



ReDDI+TEZ

REVISTA DE DIFUSIÓN Y DIVULGACIÓN EN
INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EMILIANO ZAPATA

IDEAS Y PERSPECTIVAS

"Para divulgar bien... contar historias"

Dr. Sergio de Regúles

OBTENCIÓN DE BIOPLÁSTICOS

AGRICULTURA DE PRECISIÓN

HABLEMOS DE... MICROCONTROLADORES PSOC 5LP

FOTOGRAFÍA Y PRÓTESIS EN 3D



FASHION VIEW 2022

Renacer

Jueves 8 de diciembre 2022

Centro de Convenciones Morelos.
Autopista México-Acapulco km 112,
Col. Alpuyeca, Xochitepec, Morelos.

17:00 hrs.





UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
EMILIANO ZAPATA DEL ESTADO DE MORELOS

COMUNIDAD UTEZ
Te invitamos al

2do Tianguis Artesanal Navideño
UTEZ 2022

Donde podrás consumir los productos de
nuestras y nuestros expositores.

📅 Martes 13 de diciembre 2022
🕒 De 10:00 a 15:30h
📍 Frente de Docencia 1

/Te esperamos!



Territorio de Calidad®



MORELOS

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN



Publicación cuatrimestral de la Universidad Tecnológica Emiliano Zapata del Estado de Morelos.

Editora: Mtra. Martha Elena Luna Ortiz.

Número 1. Año 1.

Septiembre -Diciembre

2022

Índice

Obtención de bioplásticos basados en almidón de maíz nanoestructurados con bentonita .	1
Diseño de un mecanismo autónomo mediante agricultura de precisión para la innovación y mejora en la producción agrícola.	5
Hablemos de... Microcontrolador PSOC 5LP	12
Fotogrametría y fabricación aditiva en el prototipado rápido caso: prótesis de dedo para rehabilitación	21
Ideas y Perspectivas "Para divulgar bien... contar historias" Dr. Sergio de Regúles	27

ReDDI+TEZ. Año 1. Número 1, septiembre-diciembre 2022, es una publicación cuatrimestral editada por la Universidad Tecnológica Emiliano Zapata del Estado de Morelos. Av. Universidad Tecnológica #1. Col. Palo Escrito. Emiliano Zapata, Mor. C.P. 62765. Tel. 7773681165 ext. 275. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2023-062914362800-102, ISSN 2992-8206, ambos otorgados por el Instituto Nacional de Derechos de Autor. Responsable de la última actualización de este Número, Comité Editorial de la UTEZ, Ofelia Grajeda Santos, Av. Universidad Tecnológica #1, Col. Palo Escrito, Emiliano Zapata, Mor., C.P. 62765, fecha de última modificación, 29 de febrero de 2024.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EMILIANO ZAPATA DEL ESTADO DE MORELOS

Consejo Editorial

M.D Sandra Lucero Robles Espinoza
Rectora de la UTEZ

M.A. Antonio Espín Arcos
Secretario Académico de la UTEZ

Lic. Fabiola Cruz Rojas
Abogada General UTEZ

M.A.O. Beatriz Adriana Sánchez Mallida
Directora de Administración y Finanzas

Mtro. Alberto Aranda Pastrana
Director de Planeación y
Servicios Escolares UTEZ

M.C.C.I. Jonathan Espinoza Mendoza
Director de la División Académica
Económica Administrativa

Dra. Martha Fabiola Wences Díaz
Directora de la División Académica de
Tecnologías de la Información y Diseño

M. en C. Jaime Vázquez Colín
Director de la División Académica
de Mecánica Industrial

L.F. Dennice Jaqueline García Mendoza
Directora de la División Académica de
Terapia Física.

Comité Editorial

M.T.I. Martha Elena Luna Ortiz
Editora de Publicaciones periódicas

L.C.C. Armando Vargas Chávez
Editor de Publicaciones generales

M.M.D. Ofelia Grajeda Santos
Coordinadora del Comité Editorial
y Comercialización

M.I.E. Elizabeth Nallely García Gamboa
Corrección de Estilo

L.D.G. Ana Karen Pérez Aguilar y
M.A.G. Edgardo Hugo Larrañaga Ramírez
Diseño Gráfico

I.T.I Israel Ibarra Enríquez
Soporte Técnico

Mtro. Kevin Johan Villegas Ramirez
Corrección de Estilo

Comité Científico

Mtro. Jorge Alemán Andrés
Dra. Manuela Calixto Rodríguez
Mtro. Miguel Rosenberg Del Pilar Degante
Med. Ped. Ma. Guadalupe Ortiz Martínez
Mtra. Jessica Puig Brito

Dr. Guillermo Ramírez Zúñiga
Dr. Oscar Hilario Salinas Avilés
Dra. Estela Sarmiento Bustos
Dr. Jorge Salvador Valdéz Martínez



EDITORIAL

La difusión, la divulgación y la investigación científica, son indispensables para la disseminación del conocimiento. La Revista REDDI+TEZ, como el órgano de difusión de las actividades científicas y tecnológicas que se promueven en el quehacer académico de esta casa de estudios, presenta en su edición número 1, temas de gran envergadura, entre los que se encuentran cuatro artículos de difusión y un artículo de divulgación de la ciencia y la tecnología.

Estos artículos son el resultado del trabajo de los distintos cuerpos académicos que pertenecen a la UTEZ, entre los que se encuentran: Desarrollo de Software, Ingeniería y Tecnologías de los Materiales, Mantenimiento y Mecatrónica, Gestión y Competitividad Organizacional, Administración y Desarrollo de Negocios, los cuales manejan líneas de investigación que tienen un grado de impacto positivo sobre los planes de estudio, pero sobre todo representan una gran aportación en la región de influencia de nuestra institución. Los trabajos que se presentan en esta revista, proporcionan un punto de vista y de observación sobre los proyectos desarrollados, los cuales buscan consolidarse mediante la vinculación con el sector empresarial o con otras instituciones de investigación.

El artículo principal, "Obtención de Bioplásticos basados en almidón de maíz nanoestructurados con bentonita", exhibe los resultados de la investigación para el desarrollo de nanomateriales amigables con el medio ambiente por su buena degradación en condiciones naturales, lo que permite su viabilidad para el desarrollo de empaques o envases alimentarios.

Además, contamos con el primer artículo de divulgación, escrito por el afamado escritor y científico Sergio De Regules, quien nos comparte un extracto de su libro "El Universo es un calcetín", en donde a su modo muy peculiar y particular, expone como debe ser el acercamiento con la ciencia, como hacerlo sencillo, ameno y divertido, es decir, todo menos aburrido.

Derivado de lo anterior y considerando a la ciencia y la tecnología, el enfoque de nuestra revista, desde diversos aspectos multidisciplinarios, podemos brindar a nuestros lectores un amplio espectro de conocimientos e ideas innovadoras, que impulsen el desarrollo y continuación de diversas investigaciones que sigan beneficiando e impulsando el crecimiento de nuestra universidad y sociedad.

M.T.T. Martha Elena Luna Ortiz

Editora Revista
REDDI+TEZ

Obtención de bioplásticos basados en almidón de maíz nanoestructurados con bentonita .

AUTORES:

Adriana Reyes-Mayer

DIVISIÓN ACADÉMICA DE MECÁNICA INDUSTRIAL

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EMILIANO ZAPATA

No. ORCID***: 0000-0002-6857-6239

e-mail: adrianareyes@utez.edu.mx

Angel Romo Uribe (autor de correspondencia)
R&D

JOHNSON & JOHNSON VISION CARE

No. ORCID: 0000-0003-0809-5908

e-mail: aromouribe@yahoo.com

Luis Manuel Rueda Bravo

DIVISIÓN ACADÉMICA DE MECÁNICA INDUSTRIAL

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EMILIANO ZAPATA

e-mail: 20193nt058@utez.edu.mx

Manuela Calixto Rodríguez

DIVISIÓN ACADÉMICA DE MECÁNICA INDUSTRIAL

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EMILIANO ZAPATA

No. ORCID: 0000-0002-7996-9230

e-mail: manuelacalixto@utez.edu.mx

Estela Sarmiento Bustos

DIVISIÓN ACADÉMICA DE MECÁNICA INDUSTRIAL

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EMILIANO ZAPATA

No. ORCID: 0000-0002-6865-9851

e-mail: estelasarmiento@utez.edu.mx

RESUMEN:

La necesidad de alternativas sostenibles y respetuosas con el medio ambiente a los plásticos derivados del petróleo motivó el desarrollo de una serie de bioplásticos nanoestructurados a base de almidón de maíz (AM) y nanoarcilla de bentonita plastificados con glicerol. La serie de bioplásticos nanoestructurados se prepararon por el proceso de cast-film, la bentonita fue dispersada por ultrasonido, las propiedades térmicas fueron evaluadas por calorimetría diferencial de barrido (DSC, por sus siglas en inglés) bajo la norma ASTM D3418-21 y por análisis termogravimétrico de acuerdo con la ASTM E1131-20, el desempeño mecánico fue estudiado en el modo de tensión con base a la ASTM D638-14 adicionalmente, se llevaron estudios de degradación en ambientes terrestres bajo condiciones aerobias.

Los nanocompuestos ópticamente demostraron que se llevó a cabo una buena dispersión de las nanoarcillas. Los bioplásticos exhibieron una temperatura de transición vítrea $T_g = -75^\circ\text{C}$ y además mostraron un comportamiento elastomérico con extensibilidad en deformación de alrededor de 90%. La T_{dec} se mostró cercana a 240°C , la fracción de volátiles $\leq 7\%$.

Las pruebas de degradación en condiciones naturales prometen una alternativa amigable con el medio ambiente y los resultados preliminares fisicoquímicos abren la pauta para direccionar esta clase de bioplásticos nanoestructurados biodegradables hacia el desarrollo de envases o empaques alimentarios óptimos en condiciones de congelación o a temperaturas subambientales.

Abstract- The need for sustainable and environmentally friendly alternatives to petroleum-based plastics motivated the development of a series of nanostructured bioplastics based on corn starch (CS) and bentonite nanoclay plasticized with glycerol. The series of nanostructured bioplastics were prepared by the cast-film process, the bentonite was dispersed by ultrasound, the thermal properties were evaluated by differential scanning calorimetry (DSC) under the ASTM D3418-21 standard, the Mechanical performance was studied in the stress mode based on ASTM D638-14. In addition, degradation studies were carried out in terrestrial environments under aerobic conditions.

The nanocomposites optically showed that a good dispersion of the nanoclays was carried out. The bioplastics exhibited a glass transition temperature $T_g = -75^\circ\text{C}$ and showed an elastomeric behavior with extensibility in deformation of around 90%. The T_{dec} was close to 240°C , the volatile

The degradation tests under natural conditions promise an environmentally friendly alternative and the preliminary physicochemical results open the way to direct this class of biodegradable nanostructured bioplastics towards the development of optimal food containers or packaging in freezing conditions or at sub-ambient temperatures

Keywords- Bioplastics, bentonite, biodegradable, nanostructured, corn starch, biofilm

INTRODUCCIÓN

Los bioplásticos son considerados, un tipo de plásticos biodegradables, provenientes de fuentes naturales-renovables, tales como, aceite de soja, maíz, almidón, celulosa, pectina, bacterias, entre otras. Su reciente invención, ha desarrollado un nivel de madurez, que permite hacerlos competitivos, lo que conlleva a sustituir materias primas provenientes del petróleo, disminuyendo así la dependencia de la petroquímica para la producción de plásticos [1-3]. Desde los años 70s ante la crisis mundial de petróleo ha permitido que las investigaciones florezcan sobre los polihidroxialcanoatos (PHA), polihidroxibutiratos (PHB), ácido poliláctico (PLA), por ejemplo. Los bioplásticos tienen propiedades comparables como los plásticos convencionales flexibilidad, son fácilmente moldeables, resistentes, buena capacidad de barrera a la humedad, carbono-neutrales (su producción no genera CO_2), biodegradables y compostables [4-5].

Descripción del Método

Planteamiento del problema

Con base a la Organización de las Naciones Unidas (ONU) la tendencia actual en la producción de plástico se duplicará en las próximas décadas, por lo que se requiere repensar la manera en que se generan, usan, manejan, aprovechan y disponen los materiales plásticos.

Ante este escenario se ha señalado que los gobiernos deben mejorar los sistemas de gestión y manejo de residuos, introduciendo mecanismos que incentiven los hábitos de reciclaje, revalorización hacia una promoción de una economía circular.

Además, es necesario sensibilizar a consumidores, comercializadores, fabricantes, así como, promover la investigación y desarrollo de materiales alternativos que cumplan la normatividad nacional e internacional vigente en términos de biodegradación y propiedades fisicoquímicas con la finalidad de fomentar una filosofía sustentable y amigable con el medio ambiente. Esto permitirá sopesar la crisis energética actual.

Metodología

REACTIVOS

Para la producción de bioplásticos nanoestructurados se utilizaron los siguientes reactivos, almidón de maíz de la marca Alday, Ingredientes S.A. de C.V. (México); como plastificante se utilizó glicerina 100% natural de la marca "La corona S.A. de C.V.", (México). Para promover el proceso de acidificación se usó vinagre blanco 100% natural de alcohol de caña y agua elaborado por PROVISA (Productores de vinagre S.A. de C.V.), (México). Finalmente, se utilizó nanoarcilla bentonita en polvo de la marca Sigma Aldrich. San Luis, Missouri, USA. Todos los reactivos se utilizaron como se recibieron, no se llevó a cabo ninguna preparación o purificación adicional.

MÉTODOS

La descomposición térmica se estudió mediante análisis termogravimétrico (TGA, por sus siglas en inglés) utilizando el TGA Q5000ir [6], y las transiciones térmicas se midieron mediante calorimetría diferencial de barrido (DSC, por sus siglas en inglés) con el DSC Discovery 250 (TA Instruments) [7].

Las propiedades mecánicas se determinaron a temperatura ambiente con la máquina de ensayo universal modelo Instron 4206 (Instron USA) y los análisis se llevaron a cabo bajo una deformación a 5 mm/min [8].

Las pruebas de degradación se realizaron en ambientes terrestres en condiciones aerobias (presencia de oxígeno).

Obtención de nanocompuestos

Los bioplásticos nanoestructurados de AM/bentonita se obtuvieron por el método de cast-film. La película control de AM fue desarrollada añadiendo 5 g de AM a 50 ml de agua destilada, agitando para disolver el polvo, y luego colocar en un recipiente con agua a 70°C para agitar a 350 rpm durante 15 min hasta que se lleve a cabo la gelatinización, posteriormente se añadieron 7.5 ml de glicerol gota a gota mientras se agitaba vigorosamente, después de 5 min. se incorporaron 5 ml de vinagre (proceso de acidificación) y se continuó agitando durante otros 12 min.; finalmente, la mezcla gelatinizada se vertió en cajas Petri y se secó en una campana extractora a temperatura ambiente durante 36 horas seguidas, adicionalmente fueron secados en horno con recirculación de aire caliente a 45°C por 72 hrs, (ver figura 1).



Figura 1. Bioplástico a base de maíz plastificado con glicerina.

Para los nanocompuestos, primero se añadió bentonita al agua y se sonicó durante 30 min. a temperatura ambiente para dispersar la nanoarcilla. Posteriormente, se repitió el procedimiento, como para la película control a base de almidón de maíz. La película nanoestructurada se muestra en la Figura 2.



Figura 2. Bioplástico nanoestructurado a base de maíz plastificado con glicerina.

RESULTADOS

Los nanocompuestos AM/bentonita se mostraron ópticamente transparentes, lo que sugiere una buena dispersión de la nanoarcilla en toda la matriz polimérica, como se muestra en la Figura 2.

La Figura 3 muestra las trazas de TGA del bioplástico a base de AM (traza negra) y del AM/nanocompuesto de bentonita (traza rosa). La determinación de la temperatura de descomposición T_{dec} se determinó de ambas trazas y en ambos casos fue cercana a 240°C, la fracción de volátiles $\leq 7\%$. La fracción orgánica es predominante alrededor del 92%, la masa residual corresponde a materia inorgánica y corresponde al 3.02% y se asocia a la incorporación de bentonite.

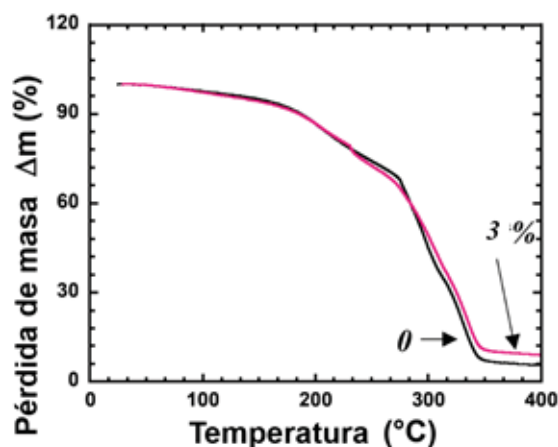


Figura 3. Termograma de análisis termogravimétrico de bioplásticos a base de maíz (traza negra) y nanoestructurado con bentonita (traza rosa)

De las curvas esfuerzo-deformación se determinaron los módulos de Young, E , (ver figura 5) la incorporación de la bentonita incrementó más de 60% con respecto al bioplástico sin nanoestructurar. Este incremento en el módulo de Young se traduce en el aporte de una mayor rigidez, lo que conlleva a una disminución en el % de deformación a la fractura que fue alrededor del 60% penalizando directamente la tenacidad, resultado típicamente reportado en polímeros reforzados [10].

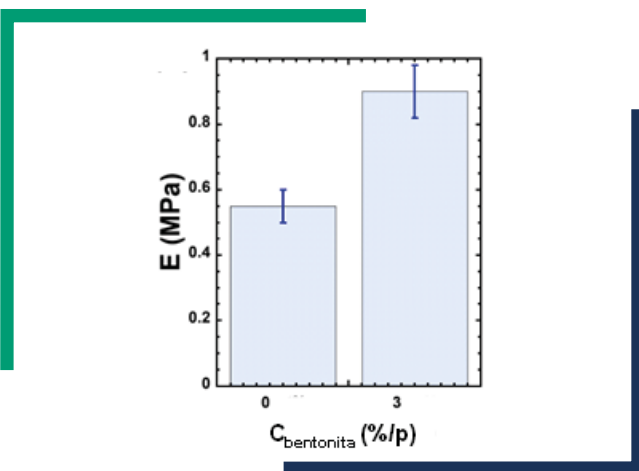


Figura 5. Módulo de Young obtenido de las curvas esfuerzo deformación de los bioplásticos a base de maíz (0%/p) y nanoestructurado (3%/p).

Finalmente, la determinación del comportamiento de degradación en ambientes terrestres, se llevó a cabo en ambientes terrestres bajo condiciones aerobias.

En la Figura 6 se muestran los resultados de degradación en condiciones aerobias. Los resultados mostraron que la nanoarcilla no afectó negativamente la degradación de las películas nanoestructuradas, es decir, sufren degradación aproximadamente a la misma tasa que las películas sin nano-reforzante.

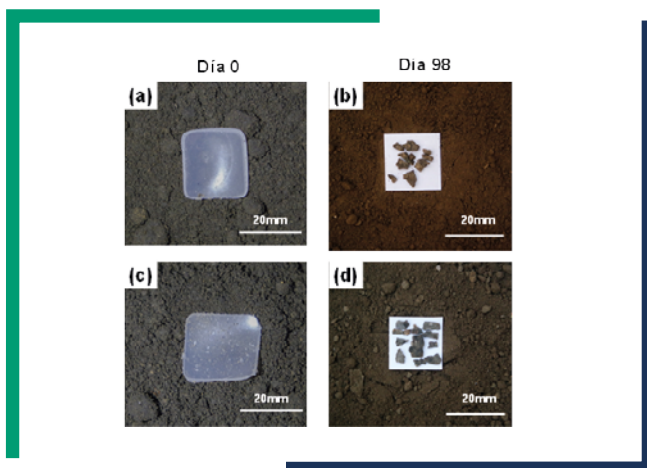


Figura 6. Serie fotográfica de degradación aerobia de los bioplásticos a base de maíz (a) 0, (b) 98 días, bioplástico nanoestructurado (c) 0, (d) 98 días en ambientes terrestres en condiciones ambientales naturales

Los resultados abren la oportunidad de estos materiales como candidatos especiales hacia aplicaciones de plásticos de un solo uso y los clasifica como tecnologías sustentables, amigables con el medio ambiente.

CONCLUSIONES

Los resultados de esta investigación demostraron lo siguiente:

Microscopía óptica de transmisión evidenció la transparencia óptica, lo que confirma una dispersión homogénea de las nanoarcillas de bentonita en los bioplásticos nanoestructurados.

Análisis termogravimétrico (TGA), confirmó la naturaleza orgánica predominante, así como, la fracción inorgánica que concuerda con el %/p de bentonita en la matriz polimérica.

Calorimetría diferencial de barrido (DSC), demostró que el bioplástico nanoestructurado sufrió una disminución de la T_g , de alrededor de 5°C.

Los ensayos de tensión mostraron un aumento del 60% en el módulo de Young en el bioplástico nanoestructurado, sin embargo, esto impactó un 60% el porcentaje de deformación a la fractura lo que disminuye la tenacidad del bioplástico e infiere mayor rigidez.

Las pruebas de degradación mostraron que su proceso de degradación en condiciones aerobias en ambientes terrestres se lleva a cabo cercano a 100 días en un 98%.

Este conjunto de propiedades fisicoquímicas promueve que los nanocompuestos sean adecuados y candidatos para empaques y envases de alimentos ya que pueden mantener el rendimiento a temperaturas inferiores al ambiente.

RECOMENDACIONES

Se recomienda ampliar el análisis fisicoquímico de este tipo de materiales adicionando otras técnicas de caracterización, para determinar la morfología, micro y nanoestructura entre otras, así como, llevar a cabo pruebas en otros entornos y bajo distintas condiciones ambientales.

REFERENCIAS

- 1.- D Plackett (Ed.). Biopolymers-New materials for sustainable films and coatings. (John Wiley and Sons, New York, 2011).
- 2.- Sanjay, M.R., Siengchina, S., Parameswaranpillala, J., Jawaid, M., Pruncu, C.I., Khan, A. (2019). A Comprehensive Review of Techniques for Natural Fibers as Reinforcement in Composites: Preparation, Processing and Characterization. Carbohydrate Polym. 207, 108–121. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2018.11.083>
- 3.- Asrofia, M., Abrala, H., Kurnia Putra, Y., Sapuan, S.M., & Kim, H-J. (2018). Effect of duration of sonication during gelatinization on properties of tapioca starch water hyacinth fiber biocomposite International J Bio Macromol. 108, 167–176. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.11.165>
- 4.- Tarique, J., Sapuan, S.M., & Khalina, A. (2021). Effect of glycerol plasticizer loading on the physical, mechanical, thermal, and barrier properties of arrowroot (*Maranta arundinacea*) starch biopolymers. Sci Rep 11(1), 13900. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-93094-y>

Diseño de un mecanismo autónomo mediante agricultura de precisión para la innovación y mejora en la producción agrícola

AUTORES:

Luis Jaime López Vega

DIVISIÓN ACADÉMICA DE MECÁNICA
INDUSTRIAL UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
EMILIANO ZAPATA DEL ESTADO DE MORELOS
No. Orcid: 0000-0002-7304-2354

Mariana Barroeta Balboa

DIVISIÓN ACADÉMICA DE MECÁNICA
INDUSTRIAL UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
EMILIANO ZAPATA DEL ESTADO DE MORELOS

Jorge Salvador Valdez Martínez

DIVISIÓN ACADÉMICA DE MECÁNICA
INDUSTRIAL UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
EMILIANO ZAPATA DEL ESTADO DE MORELOS

Abraham Leyva Mancilla

DIVISIÓN ACADÉMICA DE MECÁNICA
INDUSTRIAL UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
EMILIANO ZAPATA DEL ESTADO DE MORELOS

Enrique Contreras Calderón

DIVISIÓN ACADÉMICA DE MECÁNICA
INDUSTRIAL UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
EMILIANO ZAPATA DEL ESTADO DE MORELOS

Alberto Miguel Beltrán Escobar

DIVISIÓN ACADÉMICA DE MECÁNICA
INDUSTRIAL UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
EMILIANO ZAPATA DEL ESTADO DE MORELOS

Iván Alcalá Barojas

DIVISIÓN ACADÉMICA DE MECÁNICA
INDUSTRIAL UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
EMILIANO ZAPATA DEL ESTADO DE MORELOS

RESUMEN:

En los últimos años, el sector agroalimentario mexicano ha experimentado un crecimiento superior al del resto de la economía, lo que ha permitido suplir las necesidades de los mexicanos y generar divisas por unos 30 millones de dólares. Es por ello que, en América Latina, México ocupa el tercer y onceavo lugar de la producción agrícola mundial. Una de las principales fuentes de ingresos es la producción de pimienta morrón, ya que en los últimos 4 años México ha logrado posicionarse como una de las principales potencias a nivel mundial, ubicándose en el segundo lugar con una producción de 1,941,560 toneladas. De esta manera, ante la necesidad de mantener los ingresos y ser una potencia mundial, México ha buscado nuevos avances tecnológicos denominados Agricultura de Precisión. La agricultura de precisión es la aplicación de tecnologías asociadas con todos los aspectos de la producción agrícola con el fin de mejorar el rendimiento de los cultivos y la calidad ambiental. También reduce gastos como agua, tiempo, contaminación, mano de obra y costos.

Palabras claves- Mecanismo autónomo, agricultura de precisión, innovación, producción agrícola.

Abstract- In the last years, the Mexican agri-food sector has experimented a superior increase compared to the rest of the economy, that has allowed to supply the Mexicans needs and generate a foreign currency of about 30 million dollars.

That is why, in Latin America, Mexico has the third place and the eleventh place of global agricultural production. One of the main sources of income is the sweet pepper production, because on the last 4 years, Mexico has achieved as one of the main global power, placing in the second place with a production of 1,941,560 tons.

By this way, the necessity of keeping incomes and being a global power, Mexico has searched new technology advances named Precision Agriculture. Precision Agriculture is the application of technologies associated with all aspects of agricultural production for the purpose of improving crop performance and environmental quality. It also reduces expends as water, time, pollution, labour and

Keywords- Autonomous mechanism, precision agriculture, innovation, agricultural production.

INTRODUCCIÓN

En los últimos 4 años el sector agroalimentario mexicano ha experimentado un aumento dinámico superior al resto de la economía, lo que ha permitido, por un lado, abastecer las necesidades de las familias mexicanas y, por otro lado, generar la entrada de divisas de alrededor de 30 millones de dólares (SAGARPA, 2017).

¿Qué es la agricultura de precisión?, de acuerdo con (ISPA, 2019), la agricultura de precisión (AP) es una técnica de administración que reúne, procesa y analiza datos de carácter temporal y espacial y los combina con otra información para apoyar la toma de decisiones.

Por su parte (Baseca, 2016), menciona que estos sistemas reúnen información que se utiliza para tomar decisiones con mayor precisión y optimizar el rendimiento de los cultivos.

En este documento se encuentra el análisis, elaboración e implementación de un mecanismo basado en agricultura de precisión, que permite el monitoreo dentro de un invernadero con la grabación y toma de fotografías; a través de una cámara multiespectral. Esta cámara funciona con distintos sensores que permiten detectar plagas, falta de agua y falta de fertilizantes, con ello se logra tener un enfoque personalizado y a tiempo, cubriendo las necesidades de cada planta, contribuyendo con la disminución de la contaminación, ahorrando recursos; y finalmente logrando una mejora en la calidad y la producción.

DESARROLLO

Con la implementación de esta nueva tecnología se espera una disminución de costos, facilidad en la gestión agrícola, así como una disminución de contaminantes ambientales y una disminución hasta de un 75% de fertilizantes; dando como resultado la optimización y aumento de calidad y en consecuencia un incremento en la producción, así como un aumento de hasta un 66% en la capacidad de atención en la mano de obra técnica y en campo.

Agricultura de precisión.

"La denominada 'Agricultura de precisión' contribuye específicamente a optimizar el uso de los recursos e insumos al utilizarlos de forma adecuada en el lugar y momento preciso, evitando una dosis excesiva o en un lugar innecesario" (AgroSAP, 2020).

Esta actividad hace uso de herramientas que permiten aumentar la rentabilidad de los cultivos, así como su calidad, cantidad y rendimiento; por lo tanto ocupa elementos como computadoras, sensores de suelo, sistemas de posicionamiento global (GPS), sistemas de información geográfica, monitores de rendimiento y cualquier otra tecnología que ayude a controlar y automatizar el manejo específico de una zona o área de cultivo; y además permita gestionar de forma localizada a distintas especies vegetales desde diferentes puntos (Toche, 2018).

La agricultura de precisión ayuda a aumentar la eficiencia productiva, ya que permite llevar a cabo un análisis mucho más profundo del área; lo cual implica conocer la variabilidad del campo; es decir, saber si el lugar es óptimo para cultivar y qué se puede producir en él; además se pueden realizar muestreos del suelo con el fin de conocer sus condiciones, el tipo de materia orgánica con la que cuenta, las deficiencias y los nutrientes que puede aportar. Otro de los beneficios de poner en práctica esta actividad es que permite saber con precisión qué tipo de riego necesita la zona, si es necesario aplicar fertilizantes y qué técnica de cultivo es la más adecuada. Mediante la aplicación de este tipo de tecnología, también es posible identificar el tipo de plagas que pueden atacar a la producción y llevar a cabo un control más minucioso.

Gracias a las características que tiene la agricultura de precisión se pueden ahorrar los recursos como el agua, los nutrientes y la energía; además es posible disminuir el impacto al medio ambiente y obtener productos más nutritivos; Este tipo de agricultura ayuda a la reducción en los costos de producción y mayores rendimientos con el mismo nivel de productos (García & Flego, 2012).

Algunas de las nuevas tecnologías que implementa la agricultura de precisión son los sensores, GPS, sistemas de riego, drones y cámaras multispectrales.

Cámara multispectral

Una cámara multispectral, es una cámara que es capaz de captar varios espectros de luz. A partir de las imágenes multispectrales que captan este tipo de sensores se pueden calcular diferentes índices de vegetación que nos indican la salud y el bienestar de la vegetación. Para calcular un índice de vegetación es necesario combinar varias bandas del espectro visible o no visible de la cámara (Aerial Insights , 2018).

Estas cámaras tienen entre 4 y 6 bandas espectrales que en la agricultura de precisión nos sirven para analizar la vitalidad de las plantas midiendo la cantidad de luz que absorben y reflejan dentro de los espectros visibles y no visibles.

Este tipo de dispositivos pueden ser de 4 bandas, de 5 bandas o de 6 bandas espectrales. Enseguida se enlistan las más comunes y sus características (HobbyTuxtla, 2022):

- Azul: Sirve para obtener imágenes de la atmósfera y agua profunda
- Verde: Capta imágenes de la vegetación y estructuras de aguas profundas.
- Rojo: Se utiliza para obtener imágenes de los objetos hechos por el hombre.
- Infrarrojo cercano: Sirve para obtener imágenes de la vegetación.
- Infrarrojo térmico: Usa radiación y sirve para obtener imágenes de las estructuras geológicas, diferencias térmicas en las corrientes de agua, incendios y estudios de noche.

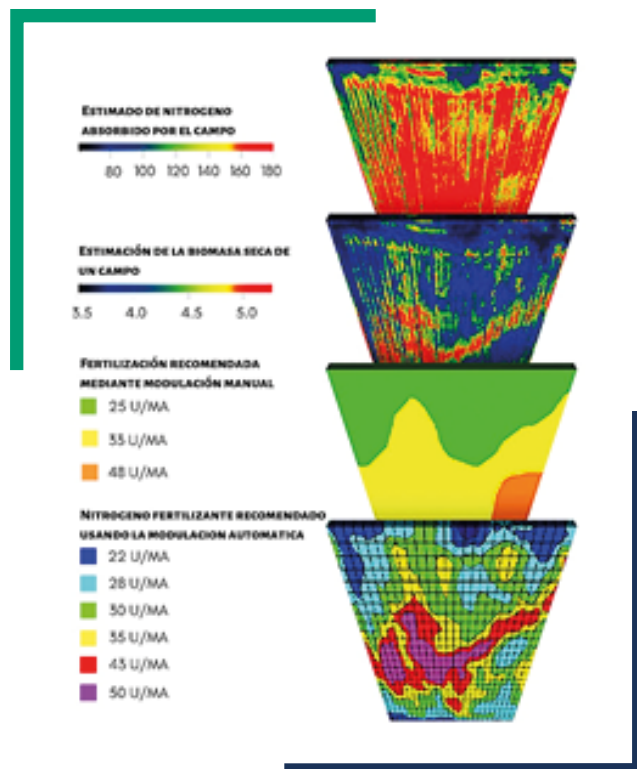


Fig. 1. Imágenes generadas por una cámara multispectral

Poleas.

Polea fija: Recordemos que solo cambia la dirección de la fuerza y no disminuye el esfuerzo; es decir, la fuerza aplicada es igual a la resistencia (Eudotec, 2012). El ejemplo de su desplazamiento, así como la fórmula que se utiliza para calcular la resistencia en una polea fija se encuentra en la Fig. 2.

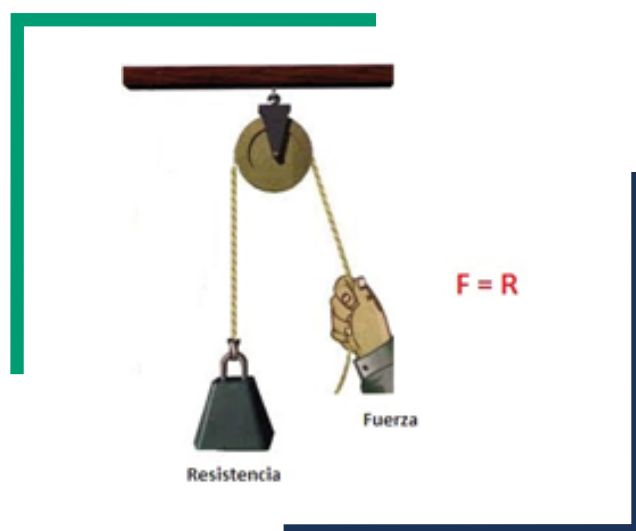


Fig. 2. Ejemplo gráfico de polea fija

Polea móvil: es utilizada para reducir el esfuerzo necesario para levantar una carga. Se encuentra en grúas, montacargas, ascensores, etc. En la polea móvil la fuerza aplicada es igual a la mitad de la resistencia como se muestra en la Fig. 3.

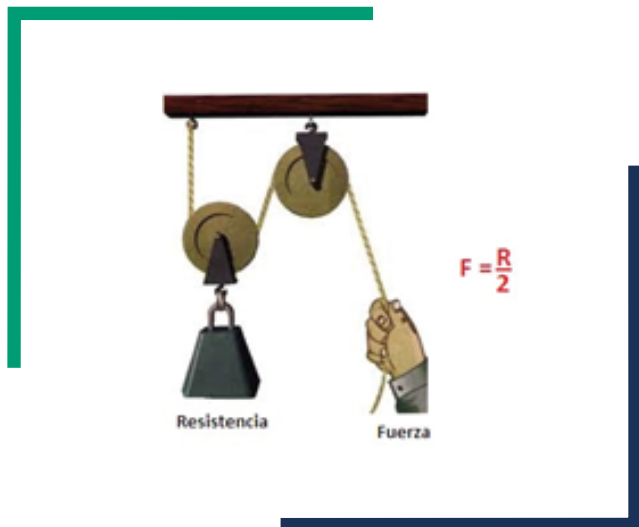


Fig. 3. Ejemplo gráfico de polea móvil

Polipasto: Es una combinación de poleas fijas y móviles, recorridas por una o varias cuerdas con los extremos anclados a uno o a varios puntos fijos. En este mecanismo la ganancia mecánica y el desplazamiento de la carga van en función inversa: cuanto mayor sea la ganancia conseguida menor será el desplazamiento. Un aparejo factorial consiste en montar varias poleas fijas acopladas en una sola armadura que se conectan mediante una sola cuerda con otras poleas móviles que se montan en otra armadura. El ejemplo del desplazamiento de un polipasto se muestra en la Fig. 4.

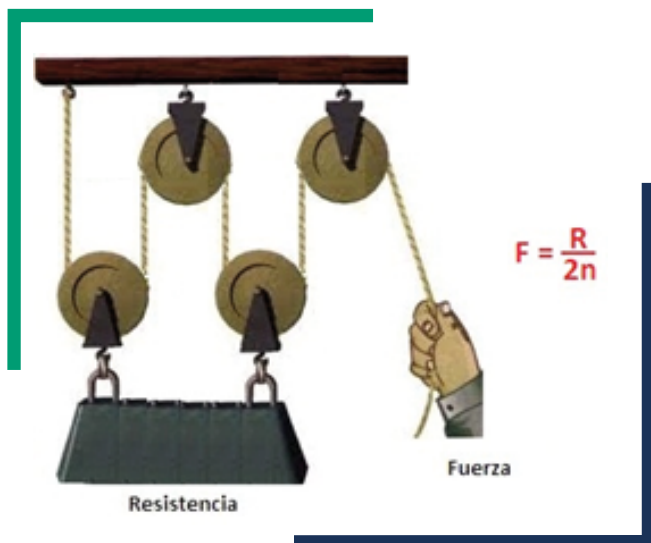


Fig. 4. Ejemplo gráfico de Polipasto

En los últimos 4 años México se ha mantenido como una de las principales potencias en el sector agrícola. Ocupa el tercer lugar en el mercado de Latinoamérica, el onceavo a nivel mundial y durante el 2009 México ocupó el segundo lugar a nivel mundial en la producción de pimienta morrón con 1,941,560 toneladas.

En la actualidad, para poder seguir dentro del mercado como potencia y como competencia a nivel mundial, el sector agroalimentario en México se ha visto en la necesidad de buscar implementar e innovar nuevos medios y nueva tecnología.

Considerando la importancia del sector agrícola en la economía mexicana se decidió desarrollar e implementar un proyecto aplicado a la agricultura de precisión con cámaras multiespectrales, que permiten detectar las plagas, la falta de fertilizante, llevar un control de riego, etc. Esto se hace con el fin de mejorar la calidad, la producción, el precio y hasta en apoyo de la mejora ambiental.

Para el correcto funcionamiento del mecanismo se eligieron poleas de plástico para cable de 7 mm de diámetro como se muestra en la Fig. 5.

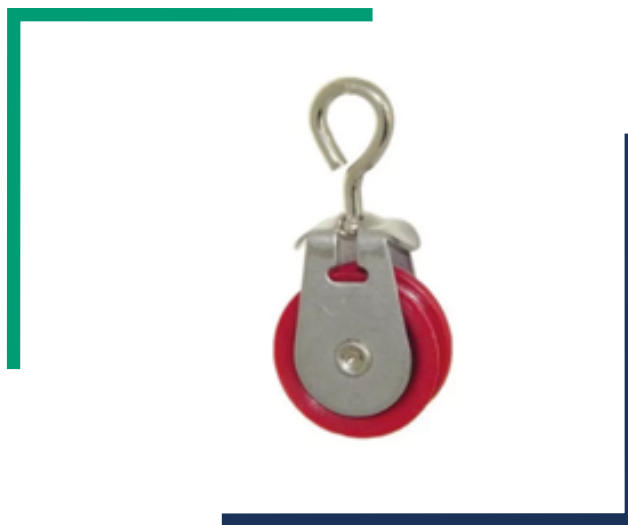


Fig. 5. Polea de plástico

Para la elección del motor se realizaron cálculos aproximados de la tensión y el peso de la cámara, la fuerza de cada polea es de 100gr., ya que la resistencia (el peso de la cámara) es de 100gr. Por consecuencia, el motorreductor debe ser capaz de mover dicha cámara. El motorreductor elegido es el de la Fig. 6, de 12 V que posee un par de 21 kg/cm, una velocidad de 100 rpm y trabaja a 5 A.



Fig. 6. Motorreductor 12V

Para poder regular la velocidad con la que se mueva el motor y por lo tanto la cámara, se realizó un circuito modulador de voltaje. Su diseño eléctrico se muestra en la Fig. 7, este consta de un regulador ajustable LM317, un potenciómetro de 10K Ω , 2 capacitores cerámicos, 2 capacitores electrolíticos y una resistencia de 1K Ω , así como un cargador de 12V.

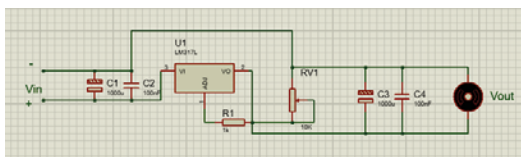


Fig. 7. Diseño eléctrico del regulador de velocidad

Para la realización de las pruebas del proyecto, se buscó un ambiente muy similar al que se puede encontrar en el invernadero, específicamente la estructura del mismo.

Las pruebas se hicieron en el laboratorio (ver Fig. 8), donde existen varios tubos que simulan una refinera de hidrocarburos, ya que uno de los giros de la empresa es la prevención de corrosión y la protección de estos mediante rayos catódicos, por consiguiente, la instalación del mecanismo en estos tubos fue ideal.



Fig.8. Vista desde Google Earth del laboratorio

Para comenzar con la instalación, primero se eligió la sección de los tubos donde se instalaría el mecanismo (ver Fig. 9), después, se proseguiría a colocar las poleas, sujetándolas horizontalmente a los tubos mediante cinchos de seguridad, para evitar dañar los tubos.



Fig. 9. Sección de instalación del mecanismo

La cámara ParrotSequoia+ es la adecuada para este proyecto, y viene en un kit que se muestra en la Fig. 10. Cabe destacar que su software es muy interactivo y fácil de utilizar.

- Sensor multiespectral
- Sensor de luz solar
- Diana de calibración
- 2 cables
- Lente de protección
- Paño de micro fibra
- 3 soportes para el sensor de luz solar



Fig. 10. Kit Parrot Sequoia+

Para concluir con el proyecto se realizó la instalación final como se muestra en la Fig. 11, se realizó la instalación de las 4 poleas; cada una con su sostén como el que se muestra en la Fig. 12, el motor, la parte electrónica y el cable de pesca.



Fig. 11. Instalación final del mecanismo



Fig. 12. Sostén para la polea

RESULTADOS

Enseguida se presentan los resultados obtenidos:

Se logró realizar el mecanismo de tracción mediante el motorreductor, las poleas y el hilo de pescar, necesario para la cámara multiespectral.

Se logró controlar la velocidad del motorreductor y, en consecuencia, la velocidad de desplazamiento de la cámara; además de conseguirse un mecanismo eficaz, económico y adecuado para cubrir las necesidades del invernadero, sin dañar la infraestructura y aprovechando la misma.

En seguida, se muestra la Tabla 1, con los resultados de las pruebas de desplazamiento de la cámara en el laboratorio. Hay que mencionar que el tiempo y la velocidad varían, ya que se realizó un circuito electrónico capaz de variar la velocidad del motor.

Tabla 1. Resultados de las pruebas de desplazamiento realizadas a la cámara en el laboratorio.

Distancia	Tiempo	Velocidad
67.5m	6.8 min. (408 s)	0.165 m/s
	10.41 min (624.6 s)	0.108 m/s

Se puede observar que la velocidad con la que se mueve el motor es relativamente lenta, pero como se había mencionado anteriormente, no se buscaba velocidad, sino fuerza de torsión. Con ello, y gracias a que se puede controlar la velocidad, se puede hacer, un análisis rápido del invernadero, o uno más detallado. La cámara tiene una velocidad de captura de 1 captura por segundo, por lo que es muy rápida "relativamente hablando" y lo que hay que manipular es la velocidad de su desplazamiento.

RECOMENDACIONES

Dentro de las recomendaciones, trabajos futuros y mejoras que se plantean para este proyecto son:

Utilizar la cámara mediante drones, ya que estos mejorarán la visión de la cámara multiespectral, pues al estar a una altura de alrededor de 80m – 100m, permite una visión más amplia; y al ser ligera (100gr) no interfiere con la manipulación del dron, ya que la cámara es completamente autónoma y posee un GPS que es capaz de recolectar los datos, modificarlos, observarlos y manipularlos en tiempo real.

Se pretende como trabajo futuro la implementación de un control automático, mediante el internet de las cosas, para la regulación de la velocidad con la que avanza la cámara multiespectral, por ello se pretende obtener el modelo matemático del sistema, mediante la metodología de identificación de sistemas, presentada por López et al, en su trabajo titulado: "Identificación de un servo-motor, a través de un algoritmo conformado por los modelos (ARX, ARMAX, Output-error y Box-Jenkins) y control mediante un PID" (López, Rumbo, Anaya, Beltrán, Alcalá, & Contreras, 2017), lo que permitirá modificar la velocidad de la cámara y en consecuencia tener un control total sobre la captura de imágenes y con ello del análisis de los datos recabados.

También se pretende como trabajo futuro la implementación de un programa capaz de recolectar los datos de la cámara, seleccionándolos y guardándolos de acuerdo a los distintos colores del sensor y las necesidades de cada planta.

De esta forma, si el sistema detecta la falta de agua en una zona, este activa automáticamente el riego por goteo. Con la implementación de esta mejora se lograría tener la producción en el invernadero totalmente autónoma, estando la mano de obra para detalles del tamaño del fruto, la cosecha y la siembra del mismo.

REFERENCIAS

Aerial Insights . (2018). ¿Qué es y cómo funciona una cámara multiespectral? Recuperado el 10 de Noviembre de 2022, de Pagina de internet de la empresa Aerial Insights: <https://www.aerial-insights.co/blog/camara-multiespectral/>

AgroSAP. (2020). Agricultura de precision. Recuperado el 10 de Noviembre de 2022, de Pagina de internet de AgroSAP: <https://agrosap.es/servicios/agricultura-de-precision/>

Baseca, C. (2016). A Smart Decision System for Digital Farming. *Agronomy*, 9(5), 216.

Eudotec. (2012). Calculo con polea fijas y moviles. Recuperado el 10 de Noviembre de 2022, de Pagina de internet de divulgacion Eudotec: <https://eudotec.wordpress.com/2013/02/11/calculos-con-polea-fijas-y-moviles/>

Garcia, E., & Flego, F. (2012). Agricultura de Precisión. Buenos Aires, Argentina: Facultad de Ingenieria de la Universidad de Palermo.

HobbyTuxtla. (2022). Drones para la agricultura y las camaras multiespectrales: Un duo muy practico. Recuperado el 10 de Noviembre de 2022, de Pagina de internet de la empresa HobbyTuxtla: <https://www.hobbytuxtla.com/camaras-accesorios/camaras-multiespectrales/>

INEGI. (2012). Censos económicos. Recuperado el 10 de Noviembre de 2022, de Pagina de internet de INEGI: http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/proyectos/censos/ce2009/pdf/M_PYMES.pdf

ISPA. (2019). Precision agriculture. Recuperado el 10 de Noviembre de 2022, de Pagina de internet de International Society of Precision Agriculture : <https://www.ispag.org>

Hablemos de... Microcontrolador PSOC 5LP

AUTORES:

Autor 1: Hugo Armando Saucedo Mendoza

Área De Adscripción: DAMI

DIVISIÓN ACADÉMICA DE MECÁNICA
INDUSTRIAL

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EMILIANO
ZAPATA DEL ESTADO DE MORELOS

Autor 2: Ramírez Zúñiga Guillermo*

DIVISIÓN ACADÉMICA DE MECÁNICA
INDUSTRIAL

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EMILIANO
ZAPATA DEL ESTADO DE MORELOS

No. ORCID: 0000-0001-5713-7567

Abstract- In the world of microcontrollers there are different alternatives, some easier to learn than others, but today, most people use microcontrollers like the Arduino, which is very well documented, with many libraries and code examples. that can be implemented. However, at present, the complexity of some projects or the requirements that are needed in them, do not allow the use of Arduinos or PICs, a clear example is, when it is necessary to measure microvolts, or work in parallel with the microcontroller code.

A little-known alternative for these cases is the PSoC 5LP development card, from the Cypress company, which has a 20-bit resolution ADC and reconfigurable peripherals, an economical, powerful, versatile and easy-to-implement option.

Keywords- microcontrollers, psoc 5lp, 20 bit adc, thermocouples, heat flow sensors.

Palabras claves- Microcontroladores, psoc 5lp, adc 20 bits, termopares, sensores flujo de calor.

RESUMEN:

En el mundo de los microcontroladores existen diferentes alternativas, algunas más fáciles de aprender a utilizar que otras, pero hoy en día, la mayoría de las personas emplean microcontroladores como el Arduino, el cual está muy bien documentado, con muchas librerías y ejemplos de códigos que pueden ser implementados. Sin embargo, en la actualidad, la complejidad de algunos proyectos o los requerimientos que se necesitan en estos, no permiten emplear Arduinos o PIC, un ejemplo claro es, cuando se requiere medir microvolts, o trabajar paralelamente el código del microcontrolador. Una alternativa poco conocida para estos casos es la tarjeta de desarrollo PSoC 5LP, de la compañía Cypress, el cual cuenta con ADC de 20 bits de resolución y periféricos reconfigurables, una opción económica, potente, versátil y fácil de implementar.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad existen diferentes microcontroladores empleados en la educación ingenieril, entre los que podemos mencionar al Arduino, con sus diferentes placas, los PICs, el ESP8266, el ESP32, la Raspberry Pi, el MicroBit, entre muchos otros. Todos estos, tienen una programación secuencial y su hardware es hasta cierto punto limitado en cuestiones de instrumentación y control. Una alternativa útil a los anteriores microcontroladores, tenemos al kit CY8CKIT-059 PSoC™ 5LP, que incorpora el dispositivo CY8C5888LTI-LP097 de la familia PSoC™ 5LP. PSoC™ 5LP es el System on a chip (SoC) programable, el más integrado de la industria, que combina periféricos analógicos y digitales programables de alta precisión, con una CPU ARM Cortex-M3, en un solo chip. Integra analógicos personalizados y programables de alta precisión de 20 bits, incluye amplificadores operacionales, PGA, filtros, comparadores, SAR y Delta-Sigma ADC y detección táctil de CapSense.

El kit proporciona acceso a todas las E/S del dispositivo PSoC 5LP en un formato compatible con el protoboard. Cuenta con un cabezal de micro-USB para crear prototipos con conectividad USB 2.0. El kit también está diseñado con un factor de forma que permite a los usuarios separar el conector USB con el programador de KitProg y utilizarlo de forma independiente. Por consiguiente, el PSoC 5LP es una excelente herramienta para el prototipado rápido de equipos escolares e industriales (CY8CKIT-059 PSoC® 5LP Prototyping Kit Guide, 2015).

DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

Planteamiento del problema

La División Académica de Mecánica Industrial (DAMI) de la Universidad Tecnológica Emiliano Zapata del estado de Morelos, cuenta con manuales de prácticas y/o de laboratorio para la carrera de Mecatrónica, que permiten al cuerpo docente y estudiantil tener herramientas para la enseñanza y el aprendizaje eficaz, orientados hacia los diferentes software y hardware utilizados en el plan de estudios vigente.

Uno de los temas que se tocan en la carrera de Mecatrónica es la programación de microcontroladores, de los cuales existen diversos hardware y software en el mercado; sin embargo, actualmente los manuales están enfocados en hardware y software comunes, como, Arduino y PIC. Dichos microcontroladores son muy útiles para introducir al estudiante a la programación de microcontroladores, pero, en cuestiones específicas de instrumentación y control, un Arduino y un PIC se quedan limitados en su convertidor analógico-digital, el cual es de 10 bits, lo que limita su medición a mV.

Por ejemplo, en control, muchas de las ocasiones se requiere medir temperaturas con termopares, los cuales generan voltajes en el orden de los microvolts; por ende, un Arduino nunca podría leer un voltaje tan pequeño. Por otro lado, tanto los Arduinos y PIC ejecutan su código de programación de manera secuencial y por último sus diferentes periféricos son fijos; es decir, no se pueden modificar sus características.

Marco referencial

El Microcontrolador es un circuito integrado que es el componente principal de una aplicación embebida. Es como una pequeña computadora que incluye sistemas para controlar elementos de entrada/salida. También incluye a un procesador y por supuesto memoria que puede guardar el programa y sus variables (flash y RAM).

Funciona como una mini PC. Su función es la de automatizar procesos y procesar información. Elegir un microcontrolador involucra que se tiene en mente el uso que se le dará. Pensar en la cantidad de memoria que necesita, los puertos de entrada y salida, los protocolos de comunicación que necesitamos, el consumo eléctrico, el lenguaje del que haremos uso, el tiempo del que disponemos para la realización del proyecto, el costo de inversión, entre otros factores importantes para mantener la calidad de un proyecto. Lo bueno es que puedes saber todas las características de un microcontrolador leyendo su hoja de datos o datasheet, estas se pueden conseguir en la página de los fabricantes y repositorios en línea. Pero su lectura involucra un análisis detallado (Ashby, 2005).

