



GOBIERNO DEL
ESTADO DE
MÉXICO



ESTADO DE
MÉXICO
¡El poder de servir!

EDUCACIÓN

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN, CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN



Publicación cuatrimestral del Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec. Año 23, No 66, enero-abril de 2025

TECNOCULTURA

ISSN: 1870-7157

Investigación · Ciencia · Tecnología · Cultura



**Diseño, elaboración
y análisis de un
utensilio comestible**

**Cambio de
Coloración en las
Lagunas de
Montebello,
Chiapas, México,
como Indicador del
Cambio Climático**

**Uso de Inteligencia
Artificial para el
Diseño Frugal de
Sistemas
Mecatrónicos**





GOBIERNO DEL
ESTADO DE
MÉXICO

Mtra. Delfina Gómez Álvarez
Gobernadora Constitucional
del Estado de México

Mtro. Miguel Ángel
Hernández Espejel
Secretario de Educación del
Estado de México

Tecnológico de Estudios
Superiores de Ecatepec

SUBCOMITÉ EDITORIAL:

José Antonio Arcos
Casarrubias
Abel Roldán Alatraste
Juan Carlos Bretón Pozas
Isabel de la Luz Membrillo
Venegas
José Luis Chávez Rojas
Verónica Martínez Martínez
Daniel Cedillo Román
Esther Acevedo Arcos
Irisbeth Ramírez Díaz
Ángel Hernández Estrada
Ángel Mazza Arias

Corrección de estilo
Rafael Ortiz Hernández

Diseño
Mara Brisa López Vargas

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN
SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN SUPERIOR Y NORMAL
TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE ECATEPEC
UNIDAD DE RELACIONES PÚBLICAS Y DIFUSIÓN



CONSEJO EDITORIAL

Dr. Juan Humberto Sossa Azuela
Dr. Alfonso Totosaús Sánchez
Dr. Martín Salazar Pereyra
Mtro. Fernando Lugo
Dr. Armando Gama Goicochea
Dr. Salvador Contreras Hernández
Mtro. Gustavo Calvillo Gandulfo
Dr. Graciano Calva Calva

COMITÉS TÉCNICOS DE ARBITRAJE

INGENIERÍA INFORMÁTICA

Mtro. Derlis Hernández Lara
Académico de la División de Ingeniería
Informática

Mtro. Emmanuel Tonatiuh Juárez Velázquez
Académico de la División de Ingeniería
Informática

Mtro. Leonardo Moreno Villalba
Académico de la División de Ingeniería
Informática

INGENIERÍA EN GESTIÓN EMPRESARIAL

Mtra. Claudia Lozano Mora
Académico de la División de Ingeniería en
Gestión Empresarial

Mtra. Ingrid Trinidad Calderón
Académico de la División de Ingeniería en
Gestión Empresarial

Dr. Hugo Nathanael Lara Figueroa
Académico de la División de Ingeniería en
Gestión Empresarial

CONTADOR PÚBLICO

Mtra. Juana Mora López
Académico de la División de Contaduría
Pública

Mtra. Elizabeth Mercedes Garmendia
Guerrero
Académico de la División de Contaduría
Pública

INGENIERÍA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES

Dr. Abraham Jorge Jiménez Alfaro
Académico de la División de Ingeniería en
Sistemas Computacionales

INGENIERÍA MECÁNICA, MECATRÓNICA E INDUSTRIAL

Mtro. Wenceslao Cuauhtémoc Bonilla
Académico de la División de Ingeniería
Mecánica, Mecatrónica e Industrial

Dra. Belem Arce Vázquez
Académico de la División de Ingeniería
Mecánica, Mecatrónica e Industrial

INGENIERÍA QUÍMICA Y BIOQUÍMICA

Dra. Mariana Bárcenas Castañeda
Académico de la División de Ingeniería
Química y Bioquímica

Dra. Isabel de la Luz Membrillo Venegas
Académico de la División de Ingeniería
Química y Bioquímica

Tecnocultura, revista de divulgación del conocimiento científico, tecnológico y humanístico del Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec. Año 23, No. 66, enero-abril de 2025. Fecha de publicación: mayo 2025. Número de autorización del Comité Editorial de la Administración Pública Estatal CE: 205/05/10/12-01. Edita y distribuye la Unidad de Relaciones Públicas y Difusión, domicilio: Av. Tecnológico s/n, Col. Valle de Anáhuac, C.P. 55210, Ecatepec, Estado de México. Teléfono 50 00 23 14. Correo electrónico: urpd@tese.edu.mx.

Número de Reserva de Derechos al Uso Exclusivo del Título ante el Instituto Nacional del Derecho de Autor de la Secretaría de Educación Pública: 04-2023-010917424300-102, ISSN: 1870-7157. Certificados de Título y de Contenido en trámite. Se autoriza la reproducción total o parcial del material publicado en Tecnocultura, siempre y cuando cite la fuente. Los artículos son responsabilidad de los autores.

Revista registrada en el Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal (Latindex), No. Folio 13782.

Página oficial: <https://tese.edomex.gob.mx/>

E

ditorial

TECNOCULTURA

INFORMACIÓN PARA LOS AUTORES

La Revista **Tecnocultura** es un órgano de difusión del Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec (TESE); su publicación es cuatrimestral, el objetivo principal es la divulgación del pensamiento y los avances científicos, tecnológicos y humanísticos, ya sea que se generen en las diferentes áreas académicas de la Institución o de origen externo, pero que puedan ser de interés general.

- La información podrá presentarse en forma de artículo, ensayo o reportaje, incluyendo materiales de divulgación. Los trabajos deben ser producto de investigaciones de elevado nivel académico, que contribuyan al conocimiento en la materia y ser inéditos en español. Igualmente, las ponencias o presentaciones deberán adaptarse para su edición escrita. En todos los casos, se buscará que su contenido sea ameno y novedoso.

- El lenguaje debe ser accesible a estudiantes de licenciatura, sin perjuicio de la información científica o académica contenida en el artículo. Cuando sea necesario el uso de tecnicismos, deberá explicarse su significado con la amplitud necesaria. Se recomienda la inclusión de recuadros que aclaren el significado de conceptos de difícil comprensión.

- Los artículos deben tener subtítulos o incisos; un resumen introductorio (*abstract*) en español e inglés, no mayor de diez líneas, que atraiga el interés del lector. En seguida, mencionar las palabras clave del artículo, y su respectiva versión en inglés (*keywords*). Asimismo, al final del artículo incluir una breve conclusión, y la bibliografía o fuentes consultadas.

- Para las citas y referencias bibliográficas que aparezcan en el texto, se utilizará el modelo APA (Asociación de Psicología de Estados Unidos de América), cuyas características se detallan en el documento en PDF anexo, titulado *El Manual de Publicación APA al Alcance de Todos*.

- Para fines de registro, se solicita anexar una hoja que contenga datos curriculares del autor o autores, como nombre completo, grado académico, institución de procedencia, domicilio, teléfono, y dirección electrónica.

Recomendaciones

- Revisar meticulosamente la ortografía, signos de puntuación, sintaxis, redacción, aparato crítico (notas, citas, fuentes, bibliografía, etcétera), y la estructura del trabajo.

- En la bibliografía o fuentes consultadas, deberán incluirse todos los datos para la identificación de la fuente informativa:

apellidos y nombres del(los) autor(es), año, título de la obra, número de edición, país, editorial, tomo o volumen, número de páginas totales, colección, etcétera.

- Evitar o reducir al mínimo los documentos, ilustraciones o fuentes de consulta provenientes de Internet, o en su caso, indicar claramente su origen mediante las respectivas cibergrafías. Si los cuadros, tablas dibujos, fotografías o gráficos en general son de creación propia, también deberá mencionarse al pie de éstos.

- En el caso de las citas textuales, identificar claramente dónde se abren y cierran las comillas.

- Verificar la correcta jerarquización y numeración de capítulos, subcapítulos, incisos, u otras divisiones, mismas que deberán conservar un orden lógico y constante a lo largo del texto. El resumen, introducción, palabras clave, agradecimientos, conclusiones y bibliografía o fuentes, no son numerables para el desarrollo del tema.

- Utilizar un lenguaje claro, preciso, con conceptos, siglas o signos bien explicados. Procurar el uso de sinónimos para no repetir palabras. Evitar las cacofonías (palabras con sonido semejante), solecismos (falta de sintaxis), barbarismos (uso de términos extranjeros, arcaicos y neologismos), muletillas, "queísmos", verbos fáciles (hacer, poner, decir, tener, haber, etcétera), adjetivos, frases hechas, y otros vicios del lenguaje.

- Conservar un estilo constante de redacción.

- Evitar los párrafos largos o con cadenas de ideas demasiado extensas. Es preferible utilizar párrafos cortos, de cinco a siete líneas en promedio.

- Evitar el uso excesivo de atributos tipográficos para destacar palabras, frases o párrafos (como negritas, cursivas, subrayados, mayúsculas, tipografía diferente, etcétera), si no son estrictamente necesarios.

Características de Presentación

- Se recomienda una extensión máxima de 10 cuartillas, incluyendo cuadros, notas y bibliografía. El texto deberá estar elaborado en Office Word 2003 o versiones posteriores, guardando el documento con la extensión .doc. y entregar copia del archivo digital, así como una copia impresa. Los materiales serán evaluados por el Consejo Editorial de la revista.

- El trabajo deberá presentarse en hojas tamaño carta y por una sola cara, sin tachaduras ni guiones al final de cada línea,

ni tampoco división de palabras. El cuerpo del texto deberá estar a una sola columna, con un interlineado de 1.5; la caja de texto será de 28 líneas por cuartilla en promedio y 64 caracteres por línea (es decir, 1790 caracteres por cuartilla). La página deberá poseer márgenes de 2.5 cm en cada lado.

- La tipografía deberá ser Times, Arial, o alguna otra de uso común, con un tamaño de 14 puntos para títulos y subtítulos; 11 a 12 puntos para el texto, y 9 a 10 puntos para las notas o citas.

- Al inicio de los párrafos se debe omitir la sangría, o en su caso, que tenga un máximo de tres espacios. Cada párrafo deberá separarse con un espacio (o *enter*).

- Estructurar el texto con un diseño básico, que permita identificar la conformación y ordenamiento de los elementos que integrarán el texto impreso, pero no emplear atributos automáticos (numeraciones o viñetas), especiales, etiquetas u otros recursos de diseño que no sean estrictamente necesarios.

- Si el archivo del texto es muy extenso o contiene elementos que lo hacen demasiado grande, se recomienda segmentar la obra en capítulos o secciones independientes.

- Las ilustraciones, fotografías gráficas o figuras deberán incluirse dentro del texto impreso y por separado en archivos electrónicos u originales de óptima calidad (imágenes nítidas, uniformes y sin distorsiones), en formato TIFF o JPG con una resolución de 300 ppp, y deberán tener como atributo el estar "delante del texto". Las gráficas, esquemas, figuras, cuadros y similares se deben elaborar en computadora a línea, en Word, Power Point, Corel Draw o similares, sin pantallas.

- Si se utilizan fórmulas matemáticas, signos o símbolos especiales generados con algún programa expreso, cerciorarse de que sean editables y compatibles con Office Word.

Para fines de registro, se solicita anexar una hoja que contenga datos del autor, como nombre, grado académico, institución de procedencia, domicilio, teléfono y dirección electrónica.

Atentamente
Unidad de Relaciones Públicas y Difusión
del Tecnológico de Estudios
Superiores de Ecatepec
Teléfono: 55 5000 2314
urpd@tese.edu.mx

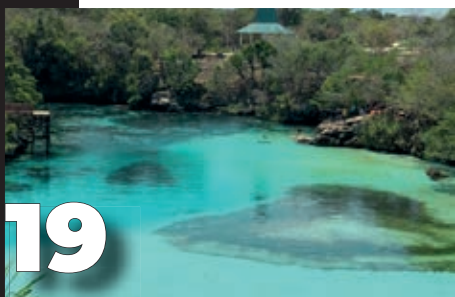
C

ontenido



Diseño, elaboración y análisis de un utensilio comestible

María Natalie Vargas García
Alejandra Osiris Navarro Mendoza
Mario Ricardo Cruz Deviana
Luis Fernando Hernández Escalera
Álvaro Rodríguez Maya
Ángel Mazza Arias



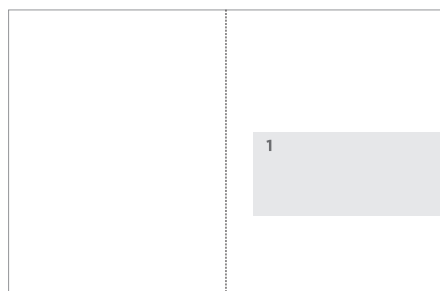
Cambio de Coloración en las Lagunas de Montebello, Chiapas, México, como Indicador del Cambio Climático

José Humberto Castañón González
Rubí Esmeralda González Espinosa
Arnulfo Rosales Quintero
Rocío Meza Gordillo



Uso de Inteligencia Artificial para el Diseño Frugal de Sistemas Mecatrónicos

Erick Axel Padilla-García



<https://espana.ladevi.info/horeca/los-cubiertos-comestibles-voila-se-afianzan-el-canal-horeca-n72862>

Diseño, elaboración y análisis de un utensilio comestible

María Natalie Vargas García¹, Alejandra Osiris Navarro Mendoza²,
Mario Ricardo Cruz Deviana¹, Luis Fernando Hernández Escalera³,
Álvaro Rodríguez Maya² y Ángel Mazza Arias²



Resumen

Acerca de los autores

¹División de Ingeniería Mecánica, Mecatrónica e Industrial, del Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec.

²División de Ciencias Sociales de la Universidad del Valle de México/Campus Hispano.

³División de Ingeniería de la Universidad Tecnológica/Campus Ecatepec.

