentación positiva de los usuarios.

Pese a los resultados favorables, la retroalimentación cualitativa también señaló áreas de oportunidad en la interfaz de usuario, enfatizando la optimización de la experiencia de navegación en aras de mejorar el aprendizaje digital (Buxton, 2007; Moggridge, 2006). En conclusión, se devela como proyección futura fortalecer la operatividad mediante la adaptación del diseño y la estructura de la plataforma a los hábitos y expectativas de los alumnos (Nielsen, 1993).

La presente demuestra que las herramientas digitales de mentoría pueden constituir una aportación angular a los métodos tradicionales de enseñanza en áreas técnicas, donde comprender el conocimiento requiere un tratamiento previo de interpretación y valoración. El desempeño de los estudiantes demostró que es viable incorporar en el currículo académico este tipo de interfaz en búsqueda de potenciar el aprendizaje mediante recursos accesibles, constantes y remotos. En cuanto a la retroalimentación recibida sobre la plataforma, se señaló que mejorar su atractivo y dinamismo podría incrementar el interés de los alumnos. En futuras investigaciones, resultaría pertinente explorar cómo enriquecer la experiencia del usuario, es decir, mejorar la interacción con la plataforma digital, en pos de ofrecer una práctica superior de mentoría.

Referencias

- Buxton, B. (2007). *Sketching user experiences: getting the design right and the right design*. Morgan Kaufmann.
- Departamento de Defensa (2020). MIL-STD-1472H: *Department of Defense design criteria standard: Human engineering (15-SEP-2020)*. EverySpec. http://everyspec.com/MIL-STD/MIL-STD-1400-1499/MIL-STD-1472H_57041/
- Egaña, T., Bidegain, E. y Zuberogoitia, A. (2013). ¿Cómo buscan información académica en Internet los estudiantes universitarios? Lo que dicen los estudiantes y sus profesores. *EduTec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (43). <https://doi.org/10.21556/edutec.2013.43.332>
- Henry Dreyfuss Associates (2001). *The measure of man and woman: human factors in design*. Wiley.
- Le Heron, J. y Sligo, F. (2005). Acquisition of simple and complex knowledge; a knowledge gap perspective. *Educational Technology & Society*, 8(2), 190-202. <http://www.jstor.org/stable/jeductechsoci.8.2.190>
- Moggridge, B. (2006). *Designing interactions*. The MIT Press.
- Nielsen, J. (1993). *Usability engineering*. Morgan Kaufmann.
- Norman, D. (2013). *The design of everyday things*. Basic Books.
- Panero, J. y Zelnik, M. (1979). *Human dimension and interior space. A source book of design reference standards*. Watson-Guption Publications.
- Sharma, B. P. (2022). Digital tools in art education: from expanding creative horizons and facilitating collaboration to increasing access and resources for a diverse student population. *Applied Research in Artificial Intelligence and Cloud Computing*, 5(1), 55-65. https://www.researchgate.net/publication/368288626_Digital_Tools_in_Art_Education_From_Expanding_Creative_Horizons_and_Facilitating_Collaboration_to_Increasing_Access_and_Resources_for_a_Diverse_Student_Population
- SlideGenius (2015). *4 tips to make your presentation clear and concise*. <https://www.slidegenius.com/blog/4-tips-to-make-your-presentation-clear-and-concise>

¿Quieres publicar en esta revista?

  **Enviar artículo**

Síguenos en nuestras redes:



¿Dudas o sugerencias? Escríbenos a:

sketchin@uaq.mx

REVISTA REGISTRADA EN:



VISITA NUESTRO

FISI

CAST

Escucha de la voz de los autores, entrevistas y comentarios relacionados a sus artículos.

Disponible en:



MÁS REVISTAS UAQ EN:



revistas.uaq.mx



ingenieria.uaq.mx

Edición cuidada, diseñada y maquetada por

 **DESPACHO DE PUBLICACIONES**

Visítanos y conoce las publicaciones que la **FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO** tiene para ti:

