



Diseño de una máquina impresora braille en base arquitectura Python

Juan Eduardo Lopez-Carrillo, Karla Maria Estrada-Salazar, Guillermo Urriolagoitia-Sosa, Beatriz Romero-Ángeles

RESUMEN

Es crucial garantizar la equidad educativa para las personas con discapacidad visual en nuestra nación. Sin embargo, las instituciones educativas en México se enfrentan al desafío de contar con recursos económicos para enseñar lenguaje braille. Por consiguiente, una impresora braille de bajo costo se vuelve un instrumento esencial para fomentar la inclusión educativa. La programación en Python desempeña un papel fundamental en el avance científico en México, lo cual beneficia la creación y el diseño de implementaciones que ayuden a las escuelas tanto públicas como privadas a disponer de una impresora braille asequible en sus aulas. El diseño de la impresora se ha realizado utilizando la arquitectura Python, elegida debido a su amplia comunidad de desarrolladores y su versatilidad. La facilidad de uso también fue un factor considerado al seleccionar este lenguaje de programación. Esta impresora, que produce texto en relieve de manera rápida y precisa, permitirá que los estudiantes con discapacidades visuales accedan fácilmente a la información escrita. La eficiencia del dispositivo fomenta su participación activa en el proceso educativo y promoviendo un aprendizaje dinámico.

La disponibilidad de una impresora braille a un precio accesible en México tiene un impacto significativo en la igualdad de oportunidades para las personas con discapacidad visual. Además, la incorporación de la programación en Python en el diseño de la máquina garantiza su adaptabilidad y futuras mejoras. Este proyecto tiene como objetivo impulsar la inclusión educativa y promover la tecnología accesible como una herramienta para el desarrollo integral de las personas con discapacidad visual en México.

ABSTRACT

It is crucial to ensure educational equity for individuals with visual disabilities in our nation. However, educational institutions in Mexico face the challenge of having limited financial resources to teach braille language. Therefore, a low-cost braille printer becomes an essential instrument to promote educational inclusion. Python programming plays a fundamental role in scientific advancement in Mexico, benefiting the creation and design of implementations that help both public and private schools have an affordable braille printer in their classrooms. The printer's design

has been developed using the Python architecture, chosen for its extensive developer community and versatility. User-friendliness was also a considered factor when selecting this programming language. This printer, capable of quickly and accurately producing raised text, will enable students with visual disabilities to easily access written information. The efficiency of the device encourages their active participation in the educational process and promoting dynamic learning.

The availability of an affordable braille printer in Mexico has a significant impact on equal opportunities for individuals with visual disabilities. Additionally, incorporating Python programming into the machine's design ensures its adaptability and future improvements. This project aims to drive educational inclusion and promote accessible technology as a tool for the comprehensive development of individuals with visual disabilities in Mexico.

Palabras claves: Diseño, braille, Impresora, Mecánica, Python, Discapacidad.

INTRODUCCIÓN

En México, la discapacidad visual ha sido un gran desafío que afecta la calidad de vida de un sector de la población. A lo largo de la historia, han existido varias corporaciones o programas que ayudaban a solventar dicha situación. La Asociación para Evitar la Ceguera en México (AECM) fue fundada el 13 de agosto de 1918 en la ciudad de Puebla, siendo la primera en abogar por las herramientas de mejora de vida para las personas que sufrían dicho impedimento visual, encabezados por el Dr. José Terrés, bajo el nombre de "Junta para la Prevención de la Ceguera en México" (Sánchez-huerta, Sánchez-Fontán & Salcedo-Casillas 2019, pp 300-304). La ceguera es un problema de salud pública en México y el glaucoma es la primera causa de ceguera en el país (Gilbert-Lucido, García-Huerta, Ruiz-Quintero, Gil-Carrasco & García-López, 2010, pp 86-90).

Actualmente en nuestro país, la inclusión de las personas con discapacidad visual en las instituciones educativas mexicanas se ha limitado a unas pocas áreas donde se brindan apoyos especiales relacionados con métodos educativos adaptados a las necesidades de aquellos con deficiencia visual parcial o total (Ugarte, 2022, pp 101-147). Según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), se estima que hay alrededor de 126 millones de personas en total que viven en el país, y se ha identificado que aproximadamente 5.7 millones de personas tienen alguna dificultad física o mental para realizar actividades de la vida cotidiana, lo que representa aproximadamente el 5.13% de la población total del país. Dentro de este grupo, se observa que el 58.8% (aproximadamente 3.35 millones) de las personas con discapacidad

* Instituto Politécnico Nacional Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Sección de Estudios de Posgrado e Investigación Unidad Profesional Adolfo López Mateos, "Zacatenco", edif. 5, 2do Piso, Col. Lindavista, Alcaldía Gustavo A. Madero, C.P. 07320, Ciudad de México, México.

Correo electrónico de contacto: jlopezc2212@alumno.ipn.mx





en México presentan dificultades motrices. Además, el 28.5% (alrededor de 1.63 millones) tiene deficiencias visuales, el 11% (cerca de 627,000) sufre de deficiencias auditivas, el 9.9% (aproximadamente 564,000) tiene discapacidad mental y el 2.7% (alrededor de 154,000) enfrenta discapacidad del habla o lenguaje. (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2023).

Es relevante resaltar que en México se presentan importantes limitaciones en cuanto a los recursos disponibles para proporcionar el apoyo necesario a estas personas. La escasez de recursos adecuados a discapacidades se convierte en un impedimento para asegurar el acceso a las herramientas visuales indispensables en el ámbito educativo. Como consecuencia, numerosos niños con discapacidad visual enfrentan obstáculos en su nivel de educación y tienen dificultades para desarrollar plenamente sus capacidades. (Reynaga-Peña, 2019, pp 53).

FUNCIONAMIENTO

Con el fin de abordar eficazmente este problema, se ha optado por aprovechar la tecnología de impresión en 2D y 3D. Esta elección se basa en las numerosas ventajas que brindan, permitiendo la creación de un completo conjunto de herramientas didácticas para las aulas de educación primaria en todo el país. Estas herramientas no solo beneficiarán a un solo salón de clases, sino que podrán ser utilizadas por toda una escuela. Además, la simplicidad de uso, junto con los costos de mantenimiento y materiales, no representarán una carga significativa para los estudiantes y profesores.

Desarrollo de los prototipos

El proyecto se divide en tres áreas de trabajo: el desarrollo de software y programación, la fabricación de los dispositivos y el área de capacitación y mantenimiento. Además, se ha considerado un plan de distribución a nivel nacional para que esta tecnología pueda abarcar diferentes áreas de la educación y beneficiar al mayor número de personas posible.

La propuesta consiste en desarrollar un dispositivo que ayude a personas invidentes. Este dispositivo tiene la capacidad de transformar documentos digitales escritos en caracteres alfabéticos al lenguaje braille. Además, puede imprimir el texto en formato braille estándar en placas y bases didácticas en 3D, o en papel y hojas de vida útil baja en formato 2D. El objetivo principal es automatizar el proceso manual de creación de texto braille, permitiendo ingresar el texto requerido y traducirlo automáticamente mediante el uso de herramientas de software actuales y la programación en Python.

Recopilación y procesamiento de texto:

Debe existir un sistema que permita el ingreso de texto en formato digital, ya sea a través de una interfaz de usuario o mediante la lectura de archivos de texto. La elección de utilizar archivos en formato Word o PDF se basa principalmente en su amplio uso y facilidad de acceso en diversos dispositivos actuales. Esto permite generar el texto en una computadora, independientemente del sistema operativo que se utilice, e incluso en un teléfono móvil

actual. La propuesta de trabajo y de impresión se ajustará según las necesidades del profesor y los materiales requeridos.

Se utilizarán herramientas de software, como bibliotecas de procesamiento de texto en Python, para manipular y formatear el texto según sea necesario en el proceso de impresión en 2D. Los programas se ejecutarán automáticamente al tener el documento listo para imprimir. Sin embargo, no se implementarán medidas de seguridad ni exclusividad de código, ya que se pretende que cualquier persona con conocimientos de programación en Python pueda interactuar con el código y modificarlo según sus necesidades.

En cuanto a la impresión en 3D, el uso de Python ayudará a transformar los puntos de comunicación entre el usuario y los programas adicionales, dependiendo de la impresora 3D utilizada. También se brindará la posibilidad de interactuar con el código y modificarlo según las necesidades requeridas.

Traducción a braille:

Se necesita una biblioteca basada en un algoritmo que convierta el texto en caracteres alfabéticos a su equivalente en braille. Para este proceso, se utiliza el Reconocimiento Óptico de Caracteres (OCR). El proceso implica adquirir una imagen y procesarla de manera que se extraigan los caracteres de todo tipo y se traduzcan al lenguaje braille. La tecnología OCR varía según la calidad de la imagen, pero en conjunto con el programa OpenOffice, que es un programa de software libre y de código abierto que ofrece un conjunto de aplicaciones de productividad de oficina, ayuda a maximizar la precisión y minimizar los errores. Por otro lado, implica que todo lo anterior sea dirigido a dos tipos de salida de impresión: la 2D y la 3D, ya que se utilizan dos procesos de impresión totalmente distintos. Se pueden utilizar reglas de traducción personalizadas o bibliotecas existentes de Python, como "Pytesseract" o "pybraille", para realizar la conversión. Solamente se tendrán que adaptar al código y al proceso que se llevará a cabo para la traducción.

Figura 1 Funcionamiento de OCR (Smith,2007, pp 629-633).



Impresión en formato braille:

Para imprimir en un formato de braille en placas didácticas en 3D con relieve en braille, se opta por utilizar una impresora braille diseñada específicamente para este propósito. Esta impresora se ha desarrollado en conjunto del paquete de las impresiones que busca maximizar la economía al utilizar estas herramientas de apoyo,



utilizando principalmente madera para la estructura completa que conforma el 90% de las piezas, lo que facilita su replicación. Además, se proporcionarán todos los planos e instructivos necesarios para el montaje de la impresora.