La contaminación del medio ambiente por plásticos de un solo consumo, como los cubiertos de polipropileno (PP), son un desafío ambiental en nuestros tiempos, ya que representan 79% de la contaminación a nivel mundial. Este tipo de contaminantes ha perjudicado el proceso natural del entorno habitable y, al mismo tiempo, ha provocado enfermedades y cambios biológicos al ser humano. Para proponer una solución a este problema, el presente artículo muestra el diseño y creación de un utensilio comestible elaborado mediante una pasta orgánica. De acuerdo con el proceso de desarrollo, se realizó un estudio antropométrico que, con el apoyo de un

análisis, muestra las propiedades mecánicas necesarias para ser empleado de manera convencional durante la ingesta de alimentos. El prototipo se diseñó con el apoyo de software CAD, considerando un estudio antropométrico. Los valores obtenidos en esta etapa, dieron como resultado las dimensiones y la geometría del cubierto. Posteriormente, se realizó un análisis de deformación mediante elemento finito, donde se comprobó que el utensilio presenta las propiedades mecánicas adecuadas para funcionar al ser sometido en condiciones de difusión térmica.

Palabras Clave: Diseño mecánico, estudio antropométrico, utensilio, polímeros.

Abstract

Environmental pollution from single-use plastics, such as polypropylene (PP) cutlery, is an environmental challenge in our times, accounting for 79% of global pollution. This type of pollutant has damaged the natural process of the living environment and, at the same time, has caused diseases and biological changes in humans. In order to propose a solution to this problem, this article shows the design and creation of an edible utensil made by means of an organic paste. In accordance with the development process, an anthropometric study was carried out which, with the support of an analysis, shows the mechanical properties necessary to be used in a conventional way during the ingestion of food. The prototype was designed with the support of CAD software, considering an anthropometric study. The values obtained in this stage resulted in the dimensions and geometry of the cover. Subsequently, a finite element deformation analysis was performed, where it was verified that the utensil has the appropriate mechanical properties to function when subjected to thermal diffusion conditions.

Keywords: Mechanical design, anthropometric study, utensil, polymers.

Introducción

Actualmente, el uso desmedido de plásticos para el consumo de alimentos ha generado contaminación marítima y terrestre, lo que afecta en la producción de oxígeno por medio de las plantas y demás flora, y reduce el crecimiento de las raíces, ya que interfiere con la absorción de nutrientes [1]. Como ejemplo, en el 2018 se reportó que al año se producen 300 millones de toneladas de plásticos, de los cuales, sólo el 3% se recicla y el 79% llega a vertederos, donde empieza su proceso de degradación o de erosión mecánica [2].

Es sabido que existen aditivos derivados de los polímeros que interfieren con el ciclo del agua, siendo las micropartículas un gran riesgo, en comparación con el plástico de grandes dimensiones. Esta situación ocasiona problemas a todos los seres vivos, ya que los micro plásticos están compuestos por sustancias químicas que perturban el sistema endocrino, nervioso y reproductivo, causando daño cerebral que puede afectar la función motriz y el comportamiento de las personas, generando diferentes tipos de cáncer en el cuerpo, desorden alimenticio, alteraciones al desarrollo reproductivo tanto masculino como femenino, e impactos sobre generaciones futuras como resultado de las alteraciones a las células germinales [3].

El 12% de los plásticos desechados se incinera, cuyos gases causan el efecto invernadero, ya que elevan la temperatura del clima, modifican las estaciones del año y alteran el crecimiento de la flora y fauna [1]. El 6% de

los microplásticos llega a los océanos, creando islas de basura, que afectan la vida de los animales marinos, lo cual interfiere en toda la cadena alimentaria, desde el plancton hasta los grandes depredadores [4], así como también a organismos que se encuentran a 2 ó 3 mil metros de profundidad [2].

Ahora bien, los plásticos también se pueden producir a partir de fuentes renovables, conocidos como bioplásticos, esta solución representan una fracción de la producción mundial de este material [5]. Existen trabajos que proponen soluciones a través de alternativas, como el desarrollo de una cuchara comestible, creada por el Instituto Politécnico Nacional (IPN), donde las investigaciones se han enfocado a la creación de utensilios para el consumo de alimentos, a partir del salvado de arroz [6], como se observa en la Figura 1. Estas investigaciones han demostrado que, además de estudiar las propiedades de los alimentos para generar nuevos productos, toman en cuenta las necesidades sociales, los recursos disponibles en la región y las preferencias de los habitantes.



Figura 1

Modelo de cuchara sopera creada en el Instituto Politécnico Nacional (tomada de [6]).

Las cucharas son elementos útiles al momento de ingerir alimentos líquidos y sólidos. El IPN ha llevado a cabo investigaciones para reducir el daño que causan los plásticos de un solo uso, mediante la implementación de una cuchara sopera biodegradable, considerando, principalmente, la parte nutricional. Dicho trabajo sirvió como base para la investigación que se muestra a continuación, donde se desarrolló y mejoró la resistencia, durabilidad, funcionalidad de un utensilio comestible.

Estudio Antropométrico

Para el diseño del prototipo de un utensilio destinado al consumo de alimentos, como lo es la cuchara, se efectuó un estudio antropométrico de la población mexicana. Los datos antropométricos o de caracterización del cuerpo humano, tienen una amplitud de usos, tales como la determinación general y específica de espacios de trabajo, ropa, equipo personal, máquinas, herramientas, aparatos y mobiliario [8]. Existen diferentes grupos de la especie humana, que han evolucionado en diferentes zonas geográficas del planeta, durante este proceso, han adquirido diferentes características físicas que les permitieron enfrentar las condiciones adversas de su medio ambiente.

Siendo las cucharas un utensilio que se usa para llevar a la boca alimentos líquidos, blandos y sólidos, a menudo se utilizan para ingerir sopas, guisos, postres, frutos y vegetales, pero es importante que sea un elemento que permita al usuario realizar las tareas antes mencionadas, sin afectar el movimiento o anatomía del cuerpo humano. En la Figura 2 se logra apreciar detalladamente, las dimensiones antropométricas de la población mexicana; para ello se consideraron las siguientes dimensiones: longitud de la mano (39), ancho de la mano (41), diámetro de empuñadura (43), y longitud de la boca (48), medidas que ayudaron a establecer una propuesta del prototipo.

La longitud de la mano, es la distancia limitada por el doblar más cercano a la región del metacarpo de la muñeca, al vértice del dedo medio (dactilión III), estando el sujeto de pie (39).

La anchura de la mano, es la distancia entre el borde externo del metacarpo (punto metacarpal radial), al borde externo (punto metacarpal cubital), incluido el dedo pulgar (41).

El diámetro de empuñadura, es la distancia máxima comprendida entre dos puntos, cerrando un círculo con los dedos índice y pulgar de la mano derecha, estando de pie el individuo (43).

La longitud de boca, es la distancia delimitada por la comisura derecha a la comisura izquierda de los labios (48).

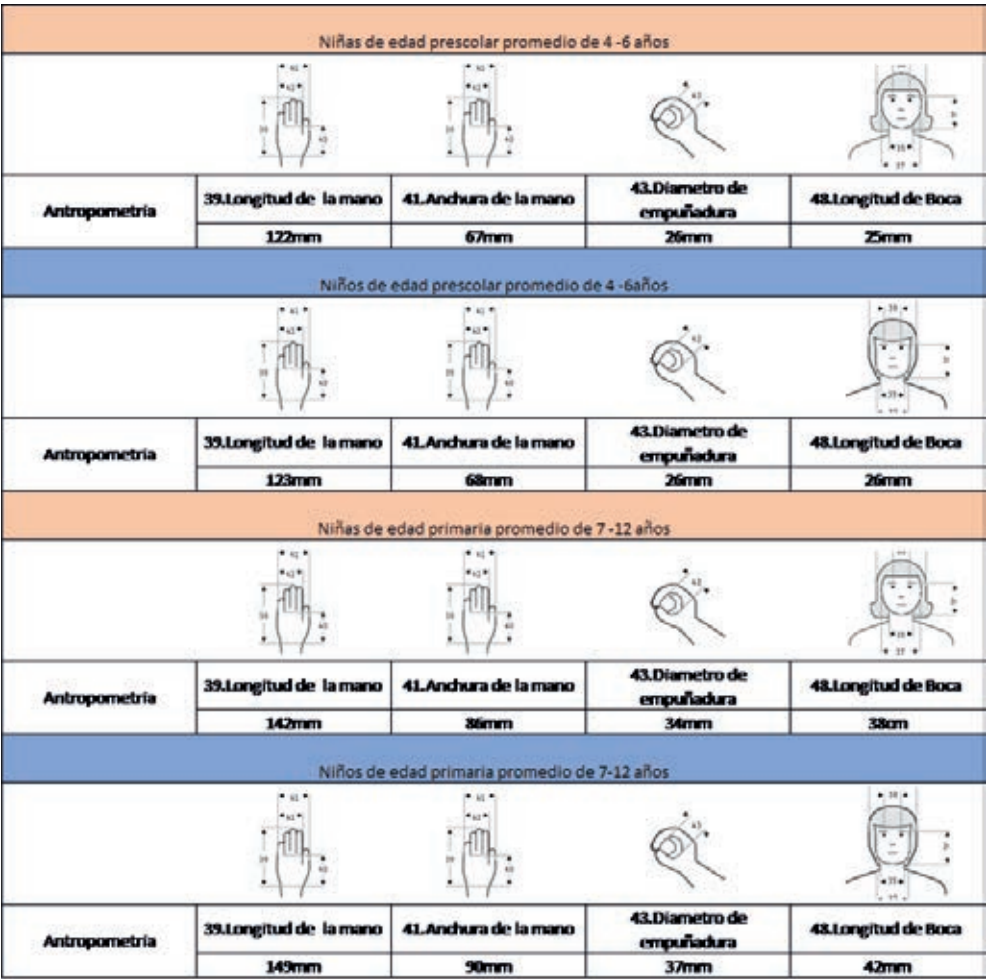


Figura 2

Estudio antropométrico de población mexicana de 4 a 65 años (creación propia).

Adolescentes de edad promedio de 13-19 años				
   				
Antropometría	39.Longitud de la mano	41.Achura de la mano	43.Diametro de empuñadura	48.Longitud de Boca
	164mm	89mm	40mm	44mm
Adolescentes de edad promedio de 13-19años				
   				
Antropometría	39.Longitud de la mano	41.Achura de la mano	43.Diametro de empuñadura	48.Longitud de Boca
	175mm	95mm	45mm	48mm
Mujeres Adultas				
   				
Antropometría	39.Longitud de la mano	41.Achura de la mano	43.Diametro de empuñadura	48.Longitud de Boca
	170mm	95mm	40mm	50cm
Hombres Adultos				
   				
Antropometría	39.Longitud de la mano	41.Achura de la mano	43.Diametro de empuñadura	48.Longitud de Boca
	186mm	103mm	47mm	60mm

Mujeres Adultas Mayor				
   				
Antropometría	39.Longitud de la mano	41.Achura de la mano	43.Diametro de empuñadura	48.Longitud de Boca
	168mm	95mm	42mm	52cm
Hombres Adultos Mayor				
   				
Antropometría	39.Longitud de la mano	41.Achura de la mano	43.Diametro de empuñadura	48.Longitud de Boca
	182mm	103mm	44mm	62mm

Es fundamental que el utensilio cuente con el tamaño adecuado para todo tipo de personas, por lo tanto, en el diseño del prototipo se consideró la forma de los utensilios ya existentes. Algunos diseños que se generaron, utilizan la geometría de los elementos que se presentan en la Figura 3, como son cucharas soperas (a); cuchará *parfait*, que también se utiliza comúnmente para comer helados, especialmente flotadores (b); cuchara salsera, la cual

mide aproximadamente 20 cm, tiene concavidad media y se utiliza para todo tipo de salsas (c); *fundererele*, elemento que sirve para dar forma redonda al helado, ya sea en las heladerías y en otros establecimientos comerciales y se usa también para medir la porción de helado servido (d), y cucharas para helado Paddle, que tienen una copa ancha, generalmente en forma cuadrada, con el propósito de recoger la cantidad justa de helado del recipiente (e). El resultado final fue un diseño que permite la ingesta de helados, sopas y guisos. En esta propuesta, la pieza demostró tener una buena capacidad de carga, en una extensa variedad de alimentos y bebidas.

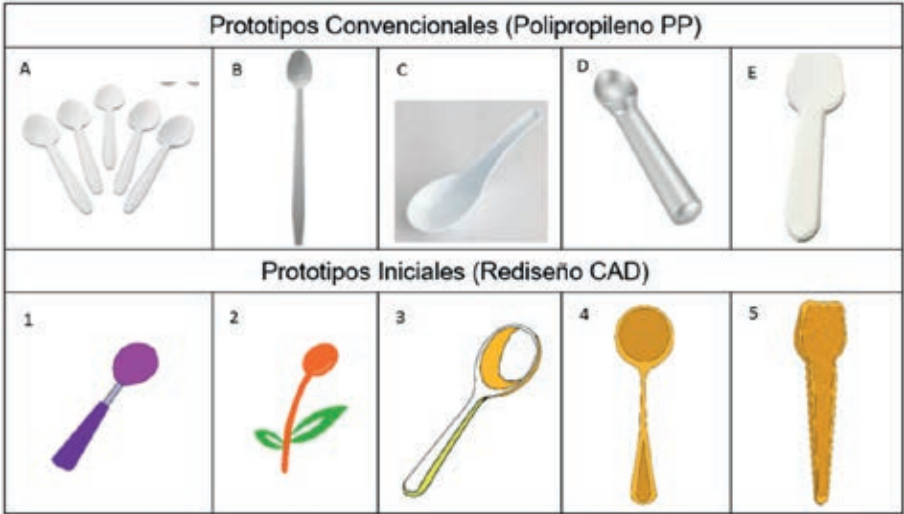


Figura 3

Propuestas de diseño para un utensilio comestible (creación propia).

Los seres humanos tienen la facultad de percibir distintos sabores, como dulce, ácido, salado y amargo [9]. Para el correcto funcionamiento del sentido del gusto, es necesario que se active un conjunto de células llamadas receptoras del gusto. Estas unidades están organizadas en papilas gustativas con receptores que detectan múltiples sabores. El sentido del gusto tiene un papel importante, porque ha permitido discriminar entre lo que puede ser alimento y lo que no, e incluso en lo que puede ser tóxico o peligroso al ingerirlo. La lengua tiene entre sus funciones el sentido del gusto, sin embargo, existe una relación singular donde la forma en que se lleva a cabo la degustación de alimentos y bebidas influye fisiológicamente en los quimiorreceptores, donde el cerebro registra e identifica el sabor. Dado que la anatomía de la lengua suele estar menos ligada a la percepción del gusto, existen contaminantes atmosféricos que cambian los tiempos de renovación de las células gustativas y esto puede ser causante de alteraciones en el gusto. Cuando los niveles de contaminantes se incrementan, la mucosa nasal se inflama, provocando estrés oxidante, lo que motiva la respiración por vía oral y podría relacionarse con el daño a las células de los BG [9]. Considerando lo anterior, se realizaron diferentes propuestas de la forma del prototipo, como se puede observar en la Figura 4.

Figura 4

Propuesta de la forma del utensilio, considerando la anatomía de la lengua y las células receptoras del gusto (creación propia).



El estudio de funcionalidad propuso que el alimento es trasladado a la boca para suministrarlo de forma gradual en pequeñas porciones, por lo que debe contar con una dimensión específica en los diámetros de empuñadura, de acuerdo con la cavidad bucal promedio, para una adecuada degustación, dando como resultado el modelo que se muestra en la Figura 5.

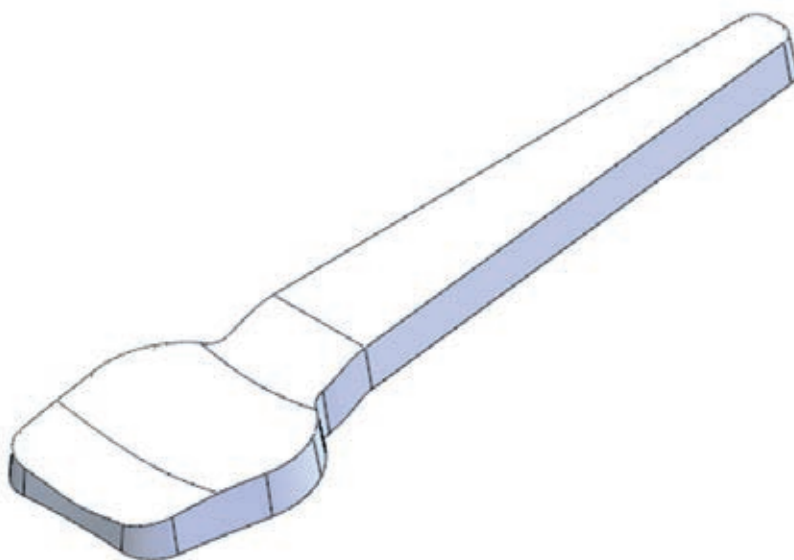


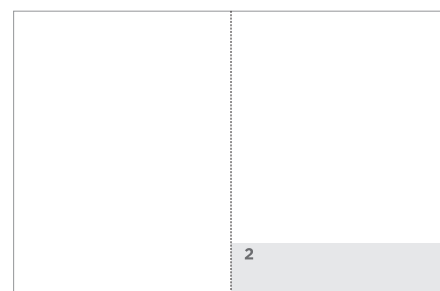
Figura 5

Propuesta final para el desarrollo de un utensilio mediante software CAD (creación propia).

Manufactura del utensilio

El proceso de fabricación comienza con el amasado de los ingredientes, que son una mezcla de harinas e insumos comestibles, por un periodo 15 minutos, hasta obtener una masa uniforme y elástica. Esta mezcla considera un proceso de secado sobre una superficie herméticamente cerrada por un tiempo de aproximadamente de 45 minutos. Para la siguiente etapa, el laminado se desarrolla mediante una matriz uniforme de gluten, esto es particularmente crítico, para asegurar las propiedades y la calidad del utensilio.

El alto nivel de la extensibilidad de la masa, asegura que la lámina no va a encogerse durante las sucesivas compresiones generadas por el rodillo, hasta obtener el espesor de 4 mm. Posteriormente se debe realizar un corte, esto representa un conjunto de procesos en los que la pieza se lleva a una geometría determinada eliminando el exceso de la pasta. El rodillo de corte está fabricado con un plástico de grado alimenticio con alta resistencia



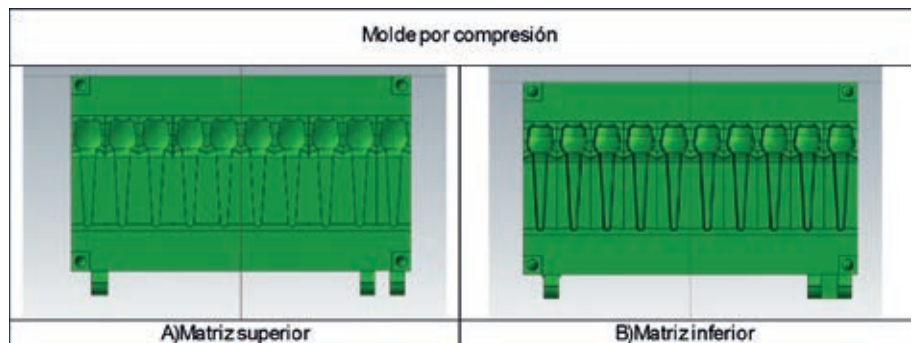
<https://www.cocinadelirante.com/hogar/prepara-cucharas-comestibles-en-casa>

mecánica y baja absorción de humedad. Por medio de la rotación del rodillo, se obtiene la preforma cortada del diseño (perímetro general del utensilio).

El propósito del corte, es mantener el peso y la geometría promedio del utensilio. En la etapa de moldeado por compresión, se requiere de una preforma (corte detallado), la cual es introducida a las cavidades de la matriz de moldeo, dada por dos partes, llamada matriz superior y matriz inferior, como se puede observar en la Figura 6. La prensa mantiene una temperatura aproximada de 180°, lo que le permite llegar al punto de cocción de la pasta por un determinado tiempo.

Figura 6

Molde de compresión para fabricación de utensilio comestible (creación propia).



Al extraer el utensilio de la prensa y permitir su enfriamiento, como se observa en la Figura 7, se debe tener especial atención, ya que algunos de los problemas que ocurren en la elaboración, son originados por un mal enfriamiento. Cuando el producto está recién horneado, tienen una temperatura muy elevada, ya que los utensilios tienen una estructura blanda y húmeda.

Figura 7

Proceso de fabricación de utensilio mediante molde de dos partes (creación propia).



Un mal enfriamiento puede producir cambios en la rigidez del prototipo; la humedad se pierde a medida que se enfría en una superficie durante un periodo de 30 minutos. Finalmente, en la Figura 8 se puede observar el

utensilio, con un peso promedio de 6 a 7 gramos, cuenta con una longitud total de 100 mm, un ancho de 35 mm en su parte más amplia y 10 mm en la más angosta, con un espesor de 5 mm.



Figura 8

Utensilio manufacturado
(creación propia).

Resultados

Se realizó un estudio de laboratorio bromatológico al utensilio mediante el Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología (CONAHCYT), que determina la composición química de los alimentos, así como sus cualidades organolépticas y posibles alteraciones. Este análisis permite determinar la cantidad de nutrientes presentes en los alimentos, incluidos proteínas, carbohidratos, grasas, vitaminas y minerales, en una muestra de 500 gramos en promedio, a 76 cubiertos, con peso individual dosificado de aproximadamente 6.5 gramos, como se observa en la Figura 9.

Resultados de Análisis				
Determinación	Resultado	Unidad	Método	Analizado
Humedad	5,21	(% en peso)	NMX-F-083-1986	MLG
Cenizas	1,98	(% en peso)	NMX-F-607-NORMEX-2020	MLG
Grasas (extracto etéreo)	3,75	(% en peso)	NOM-086-SSA1-1994 Apéndice Normativo C, Numeral 1	MLG
Proteínas (N x 6,25)	11,42	(% en peso)	NMX-F-608-NORMEX-2011	RGC
Fibra Cruda	< 0,10	(% en peso)	NMX-F-613-NORMEX-2017	MLG
Carbohidratos Totales	77,64	(% en peso)	Por diferencia de análisis proximal	MLG

Figura 9

Estudió bromatológico del utensilio proporcionado por el Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología (CONAHCYT) (creación propia).

Este estudio permite conocer la calidad del alimento y su contenido nutricional, que es importante para la salud del usuario y para la industria alimentaria. En la tabla nutricional se puede observar los valores que se obtuvieron, como grasas (33.75), proteínas (45.68), y carbohidratos (310.58), en una porción de 100 gramos, teniendo un total de 390.01 kilocalorías. La humedad se puede observar con valores inferiores a la media, lo que permite una mejor calidad en la intensidad del sabor y un mayor tiempo de conservación de los utensilios sin añadir ningún elemento, ya que esto podría afectar su textura, sabor y capacidad de absorción de líquidos.

Estudio del Elemento Finito

La geometría de la pieza que está sometida a cargas y restricciones, se subdivide en partes más pequeñas, conocidas como elementos, que representan el dominio del problema. La división de la geometría en pequeñas secciones, puede resolver un problema complejo. Esto permite que la mayoría de los programas CAD desarrollen un análisis de elemento finito, que muestra

el comportamiento de un elemento en condiciones de trabajo o al soportar una fuerza. Dentro de ese estudio, se considera la escala Von Mises, una magnitud física que indica si un diseño es aceptable para un propósito específico, por lo general, en estructuras que deben soportar una carga.

Para ello, los materiales dúctiles muestran una deformación previa a su fractura, a diferencia de los materiales frágiles, como el vidrio o la cerámica. El resultado del análisis se muestra en la Figura 10, donde el esfuerzo máximo está ubicado entre la cabeza y el mango, con un valor de 1.8 N/m². Esto significa que para el utensilio es admisible una carga de 1 kg o el aproximado de 10 N, y el esfuerzo mínimo se ubica en la parte final del mango.

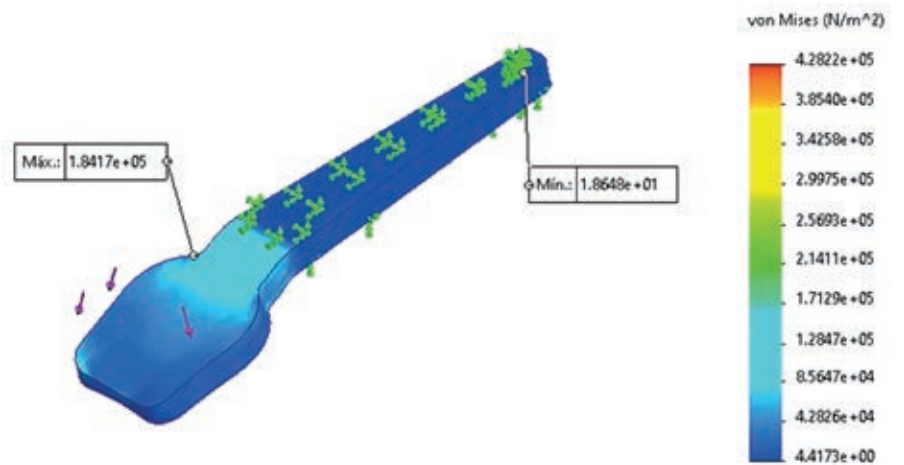


Figura 10

Análisis de deformación mediante elemento finito (creación propia).

Resistencia a líquidos

La resistencia del utensilio en líquidos con altas temperaturas, se puede observar la Figura 11, donde se realizó un ensayo que inició a las 12:15 pm del día, con una temperatura inicial del agua a 90°C, y que en promedio cada 5 minutos se tomaron datos hasta las 12:43 pm con agua a una temperatura de 75°C. Como resultado, se obtuvo una fractura, sin llegar al quiebre, teniendo una absorción de humedad tres veces su tamaño, en un lapso a dos horas.

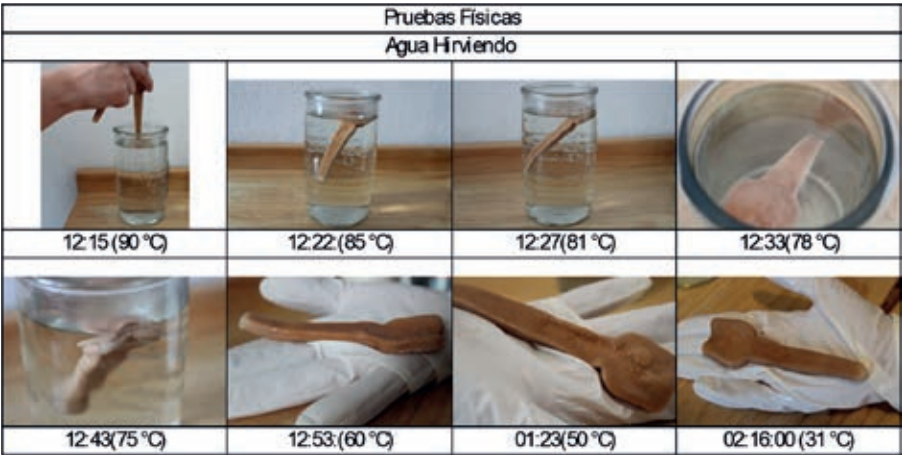


Figura 11

Análisis del utensilio en agua caliente a 90°C (creación propia).

La resistencia en líquidos a temperatura ambiente se puede observar la Figura 12, donde se inició el ensayo a las 12:15 pm en agua a temperatura ambiente, se tomaron datos hasta las 1:20 pm, obteniendo como resultado una fractura, sin llegar al quiebre, y una absorción de humedad dos veces su tamaño, en un lapso de dos horas, conservando su apariencia.