La diferencia entre un microcontrolador y un microprocesador son los elementos que lo componen. Por ejemplo, un microcontrolador contiene un microprocesador y un microprocesador al menos incluye: una memoria ulla, y una unidad de control. Lo podemos ver de la siguiente forma, un microcontrolador tiene un microprocesador, pero un microprocesador no puede contener un microcontrolador (a menos que se programe en una fuga o en silicio) (Camargo López, 2016).

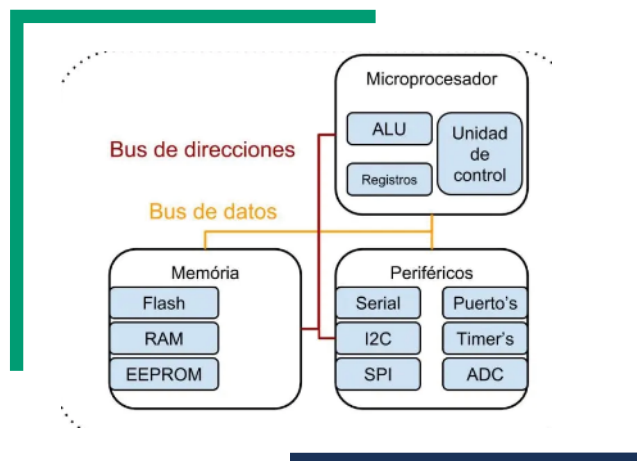


Figura 1. Esquema general de un Microcontrolador. Representa los elementos más representativos de los elementos internos de un Microcontrolador.

Por otro lado, en la actualidad existen los SoC o system on a chip, se conoce a un SoC como un chip que integra todas o la mayor parte de componentes necesarios para el funcionamiento de un ordenador. Entre ellas se incluirá casi siempre una CPU, por lo que podemos hablar de un procesador que incluye más componentes en su interior que normalmente estarían relegados a chips externos a este. Entonces, podemos hablar de SoC cuando a una CPU le combinemos otras partes como una tarjeta gráfica, módems de red, memoria RAM o almacenamiento... o incluso cuando simplemente le añadamos partes de entrada/salida como podría ser el control de USB o SATA, líneas PCI Express, etc. El gran requisito es que sean partes que en una arquitectura de PC tradicional se atribuirían a un chip aparte, y no al propio SoC (Camargo López et al., 2021).

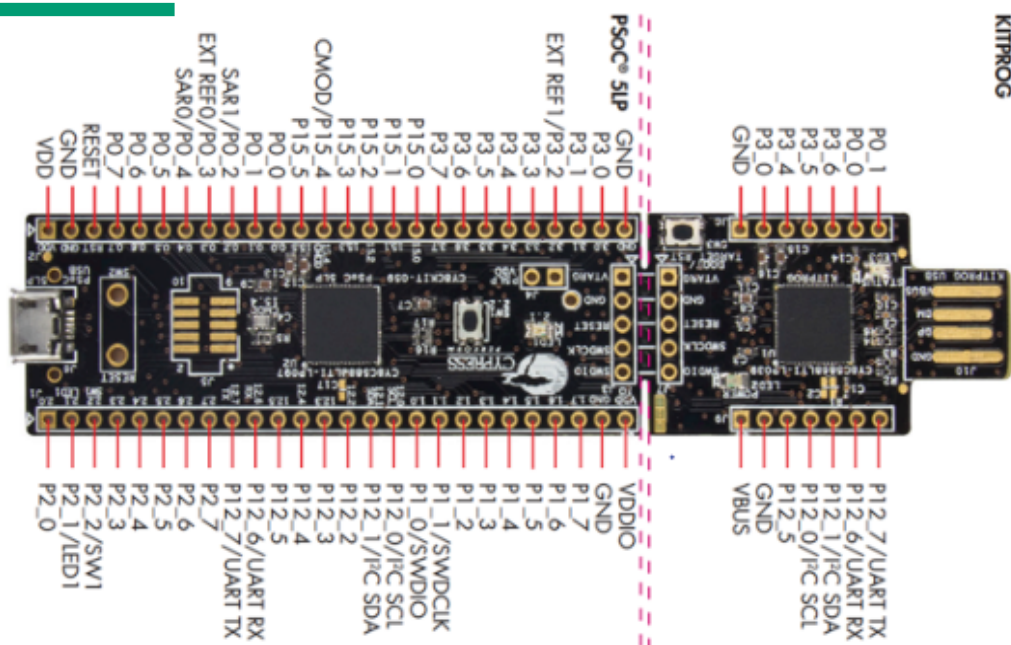
Hablando de microcontroladores, podemos decir que existen integrados que incluyen todo en uno, como es el caso del PSoC 5LP, el cual es un SoC que combina periféricos analógicos y digitales programables y de alta precisión con una CPU ARM Cortex-M3 en un solo chip. La tarjeta de desarrollo CY8CKIT-059 con el PSoC 5LP brinda acceso a todas las E/S del dispositivo en un formato compatible con un protoboard. Cuenta con un conector micro-USB para crear prototipos con conectividad Full Speed USB 2.0. Adicionalmente, tiene un conveniente factor de forma ajustable, lo que permite a los usuarios separar el conector USB con el programador y depurador KitProg de la placa de destino para usarlos de forma independiente. En la figura siguiente se muestra a la tarjeta de desarrollo PSoC 5LP.

METODOLOGÍA

Como se mencionó anteriormente, en la sección "Planteamiento del problema", uno de los problemas más comunes es el poco material disponible para diferentes microcontroladores en las carreras ingenieriles que tienen que ver con este tema. Por ello, se propuso en los Proyectos internos de la UTEZ, desarrollar un manual de prácticas de un microcontrolador capaz de medir microvolts y que permita reconfigurar sus periféricos (Saucedo Mendoza, 2020).

El microcontrolador seleccionado para el desarrollo del manual de prácticas fue el PSoC 5LP, el cual tiene las siguientes características principales:

- 32-bit ARM Cortex-M3 CPU core
- Boost startup from 0.5V, Single-cell battery operation
- 300nA low leakage Hibernate low power mode
- 3x ADCs (12-bit 1Msps SAR ADC, 20-bit DelSig ADC)
- 4x 8-bit DACs and Programmable analog array blocks
- Versatile I/O system
- Digital peripherals
- Analog peripherals ($1.71V \leq VDDA \leq 5.50V$)
- Programming, debug, and trace
- Precision, programmable clocking



El PSoC 5LP tiene múltiples aplicaciones en instrumentación, automatización y control, derivado de sus características y reconfiguración de sus periféricos, algunas de las aplicaciones tecnológicas pueden ser:

- Circuito de acondicionamiento de señal
- Medidor de glucosa en la sangre
- Monitor de presión arterial
- Control de temperatura
- Accesorios para iPod, iPhone e iPad
- Proyector LED
- Lector de tarjetas magnéticas
- Oxímetro de pulso

El manual de prácticas fue elaborado por el Ing. Saucedo Mendoza Hugo, como parte de su proyecto de estadías para titulación como Ingeniero en Mecatrónica. Este manual aporta a la comunidad universitaria una herramienta potente, que puede implementar en el desarrollo de prototipado rápido en las tareas integradoras de las materias y de proyectos de estadía. El manual cuenta con las siguientes prácticas:

1. Instalación del software Psoc Creator y del driver de la tarjeta CY8CKIT-059.

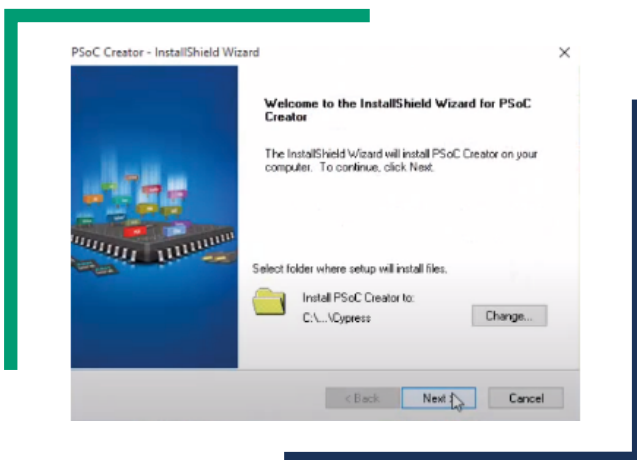


Figura 3. Ventana del asistente de instalación del software de programación PSoC Creator para diferentes placas de desarrollo

2. Programa 'hola mundo' (encendido de led integrado en la tarjeta y uso del push button).
3. Uso del Puerto serie, envío de datos por serial a la PC.
4. Uso del puerto I2C. Uso del LCD (conexión I2C y normal).



Figura 4. Pantalla LCD 16x2, ejemplo de la práctica I2C con aplicación a LCD

5. Uso del ADC Delta Sigma. Lectura de voltajes utilizando diferentes configuraciones.
6. Uso del ADC SAR. Lectura de voltajes utilizando diferentes configuraciones.
7. Medición de temperatura con un termistor (LM35, LM61 o LM335).
8. Medición de temperatura con varios tipos de termopares.

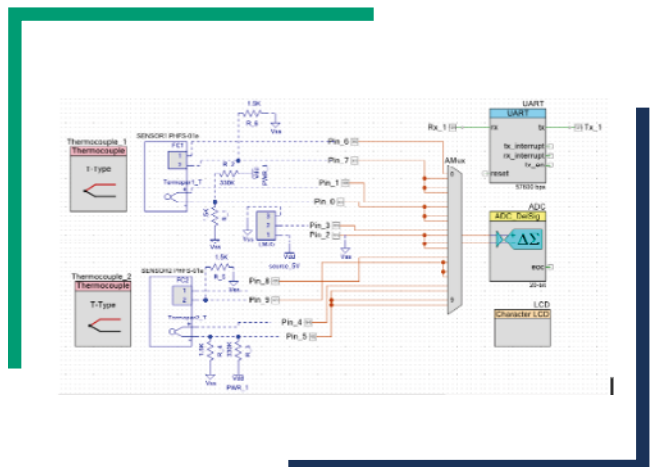


Figura 5. Diagrama a bloques de configuración del PSoC para acondicionamiento de señales de termopares y LM335

9. Uso de los amplificadores (Inversor y no inversor). Indicar sus limitaciones.
10. Uso del DAC (current, voltage, dithered, waveform).
11. Modulación por ancho de pulso (PWM).

Adicionalmente, el trabajo fue complementado con una serie de vídeos que dejan más claro los pasos a seguir en cada práctica, así como, una explicación más detallada y visual de la configuración del dispositivo.

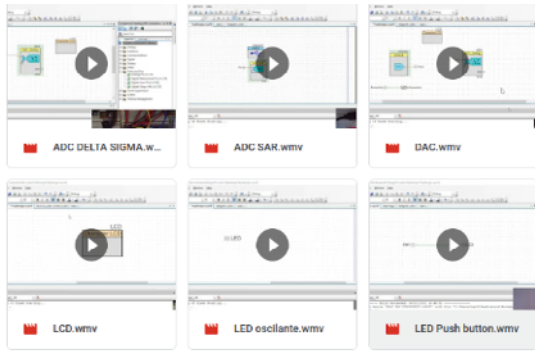


Figura 6. Videos elaborados del manual de prácticas del PSoC 5LP

RESULTADOS

Al final del período de estadías de ingeniería del 2020, se logró terminar de redactar un manual de prácticas y se grabaron diferentes vídeos sobre el microcontrolador PSoC 5LP, con los cuales pueden estudiantes y profesores aprender cuestiones básicas con el PSoC 5LP, tales como:

- 1.- Descargar e instalar el Software Psoc Creator.
- 2.- Programación básica con el Software Psoc Creator.
- 3.- Implementación de circuitos básicos con PSoC.

Se comparte los enlaces tanto de los vídeos, como del manual de prácticas, para los cuales se tiene que solicitar acceso para poder ingresar a las carpetas que contienen dicho material. Próximamente, se han de compartir mediante repositorio en GitHub.

Enlace de videos

<https://drive.google.com/drive/folders/1mvUe3WMJvgVmbug8Uw9DIPx8WFnTaRgJ?usp=sharing>

Enlace del Manual de Prácticas

<https://drive.google.com/file/d/1YvmUwJEA9VRoxedduwm1y0fxNJRHhRMN/view?usp=sharing>

CONCLUSIONES

Hoy en día existen múltiples opciones en cuanto a microcontroladores para el desarrollo de prototipos, cada uno con sus pros y contras; con el paso del tiempo, van surgiendo nuevas necesidades, por ello, es indispensable innovar y desarrollar material útil para alumnos y profesores que buscan opciones específicas en el área de instrumentación, automatización y control.

Al momento ya se cuenta con un manual de prácticas sencillo y fácil de seguir para programar e implementar prototipos con el microcontrolador PSoC 5LP. El cual con sus características es un importante apoyo, siempre y cuando se conozcan sus capacidades, justo lo que se busca con el proyecto expuesto en este documento.