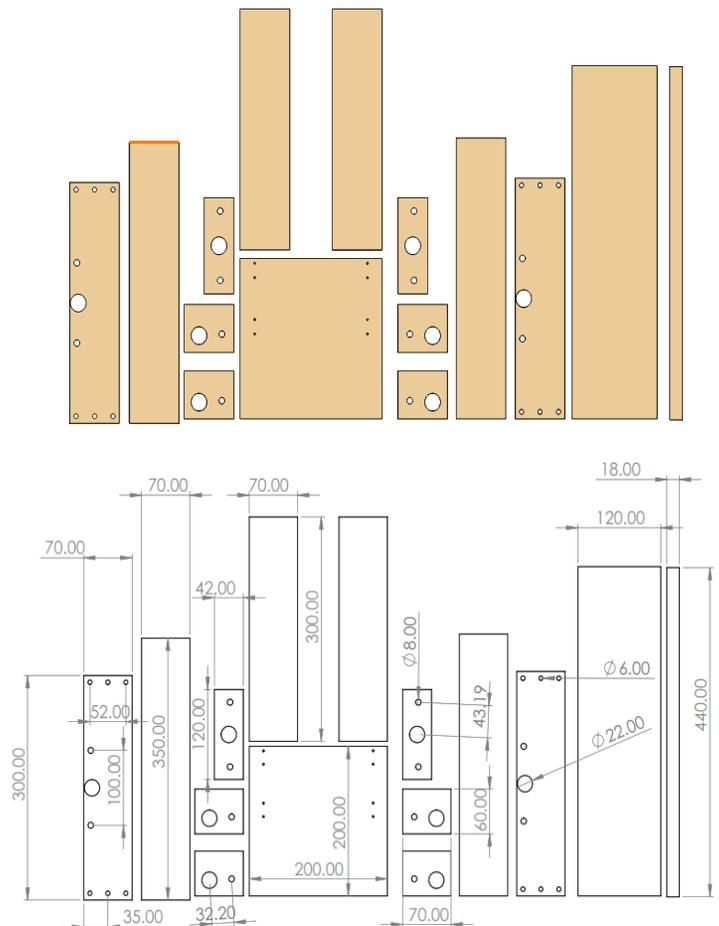
Materiales de construcción impresora 3D

Los elementos que conforman la impresora 3D son los siguientes. Es importante destacar que se trata de materiales muy económicos que no afectarían el cambio parcial o total de las partes del funcionamiento mecánico en la escuela o área donde se instale. Aunque son materiales básicos, si se desea, se podrá modificar con materiales de mayor calidad para mejorar su funcionamiento a lo largo del tiempo de uso.

1. Estructura: Las partes que componen la estructura están fabricadas principalmente de madera. Esta elección se basa en su bajo costo y su capacidad para proporcionar soporte y estabilidad al conjunto de la impresora. Es importante tener en cuenta que el uso de MDF no se recomienda, a menos que se le aplique barniz.
2. Extrusor y fusor: El extrusor y el fusor utilizados son variantes que operan con cinco voltajes básicos. Estas variantes permiten ajustar la velocidad y la cantidad de material que se extrude y funde durante el proceso.
3. Ejes: Los ejes de la impresora están compuestos por varillas no corrugadas de 1/4 de pulgada de diámetro, con longitudes de 25 cm y 34 cm. Estas varillas garantizan un desplazamiento suave y preciso de los componentes.
4. Varillas y rodamientos: Se utilizan dos pares de varillas, uno de 25 cm y otro de 34 cm, en diferentes secciones de la impresora. Estas varillas, junto con los rodamientos, aseguran la estabilidad y el correcto desplazamiento de los componentes.
5. Husillos: La impresora cuenta con husillos de 25 cm y 34 cm, los cuales son elementos utilizados para el movimiento vertical. Estos husillos permiten ajustar la posición de los componentes de manera precisa.
6. Fuente de alimentación: La energía necesaria para el funcionamiento de la impresora 3D es suministrada por dos cargadores de teléfono de 5 voltios, que actúan como fuente de alimentación.
7. Placa base: En esta impresora se utiliza la placa Arduino Mega como su placa base. Esta placa, que funciona como el cerebro de la impresora, cuenta con un procesador potente y suficientes capacidades de entrada y salida (E/S) para controlar los diferentes componentes.
8. Base sujetadora de correa tipo cincho: Para asegurar y tensar la correa de transmisión de la impresora 3D, se utilizan ocho bases sujetadoras de correa tipo cincho.

En la parte de la estructura, todas las piezas pueden ser manufacturadas con herramientas de fácil acceso, ya que se diseñaron con medidas estandarizadas y ajustadas a su tamaño.

Figura 2 Piezas con planos de estructura principal.



Dado que la impresora no es de gran tamaño y se puede programar fácilmente (con Arduino ya cargado), su instalación no debería llevar más de 15 minutos. Se estima que su vida útil será de aproximadamente 2 años de uso al realizar un mantenimiento regular y adecuado, se asegura un funcionamiento óptimo y se previenen problemas que puedan acortar la vida útil del equipo o 10,000 horas de uso continuo. Esto incluye cuidados específicos que se mencionan en el plan de mantenimiento, en conjunto de revisiones periódicas que contribuyen a maximizar su rendimiento manteniendo una impresión confiable y de calidad a lo largo del tiempo.

Plan de mantenimiento

El plan de mantenimiento de la impresora 3D básica es importante, ya que garantiza su óptimo funcionamiento a lo largo de su vida

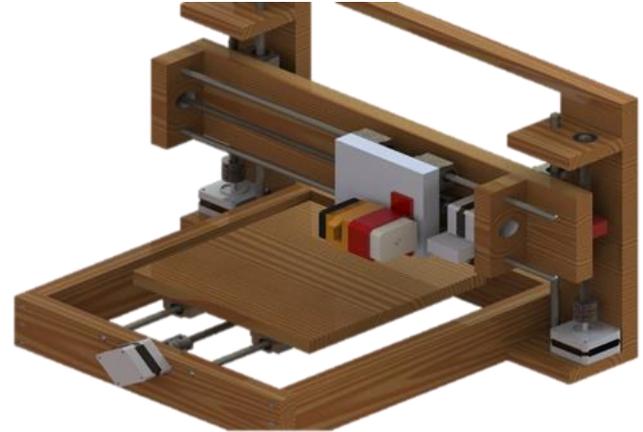


útil. Para ello, se deben seguir una serie de pasos para mantenerla en buen estado.

- En primer lugar, es necesario llevar a cabo una limpieza regular para eliminar el polvo y la suciedad acumulada en el filamento. Esta tarea se puede realizar utilizando un pequeño cepillo o aire comprimido. La limpieza debe llevarse a cabo una o dos veces por semana.
- El nivelado de la cama de impresión es otra tarea importante. Antes de cada impresión, especialmente si la impresora se encuentra en un entorno donde se manipula con frecuencia, como un aula de clases, se debe revisar y ajustar el nivel de la cama de impresión.
- Algunas partes móviles de la impresora 3D pueden requerir lubricación periódica. Si se observan alteraciones en la exactitud de las impresiones finales, es recomendable realizar una lubricación preventiva aproximadamente una vez al mes.
- Es fundamental realizar inspecciones regulares de los componentes de la impresora 3D, como correas, poleas, rodamientos y tornillos, para detectar cualquier desgaste o daño que pueda afectar su funcionamiento.
- El extrusor es una de las partes más importantes en el uso de las impresoras 3D básicas. Se debe desmontar cuidadosamente y limpiar a fondo con las herramientas proporcionadas para calibrarlo, garantizando así un flujo continuo de material suave.
- Es recomendable verificar si la comunidad de Python tiene nuevos complementos que puedan corregir o reducir las imperfecciones de las impresiones finales, actualizando el firmware de la impresora si es necesario.
- Siempre que se desmonte alguna de las piezas de la impresora 3D, es necesario realizar la calibración y ajuste adecuados en su totalidad para garantizar la vida útil y el buen funcionamiento de todas las piezas.
- Por último, se debe reemplazar regularmente los consumibles, como las boquillas y las láminas de construcción, ya que cada uno tiene una vida útil específica y se deben manejar los desperdicios de acuerdo a las indicaciones.

Siguiendo el plan general de mantenimiento, cumpliendo con los tiempos y las normas de calibración requeridas para la impresión, y realizando pruebas según las condiciones de trabajo, se garantizará una mayor vida útil del producto.

Figura 3 Propuesta de impresora 3D.



Para imprimir en formato braille en papel en 2D, el proceso es completamente distinto. Se requiere una impresora de inyección de tinta capaz de imprimir en relación cara/base, es decir, una impresora que pueda imprimir en ambos lados al mismo tiempo. Aprovechando esta función de la impresora, el proceso de impresión solo se reflejará en la cara posterior de la hoja, de manera que toda la información salga impresa boca abajo. En este caso, se utiliza papel encerado y papel blanco manila como materiales. Estos tipos de impresoras permiten configurar una mayor cantidad de inyección de tinta, por lo que se le aplicará el doble en este caso. Después de salir de la impresora, la impresión pasa a una bandeja donde se le añade un polvo compuesto de fécula de maíz utilizado como espesante en alimentos y almidón alimentario de trigo. Este polvo se adhiere y se endurece al entrar en contacto con la tinta, generando el relieve necesario para su lectura en braille.

Figura 4 Impresión braille en 2D.





La calidad de impresión es tan precisa que se puede comparar a las impresiones de los libros de texto proporcionados por la Secretaría de Educación Pública (SEP) para personas con discapacidad visual. Además, la combinación de la textura del papel encerado con los bordes creados por el polvo facilita la detección táctil del braille en comparación con el papel convencional.

Automatización:

Se utiliza Python para automatizar el proceso. Cuando se decide qué tipo de impresión se tendrá, este tipo de lenguaje ayuda al usuario a pasar automáticamente la información a traducir, utilizando los diversos programas que realizan los cambios alfanuméricos a lenguaje braille sin ningún tipo de intervención, en caso de que no tenga conocimiento de los programas. Por otro lado, la comunicación de la computadora en relación a las impresoras se ve beneficiada al seleccionar una u otra de manera autónoma.