Figura 12

Análisis del utensilio en agua a temperatura ambiente (creación propia). (CONAHCYT) (creación propia).

Para la resistencia en leche, se puede observar la Figura 13, donde el ensayo inició a las 12:15 pm, con leche entera a temperatura ambiente, hasta las 2:20 pm, donde no hubo quiebre o fractura, teniendo una absorción de humedad de 50% respecto a su tamaño original.



Figura 13

Análisis del utensilio en leche entera (creación propia). (CONAHCYT) (creación propia).

Conclusiones

El impacto negativo que tienen los plásticos en el mundo, es importante, por lo que es necesario buscar alternativas sustentables. En esta investigación se desarrolló un prototipo que sustituye a los utensilios de un solo uso, sin embargo, esto puede derivar en una investigación acerca de la información nutricional con aplicaciones a personas con enfermedades como diabetes o hipertensión, y al mismo tiempo escalarse a otros elementos de un solo uso, como tenedores, cuchillos, platos y vasos que, por lo general, son manufacturados con unícel. Para desarrollar estos elementos, es necesario considerar la reformulación de la masa y agregar compuestos aún más orgánicos. Mediante un estudio antropométrico se obtuvo un modelo ergonómico, que, con la ayuda de software CAD, y el desarrollo de la ingeniería asistida por computadora, se obtuvo un estudio donde se comprobó la rigidez del utensilio. La funcionalidad del prototipo en líquidos, como agua caliente, o en temperatura ambiente y leche entera demuestra que podría ser una alternativa a la sustitución parcial de cubiertos hechos con polímeros convencionales.

Trabajos futuros

Considerando lo anterior, la masa orgánica se podría mejorar y de esta manera robustecer las propiedades mecánicas del utensilio. Mediante un estudio

Bibliografía

1. El cambio climático modifica estaciones y ciclo de vida del planeta. (2024). [www.uag.mx](https://www.uag.mx/es/mediahub/el-cambio-climatico-modifica-estaciones-y-ciclo-de-vida-del-planeta/2024-01). <https://www.uag.mx/es/mediahub/el-cambio-climatico-modifica-estaciones-y-ciclo-de-vida-del-planeta/2024-01>

2. Salvador, D. G. C., E. Núñez Flores, R. Ramírez García, J. C. Romero. (2018, julio 27). Una vida de plástico. Ciencia UNAM. <https://ciencia.unam.mx/leer/766/una-vida-de-plastico>.

3. Plásticos y cambio climático: ¿una relación saludable? United Nations Development Programme. UNDP. (2022). Exposure. <https://stories.undp.org/plasticos-y-cambio-climatico>

4. En, M., & De, P. Sobre el impacto de la contaminación por México estudio. <https://www.greenpeace.org/static/planet4-mexico-stateless/2019/10/01f918b5-estudio-sobre-el-impacto-de-la-contaminacion-por-microplasticos-en-peces-de-mexico.pdf>

5. Departamento de Producto. (2023, febrero 8). Guía de cubiertos desechables y reutilizables - Academy. Monouso Academy. <https://academy.monouso.es/tipos-de-cubiertos-desechables/>

6. Instituto Politécnico Nacional. (2024). Comunicado. <https://www.ipn.mx/imageninstitucional/comunicados/ver-comunicado.html?y=2018&n=365>

7. R. Ávila Chaurand, L.R. Prado León, E.L. González, Muñoz. "Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana: México, Cuba, Colombia, Chile" Guadalajara México 2007.

8. D. Soriano, A. González, M. Roja, N. López, M. Cervantes, P. Bizarro, M. Ustarroz, T. Fortoul. "Los corpúsculos gustativos y factores que afectan su función" (2024, mayo) Revista de la Facultad de Medicina de la UNAM |

de ingeniería, esta nueva mezcla podría ser utilizada como un remplazo de los elementos fabricados con polímeros convencionales, a su vez, todos los recursos consumibles en el proceso permitirían la conservación del medio ambiente. Se buscan nuevos enfoques, priorizando los ingredientes saludables o una etiqueta más limpia para resolver la contaminación generada por los plásticos de un solo uso y al mismo tiempo, se puedan proponer soluciones a padecimientos crónicos como sobrepeso, diabetes e hipertensión.

Agradecimientos

Agradecemos a Maquinados y Servicios Integrales. S.A. de C.V., por los estímulos prestados para el proyecto.

Agradecemos a Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec por la difusión en el proyecto.

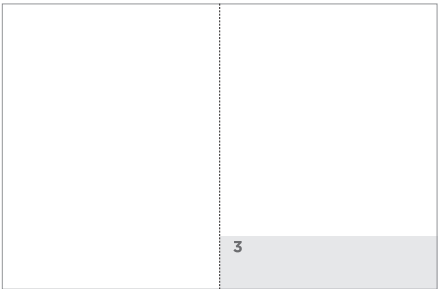


Fotografías

<https://espana.ladevi.info/horeca/los-cubiertos-comestibles-voila-se-afianzan-el-canal-horeca-n72862>

<https://www.cocinadelirante.com/hogar/prepara-cucharas-comestibles-en-casa>

<https://www.amazon.es/quadrat-comestibles-sostenible-biodegradable-lanzamiento-dpB0C535HKWX>



<https://www.amazon.es/quadrat-comestibles-sostenible-biodegradable-lanzamiento-dpB0C535HKWX>

Cambio de Coloración en las Lagunas de Montebello, Chiapas, México, como Indicador del Cambio Climático

José Humberto Castañón González^a,
 Rubí Esmeralda González Espinosa^b, Arnulfo Rosales Quintero^a,
 Rocío Meza Gordillo^a.



Acerca de los autores

^aProfesor-Investigador del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez.

^bEstudiante de la Maestría en Ciencias en Ingeniería Bioquímica del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, becaria del SECIHTI.

Resumen

Las Lagunas de Montebello, un tesoro natural de Chiapas, enfrentan una grave amenaza debido a la contaminación. Actividades humanas como la deforestación, el uso de agroquímicos y las descargas de aguas residuales, han deteriorado su calidad, reduciendo la biodiversidad. Para revertir esta situación, se proponen acciones como la restauración ecológica, la gestión integral de recursos hídricos, junto con la participación ciudadana.

Es urgente implementar medidas para proteger este ecosistema y garantizar su conservación para futuras generaciones.

Palabras clave: Cambio climático; Coloración del agua; Parque Nacional Lagunas de Montebello; Contaminación.

Abstract

The Montebello Lagoons, a natural treasure of Chiapas, face a serious threat due to pollution. Human activities such as deforestation, the use of agrochemicals and wastewater discharges, have deteriorated its quality, reducing biodiversity. To reverse this situation, actions such as ecological restoration, comprehensive management of water resources along with citizen participation are proposed. It is urgent to implement measures to protect this ecosystem and guarantee its conservation for future generations.

Keywords: Climate change; Water coloration; Lagunas de Montebello National Park; Pollution.

Introducción

El Parque Nacional “Lagunas de Montebello”, es un tesoro natural ubicado en el estado de Chiapas, México, y por siglos han sido un referente de belleza paisajística y de biodiversidad. Sus aguas cristalinas y multicolores, son producto de fenómenos geológicos y biológicos únicos, que las han convertido en un destino turístico internacional. Este parque se encuentra entre los escenarios naturales con alto atractivo turístico en Chiapas, debido a su majestuosidad escénica, que se caracteriza por las tonalidades verdes-azules de las más de 60 lagunas que lo conforman (CONANP, 2019), además de su riqueza biológica. Abarca una superficie de 6,425 hectáreas, ofreciendo la captación de agua, regulación climática local y un corredor biológico como servicios ambientales (SEMARNAT, 2018). Internacionalmente, el 27 de noviembre del 2003 fue designado Sitio Ramsar, como se denomina a los lugares que se incluyen en la lista de humedales de importancia internacional, y en el 2009 como Reserva de la Biosfera; asimismo, a nivel nacional fue decretada como Área Natural Protegida (ANP) desde el 6 de diciembre de 1959 (CONANP, 2019).



Sin embargo, en las últimas décadas, este ecosistema ha experimentado un deterioro considerable, debido a diversas actividades humanas. La contaminación de sus aguas ha alterado su equilibrio ecológico, poniendo en riesgo la supervivencia de comunidades que dependen de ellas.

Este ensayo tiene como objetivo analizar las causas históricas y actuales de la contaminación en las Lagunas de Montebello, así como sus impactos ecológicos y sociales. Se exploran las principales fuentes de contaminación, como la

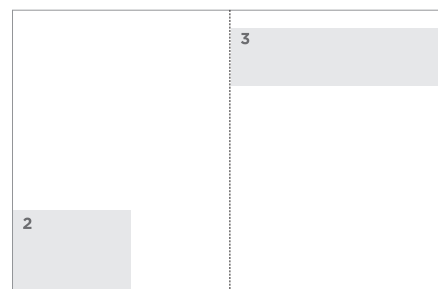
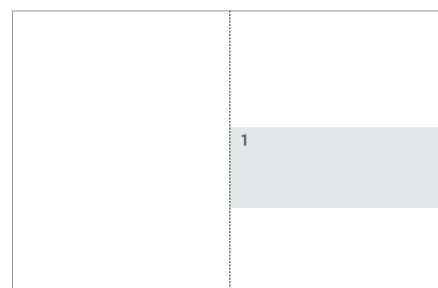


deforestación, el uso de agroquímicos y las descargas de aguas residuales; asimismo, se evaluarán las medidas implementadas para mitigar estos problemas, y finalmente, se propondrán acciones concretas para garantizar la conservación de este invaluable patrimonio natural.

Orígenes Históricos de la Contaminación:

La contaminación en las Lagunas de Montebello es un problema desarrollado a lo largo de siglos, resultado de la interacción entre factores naturales y actividades antropogénicas. Para comprender cabalmente la situación actual, es necesario analizar los orígenes históricos de esta problemática.

- **Época prehispánica.** Las culturas prehispánicas que habitaron la región, mantenían un vínculo estrecho con el medio ambiente, basado en el respeto y la utilización sostenible de recursos naturales. No obstante, es probable que ya en esa época se hayan producido algunos impactos locales en los ecosistemas acuáticos, como consecuencia de prácticas agrícolas y de asentamiento.
- **Época colonial.** La llegada de los españoles y la colonización de la región marcaron un punto de inflexión en la relación entre las personas y el medio ambiente. La introducción de nuevas especies, la expansión de la agricultura y ganadería, así como la explotación de recursos forestales, generaron presiones sobre los ecosistemas locales. La tala indiscriminada de bosques y la introducción de especies exóticas, alteraron los ciclos hidrológicos, resultando una mala calidad del agua. Dicha zona fue rica en cedro y pino.
- **Siglo XX y XXI.** A partir del siglo XX, la población de la región experimentó un crecimiento acelerado, lo que intensificó la presión sobre los recursos naturales. La expansión de la agricultura comercial, la urbanización y el desarrollo turístico, generaron una demanda creciente de agua y alimentos, lo que a su vez impulsó la deforestación, la contaminación del agua y suelo, así como la pérdida de su biodiversidad. Se introdujeron a las lagunas especies de peces comestibles, que llegaron a alterar el ciclo natural de especies menores. En materia de cambio climático, el mes de enero del año 2024 fue el más cálido registrado hasta la actualidad, y fue el octavo



<https://www.escapadah.com/destinos/2023/7/25/que-sucede-unam-alerta-por-cambio-en-los-colores-de-la-laguna-de-montebello-12052.html>

<https://alertachiapas.com/2017/02/17/lagunas-de-montebello-reflejo-de-la-contaminacion-de-chiapas>

<https://www.tuxtla.tecnm.mx/investigadores-del-tec-buscan-recuperar-la-coloracion-en-los-lagos-de-montebello>



mes consecutivo entre el periodo 2023-2024 con elevadas temperaturas registradas. La temperatura promedio mensual del aire en la superficie fue 1.66 °C más alta que la estimación promedio de los meses de enero para el periodo comprendido entre 1850 y 1900 (Gobierno de México, 2024).

Principales Fuentes de Contaminación

La contaminación de las Lagunas de Montebello es también el resultado de una combinación de factores a nivel global; el cambio climático está afectando a nuestro planeta de muchas maneras. Las temperaturas medias se están incrementando; los regímenes de lluvias están variando; las líneas de nieve están disminuyendo; los glaciares se están derritiendo; el permafrost se está descongelando; los niveles del mar están subiendo, y los fenómenos meteorológicos extremos son cada vez más frecuentes (*The Nature Conservancy*, 2024). De manera general podemos destacar las siguientes fuentes:

Deforestación

La deforestación en la cuenca de las lagunas ha sido un factor determinante en la degradación de la calidad del agua. La pérdida de cobertura vegetal se observa en la erosión del suelo, lo que a su vez incrementa la sedimentación en las lagunas por el arrastre de sólidos cercanos. Los sedimentos se llevan consigo nutrientes y contaminantes, alterando la composición química del agua modificando su coloración. Además, la deforestación disminuye la capacidad del suelo de absorber agua, lo que puede intensificar los efectos de eventos extremos como inundaciones y sequías.

Agricultura

Las actividades agrícolas en la región han generado una serie de impactos negativos en las lagunas. El uso intensivo de fertilizantes y pesticidas ha contaminado suelos y aguas superficiales y subterráneas. Estos compuestos químicos pueden llegar a las lagunas a través de la escorrentía superficial y lixiviación, afectando la calidad del agua y la vida acuática. La infiltración de nutrientes, como nitrógeno y fósforo, puede provocar la eutrofización de las

lagunas, es decir, un crecimiento excesivo de algas que consumen el oxígeno disuelto en el cuerpo de agua y afectan a otras formas de vida.



Aguas residuales

Las descargas de aguas residuales domésticas e industriales sin tratar, constituyen una fuente importante de contaminación para las lagunas, pues contienen una gran cantidad de materia orgánica, nutrientes, patógenos y sustancias químicas, que pueden alterar la calidad del agua y poner en riesgo la salud pública. La falta de infraestructura adecuada para el tratamiento de aguas residuales en muchas comunidades de la región, ha agravado este problema.

Turismo

El turismo, aunque es una actividad económica importante para la región, también genera impactos negativos en el medio ambiente. La generación de residuos sólidos, la contaminación por productos químicos utilizados en actividades recreativas y la construcción de infraestructura turística, pueden contribuir a la degradación de los ecosistemas acuáticos.

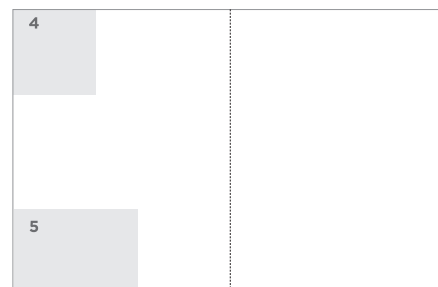
Impactos Ecológicos y Sociales

La contaminación de las Lagunas de Montebello ha generado una serie de impactos negativos, tanto en los ecosistemas acuáticos como en las comunidades humanas que dependen de ellos. Dentro de esos impactos ecológicos, se pueden mencionar los siguientes:

- Pérdida de biodiversidad. La contaminación ha provocado la disminución de especies de flora y fauna acuáticas, como peces, anfibios y macroinvertebrados. La alteración de la calidad del agua ha reducido la disponibilidad de oxígeno disuelto y nutrientes esenciales para la vida acuática local.
- Deterioro de la calidad del agua: La entrada de contaminantes como sedimentos, nutrientes y sustancias químicas, ha provocado un deterioro significativo de la calidad del agua de las lagunas. Esto se manifiesta en una alteración del color, disminución de la transparencia, y un aumento de la turbidez por la presencia de sólidos disueltos y en suspensión.
- Eutrofización. El exceso de nutrientes, como el nitrógeno y el fósforo, provenientes de fertilizantes agrícolas y las aguas residuales, ha provocado la eutrofización de algunas lagunas. Este fenómeno se caracteriza por el crecimiento excesivo de algas, que al descomponerse consumen el oxígeno disuelto en el agua y generan condiciones anaeróbicas, lo que puede llevar a la muerte de otros organismos.
- Alteración de los ciclos biogeoquímicos. La contaminación ha alterado los ciclos naturales de nutrientes, como el carbono y el nitrógeno, afectando la productividad de los ecosistemas acuáticos regionales y la capacidad de recuperación de éstos.

Dentro de los impactos sociales, se tienen los siguientes:

- Afectación a las actividades económicas. La degradación de las lagunas ha tenido un impacto negativo en las actividades económicas locales, especialmente en el turismo. La disminución de la calidad del agua y la pérdida de biodiversidad, han reducido el atractivo turístico de la zona, lo que ha afectado los ingresos de las comunidades locales.
- Problemas de salud pública. La contaminación del agua trae un riesgo para la salud humana, ya que puede provocar enfermedades gastrointestinales, dermatológicas y otras afecciones relacionadas con la exposición a patógenos y sustancias tóxicas.
- Conflictos sociales. La competencia por el uso de los recursos naturales y el agua, así como la distribución desigual de los beneficios del



<https://viajandoconarturo.com/lagos-y-lagunas-de-chiapas-que-se-puede-hacer-en-las-lagunas-de-montebello>

<https://www.portalam biental.com.mx/impacto-ambiental/2023/07/24/las-lagunas-de-montebello-pierden-su-color-azul-cristalino>

turismo, pueden generar conflictos entre las diferentes comunidades que dependen de las lagunas.

- Pérdida de identidad cultural. Las Lagunas de Montebello forman parte de un valioso patrimonio cultural para las comunidades locales, por lo que su degradación puede generar una pérdida de identidad y un debilitamiento de los vínculos con el territorio.

Acciones para Mitigar los Impactos:

Para revertir los impactos negativos de la contaminación y garantizar la conservación de las Lagunas de Montebello, es necesario implementar acciones a diferentes niveles:

• Restauración Ecológica

Reforestación: Restaurar la cobertura vegetal con especies endémicas en las zonas deforestadas, para reducir la erosión del suelo, evitando así la disminución de la calidad del aire y del agua.

Recuperación de suelos degradados: Implementar técnicas de restauración de suelos para recuperar su capacidad productiva y reducir la escorrentía de sedimentos.

Control de especies invasoras: Eliminar, monitorear y controlar las especies exóticas invasoras (o introducidas) que afectan a los ecosistemas acuáticos y terrestres.





• Gestión Integral de Recursos Hídricos

Construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales: Implementar sistemas de tratamiento de aguas residuales para reducir la descarga de contaminantes en los cuerpos de agua.

Promoción de prácticas agrícolas sostenibles: Fomentar prácticas agrícolas que disminuyan el uso de fertilizantes y pesticidas. Ejemplo de esto es la agricultura orgánica de conservación y la rotación de cultivos o policultivos.

Gestión de residuos sólidos: Implementar sistemas eficientes de recolección, separación y disposición final de los residuos sólidos, para evitar su vertido o dispersión en los cuerpos de agua.

• Participación Ciudadana

Educación ambiental: Desarrollar programas de educación ambiental dirigidos a la población local, con el objetivo de sensibilizarla respecto a la importancia de la conservación de las lagunas y promover la adopción de prácticas sostenibles. Siempre se debe involucrar a las comunidades locales en la toma de decisiones y en la implementación de estas acciones.

Voluntariado: Promover la realización de actividades voluntarias de restauración ecológica y monitoreo ambiental.

• Investigación Científica y colaboraciones institucionales

Monitoreo de la calidad del agua: Realizar un muestreo y análisis continuo de la calidad del agua para evaluar la efectividad de las medidas de mitigación y detectar posibles problemas emergentes.



<https://www.tuxtla.tecnm.mx/investigadores-del-tec-buscan-recuperar-la-coloracion-en-los-lagos-de-montebello>

<https://www.escapadah.com/destinos/2023/7/25/que-sucede-unam-alerta-por-cambio-en-los-colores-de-la-laguna-de-montebello-12052.html>



Desarrollo de tecnologías limpias: Fomentar la investigación y el desarrollo de tecnologías limpias para el tratamiento de aguas residuales y producción de energía renovable, actividades de turismo sostenible, entre otras.

Conclusiones

Las Lagunas de Montebello, un tesoro natural de México, enfrentan una grave amenaza debido a la contaminación causada por actividades antropogénicas como la deforestación, la agricultura intensiva y las descargas de aguas residuales. La pérdida de biodiversidad, la degradación de la calidad del agua y los impactos sociales, son solo algunas de las consecuencias de esta problemática.

La deforestación, la expansión de la agricultura y el crecimiento demográfico, han ejercido una presión creciente sobre los ecosistemas acuáticos, alterando su equilibrio ecológico y poniendo en riesgo su supervivencia.

Para revertir esta situación, es necesario adoptar un trabajo en equipo involucrando a los tres niveles de gobierno, comunidades locales, académicos, investigadores y empresas. La implementación de medidas como la restauración ecológica, la gestión integral de los recursos hídricos, la promoción de prácticas sostenibles y la educación ambiental, son fundamentales para garantizar la conservación de este Parque Nacional.

Sin embargo, es importante reconocer que la conservación de las Lagunas de Montebello constituye un desafío complejo, que requiere de una inversión a largo plazo y de la voluntad política para implementar y vigilar políticas públicas efectivas. La participación de la sociedad civil siempre será fundamental para generar conciencia sobre la importancia de este ecosistema y presionar a los tomadores de decisiones a establecer medidas concretas.

En resumen, las Lagunas de Montebello representan un caso emblemático de la degradación ambiental causada por las actividades antropogénicas. La conservación de este ecosistema no solo es importante para proteger la biodiversidad y los servicios ecosistémicos que brinda, sino también para garantizar el bienestar de las comunidades locales que dependen de él. Es necesario actuar de manera urgente y coordinada para garantizar la supervivencia de este tesoro natural para las generaciones futuras. Es muy complicado realizar un estudio en la totalidad de las lagunas, que suman 59-60 de acuerdo con la propia CONANP, por lo que se han seleccionado solo algunas de ellas que han tenido un cambio de coloración desde hace más de una década, como “La Encantada”, siendo ésta de manera transitoria, es

decir en temporada de lluvias se volvía turbia, cambiando su coloración, pero con el paso de las semanas retornaba a su tono original, no obstante, en la actualidad el cambio es ya permanente (Díaz *et al.*, 2018; García *et al.*, 2018; Olan *et al.*, 2018; Alegría, 2020; Morales *et al.*, 2022).

Finalmente, se hace un llamado a la acción a las diferentes dependencias federales, estatales y locales, así como a diferentes sectores sociales:

Gobierno: Fortalecer las políticas públicas de protección ambiental y destinar los recursos necesarios para implementar acciones de restauración y conservación.

Comunidades locales: Promover la participación de las comunidades en la toma de decisiones y en la implementación de acciones de conservación.

Sector privado: Fomentar la adopción de prácticas empresariales sostenibles y apoyar iniciativas de conservación.

Sociedad civil: Difundir información sobre la importancia de las Lagunas de Montebello y promover acciones individuales y colectivas para su protección.

Academias: Realizar investigaciones científicas que aporten conocimientos para la toma de decisiones y el desarrollo de estrategias de conservación.

DATOS CURRICULARES DE LOS AUTORES:

Castañón-González, José Humberto.

Doctor en Ciencias Químico-biológicas. Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez. Carretera Panamericana km 1080. Col. Juan Crispín. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. C. P. 29050. Teléfono: 9611359095. Correo electrónico: jose.cg@tuxtla.tecnm.mx

González-Espinosa, Rubí Esmeralda.

Estudiante de la Maestría en Ciencias en Ingeniería Bioquímica. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez. Carretera Panamericana km 1080. Col. Juan Crispín. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. C. P. 29050. Teléfono: 9611359095. Correo electrónico: M16270465@tuxtla.tecnm.mx

Rosales-Quintero, Arnulfo.

Doctor en Ciencias en Ingeniería Química. Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez. Carretera Panamericana km 1080. Col. Juan Crispín. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. C. P. 29050. Teléfono: 9611359095. Correo electrónico: arquinte@tuxtla.tecnm.mx

Meza-Gordillo, Rocío.

Doctora en Química. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez. Carretera Panamericana km 1080. Col. Juan Crispín. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. C. P. 29050. Teléfono: 9611359095. Correo electrónico: rocio.mg@tuxtla.tecnm.mx



<https://www.debate.com.mx/mexicoHoy-Lagunas-de-Montebello-en-peligro-por-residuos-toxicos-20171204-0160.html>

Referencias Bibliográficas

Alegría, G. J. (2020). Comunidad de bacterias y arqueas en columnas de agua del lago "La Encantada" en Montebello, Chiapas. [Tesis de Maestría en Ciencias en Ingeniería Bioquímica, TecNM/Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez].

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). (2007). Programa de Conservación y Manejo del Parque Nacional Lagunas de Montebello. Chiapas.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). (2019). Gobierno de México. <https://www.gob.mx/conanp/documentos/parque-nacional-lagunas-de-montebello-209454>.

CONANP. (2023). *Programa de manejo del Área Natural Protegida Lagunas de Montebello*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

Díaz, C.C., Castañón, G.J., Villalobos, M.J., Ruiz, V.V., Báez, S.R., Gómez, J.A., Trejo, V.R. (2018). Quantification of pesticides and heavy metals in sediments of the "Enchanted" lake of the National Park Ponds of Montebello, Chiapas, Mexico. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, (34), 99-104.

ECOSUR. (2015). Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial de los Municipios de la Subcuenca del Río Grande y del Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas. Disponible en: www.ecosur.mx/sitios/docs/POET/POET_CRG/Resumen_Ejecutivo_POET_CRG.pdf.

García J., Humberto, Castañón J., Gutiérrez F., Peña A., Trejo R., Ruiz V. (2018) Assessment of methods for extraction of metagenomic DNA from sediments of lakes of The National Park "Lagunas De Montebello", Chiapas, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*.

Gobierno de México. 2024. Temporada de Calor 2024. Dirección de Urgencia Epidemiológica y Desastres. En: <https://www.gob.mx/salud/7Ccenaprece/articulos/temporada-de-calor-2024> Revisado el 12 de noviembre de 2024.

Hernández-Álvarez, B., & Gómez-Aguirre, S. (2020). "Impactos ambientales en las Lagunas de Montebello: una revisión". *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 37(146), 123-138.

Morales, S. M., Robles, G. D. R., González, A. A., Rosales, A., Ruiz, V. M., & Castañón, J. H. (2022). Bioindicator

organisms of the environmental impact in the Montebello lagoons, Chiapas, México. *Journal of Bioengineering and Biomedicine Research*, 6(ISSN: 2594-052X), 1-9.

Olán, K.; Rosales, A.; Novelo, E.; Álvarez, P.; Castañón, J. y Enciso, S. (2018). "Microalgas del Lago Bosque Azul, primer reporte de *Limnotherix planctónica* en Montebello, Chiapas, México", *Revista Agroproductividad*, Vol. 11, pág. 27-31

ONU (Organización de las Naciones Unidas). 2024. Acción por el Clima. En: <https://www.un.org/es/climatechange/what-is-climate-change> Revisado el 12 de noviembre de 2024.

SEMARNAT. (2018). Gobierno de México. Disponible en: www.gob.mx/semarnat/es/articulos/reserva-de-la-biosfera-lagunas-de-montebello?idiom=es.

The Nature Conservancy. 2024. Hacer frente al cambio climático. Preguntas frecuentes sobre el cambio climático. 1 noviembre 2024. En: <https://www.nature.org/es-us/que-hacemos/nuestras-prioridades/hacer-frente-al-cambio-climatico/preguntas-frecuentes-sobre-cambio-climatico/> Revisado el 12 de noviembre de 2024.

Fotografías

<https://www.escapadah.com/destinos/2023/725-que-sucede-unam-alerta-por-cambio-en-los-colores-de-la-laguna-de-montebello-12052.html>

<https://alertachiapas.com/2017/02/17/lagunas-de-montebello-reflejo-de-la-contaminacion-de-chiapas>

<https://www.tuxtla.tecnm.mx/investigadores-del-tec-buscan-recuperar-la-coloracion-en-los-lagos-de-montebello>

<https://viajandoconarturo.com/lagos-y-lagunas-de-chiapas-que-se-puede-hacer-en-las-lagunas-de-montebello>

<https://www.portalambiental.com.mx/impacto-ambiental/2023/07/24/las-lagunas-de-montebello-pierden-su-color-azul-cristalino>

<https://www.tuxtla.tecnm.mx/investigadores-del-tec-buscan-recuperar-la-coloracion-en-los-lagos-de-montebello>

<https://www.escapadah.com/destinos/2023/725-que-sucede-unam-alerta-por-cambio-en-los-colores-de-la-laguna-de-montebello-12052.html>

<https://www.debate.com.mx/mexico/Hoy-Lagunas-de-Montebello-en-peligro-por-residuos-toxicos-20171204-0160.html>

Uso de Inteligencia Artificial para el Diseño Frugal de Sistemas Mecatrónicos

Erick Axel Padilla-García ^a



Resumen

El presente artículo, muestra el uso de metodologías de diseño mecatrónico, integrando herramientas de inteligencia artificial (IA) para abordar diversas etapas del proceso de diseño. Así, se establecen diferentes tipos de modelos de diseño, tanto de síntesis como de análisis, para sistemas complejos que combinan múltiples áreas de la ingeniería. La combinación de dichos modelos, se conjunta mediante la implementación de una estrategia de diseño mecatrónico secuencial/iterativa, donde, dependiendo de la etapa del diseño, las herramientas de IA

Acerca del autor

*Académico Curricular del Tecnológico Nacional de México/Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec.



resultan ser eficientes en términos de recursos computacionales, permitiendo obtener soluciones rápidas y precisas, especialmente útiles en las fases de diseño y prototipado. Para validar la metodología, se presenta un caso de estudio, mediante el diseño de un mecanismo de cuatro barras, utilizando herramientas de IA para modificar tanto la configuración física como el desempeño del sistema. Finalmente, se aborda el enfoque de innovación frugal en el diseño mecatrónico, destacando el uso de tecnologías accesibles, de bajo costo y fáciles de implementar, como la manufactura aditiva, particularmente en el prototipado rápido mediante impresión 3D.

Palabras clave: Inteligencia artificial, diseño mecatrónico, innovación frugal, herramientas de I.A.

Abstract

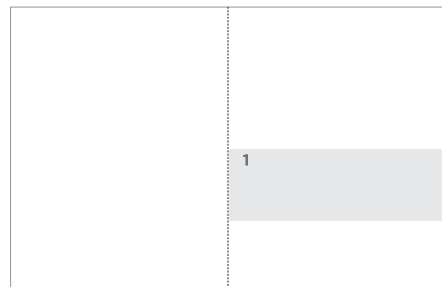
This article shows the use of mechatronic design methodologies, integrating artificial intelligence (AI) tools to address various stages of the design process. Thus, different types of design models are established, both synthesis and analysis, for complex systems that combine multiple areas of

engineering. The combination of these models is brought together through the implementation of a sequential/iterative mechatronic design strategy, where, depending on the design stage, the AI tools turn out to be efficient in terms of computational resources, allowing to obtain fast quick and accurate solutions, especially useful in the design and prototyping phases. To validate the methodology, a case study is presented, through the design of a four bar mechanism, using AI tools to modify both the physical configuration and the performance of the system. Finally, the frugal innovation approach in mechatronic design is addressed, highlighting the use of accessible, low-cost and easy to implement technologies, such as additive manufacturing, particularly in rapid prototyping using 3D printing.

Keywords: Artificial Intelligence, mechatronic design, frugal innovation, IA tools.

Introducción

Los sistemas mecatrónicos derivan de la combinación de las áreas de la ingeniería mecánica, electrónica, computacional, pero sobre todo de la teoría de control para la realimentación de sistemas automáticos (Hernández, *et al*, 2018). Para lograr diseñar sistemas mecatrónicos, se requiere una estrategia de diseño con enfoque multidisciplinario, donde la inteligencia artificial puede hacerse presente en una o todas las etapas del proceso de configuración de un diseño interdisciplinario en específico (Ponce, 2010). La inteligencia artificial ha contribuido con importantes herramientas de diseño, que permiten optimizar y eficientar el proceso de selección, modificación, adaptación de soluciones de diseño y fabricación de un sistema (Vázquez, 2023).



<https://www.pexels.com/es-es/buscar-artificial-inteligencia-para-el-diseño-frugal-de-sistemas-mecatrónicos/>



https://www.istockphoto.com/photo/engineer-controls-robotic-arms-by-augmented-reality-industry-technology-gm1281928429-379815309utm_source=pexels&utm_medium=affiliate&utm_campaign=sponsored_photo&utm_content=srp_inlin

Una de las finalidades de diseñar sistemas mecatrónicos, es obtener productos de gran utilidad, productibilidad y calidad, sin embargo, si los elementos que componen al sistema inteligente tienen un alto costo (debido a su tecnología de construcción, importación o incorporación de materiales innovadores, entre otros factores), también la combinación del diseño resultará una solución para reducir su monto. Entre los enfoques de diseño que permiten crear productos y sistemas accesibles, escalables y flexibles, usando recursos limitados, está el conocido como diseño frugal (Trejoluna, 2024). Este enfoque ha introducido un nuevo paradigma de creación y fabricación, que lleva a generar productos innovadores, pero al mismo tiempo sustentables, de bajo costo y amigables con el ambiente (Santiago, 2024). Así, usando la flexibilidad y acceso a herramientas de inteligencia artificial, es posible lograr cubrir la necesidad de equilibrar el diseño y operación, al mismo tiempo que se eligen y proponen materiales disponibles con recursos más limitados.

En este artículo se presenta una propuesta metodológica de diseño de sistemas mecatrónicos con un enfoque multidisciplinario, donde es posible usar herramientas de inteligencia artificial para satisfacer alguna o algunas de las etapas del diseño. Posteriormente, se presenta un caso de estudio de aplicación para mostrar el uso de la inteligencia artificial en el proceso del diseño combinado. Para ello, se usan herramientas de libre acceso y de fácil uso, con lo cual es posible lograr propuestas y soluciones de innovación frugal.

La organización del presente artículo es la siguiente: en la Sección 2, establecemos un estado del arte sobre el diseño de sistemas mecatrónicos y las estrategias de diseño multidisciplinario, usadas con modelos matemáticos, que permiten definir una configuración específica. En la Sección 3, se describe el uso de herramientas de inteligencia artificial para encontrar soluciones óptimas y/o factibles de las etapas de diseño mecatrónico. En la Sección 4, presentamos un estudio de caso de diseño, donde es factible apreciar cómo la inteligencia artificial puede ayudar a obtener soluciones de síntesis y de análisis de sistemas complejos. En la Sección 5, se hacen algunas reflexiones de discusión, ventajas o desventajas respecto al uso de la inteligencia artificial en sistemas mecatrónicos, para finalmente, establecer conclusiones acerca del tema abordado.

2. Metodología de Diseño

Consideremos el concepto de “diseñar” como el proceso de configuración de un sistema en algún campo de estudio, donde se busca establecer variables de decisión que permiten dar una estructura específica a un modelo, y en conjunto con otros parámetros constantes de dicho sistema, es posible definir una solución o un diseño en particular. En un sentido de modelo matemático, la combinación de constantes P_D y selección específica de variables de diseño V_D , permiten definir una forma específica en un proceso de configuración de diseño $y_D = f_D(P_D; V_D)$, donde y_D hace referencia a la solución específica de diseño, como se muestra en la Figura 1.

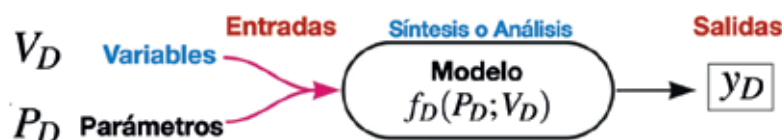


Figura 1

Diseño basado en el modelo.



Así, una metodología de diseño mecatrónico puede considerarse como el proceso de buscar y seleccionar aquellos conjuntos de parámetros y variables de diseño. Este método permite definir y decidir no solamente una configuración física, sino también medir el desempeño del sistema, como se muestra en la literatura referente al diseño de sistemas mecatrónicos, (Pedraza, 2017; Durango, 2018; Fallas, 2023). Entonces, definiremos a continuación dos tipos de modelo: síntesis y análisis.

El modelo de síntesis, es aquel donde se definen configuraciones físicas y de operación del sistema. Por ejemplo, definir un diseño mecánico podría interpretarse como aquella configuración de variables de diseño de las partes mecánicas, mecanismos o cinemáticos que dan solución a un modelo en específico. Lo mismo pasaría con el diseño electrónico, selección de actuadores, así como diseño de software y del sistema eléctrico de potencia.

Por otro lado, el modelo de análisis permite estudiar el comportamiento o desempeño del sistema, la forma de actuar, y los perfiles dinámicos o transitorios de los estados de un sistema.

En un modelo mecatrónico se tiene la combinación de ambos modelos, tanto de síntesis como de análisis (Rojas, 2024), ya que en uno se especifica el diseño estructural o configuración física del sistema, mientras que el otro, permite evaluar el desempeño de operación. Siendo un problema de diseño multidisciplinario, existen estrategias que permiten definir soluciones combinadas en diversas áreas de la ingeniería, como se describe a continuación.

2.1 Estrategias de diseño mecatrónico

En el diseño de sistemas mecatrónicos, normalmente se usa una estrategia de diseño tradicional, es decir, se obtiene el modelo físico del sistema antes o aparte del sistema de control (Ábrego, 2021), siendo muy conveniente cuando lo único que queremos es proponer una estrategia de control, ya que suponemos que la planta o el artefacto físico ya lo tenemos construido. Sin embargo, puede variar cuando requerimos un diseño físico multidisciplinario, como puede verse en la Figura 2.

Estrategia secuencial: Es cuando el sistema a diseñar involucra en sus etapas, diferentes áreas de la ingeniería y queremos que la combinación final de todas éstas áreas resulte en un sistema factible y sustentable. Posteriormente, una vez teniendo la estructura física, consideramos la etapa de diseño del desempeño o control. Si con este primer proceso logramos un diseño factible o usable, entonces hemos terminado el diseño combinado del sistema mecatrónico, dando fin a dicha estrategia.

Estrategia iterativa: En ella se proponen cada una de las etapas de diseño según corresponda con las áreas de especialidad o ingeniería que requiera, para realizar el ensamble e instrumentación del sistema, a lo que le llamamos “*Configuración física del sistema*”, o comenzando por el desempeño deseado del sistema, lo que comúnmente conocemos como *ingeniería inversa*.

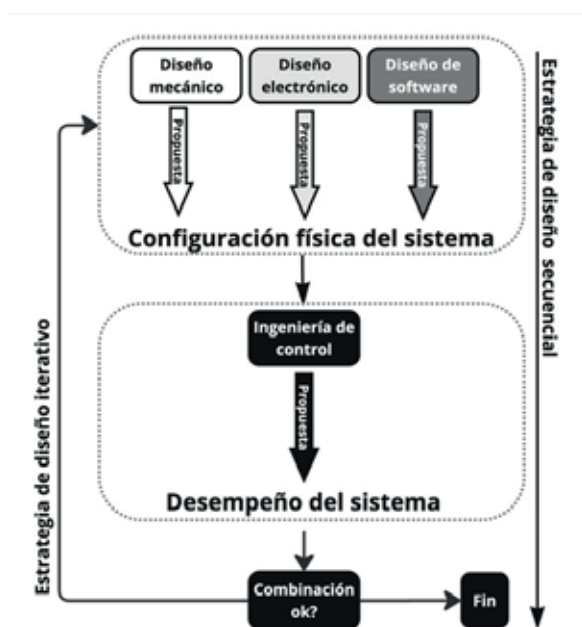
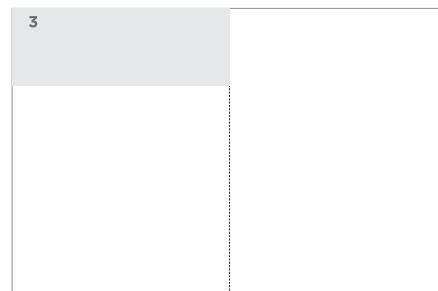


Figura 2

Estrategias secuencial e iterativa en el diseño de sistemas mecatrónicos.

En un diseño nuevo, generalmente comenzamos con la etapa estructural del sistema. Una vez finalizada la etapa de síntesis (que incluye la definición de configuraciones físicas, limitaciones, materiales, etcétera), se propone una estrategia de control, tal como se describe en la estrategia secuencial. Sin embargo, si el sistema combinado no ofrece resultados satisfactorios, se revisan las etapas de configuración física hasta alcanzar la combinación deseada. Ello puede implicar modificaciones a una o varias etapas de la configuración física, ajustar el sistema de control, o realizar cambios en ambos aspectos simultáneamente, hasta obtener un resultado factible. En el caso de la ingeniería inversa, comenzamos con el desempeño deseado y, a partir de ahí, diseñamos la configuración física. Si la combinación esperada del sistema no se logra, se continúan modificando las etapas necesarias para la configuración física, hasta conseguir un diseño viable.

Este enfoque es ampliamente utilizado en el prototipado de proyectos de ingeniería y es una estrategia comúnmente aplicada en la validación de sistemas de prototipado rápido. Es precisamente en este tipo de estrategias donde las herramientas de inteligencia artificial pueden jugar un papel clave, ya sea para optimizar la configuración física del sistema o ajustar su desempeño.



<https://remarkable.team/desafios-de-implementar-la-ia-en-el-comercio/>

3. Implementación de Inteligencia Artificial

Se busca que los modelos generados con herramientas de inteligencia artificial, sean computacionalmente ligeros y que permitan su ejecución rápida en plataformas de hardware de bajo consumo. Estos modelos ofrecen soluciones rápidas y viables, manteniendo un equilibrio entre precisión y velocidad. Esta eficiencia permite ahorrar tiempo, obtener referencias rápidas y contar con soluciones virtuales que respaldan una configuración óptima del sistema. Por esta razón, las herramientas de IA son ampliamente utilizadas en el diseño de sistemas mecatrónicos.

Consideremos ahora el concepto de *frugalidad*. En el diseño, se refiere al proceso de obtener o desarrollar soluciones accesibles, de bajo costo y de libre uso para todos. En el contexto del diseño mecatrónico, una innovación frugal implica la creación de soluciones funcionales mediante la utilización de recursos disponibles, económicos y de fácil alcance, ya sea en programación, control o software. Esto se puede lograr mediante aplicaciones de inteligencia artificial de acceso gratuito, que permiten desarrollar diversas soluciones y diseños con recursos financieros limitados. A través de la innovación frugal, es posible optimizar el uso de materiales y procesos de fabricación accesibles, repetibles y escalables, como la manufactura aditiva con impresión 3D. Esta tecnología facilita la creación de prototipos rápidos, económicos, robustos y eficientes.

A continuación, se presenta un estudio de caso que ilustra cómo se pueden aplicar modelos de inteligencia artificial en las dos principales etapas de una estrategia de diseño mecatrónico. El objetivo es mostrar la versatilidad de las herramientas disponibles para abordar diversos procesos de diseño, demostrando que la IA puede ser aplicada en ambas fases clave: síntesis y análisis, en la configuración de un sistema mecatrónico.



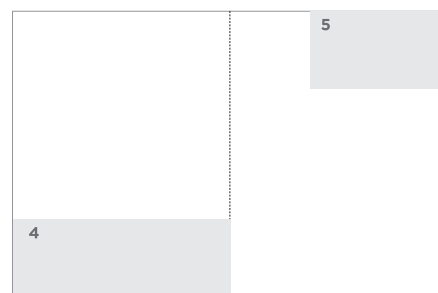
4. Resultados

La parte mecánica es fundamental en el diseño, ya que no solo determina el espacio y el peso, sino también aspectos clave como la configuración operativa, las limitaciones físicas, la rigidez, los parámetros inerciales, la selección de materiales, la durabilidad, la funcionalidad y la resistencia, entre otros. Dentro de los enfoques de diseño mediante modelado, se incluyen herramientas como el diseño asistido por computadora (CAD, por sus siglas en inglés), los procesos de mecanizado asistidos por computadora (CAM), y el análisis mecánico a través de herramientas computacionales (CAE). La manufactura también se apoya en tecnologías computacionales, ya sea en procesos sustractivos (como el control numérico) o aditivos (como la impresión 3D). Además, se utilizan herramientas de análisis y simulación basadas en modelos matemáticos, junto con técnicas de optimización, como algoritmos computacionales que resuelven configuraciones topológicas de estructuras mecánicas. El modelado virtual mediante herramientas como la realidad aumentada, las redes neuronales y los gemelos digitales (*digital twins*) también es común, así como el uso de software de simulación cinemática y dinámica del sistema, y elementos generativos, que proporcionan soluciones basadas en el cumplimiento de especificaciones.

En esta parte, mostraremos cómo la inteligencia artificial ofrece una gran versatilidad para brindar soluciones frugales, enfocándose en las siguientes claves: simplicidad, uso eficiente de recursos, reducción de costos, durabilidad, adaptabilidad, escalabilidad y el uso de tecnologías de fácil acceso con recursos limitados. A continuación, presentamos un estudio de caso que requirió el diseño de mecanismos de cuatro barras.

4.1 Estudio de Caso: Uso de Inteligencia Artificial para el diseño mecatrónico de un mecanismo de cuatro barras

Uno de los diseños más complejos en los sistemas mecánicos, es la síntesis de mecanismos y conjuntos de elementos que generan movimiento o fuerza en una estructura mecánica. Los modelos de análisis y síntesis de mecanismos, pueden llegar a ser muy complicados de resolver, porque requieren un profundo conocimiento y habilidades en el diseño y configuración de los componentes mecánicos necesarios para lograr un movimiento particular. Una herramienta útil para este propósito, es la llamada MotionGen (Lyu, 2023; Purwar, 2017). Esta es una plataforma de inteligencia artificial que maneja un ambiente de simulación y diseño de mecanismos planos, lo cual permite además formar conjuntos de actuación rotatoria y lineal. MotionGen es desarrollado por *Stony Brook University* y *Mechanismic Inc.*, con la financiación



<https://remarkable.team/desafios-de-implementar-la-ia-en-el-comercio/>

<https://codster.io/blog/inteligencia-artificial/como-usar-inteligencia-artificial-generativa/>

de la *National Science Foundation*. Esta herramienta puede usarse en internet y asiste a los usuarios en la configuración de longitudes, puntos de conexión y componentes de mecanismos, así como en el diseño de sistemas de transmisión. Además, *MotionGen* permite visualizar y verificar el movimiento de los mecanismos antes de construir un prototipo físico.

Para el estudio de caso, el objetivo fue obtener un mecanismo de cuatro barras que siguieran una trayectoria específica. Es decir, partiendo de la cinemática deseada, se requiere resolver la cinemática inversa del mecanismo para proponer una configuración física que satisfaga dicha necesidad. Este proceso puede resultar muy complejo o consumir mucho tiempo si se aborda de manera analítica. Sin embargo, con *MotionGen* podemos simplificarlo considerablemente. El proceso de diseño se ilustra en la Figura 3:

1. *Definimos trayectoria deseada:* Dibujamos una propuesta de la trayectoria esperada del mecanismo.

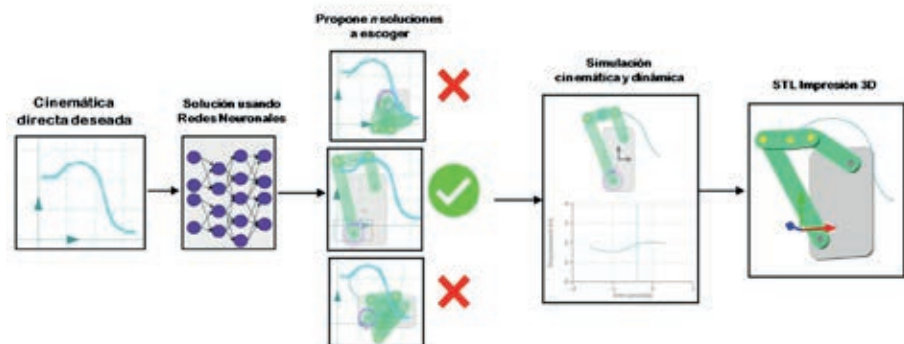
2. *Escoger solución:* Una vez definida la trayectoria, aparecerá un botón “Run”. Al hacer clic en él, el software a través del uso de redes neuronales y algoritmos inteligentes de optimización, resuelve la cinemática inversa requerida, y genera hasta 30 posibles configuraciones de mecanismos. Aquí, el usuario deberá seleccionar la opción que mejor se ajuste a sus necesidades, considerando factores como el espacio disponible, el peso, el número de componentes y el tipo de configuración del mecanismo. De esta manera, se elige la propuesta más adecuada entre todas las opciones generadas.

3. *Análisis cinemático de solución:* En el mismo ambiente gráfico de *MotionGen*, es posible analizar la velocidad angular y lineal de cada uno de los elementos del mecanismo, configurar la velocidad de actuación, y analizar la transición de cada una de las posiciones. Si dicho análisis es favorable, será posible mostrar la solución en una visión de 3D.

4. *Solución CAD:* Es posible observar los sólidos CAD del mecanismo en un ambiente visual en 3D, y además permite exportar la solución seleccionada como un archivo CAD de tipo STL u OBJ. Entonces, dicha solución puede ser llevada a la fabricación de los elementos del mecanismo, como puede ser a través de la impresión 3D.

Figura 3

Ejemplo de un proceso de diseño de mecanismos usando la herramienta de I.A. llamada *MotionGen*.



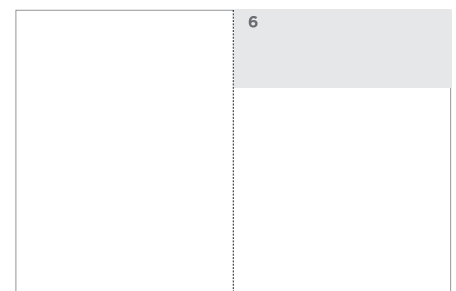
Así de simple sería el proceso de diseño del mecanismo, ya que gracias a esta herramienta es posible definir la cinemática deseada para el mecanismo dentro de una amplia variedad de opciones. A través de algoritmos internos, es factible también, analizar los movimientos cinemáticos angulares de las



articulaciones, así como los movimientos espaciales de los eslabones del mecanismo. Además, la herramienta permite estudiar parámetros como velocidad, aceleración y otros perfiles de análisis mediante un entorno de simulación integrado. Finalmente, la solución puede exportarse como un archivo CAD en formato STL, visualizarse en 3D desde cualquier ángulo (360 grados) y utilizarse para la impresión 3D o para otros métodos de fabricación. Esta herramienta se presenta como una de las más completas para el diseño de mecanismos utilizando inteligencia artificial, y lo mejor de todo, es que permite realizar una gran variedad de diseños de manera gratuita, reduciendo significativamente el tiempo de análisis en comparación con los métodos tradicionales de diseño.

Supongamos que ahora queremos analizar y probar nuevas estrategias de control, es decir, modificar el comportamiento deseado del mecanismo de cuatro barras en cuestión. El desarrollar un código de simulación para implementar esas estrategias en un software como MATLAB, podría llevar tiempo. Para facilitar dicho proceso, podemos recurrir a una de las herramientas de inteligencia artificial más utilizadas y de acceso gratuito: ChatGPT.

Esta herramienta nos ayudó a generar el código de simulación de un mecanismo de cuatro barras, permitiéndonos analizar el comportamiento del sistema y probar diferentes estrategias de control. Por ejemplo, podemos escribir en ChatGPT: *“Create a MATLAB code to simulate a 4-bar mechanism with different lengths and positions and different fixed joint positions”* (como se muestra en la Figura 4). En respuesta, ChatGPT no solo generará el código de simulación en el entorno de MATLAB, sino que también explicará cada parte del programa y proporcionará una introducción al tema para un mejor entendimiento.



<https://www.unite.ai/es/10-mejores-aplicaciones-de-inteligencia-artificial/>

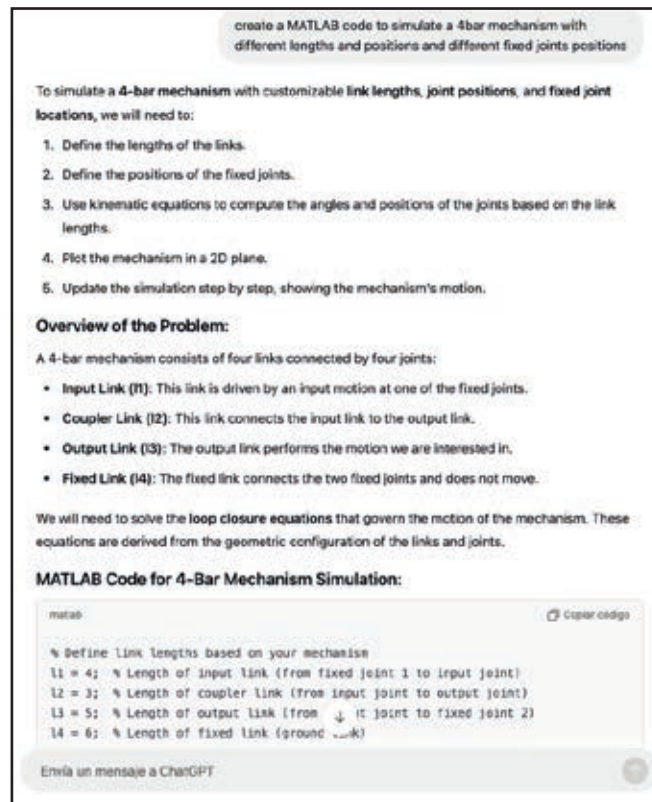


Figura 4

Generación de código de simulación en MATLAB usando ChatGPT.

Una vez creado el código de simulación en ChatGPT, comenzamos a modificar los parámetros de simulación, tanto cinemáticos como del código de graficación (como puede verse en la Figura 5). Debemos asegurarnos de cambiar todas las distancias, posiciones, etcétera, hasta tener el mecanismo deseado, en este caso el de cuatro barras.

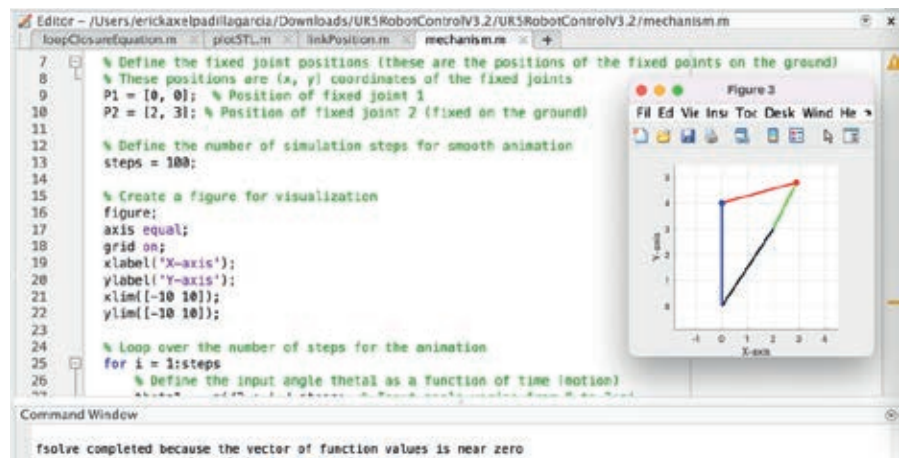


Figura 5

Código de simulación de mecanismo de cuatro barras en MATLAB, generado por ChatGPT.