RECOMENDACIONES

El Manual de Prácticas, expuesto en el presente trabajo, requiere actualizaciones, tanto en el documento redactado, como en los vídeos, para anexar nuevos temas de interés y casos de aplicación. A futuro se pretende desarrollar un proyecto de principio a fin sobre control de temperatura con PID para termoeléctricos. Además, desarrollar una interfaz de monitoreo de diferentes variables (mediante lectura de puerto serial), que permita observar y salvar la información en un archivo txt. Por último, se tiene pensado en el desarrollo de una tarjeta de desarrollo compatible con el PSoC 5LP, para que los estudiantes puedan desarrollar sus prácticas de manera rápida y sencilla. Por lo cual, si están interesados en colaborar o realizar estadía desarrollando parte del trabajo pendiente, se pueden poner en contacto por correo.

Contacto

guillermoramirez@utez.edu.mx.

REFERENCIAS

Ashby, R. (2005). Designer's Guide to the Cypress PSoC. Elsevier Science.

Camargo López, J. R. (2016). INTRODUCCIÓN AL PSOC5LP TEORÍA Y APLICACIONES PRÁCTICAS (Primera ed.). Espacios.

Camargo López, J. R., Perdomo Charry, C. A., & Bermúdez Bucurú, B. A. (2021). Proyectos prácticos con PSoC5LP. Ediciones de la U.

CY8CKIT-059 PSoC® 5LP Prototyping Kit Guide. (2015, April 2).

Infineon Technologies. Retrieved November 16, 2022, from https://www.infineon.com/dgdl/Infineon-CY8CKIT-059_PSoC_5LP_Prototyping_Kit_Guide-UseManual-v01_00-EN.pdf?fileId=8ac78c8c7d0d8da4017d0ef981770f63

Saucedo Mendoza, H. A. (2020). MANUAL DE PROGRAMACIÓN DEL MICROCONTROLADOR PSOC 5LP. Universidad Tecnológica Emiliano Zapata.

Fotogrametría y fabricación aditiva en el prototipado rápido caso: prótesis de dedo para rehabilitación

AUTORES:

Edgardo Hugo Larrañaga Ramírez

DIVISIÓN ACADÉMICA DE TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN Y DISEÑO

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EMILIANO ZAPATA
DEL ESTADO DE MORELOS

ORCID: 0000-0003-2193-1720

David Navas Landa

DIVISIÓN ACADÉMICA DE TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN Y DISEÑO

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EMILIANO ZAPATA
DEL ESTADO DE MORELOS

ORCID: 0000-0003-2810-180X

Hugo Omar Alejandres Sánchez

DIVISIÓN ACADÉMICA DE TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN Y DISEÑO

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EMILIANO ZAPATA
DEL ESTADO DE MORELOS

Abstract- - This paper explores two technologies working together for rapid prototyping: photogrammetry and additive manufacturing. It was decided to evaluate these technologies with the production of a custom-made prosthesis for the third digit of a patient's left hand. This is because the traditional process for producing these devices requires a certified prosthetist to make several models of the affected limb using plaster, which can be labor and material intensive.

It is considered that the use of photogrammetry could facilitate the creation of customized prostheses, because, having a three-dimensional model, the prototype could be designed in context, considering the entire limb to which it will be attached. In addition, the rapid production of prototypes and their subsequent evaluation could allow a more iterative design process at a low cost, compared to traditional fabrication methods.

RESUMEN:

En este artículo se exploran dos tecnologías trabajando en conjunto para la realización de prototipos de manera rápida: la fotogrametría y la fabricación aditiva. Se decidió evaluar estas tecnologías con la realización de una prótesis a medida para el tercer dedo de la mano izquierda de una paciente. Lo anterior debido a que el proceso tradicional para producir estos aparatos requiere que un protésico certificado haga varios modelos de la extremidad afectada utilizando yeso, lo cual puede requerir mucho trabajo y material.

Se considera que el uso de la fotogrametría podría facilitar la creación de prótesis a medida, pues, teniendo un modelo tridimensional se podría diseñar el prototipo en contexto, considerando la totalidad del miembro al cual se acoplará. Además, la producción rápida de prototipos y su posterior evaluación podría permitir un proceso de diseño más iterativo a un bajo costo, comparado con los métodos de fabricación tradicionales.

Keywords- photogrammetry, additive manufacturing, rapid prototyping, finger prostheses

Palabras clave- fotogrametría, fabricación aditiva, prototipado rápido, prótesis de dedo.

INTRODUCCIÓN

En algunas disciplinas del diseño es necesaria la creación de un prototipo físico para evaluar el diseño considerando funcionalidad, ergonomía, estética, costos, viabilidad, entre otros parámetros (M.Gurr, R. Mülhaupt, 2016), dependiendo del propósito del objeto. Por esto, en la industria se ha popularizado el prototipado rápido (rapid prototyping, RP) como parte del proceso de diseño (Piyush B., Rupinder S., et al. 2020). Además, la fabricación aditiva (additive manufacturing, AM) se ha vuelto más accesible con la disminución de los precios de las impresoras en 3D.

Para poder producir un prototipo con AM se necesita de un modelo tridimensional (ANSI, 2017), el cual puede ser generado por herramientas de diseño asistido por computadora (computer-aided design, CAD) utilizando geometría bidimensional y tridimensional (John R. Painter, Gordon M. Mair, et al. 1994). El proceso generalizado consiste en la elaboración de un diseño conceptual, elaboración de un diseño detallado (considerando las especificaciones técnicas), desarrollo del concepto o prototipo y la evaluación del diseño.

Durante el desarrollo del prototipo en CAD se suelen utilizar bocetos (Hemant M., Saurabh S. et al. 2017) y dibujos técnicos. Sin embargo, ambos proveen información bidimensional únicamente.

El uso de tecnologías para la digitalización tridimensional de un objeto físico en el proceso de fabricación de productos se ha explorado como una manera de proveer más información al diseñador durante el desarrollo del prototipo (Luximon A., Luximon Y., 2021). Una de las alternativas para lograr esto es la fotogrametría, la cual consiste en obtener información (principalmente métrica) sobre una superficie u objeto; sin interactuar físicamente con este (Schenk T., 2005).

Se evalúa la integración de la fotogrametría con la fabricación aditiva por medio de la realización de una prótesis a medida para el tercer dedo de la mano izquierda de una paciente. Lo anterior debido a que el proceso tradicional para producir estos aparatos requiere que un protésico certificado haga varios modelos de la extremidad afectada utilizando yeso, lo cual puede requerir mucho trabajo y material (Young KJ, Pierce JE, 2019).

Se considera que la integración de estas tecnologías podría facilitar el proceso de desarrollo de prototipos para prótesis a medida.

DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

En el proceso de Diseño (Munari B. 1983) y en la aplicación de metodologías y estrategias para la implementación de objetos, existen varios autores que han estudiado el proceso y formulados procedimientos con los cuales podemos aplicar este proceso y obtener resultados.

El problema para resolver por parte de la disciplina de diseño es la creación de prototipos, y el desarrollo de técnicas que se usan para fabricar rápidamente un modelo a escala de una pieza o un conjunto de piezas físicas a partir de datos recopilados de diseño asistido por ordenador

(CAD) tridimensionales. Es la búsqueda de un proceso para la creación de prototipos, se propone la creación de un prototipo de prótesis para asistir a una persona del sexo femenino quien ha perdido un dedo y esto será con la realización de un estudio antropométrico y de medidas, donde se establecen los parámetros morfológicos y de estructura ósea, que ayuden a encontrar el prototipo adecuado para asistir el movimiento en este dedo de la persona.

Son las acciones como caminar, escribir o asir objetos, en donde la observación y medición son elementos importantes, así como la realización de una historial clínico de la persona que ayude a determinar medidas y la posible solución adecuada y personalizada para establecer el correcto funcionamiento de las piezas que involucran el prototipo.

Los principales datos surgen de la pérdida de una extremidad o alguna parte de la extremidad como es un dedo, y a partir de esa falta se propone una pieza o prototipo integrando tecnología de la impresión 3D.

Dentro de las propuestas de solución se propone imprimir prototipos funcionales hechas a la medida, utilizando la tecnología actual, respondiendo a las necesidades de los pacientes y los tipos de prótesis y órtesis que se pueden encontrar en el mercado.

Cada uno de los datos recopilados, mediciones y características ergonómicas se analiza y sirve para la realización del prototipo final o propuesta de objeto final funcional.

Uno de los análisis de datos es el transportar las ideas generadas a objetos físicos utilizando herramientas propias de la fotografía y modelado 3d como lo es la fotogrametría, y el área del diseño y el campo médico.

La obtención de modelos de prótesis y órtesis completamente funcionales y editables, piezas impresas, armadas y listas para su uso, la customización de estas para pacientes.

Con base en la experiencia del grupo de trabajo se realiza una serie de propuestas gráficas y prototipos funcionales, que satisfagan las necesidades de la paciente. Realización de una propuesta gráfica a partir de los análisis de datos utilizando elementos visuales y la tecnología.

Se propone el uso del software de modelado 3D como Blender y Ultimaker Cura, y el uso de impresoras 3D, como herramientas nuevas generación, para su uso a futuro. Se propone el uso del internet para la investigación y

comparación con otros proyectos relacionados.

En este apartado se realizan las propuestas gráficas a partir de análisis de datos y se obtienen prototipos reales, donde se miden resultados y funcionamiento del prototipo, se experimenta con el objeto realizado y se aplican pruebas de producto.

Basado en el proceso de fotogrametría de Alice Vision (Griwodz C., Gasparini S., et al. 2021) y el proceso estandarizado de producción de partes por fabricación aditiva (ANSI, 2017), se propone el siguiente flujo de trabajo:

Preparación del objeto base para su digitalización

El software de fotogrametría busca rasgos distintivos de la superficie de un objeto (Otero R., et al. 2014). Debido a que la información utilizada para este proceso es un mapa de bits (Lowe D., 2004), se recomienda evitar superficies reflejantes, transparentes o cuya apariencia varíe dependiendo del ángulo de observación. Si se detecta la presencia de alguna de estas características en la superficie del objeto, se recomienda cubrirlo con una capa de material opaco.

De igual manera, es recomendable añadir patrones o textura a la superficie para facilitar el proceso de extracción de rasgos (Busby J., s/f).

Medición en físico del objeto base

La toma de medidas será fundamental para poder evaluar la exactitud y precisión del modelo digital. Además, se necesitará una medida para calibrar el modelo digital. Durante esta actividad también se deberán marcar puntos para calibrar la malla poligonal.

Captura fotográfica del objeto base

Las imágenes fotográficas serán determinantes de la calidad de la malla generada por la fotogrametría, por esto, es necesario cuidar las condiciones del entorno cuando se realice esta actividad. Se recomienda realizar la captura fotográfica en un entorno con luz controlada y sin proyección de sombras. Para este proceso se puede usar cualquier cámara, sin embargo, se prefieren cámaras que usen formatos con compresión de datos sin pérdida de información (formatos RAW) (Griwodz C., Gasparini S., et al. 2021).

Se deberá capturar la totalidad de la superficie que se desea digitalizar.

Para esto, se orbita alrededor del objeto, realizando la captura y desplazándose en incrementos establecidos. Dependiendo de la complejidad del objeto, se requerirá capturar más o menos fotografías. Sin embargo, se favorece una mayor cantidad de imágenes pues significa más información.

Obtención de la malla poligonal

Después de obtener las imágenes, se importan dentro del software de fotogrametría. Es necesario revisar si el programa tiene la información completa de la cámara utilizada. En caso contrario, se deberá actualizar el archivo de base de datos de cámaras del software.

Limpieza de la malla poligonal

La malla poligonal generada por el software de fotogrametría tendrá geometría no deseada, debido a que el software no hace una discriminación de rasgos. Todos los rasgos localizados en el espacio tridimensional aportarán al proceso de generación de la malla (Jancosek M., Pajdla T., 2014). Por esto, se realiza una limpieza del modelo para aislar la parte de interés. Este proceso puede ser realizado en cualquier programa de modelado poligonal.

Calibración del objeto base digital

Posterior a la limpieza de la malla, es necesario calibrar el modelo digital resultante. Para esto, se deben utilizar puntos distintivos del modelo tridimensional, los cuales se debieron medir en físico con anticipación. Después, se ajustará la escala uniforme del objeto hasta que la medida digital entre los puntos coincida con la medición que se realizó en físico.

Diseño del prototipo digital en contexto

En esta etapa se comienza el proceso de exploración e ideación del diseño, considerando el objeto base digital. La técnica de modelado tridimensional puede ser diseño asistido por computadora (computer-aided design, CAD) o modelado poligonal.

Preparación del prototipo digital para su impresión en 3D

El software de impresión 3D utilizará el volumen del modelo para determinar la colocación del material. Por esto, se deben utilizar modelos sólidos y no superficies. Además, se deben evitar las intersecciones entre piezas.

Para el acomodo de las piezas, se recomienda colocar las piezas con la base (la parte más ancha del modelo) reposando sobre la superficie de impresión. En caso de que no se cuente con una base, se deberá considerar la adición de soportes al modelo. Este proceso se puede realizar de manera automática dentro del software de impresión 3D.

Selección de materiales de impresión

Cada prototipo requerirá propiedades físicas específicas. El material utilizado para la fabricación del prototipo se definirá en función de sus interacciones mecánicas.