Dentro de la impresión 3D, en específico, Python se encarga de pasar los textos escritos en braille ya traducidos en formato estereolitografiado (STL) a la impresora 3D, ya sea de del paquete propuesto o alguna externa, trabajando con los paquetes "Pygame" y "OpenSCAD" para generar modelos en 3D basados en el texto traducido. Si se requiere una interfaz de usuario, se pueden utilizar bibliotecas como "Tkinter" o "PyQt" para crear una interfaz gráfica donde los usuarios puedan ingresar el texto y controlar el proceso de impresión de manera más sencilla, con la limitante de que no se podrá interactuar con diferentes formatos de textos, aparte de los que se redacten en el programa.

Software utilizado.

Pytesseract

Pytesseract es una herramienta de OCR para Python que reconoce el texto dentro de imágenes. Es capaz de leer todos los tipos de imágenes compatibles en Windows. Su funcionamiento permite extraer la información de las imágenes y guardarla en un archivo de texto editable.

```
import pytesseract

# Cargar la imagen
imagen = Image.open("imagen.png")

# Utilizar pytesseract para extraer el
texto de la imagen
texto =
pytesseract.image_to_string(imagen)

# Imprimir el texto extraído
print(texto)
```

En este ejemplo, se importa la biblioteca Pytesseract y la imagen de un archivo. En este caso, se trata de una imagen llamada "imagen.png". Se utiliza la función `image_to_string()` de Pytesseract para extraer el texto de la imagen, el cual se almacena en la variable "texto" y finalmente, se imprime el texto extraído. Pybraille:

Pybraille es una herramienta para Python que reconoce el texto alfanumérico dentro de documentos con el fin de realizar la conversión de texto a braille. Esta herramienta es capaz de leer

```
import pybraille

# Crea una instancia de la clase
PyBraille
braille = pybraille.PyBraille()

# Define el texto a convertir
texto = "Hola, esto es un ejemplo de
texto en Braille."

# Convierte el texto en Braille
resultado = braille.to_braille(texto)

# Imprime el resultado
print(resultado)
```

todos los tipos de documentos de texto compatibles con Windows. Su funcionamiento permite extraer la información alfanumérica de los documentos y guardarla en un archivo de texto editable que contiene representaciones visuales de los caracteres Braille.

En este ejemplo, se importa la biblioteca pybraille. Se utiliza la función de definición de texto para convertirlo en Braille y se emplea la función `to_braille()` para realizar dicha conversión. El resultado se almacena en la variable "resultado" y, finalmente, se imprime el texto extraído.

Tkinter:

Tkinter es una herramienta para Python que permite crear interfaces gráficas de usuario. Esta herramienta es capaz de todos los elementos de la interfaz de los programas a utilizar con las impresoras 2D y 3D.



```
import tkinter

# Crear una ventana
ventana = tk.Tk()
ventana.title("Interfaz impresora
braille")
ventana.geometry("400x300")

# Crear una etiqueta
etiqueta = tk.Label(ventana,
text=";Impresora braille!")
etiqueta.pack()

# Ejecutar el bucle de eventos
ventana.mainloop()
```

En este ejemplo, se importa la biblioteca tkinter. Se utiliza la función para crear una ventana utilizando `tk.Tk()`. Se le asigna un título y un tamaño utilizando `ventana.title()` y `ventana.geometry()`. Se crea una etiqueta con el texto "Impresora braille" utilizando la función `tk.Label()` y se agrega a la ventana con la función `etiqueta.pack()`. Finalmente, se ejecuta la ventana.

CONCLUSIÓN

Actualmente, el desarrollo de la tecnología 3D es cada vez más accesible. Esto abre un gran espectro de posibilidades para la creación de herramientas didácticas que ayuden a solucionar las problemáticas de la sociedad. La implementación de tecnologías de impresión braille en formato 2D y 3D representa un avance significativo en la inclusión educativa de las personas con discapacidad visual en México.