Si queremos probar diferentes estrategias de control para manipular el movimiento deseado del mecanismo, podemos recurrir nuevamente a ChatGPT. Simplemente copiamos el código de MATLAB, lo pegamos en la aplicación y solicitamos que genere una estrategia de control PID para controlar el movimiento del mecanismo, como se muestra en las Figuras 5, 6 y 7.

We'll add the PID control logic into the loop of your code.

Modified MATLAB Code with PID Control:

```
matlab Copiar código

% Define link lengths based on your mechanism
l1 = 4; % Length of input link
l2 = 2; % Length of coupler link
l3 = 3; % Length of output link
l4 = 3; % Length of fixed link (ground)

% Define the fixed joint positions (these are the positions of the fixed points on the ground)
P1 = [0, 0]; % Position of fixed joint 1
P2 = [2, 3]; % Position of fixed joint 2 (fixed on the ground)

% Define the desired position for the output joint (x3, y3)
target_x = 5; % Desired x position of output joint
target_y = 2; % Desired y position of output joint

% PID Control Parameters

Envía un mensaje a ChatGPT
```

Figura 6

Generación de control de mecanismo de 4 barras en MATLAB, generado por ChatGPT.

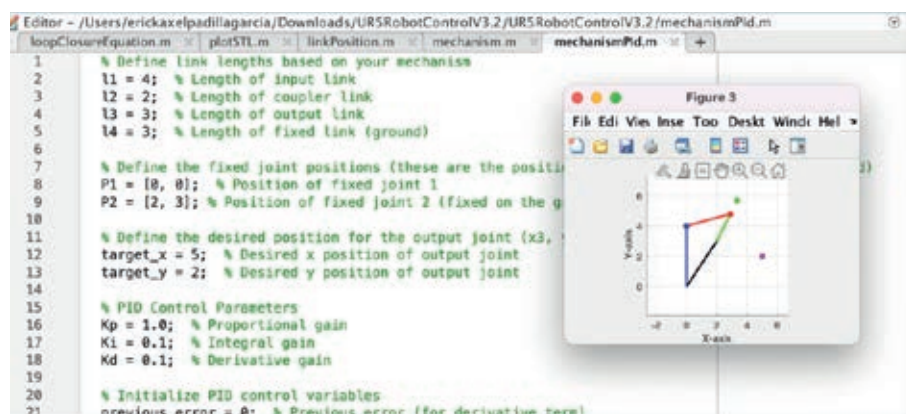


Figura 7

Sintonización de control PID de mecanismo de cuatro barras en MATLAB, generado por ChatGPT.

Ahora bien, ChatGPT no solo nos ha proporcionado un código de simulación y visualización del mecanismo de interés, sino que también modificó el programa para implementar una estrategia de control. Sin embargo, no nos limitamos a ello, también podemos tomar el mismo código con el controlador que ChatGPT generó y pedirle que ajuste los parámetros del controlador PID, o incluso que realice comparaciones entre diferentes ganancias de control, hasta seleccionar la más adecuada para implementarse en la realidad.

Finalmente, contamos con un modelo de síntesis del mecanismo, un análisis detallado en MATLAB y propuestas en CAD que pueden imprimirse y fabricarse. Todo ello ha sido posible gracias al uso de herramientas de inteligencia artificial, cumpliendo así con el objetivo de demostración de este artículo.



5. Discusiones

Si bien es cierto que las herramientas de inteligencia artificial son de gran ayuda para obtener diseños rápidos y eficientes, su disponibilidad puede depender de los desarrolladores de dichas aplicaciones. Es decir, es posible que estas herramientas sean de acceso gratuito solo por un tiempo limitado, lo que podría obligar al usuario a buscar nuevas alternativas una vez que el periodo de uso gratuito termine.

Otras de las ventajas del uso de IA en los procesos de diseño mecatrónicos, es que se pueden automatizar tareas complejas, como la simulación de comportamientos, la optimización de parámetros de diseño o la generación de códigos, lo que permite a los diseñadores obtener soluciones efectivas en menos tiempo. También, la IA puede generar y evaluar una gran cantidad de opciones de diseño en función de los requisitos especificados, encontrando soluciones innovadoras y optimizadas, que tal vez no serían evidentes mediante métodos tradicionales.

En cuanto a las desventajas del uso de IA en el diseño de sistemas mecatrónicos, es importante destacar que su implementación debe estar bien dirigida por el diseñador. Esto se debe a que no obstante la gran utilidad de la IA, es posible que no cubra todas las restricciones o necesidades específicas del proyecto. Además, los desafíos relacionados con la dependencia de los datos y la flexibilidad en la aplicación, siguen siendo aspectos a considerar. Hablemos también de que quienes diseñan estas herramientas, podrían tener lapsos de uso gratuitos por una temporada y luego requerir un pago para su uso.

<https://aulasimple.ai/blog/beneficios-de-la-inteligencia-artificial-en-la-educacion-descubrelas/>

Conclusiones

La combinación de inteligencia artificial y diseño frugal en sistemas mecatrónicos, representa una oportunidad para transformar el campo de la ingeniería, especialmente en contextos donde los recursos son limitados. A través de la optimización de diseños, la reducción de ciclos de desarrollo y la mejora de la eficiencia, la IA puede jugar un papel clave en la creación de soluciones innovadoras, accesibles y sostenibles. No obstante, existen desafíos que deben superarse, especialmente en términos del acceso a tecnologías y calidad de los datos. Sin embargo, la tendencia es clara: la integración de la IA al diseño frugal, tiene el potencial de redefinir el futuro de la ingeniería mecatrónica.



6

<https://gaceta.insp.mx/inteligencia-artificial-y-salud-publica-tecnologia-milagrosa-o-amenaza-inminente/>

Bibliografía

Ábrego Preza, E. S., & Trejo Peraza, J. M. (2021). Propuesta de diseño de un sistema didáctico de llenado automático, enfocado en el control de calidad, utilizando tecnología y dispositivos IoT: aplicación académica en Escuela de Ingeniería Mecatrónica.

Durango Idárraga, S. (2018). Tecnologías Avanzadas de Mecatrónica, Diseño y Manufactura. Memorias del IV Congreso AMDM 2018.

Fallas-Hernández, E. (2021). *Diseño de entorno robótico como herramienta para el desarrollo de arquitecturas cognitivas*.

Hernández, G. C. H., & Alandete, J. J. M. (Eds.). (2018). *Enfoques, teorías y perspectivas de la Ingeniería de Sistema y sus programas académicos*. Corporación Universitaria del Caribe.

Lyu, Z., Purwar, A., and Liao, W. (December 15, 2023). "A Unified Real-Time Motion Generation Algorithm for Approximate Position Analysis of Planar N-Bar Mechanisms". *ASME. J. Mech. Des.* June 2024; 146(6): 063302. <https://doi.org/10.1115/1.4064132>

Pedraza Ávila, J. F. (2017). *Implementación de una metodología de diseño mecatrónico con herramientas modernas de simulación*. Universidad de los Andes, Colombia.

Ponce, P. (2010). *Inteligencia artificial: con aplicaciones a la ingeniería*. Alpha Editorial.

Purwar, A., Deshpande, S., and Ge, Q. J. (March 9, 2017). "MotionGen: Interactive Design and Editing of Planar Four-Bar Motions for Generating Pose and Geometric Constraints". *ASME. J. Mechanisms Robotics*. April 2017; 9(2): 024504. <https://doi.org/10.1115/1.4035899>

Santiago, L. M. L., & Pinto, V. D. C. (2024). "Creando más con menos, la innovación frugal como nuevo paradigma de diseño para la sostenibilidad". *Revista de Estudios Interdisciplinarios del Arte, Diseño y la Cultura* (Especial: Intersecciones entre Sustentabilidad, Artes y Diseño, 38-55), <https://masam.>

Trejoluna-Hernández, O., del Carmen, F. D. J. T., Alvarado, M. C., Cano-Lara, M., & Ramírez, I. M. (2024). "Control Industrial de un Motor a Pasos Usando Tecnología Frugal". *AvaCient*, 4(2), 11-21.

Vázquez, A. J. P., & Gutiérrez, A. F. (2023). "La formación docente para el Siglo XXI: el uso de la Inteligencia Artificial (IA) como recurso para la evaluación formativa en entornos escolares virtuales, híbridos y presenciales". *Inteligencia Artificial para la transformación de la educación, 195.*, Universidad Autónoma Metropolitana (México). Unidad Azcapotzalco. Coordinación de Servicios de Información.

Fotografías

[https://www.pexels.com-es-es/buscar/artificial%20inteligence%20for%20the%20frugal%20design%20of%20mechatronic%20systems](https://www.pexels.com/es-es/buscar/artificial%20inteligence%20for%20the%20frugal%20design%20of%20mechatronic%20systems)

https://www.istockphoto.com/photo/engineer-controls-robotic-arms-by-augmented-reality-industry-technology-gm1281928429-379815309utm_source=pexels&utm_medium=affiliate&utm_campaign=sponsored_photo&utm_content=srp_inlin

<https://remarkable.team/desafios-de-implementar-la-ia-en-el-comercio/>

<https://remarkable.team/desafios-de-implementar-la-ia-en-el-comercio/>

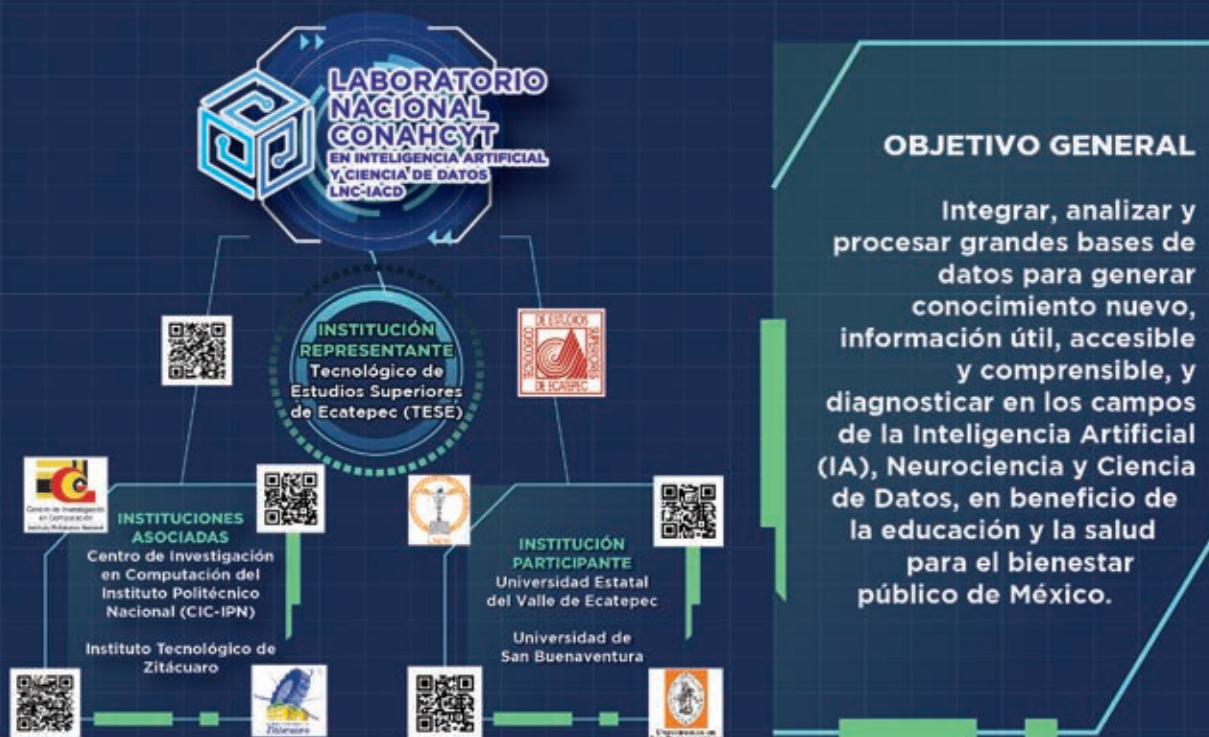
<https://codster.io/blog/inteligencia-artificial/como-usar-inteligencia-artificial-generativa/>

<https://www.unite.ai/es/10-mejores-aplicaciones-de-inteligencia-artificial/>

<https://aulasimple.ai/blog/beneficios-de-la-inteligencia-artificial-en-la-educacion-descubrelas/>

<https://gaceta.insp.mx/inteligencia-artificial-y-salud-publica-tecnologia-milagrosa-o-amenaza-inminente/>

EL TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE ECATEPEC CUENTA CON UN LABORATORIO NACIONAL CONAHCYT EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y CIENCIA DE DATOS (LNC-IACD)



El LNC-IACD forma parte de los laboratorios nacionales CONAHCYT, cuyo organismo sede es el Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec (TESE), en asociación con el Instituto Tecnológico de Zitácuaro (ITZ) y el Centro de Investigación en Computación del Instituto Politécnico Nacional (CIC-IPN), y como institución participante la Universidad Estatal del Valle de Ecatepec (UNEVE), lo que ha permitido realizar investigaciones científicas y desarrollos tecnológicos de manera colaborativa con las líneas de investigación y cuerpos académicos, orientadas a las siguientes áreas temáticas: **Estudio y Aplicación de Sistemas Computacionales y Desarrollo Tecnológico e Innovación Abierta**, mismas que se relacionan con la investigación o desarrollo de Humanidades, Ciencia, Tecnología e Innovación (HCTI).



#ElPoderDeLaEducación



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLOGÍA
NACIONAL DE MÉXICO



GOBIERNO DEL
ESTADO DE
MÉXICO



ESTADO DE
MÉXICO
¡El poder de servir!

EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN, CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