Se realizó la antropometría de la mano considerando las medidas propuestas en (Cakit, E., Durgun B., et al. 2014). Para las amplitudes y longitudes se utilizó un vernier; para las circunferencias se utilizó cinta de medir; y para las longitudes mayores al rango de medición del vernier, se utilizó una regla graduada. Las mediciones se realizaron sin ejercer mucha presión sobre la piel para evitar variación por hundimiento. Lo anterior debido a que estas medidas se compararán con un modelo digital, donde las medidas se realizan a nivel de superficie.

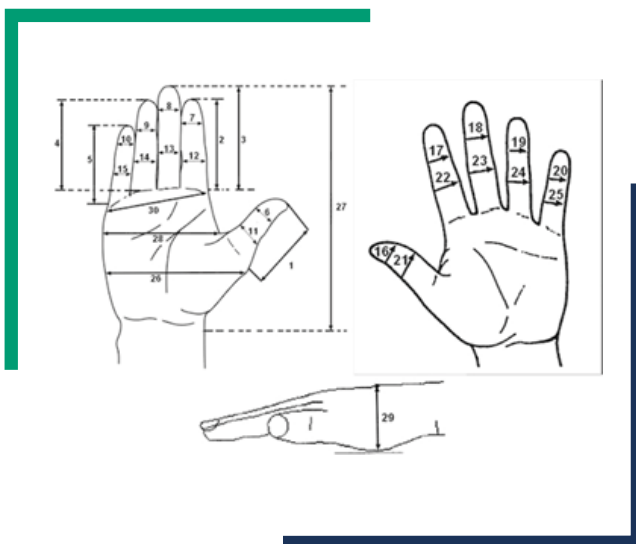


Figura 1. Dimensiones de la mano (Cakit, E., Durgun B., et al. 2014)

Antes de aplicar la fotogrametría en el caso de estudio se optó por hacer pruebas de viabilidad con otra mano.

Se utilizó la mano de un joven a quien se le indicó sentarse en una silla, colocar su brazo en posición "L" sobre una superficie estable y tratar de mantener inmóvil la extremidad durante la sesión de captura fotográfica. Utilizando un marcador base agua se dibujaron líneas y puntos sobre la superficie de las caras palmar y dorsal de la mano, con el objetivo de facilitar el proceso de detección de rasgos. Posteriormente, se capturó la totalidad de la superficie de la mano utilizando la cámara principal de un teléfono móvil. Se comenzó con la captura de la cara dorsal de la mano vista de frente y se comenzó a rodear la mano en incrementos de aproximadamente 30 grados. Después, se realizaron esas mismas tomas con desfase de posición superior e inferior. Se capturaron 240 fotografías en formato negativo digital (DNG) con una resolución de 3024 x 4032 píxeles.



Figura 2. Mano utilizada para las pruebas de fotogrametría con los patrones para la detección de rasgos

Las imágenes se concentraron en una carpeta para ser utilizadas dentro del programa de computadora Meshroom, en donde se comenzó el proceso de fotogrametría.

Antes de ejecutar el proceso, se actualizó la información de la base de datos de los sensores de cámara de Meshroom, debido a que no contenía la información del teléfono móvil utilizado. Se mantuvo el proceso de fotogrametría por defecto de Meshroom, conformado por los sub-procesos de inicialización de la cámara (camera initialization), extracción de rasgos (feature extraction), empate de imágenes (image matching), empate de rasgos (feature matching), estructura a partir de movimiento (structure from motion), mapeo de profundidad (depth mapping), creación de malla (meshing), aplicación de filtros a la malla (mesh filtering) y texturización (texturing).

La malla poligonal resultante se exportó como un archivo en formato de definición de geometría Wavefront OBJ (OBJ). Este se importó en el programa de computadora Blender para realizar la limpieza de la malla poligonal. Para esto, se eliminó la geometría innecesaria y se orientó el modelo aproximadamente como se capturó.

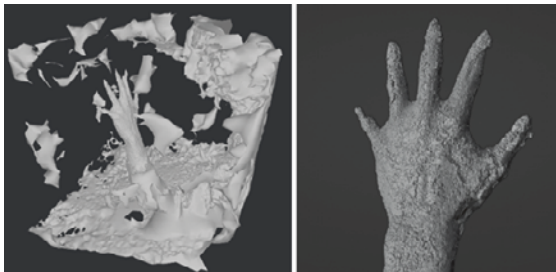


Figura 3. Izquierda: malla poligonal resultante del proceso de fotogrametría. Derecha: malla poligonal aislada, sin geometría no deseada.

Utilizando Blender, se realizó la calibración del modelo. Para esto, se tomó como referencia el ancho de la muñeca porque es una dimensión que no varía mucho por flexión o extensión muscular ni por hundimiento de la piel durante la medición física.

Después de la calibración, se realizó una evaluación de la calidad del modelo resultante para comprobar su viabilidad como base para el diseño del prototipo en el caso de estudio.

Para el modelado de la prótesis se tomó como referencia el modelo realizado por Nicholas Brookins. Posteriormente, se utilizaron las medidas de la mano de la paciente para ajustar las proporciones y dimensiones del diseño. Se utilizó un flujo de trabajo incorporando CAD y modelado poligonal. El modelado de los sólidos se realizó principalmente con el uso de primitivas geométricas básicas, extrusiones y operaciones booleanas.

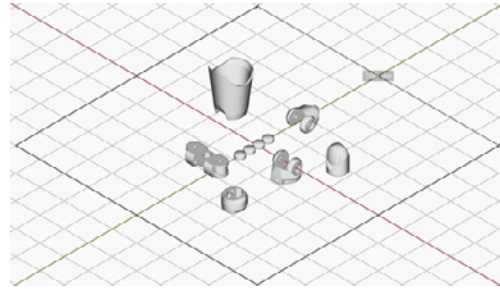


Figura 4. Modelos finales de las piezas de la prótesis de dedo

Para exportar los modelos 3D se utilizó el formato de definición de geometría STereoLithography (STL). Se realizó una prueba de impresión usando modelado por deposición fundida (fused deposition modeling, FDM) con la impresora Makerbot Replicator Plus utilizando políácido láctico (polylactic acid, PLA) como material; específicamente, PLA Hatchbox de 1.75 mm. La impresora se configuró a una altura de capa de 0.1 mm y a una temperatura de 190°C, de acuerdo con las especificaciones del material.

Asimismo, se solicitó la impresión de las mismas partes a un servicio de impresión utilizando estereolitografía (Stereolithography, SLA) y resina de fotopolímero estándar (standard photopolymer resin) rígida, para las partes estructurales; y flexible, para las partes cobertoras.

RESULTADOS

Al finalizar el proceso de fotogrametría, se logró obtener un modelo tridimensional. Sin embargo, este presentó algunas malformaciones en los dedos, principalmente en su cara palmar. Por ende, algunas medidas digitales presentaron gran variación con respecto a su equivalente en físico (véase la Tabla 1; medidas 1, 10, 18, 20 y 25). Adicionalmente, la malla poligonal se generó con una variación promedio en la superficie de 4.3 mm.

Tabla 1. Comparativa entre medidas antropométricas de la mano, físicas y digitales.

	Medida	Físico (mm)	Digital (mm)	Diferencia (mm)
1	Punta del dedo a raíz dedo 1	66.8	54	12.8
2	Punta del dedo a raíz dedo 2	66.25	67.8	155
3	Punta del dedo a raíz dedo 3	76.6	77.8	12
4	Punta del dedo a raíz dedo 4	74	74.1	0.1
5	Punta del dedo a raíz dedo 5	64.8	46.8	18
6	Amplitud en la primera articulación dedo 1	20	17.8	2.2
7	Amplitud en la primera articulación dedo 2	14.45	14.7	0.25
8	Amplitud en la primera articulación dedo 3	15.25	15.4	0.15
9	Amplitud en la primera articulación dedo 4	13.8	13.4	0.4
10	Amplitud en la primera articulación dedo 5	12.7	8.56	4.14
11	Amplitud en la segunda articulación dedo 1	27.45	29.7	2.25
12	Amplitud en la segunda articulación dedo 2	17.15	17.9	0.75
13	Amplitud en la segunda articulación dedo 3	17.75	18.1	0.35
14	Amplitud en la segunda articulación dedo 4	16.1	16.3	0.2
15	Amplitud en la segunda articulación dedo 5	14.65	14	0.65
16	Circunferencia en la primera articulación ded	62	50.4	11.6
17	Circunferencia en la primera articulación ded	52	45.2	6.8
18	Circunferencia en la primera articulación ded	53	42.29	10.71
19	Circunferencia en la primera articulación ded	49	42.41	6.59
20	Circunferencia en la primera articulación ded	46	22.99	23.01
21	Circunferencia en la segunda articulación de	85	86.65	1.65
22	Circunferencia en la segunda articulación de	57	58.1	1.1
23	Circunferencia en la segunda articulación de	60	59.26	0.74
24	Circunferencia en la segunda articulación de	55	55.11	0.11
25	Circunferencia en la segunda articulación de	50	38.75	11.25
26	Amplitud de la mano a través del pulgar	102.45	102.75	0.3
27	Longitud de la mano	190	191	1
28	Amplitud de la palma	89.2	88.9	0.3
29	Profundidad de la mano	44.7	44.8	0.1
30	Amplitud de la mano en los metacarplanos	87.3	90.4	3.1

Con respecto a la impresión 3D de las piezas, ambos métodos lograron fabricar las piezas con buena calidad. No obstante, las piezas producidas por SLA presentaron mayor calidad comparadas con las piezas producidas por FDM. Además, la impresión por SLA permitió el uso de materiales rígidos y flexibles. Ambos grupos de piezas se pudieron ensamblar; sin embargo, debido a su mayor calidad, las piezas de resina formaron un mejor ensamble.



Figura 5. Piezas del prototipo de prótesis impresas con FDM



Figura 6. Piezas del prototipo de prótesis impresas con SLA



Figura 7. Piezas del prototipo de prótesis impresas con FDM

DISCUSIÓN

Si se observa el modelo y los resultados de la tabla 1, las partes menos precisas son las puntas de los dedos, específicamente en la cara palmar. De aquí se pueden plantear dos hipótesis: las partes menos precisas son también las partes más móviles de la mano, entonces la razón de fallo se podría deber al movimiento de los dedos entre fotografía y fotografía. Para evaluar este punto, se realizó una captura de video con las mismas condiciones que cuando se escaneó la mano. La mano descansando sobre una superficie sólida, el sujeto tratando de mantener inmóvil la mano y esta en una posición extendida.

Se tomó una muestra en video de 3 minutos, se estabilizó la posición y rotación de la palma y se capturó el movimiento de cada dedo en particular. En la figura X se muestra una gráfica con el movimiento de los dedos. De la gráfica se puede observar que el desplazamiento promedio fue de 2 píxeles, lo cual convertido en milímetros equivale a 0.54 mm aproximadamente. Además, el desplazamiento máximo fue de 20 píxeles, equivalente a 5.4 mm aproximadamente.

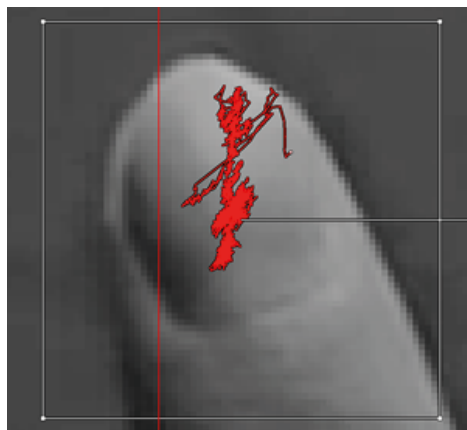


Figura 8. Movimiento bidimensional del dedo 2, con respecto de su posición inicial

Al finalizar el proceso de fotogrametría, se logró obtener un modelo tridimensional. Sin embargo, este presentó algunas malformaciones en los dedos, principalmente en su cara palmar. Por ende, algunas medidas digitales presentaron gran variación con respecto a su equivalente en físico (véase la Tabla 1; medidas 1, 10, 18, 20 y 25). Adicionalmente, la malla poligonal se generó con una variación promedio en la superficie de 4.3 mm.

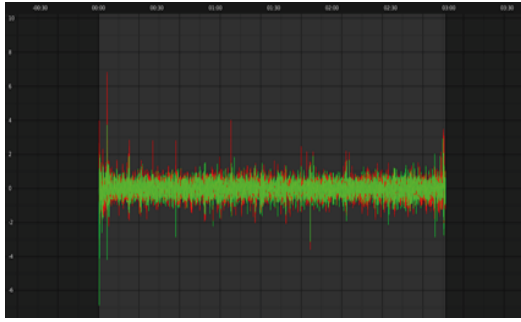


Figura 9. Línea verde: movimiento vertical de los dedos. Línea roja: movimiento horizontal de los dedos. Evaluación durante 180 segundos.

Otro punto para analizar fue la cantidad de fotografías que aportaron rasgos para la reconstrucción del modelo tridimensional. La parte más distorsionada de la mano es el dedo 5. Analizando las imágenes, se notó que en la mayoría de las imágenes que capturan la parte distorsionada no se logró obtener la posición del rasgo en 3D, como se observa en la figura 10, donde los puntos azules corresponden a los rasgos detectados en la imagen (bidimensionales), los puntos naranjas corresponden a los rasgos que no se pudieron proyectar en el espacio 3D y los puntos rojos corresponden a los rasgos proyectados en el espacio 3D. La mayoría de las imágenes donde se muestra la parte palmar del dedo 5 tienen mayor cantidad de puntos naranjas.