Las soluciones tecnológicas ayudan a superar las limitaciones al adaptar materiales actuales a las necesidades de estas personas, mejorando así su calidad de vida. Sin embargo, es fundamental seguir generando estas tecnologías y facilitar su acceso a los docentes. Además, es importante dar a conocer la gran desigualdad existente en muchos aspectos, empezando por la educación a la que muchas personas se enfrentan diariamente. Con un poco de apoyo de la tecnología, podrán acceder a más oportunidades y alcanzar su máximo potencial.

NOMENCLATURA

INEGI = Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
AECM = Asociación para Evitar la Ceguera en México.
2D = Dos dimensiones.
3D = Tres dimensiones.
OCR = Reconocimiento Óptico de Caracteres.
PDF = formato de documentos portátiles.
MDF = Medium Density Fibreboard.
Arduino = placa electrónica de hardware libre.
SEP = Secretaría de Educación Pública.

STL = Formato Estereolitografiado.

REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

Gilbert-Lucido, M. E., García-Huerta, M., Ruiz-Quintero, N., Gil-Carrasco, F., García-López, A., & Casab-Rueda, H. (2010). Estudio epidemiológico de glaucoma en población mexicana. *Revista Mexicana de Oftalmología*, 84(2), 86-90.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (s/f). Discapacidad. Recuperado el 4 de junio de 2023, de <https://www.inegi.org.mx/temas/discapacidad/>

Reynaga-Peña, C. G., & Fernández-Cárdenas, J. M. (2019). La educación científica de alumnos con discapacidad visual: un análisis en el contexto mexicano. *Sinéctica*, 53.

Sánchez-Huerta, V., Sánchez-Fontán, R., & Salcedo-Casillas, G. (2019). History of a great effort... 100 years fighting to avoid blindness-Asociación para Evitar la Ceguera en México, "Hospital Dr. Luis Sánchez Bulnes," IAP. *Revista Mexicana de Oftalmología*, 92(6), 300-304.

Smith, R. (2007, septiembre). Una descripción general del motor Tesseract OCR. En Novena conferencia internacional sobre análisis y reconocimiento de documentos (ICDAR 2007) (Vol. 2, pp. 629-633).

Ugarte, M. E. G. (2022). Posiciones gubernamentales, políticas, sociales y religiosas sobre el movimiento estudiantil de 1968 en México. *Lusitania Sacra*, (46), 101-147.

INFORMACIÓN ACADÉMICA

Juan Eduardo Lopez Carrillo: Ingeniero Mecatrónico egresado de la Universidad Tecnológica de Durango. Actualmente Alumno de Maestría en Ciencias en Ingeniería mecánica en la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica del Instituto Politécnico Nacional en México.

Karla Maria Estrada Salazar: Ingeniero Mecatrónico egresado de la Universidad Tecnológica de Durango. Actualmente Alumna de Maestría en Ciencias en Ingeniería mecánica en la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica del Instituto Politécnico Nacional en México.

Guillermo Urriolagoitia Sosa: Ingeniero Mecánico egresado de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica del Instituto Politécnico Nacional, Maestría en Ciencias en Ingeniería Mecánica en Diseño Mecánico en la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica del Instituto Politécnico Nacional en México, Maestría en Ciencias de la Universidad de Oxford del Reino Unido con especialidad en fatiga por frotamiento y Doctorado en Filosofía de la Universidad de Oxford Brookes del Reino Unido con





especialidad en Esfuerzos Residuales. Actualmente Profesor Investigador Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica del Instituto Politécnico Nacional en México.

Beatriz Romero Ángeles: Ingeniero Mecánico egresada de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica del Instituto Politécnico Nacional, Maestría en Ciencias en Ingeniería Mecánica no lineal en la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica del Instituto Politécnico Nacional en México y Doctorado en Ciencias en Ingeniería Mecánica en Arresto de Grietas en la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica del Instituto Politécnico Nacional en México. Actualmente Profesor Investigador Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica del Instituto Politécnico Nacional en México.

