

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE
Departamento de Procesos Tecnológicos e Industriales

Desarrollo tecnológico y generación de riqueza sustentable

PROYECTO DE APLICACIÓN PROFESIONAL (PAP)
Programa de Apoyo al Desarrollo Tecnológico de la Industria



ITESO
Universidad Jesuita
de Guadalajara

4E06 Apoyo al Desarrollo Tecnológico de la Industria

Proyecto integrador de ingeniería en el Laboratorio de Fabricación Digital
Nueva Santa María

PRESENTA

Enrique Alejandro Mena Carlos

Profesor PAP: David Manuel Ochoa González

Tlaquepaque, Jalisco, mayo de 2019

ÍNDICE

Contenido

REPORTE PAP	2
Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional	2
Resumen	2
1. Introducción.....	3
1.1. Objetivos.....	3
1.2. Justificación.....	3
1.3 Antecedentes.....	4
1.4. Contexto	5
2. Desarrollo	6
2.1. Sustento teórico y metodológico	6
2.2. Planeación y seguimiento del proyecto	7
3. Resultados del trabajo profesional.....	12
4. Reflexiones del alumno o alumnos sobre sus aprendizajes, las implicaciones éticas y los aportes sociales del proyecto	14
5. Conclusiones.....	19
6. Bibliografía.....	19
Anexos.....	20

REPORTE PAP

Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional

Los Proyectos de Aplicación Profesional (PAP) son una modalidad educativa del ITESO en la que el estudiante aplica sus saberes y competencias socio-profesionales para el desarrollo de un proyecto que plantea soluciones a problemas de entornos reales. Su espíritu está dirigido para que el estudiante ejerza su profesión mediante una perspectiva ética y socialmente responsable.

A través de las actividades realizadas en el PAP, se acreditan el servicio social y la opción terminal. Así, en este reporte se documentan las actividades que tuvieron lugar durante el desarrollo del proyecto, sus incidencias en el entorno, y las reflexiones y aprendizajes profesionales que el estudiante desarrolló en el transcurso de su labor.

Resumen

Las colonias en donde vive gente con oportunidades limitadas y educación académica casi despreciable parece ser foco de inseguridad y actividades peligrosas para la sociedad. A su vez, el desarrollo tecnológico ha permitido que productos altamente tecnológicos sean accesibles para casi cualquier familia hoy en día. Teniendo esto en mente, este proyecto desea promover el uso de diversas tecnologías para mejorar la calidad de vida de los habitantes de la zona del Cerro del Cuatro en Jalisco por medio de capacitaciones en dichas tecnologías.

La principal arma que usaremos para atacar el problema de inseguridad de la zona es ofrecer cursos de desarrollo tecnológico como opción para todos aquellos que dispongan de tiempo libre y de interés en los mismo. De esta manera se pretende evitar que los habitantes de la comunidad se involucren en ámbitos que generen más problemas tanto a ellos mismo como a la sociedad.

1. Introducción

1.1. Objetivos

El objetivo principal es atraer a la comunidad del Cerro del Cuatro a aprender tecnologías de fabricación digital, con enfoque en jóvenes de entre doce y dieciocho años, sin discriminar la participación de personas fuera de este rango de edad, así como la creación de un prototipo usando las tecnologías disponibles en el laboratorio que integre diferentes áreas del conocimiento ingenieril.

El proyecto pretende, pero no se limita a:

- Explicar el funcionamiento de las máquinas de control numérico computarizado (CNC)
- Dar a conocer las bases de diferentes áreas de la ingeniería
- Motivar a los jóvenes del área a continuar con una educación universitaria
- Alejar a los habitantes de la zona de actividades dañinas para ellos y la sociedad

El prototipo antes mencionado debe poder ser construido con las tecnologías con las que cuenta el laboratorio, las cuales son corte láser, maquinado e impresión 3D. De igual manera, el prototipo debe poder ser replicable por los habitantes con la finalidad de que cada uno tenga la oportunidad de construir uno para uso personal. Por lo mismo, este debe poder ser construido con el menor costo posible, lo cual se debe lograr con un diseño mecánico eficiente. Dicho prototipo debe ser capaz de trabajar como una máquina CNC, con la variante de que éste, en vez de usar láser o cortador, usará una pluma o marcador para plasmar en papel el diseño que el usuario desee.

1.2. Justificación

La implementación de las Tecnologías de Fabricación Digital (TFD) se ha dado en diferentes niveles según el tamaño de las empresas o negocios. Así, tecnologías que llevan años utilizándose en grandes industrias a ser utilizados también por micro y pequeñas empresas. Sin embargo, aunque por un lado este cambio se presenta como una oportunidad de

crecimiento, representa un reto en cuanto a tener empleados capacitados en el uso de estas tecnologías.

Esta situación es todavía más crítica para las personas de zonas populares, debido al limitado acceso que tienen a la educación media superior. Así, estas personas corren el riesgo a quedar fuera del mercado laboral, al no tener las habilidades necesarias para el uso de las tecnológicas.

En este contexto este Proyecto de Aplicación Profesional busca facilitar el acceso a capacitación y experiencias de uso de TFD a los habitantes de las colonias que se encuentran en el Cerro del Cuatro, en particular de La Nueva Santa María.

1.3 Antecedentes

Aunque algunas TFD existen desde hace más de 50 años, los avances en la computación y la apertura de los mercados internacionales han facilitado recientemente el acceso ellas. Además, la masificación del acceso a Internet y la mayor disponibilidad de equipos de cómputo, permiten que estas sean utilizadas por personas sin una formación formal.

Esta combinación de factores ha permitido que estas TFD sean utilizadas para desarrollar y fabricar productos, artículos de decoración y artesanías por parte de infinidad de personas. Este proceso de creación personalizada contrasta con los procesos de fabricación impulsados por los modelos tradicionales de la industria, enfocados en la producción por en masa.

Así, el avance tecnológico ha hecho que los equipos utilizados sean cada vez más amigables y por lo tanto las habilidades necesarias para el diseño y fabricación usando estas TFD requieren cada vez menos preparación, volviéndolas cada vez más accesibles. A pesar de esto, tener experiencia en la utilización de TFD es un diferenciador en el momento de acceder a puestos de trabajo, pues a pesar de que la tecnología es cada vez más amigable el acceso a los equipos sigue siendo exclusivo para ciertos sectores de la sociedad.

Existen diversos proyectos que buscan permitir el acceso a TFD a grupos o personas que por su situación socioeconómica no lo tienen. En este sentido destaca la experiencia del Barrio de Analco, en Puebla, que ha contado con la colaboración de la Universidad Iberoamericana

de aquella ciudad. Este proyecto busca capacitar y fomentar el uso de estas tecnologías entre los artesanos de este barrio, permitiéndoles facilitar algunos de sus procesos productivos. En un contexto diferente, la Universidad de Guadalajara está estableciendo una red de laboratorios donde se capacitan estudiantes de todos los estratos socioeconómicos en el uso de estas tecnologías (Núñez, 2016). Destaca también la experiencia de los “ateneos de fabricación”, proyecto de la municipalidad de Barcelona el cual consiste en la construcción de laboratorios de fabricación digital en diversos barrios populares de esta ciudad con el objetivo de empoderar a los ciudadanos en el uso de diversas tecnologías (Besson, 2018).

1.4. Contexto

En este contexto, el proyecto del Laboratorio de Fabricación Digital Nueva Santa María surgió a mediados del 2018 como un espacio donde las personas que viven en la zona del Cerro del Cuatro pudieran tener acceso a TFD. El laboratorio fue equipado con recursos del ITESO y del Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología (COECYTJAL) a través del PROSOFTAJ. Los objetivos de este laboratorio son multidimensionales:

- A nivel personal: se busca que las personas se capaciten en el uso de las TFD, participando en procesos comunitarios y creativos. Esta capacitación se da tanto en cursos y talleres como en el uso mismo de las tecnologías durante el desarrollo de proyectos personales y de la comunidad. Se busca que las habilidades desarrolladas en el laboratorio sean transferibles a otros espacios, como pueden ser laborales o de auto empleo.
- A nivel comunitario: se busca fortalecer las actividades productivas de la comunidad, añadiendo una herramienta al abanico de habilidades de las personas y/o proyectos de emprendimiento. Así, este laboratorio puede ser utilizado como herramienta de apoyo a las iniciativas productivas de las personas, familias o de la comunidad, ofreciendo una serie de servicios y productos para ayudar a posicionarse mejor en el mercado.

- De una manera más amplia: se busca también construir un espacio de creación y convivencia seguro que sea una opción para personas de todas las edades para participar en la comunidad.

La creación de un espacio así representa un reto multidimensional: primeramente se busca que sea un espacio de formación, donde se promuevan los procesos creativos y las soluciones novedosas; se busca, además, que los usuarios del laboratorio se apropien cada vez más del espacio y que este pueda funcionar como un espacio para crear nuevas relaciones o fortalecer relaciones existentes de los miembros de la comunidad; finalmente, se busca que el laboratorio sea auto sustentable económicamente, ya sea mediante donaciones, venta de productos o servicios o el cobro de capacitaciones y/o suscripciones. De esta manera, los desarrollos presentados en este reporte buscan atender estos retos de una manera puntual, proponiendo soluciones que permitan a la comunidad fortalecer el laboratorio.

2. Desarrollo

2.1. Sustento teórico y metodológico

Para conocer a la comunidad de la parroquia Nueva Santa María y familiarizarnos con lo que se está desarrollando ahí, fue necesario asistir a los cursos que se ofrecieron en dicho lugar. El curso al que asistí consistía en una capacitación breve sobre como dibujar por computadora y cortar ese diseño en la cortadora láser. El software utilizado para los dibujos fue el Inkscape, y la máquina de corte láser que se utilizó es una LZ1309 de la marca Asia Robótica.

Dicho curso constaba de 5 clases, una clase por semana. Por cuestiones personales sólo pude asistir a 4 de ellas. Sin embargo, estas fueron suficientes para darme cuenta de la problemática de la comunidad y de los intereses de las personas.