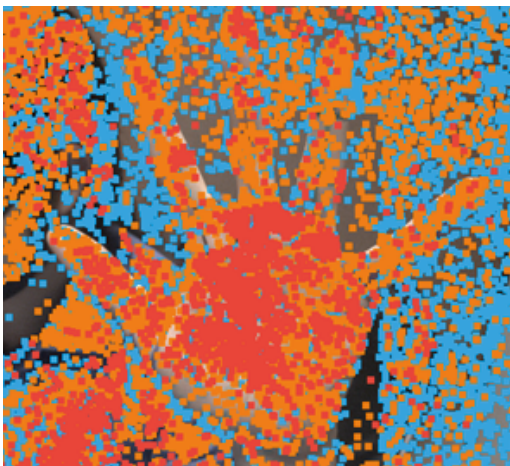


Figura 10. Rasgos detectados en una de las imágenes utilizadas para la fotogrametría

El modelo digital de la mano de prueba mostró resultados mixtos. Algunas medidas presentan poca variación, mientras que otras presentan demasiada variación. Las partes más importantes para el caso de estudio son los dedos. Debido a la falta de precisión en estas partes, se decidió no usar fotogrametría para la captura del modelo base para la realización de la prótesis de dedo. En su lugar, se utilizó el método tradicional: toma de medidas en físico y captura fotográfica de las distintas vistas de la mano, como referencia durante la etapa de modelado 3D.

Por parte de la impresión 3D, se logró un resultado favorable. Todas las piezas de la prótesis se pudieron ensamblar y esta se pudo acoplar al muñón. La parte funcional-mecánica de la prótesis fue evaluada por una maestra en el área de terapia física, quien verificó su utilidad para rehabilitación. Sin embargo, la condición de la paciente no permitió que la prótesis se pudiera utilizar, debido a la falta de movimiento del dedo afectado. Otro punto que se retroalimentó fue la parte estética; el prototipo se realizó con el objetivo de ser funcional y explorar una alternativa para la realización de prótesis a medida. Por esto, no se consideraron aspectos estéticos durante el diseño. Posterior investigación mostró que un porcentaje de pacientes quienes usan prótesis para las extremidades superiores abandonan estos aparatos por razones estéticas (Young KJ, Pierce JE, et al. 2019).

CONCLUSIONES

Se concluye que las propuestas de solución en materia de fotogrametría es el aprovechamiento de recursos materiales y tecnológicos con los que se cuenta para la realización de más tomas fotográficas con una estructura donde el resultado de la captura de los objetos sea único, donde la utilización de la información ayude a que el modelo a realizar en este caso una prótesis sea lo más preciso posible.

y también se concluye que se puede utilizar una estructura que mantenga inmóvil el objeto o elemento del cuerpo para mejorar la captura fotográfica y que sea en una sola toma para mejorar los resultados de fotogrametría, ya que consideramos que uno de los pasos más importantes para la obtención de modelos 3d es la captura fotográfica controlada y así poder vaciar la información al programa.

Lo más importante en el estudio realizado es capturar la mano en estado de reposo y así poder tener toda la información que nos ayude a la realización de la prótesis.

REFERENCIAS

Young KJ, Pierce JE, Zuniga JM. Assessment of body-powered 3D printed partial finger prostheses: a case study. 3D Print Med. 2019 May 2;5(1):7. doi: 10.1186/s41205-019-0044-0. PMID: 31049828; PMCID: PMC6743133.

Gurr, M., y R. Mülhaupt. «Rapid Prototyping». En Reference Module in Materials Science and Materials Engineering. Elsevier, 2016. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803581-8.01477-6>

Richard Bibb, 7 - Future developments, Editor(s): Richard Bibb, In Woodhead Publishing Series in Biomaterials, Medical Modelling, Woodhead Publishing, 2006, Pages 276-279, ISBN 9781845691387, <https://doi.org/10.1533/9781845692001.276>

Piyush Bedi, Rupinder Singh, Inderpreet S. Ahuja, A Comprehensive Study for 3D Printing of Rapid Tooling From Reinforced Waste Thermoplastics. Encyclopedia of Renewable and Sustainable Materials, Elsevier. 2020, Pages 114-144, ISBN 9780128131961, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803581-8.11495-X>

American National Standards Institute (2017) Standardization Roadmap for Additive Manufacturing (version 1.0) https://share.ansi.org/Shared%20Documents/Standards%20Activities/AMSC/AMSC_Roadmap_February_2017.pdf

John R. Painter, Gordon M. Mair, Trevor G. Clarkson, 5 - Computer-integrated engineering systems, Editor(s): Edward H. Smith, Mechanical Engineer's Reference Book (Twelfth Edition), Butterworth-Heinemann, 1994, Pages 5-15-44, ISBN 9780750611954, <https://doi.org/10.1016/B978-0-7506-1195-4.50009-9>

Product Design and Development: Phases and Approach, International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT) <http://www.ijert.org> ISSN: 2278-0181 IJERTV6IS070136 Published by : www.ijert.org Vol. 6 Issue 07, July - 2017

Ameersing Luximon, Yan Luximon, Chapter 19 - New echnologies—3D scanning, 3D design, and 3D printing, Editor(s): A. Luximon, In The Textile Institute Book Series, Handbook of Footwear Design and Manufacture (Second Edition), Woodhead Publishing, 2021, Pages 477-503, ISBN 9780128216064, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821606-4.00019-3>.

"Para divulgar bien... contar historias"

Dr. Sergio de Regúles



Hace poco revisé un artículo sobre aritmética maya que exponía detalladamente cómo se hacen operaciones con el sistema numérico de esa civilización. El texto resultaba un poco aburrido porque parecía entrada de enciclopedia o capítulo de libro de texto. La explicación era buena, pero no se antojaba leerla. ¿Qué le fallaba?

Un rato después me senté a comer unos tacos de canasta con mis amigas y colegas Libia Barajas y Sofi Argüelles. Libia nos contó esta historia: una señora mayor (conocida de una amiga de Libia) iba de pie en un vagón de metro atestado cuando se dio cuenta de que le habían robado el reloj.

Desesperada, miró de un lado a otro para ver si el ladrón seguía por ahí y se dio cuenta de que el individuo que iba junto ella traía puesto su reloj. "¡Qué cinismo!", pensó la mujer, y le sobrevino una rabia incontenible. "¡Qué insulto! Encima de que me roba el reloj, se queda ahí parado sin importarle que yo me dé cuenta. Seguramente piensa que soy una viejita indefensa".

Mientras Libia contaba la historia hasta nos olvidamos de masticar; nos tenía prendidos de sus palabras. Acabamos llorando de la risa, que es una de las sensaciones más agradables del mundo. Imagínense la historia que contó el pobre tipo al llegar a su casa: "¡Me asaltó una viejita!" Y he aquí lo que le faltaba al artículo de la aritmética maya: no contaba ninguna historia. Con la experiencia he descubierto que si quiero acaparar la atención del público (en una conferencia, en un libro o artículo, en un programa de radio o hasta en una clase) lo mejor es pasar al modo narrativo. Narrar es la forma por excelencia de transmitir información y convencer, y todo indica que por buenas razones.

Hay una línea de investigación relativamente reciente que consiste en indagar 1) por qué todas las culturas de todos los tiempos, sin excepción, tienen cuentos que se pasan de generación en generación, y 2) qué se requiere para que el público se deje transportar por la narrativa. Los resultados sugieren varias cosas interesantes.

En primer lugar, que no cualquier cadena de sucesos se puede considerar una narrativa. Para ser eficaz, la historia necesita "agentes intencionales" con deseos y motivaciones: personajes reconocibles como humanos en situaciones de adversidad. Una lista de hechos no es una narrativa. Una explicación descarnada tampoco. Hacen falta gente y conflicto.

La psicóloga Melanie Green, de la Universidad de Carolina del Norte, ha llevado a cabo experimentos que demuestran, como ya se sospechaba, que las personas reaccionan más intensamente a las historias si lo que éstas describen les es conocido. Green puso a un grupo de voluntarios a leer la historia de un hombre homosexual que llega a una fiesta de su generación de la universidad. Como es natural, la historia cautivó más a los participantes homosexuales o con amigos o parientes que lo fueran. Debe de ser el famoso "sentirse identificado".

Otras investigaciones aún más interesantes muestran que hay relación entre el nivel de empatía de una persona (que mide cuán capaz es esa persona de ponerse en los zapatos de los demás) y la intensidad con que se deja llevar por una historia. Hay gente que no se conmueve con nada y las hay que lloran hasta con un anuncio en la tele.

Para poderse poner en los zapatos de los demás se necesita, antes que nada, creer que los demás funcionan igual que uno: que tienen deseos, intenciones, motivos parecidos a los nuestros. Esta creencia tiene nombre: los psicólogos la han llamado "teoría de la mente", y en experimentos con niños pequeños han encontrado que los menores de cuatro o cinco años en general son incapaces de imaginarse qué puede estar pensando otra persona. Esos niños no han desarrollado la teoría de la mente.

En cambio, los niños mayores no tienen ninguna dificultad en entender que todas las personas tienen mente como ellos, y que el contenido de esas mentes, aunque no se vea (lo que es útil para decir mentiras), se puede inferir (por lo que hay que tener cuidado cuando uno dice mentiras).

La teoría de la mente es una habilidad indispensable para vivir en sociedad; por eso la mayoría de la gente la posee.

Es más, la poseemos en tan alto grado que nos vamos de largo y tendemos a atribuirle mente e intenciones a todo lo que se mueva, sin importar si es cosa, animal... o mancha móvil en una pantalla de cine.

En 1944 Fritz Heider y Mary-Ann Simmel lo demostraron con un experimento. Pusieron a sus voluntarios a ver una película animada de dos triángulos y un círculo que daban vueltas alrededor de un cuadrado y luego les pidieron que describieran lo que pasaba. Todos describieron la escena como si las figuras geométricas tuvieran intenciones: "El círculo está persiguiendo a los triángulos" y cosas por el estilo. De ahí a ver intenciones y voluntades en todo lo que ocurre sólo hay un paso.

"La información es poder", se dice por ahí, y esto ya era cierto cuando nuestros antepasados deambulaban por las llanuras heladas de Europa y Asia en busca de alimento y refugio temporal. Si vives en comunidad, es importante saber qué hacen los demás. Esto da lugar a la conversación y a los chismes. También es importante enseñarles a los niños un montón de normas sociales y de reacciones adecuadas en situaciones de peligro (de preferencia sin ponerlos realmente en peligro). Keith Oatley, profesor de psicología cognitiva aplicada de la Universidad de Toronto, piensa que los cuentos que se transmiten de generación en generación en todas las culturas son una especie de simulador de vuelo para practicar en la mente las habilidades sociales sin meter la pata.

Quizá otra forma de ver esta gran base de datos cultural de historias que nos contamos sería: los cuentos son información extra que no viene de fábrica en el cerebro y que hay que "descargar" del ambiente, como las aplicaciones que se le ponen a un teléfono celular, metáfora de la cultura que sé que me puede costar cara. (Experimento: ponerlo en Facebook y esperar a que se me lancen a la yugular por comparar la cultura con la App Store).

En resumen: tenemos un cerebro finamente ajustado para reaccionar intensamente a la información expresada en forma narrativa. Lo saben los publicistas, que desde hace años han dejado de ensalsarnos las bondades de los productos para, en su lugar, contarnos historias en las que a veces ni figura el producto. Y lo sabemos los escritores científicos y divulgadores de la ciencia (algunos, por lo menos). Sí, eso le propondré al autor del artículo sobre aritmética maya: no nos expliques tanto, mejor cuéntanos.



CONVOCATORIA DE ADMISIÓN 2023

**Venta de fichas
a partir del 09 de enero 2023
a través de www.utez.edu.mx**

**Fichas sujetas a demanda por carrera.*



UTEZ.Morelos



utezmorelos



@utez_morelos



Podrás descargar tu ficha para cualquiera
de nuestros planes educativos

CARRERA

DISEÑO DIGITAL ÁREA ANIMACIÓN

MANTENIMIENTO ÁREA INDUSTRIAL

DESARROLLO DE NEGOCIOS ÁREA MERCADOTECNIA

TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN
ÁREA INFRAESTRUCTURA DE REDES DIGITALES

TERAPIA FÍSICA ÁREA REHABILITACIÓN

PROCESOS INDUSTRIALES ÁREA MANUFACTURA
(INGENIERÍA INDUSTRIAL)

MECATRÓNICA ÁREA AUTOMATIZACIÓN

ADMINISTRACIÓN ÁREA CAPITAL HUMANO

CONTADURÍA

TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN ÁREA
DESARROLLO DE SOFTWARE MULTIPLATAFORMA

TURISMO DE SALUD Y BIENESTAR (TERAPIA FÍSICA)

DISEÑO Y MODA INDUSTRIAL ÁREA PRODUCCIÓN

NANOTECNOLOGÍA ÁREA MATERIALES



MURAL "MESTIZAJE DE CULTURAS"

ELABORADO POR EL ARTISTA PLÁSTICO DE ORIGEN OAXAQUEÑO, IRVING CANO, EGRESADO DE LA UTEZ.
INAUGURADO EN EL AÑO 2016

Publicación cuatrimestral de la
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EMILIANO ZAPATA
DEL ESTADO DE MORELOS

comiteeditorial@utez.edu.mx
777 368 1165 ext. 275

Territorio de Calidad®