Siendo la inseguridad y la violencia los principales problemas de la comunidad, la solución planteada es evitar que los jóvenes tomen decisiones que los convierta en generadores de

los problemas del área o bien en las víctimas de estos. La manera en la que se espera poder evitar que los jóvenes se involucren directamente con el problema de la comunidad es con la creación de un taller de construcción de un modelo que integre conocimientos de diferentes áreas de la ingeniería usando las tecnologías disponibles en la parroquia Nueva Santa María. La propuesta va dirigida a los jóvenes de la comunidad de entre 12 a 18 años, pero no se limita a recibir gente fuera de ese rango de edad.

2.2. Planeación y seguimiento del proyecto

Dado el objetivo del proyecto, plantearon diferentes propuestas con las que se pudiera dar una introducción al mundo de la ingeniería. Se buscó la manera de que todas las propuestas requirieran el uso de la cortadora láser y de electrónica con la plataforma Arduino.

Existen cientos de modelos que pueden usarse para los objetivos antes mencionados, por lo que se tuvo que reducir la lista a diez opciones que se describen a continuación.

- 1.- Brazo robótico
- 2.- Modelo didáctico de motor de 4 tiempos
- 3.- Máquina CNC
- 4.- Calentador solar
- 5.- Caja fuerte
- 6.- Generador eólico
- 7.- Grúa
- 8.- Tren de engranes
- 9.- Sistema de dirección automotriz
- 10.- Curso de diseño en 3D con Fusion 360

El proyecto seleccionado consiste en la construcción de un modelo que asemeja el funcionamiento de la máquina de grabado con láser con una variante: no utilizará láser, usará una pluma para plasmar en papel lo que el usuario desee. El modelo fue diseñado para que su construcción sea de bajo costo y utilice las tecnologías disponibles de manera eficiente, esto para que los participantes puedan recrear el proyecto en caso dado de que así lo deseen.

Se puede describir el modelo como una máquina de dibujo automática, que por medio de dos motores a pasos es capaz de desplazarse en los ejes X y Y, y con el apoyo de un servo motor desplaza una pluma en el eje Z para indicar cuando debe pintar y cuando no. Este modelo, en inicio, cuenta con un área de trabajo similar en dimensiones a una hoja tamaño carta.

La principal fuente de información para realizar este proyecto fue la página web instructables.com, que es un sitio formado de diferentes proyectos con diversos propósitos, en donde la gente puede compartir sus proyectos de manera libre, así como tutoriales de estos. -se buscaron proyectos relacionados con “drawing machine” o “plotter CNC”. De los resultados y la fuente consultadas, se tomó sólo la idea principal, pues los diseños resultados no cumplían con las condiciones necesarias para nuestra implementación. Por esta razón, la creación de un diseño propio era necesaria. Aun así, no se podía prescindir de los elementos electrónicos para el diseño mecánico, por lo que fue necesario adquirirlos. Los elementos que se necesitan son una tarjeta Arduino UNO, dos motores a pasos 28BYJ-48, sus controladores (o drivers) ULN2003 y un servomotor Tower Pro SG90.

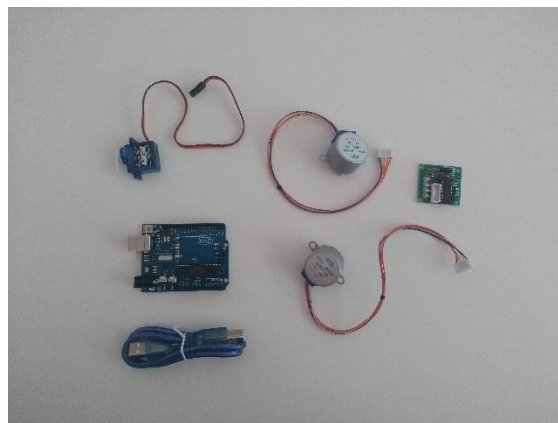


Imagen 1. Componentes electrónicos necesarios para construir el modelo en 3D.

Para diseñar el modelo en 3D se utilizó el software SolidWorks con el que dispone la institución. Además de las habilidades que obtuve por parte de ITESO, mi experiencia profesional ha mejorado mi habilidad con este software, por lo que no resultó problema alguno el modelar el proyecto.

Antes de empezar a crear el modelo, era necesario tener los componentes electrónicos modelados en 3D para SolidWorks para trabajar en base a las dimensiones de estos. La página web GRABCAD representa una herramienta muy útil para esto, pues es una gran comunidad formada de diseñadores profesionales y amateurs en donde puedes subir y descargar de manera gratuita modelos 3D que van desde componentes sencillos como un tornillo, hasta una máquina completa. Se recurrió a esta página para poder descargar los modelos de los componentes electrónicos. Los modelos encontrados fueron el servomotor, el motor a pasos y el Arduino uno. Esto redujo la carga de trabajo de diseño notablemente.

Las máquinas CNC son controladas por motores a pasos y se desplazan por medio de guías lineales o con tornillos sinfín. Dado que adquirir estos productos requiere una alta inversión y sólo aumenta en peso y tamaño el prototipo, se decidió finalmente usar el mecanismo de piñón y cremallera para realizar los desplazamientos en el plano XY.

Tratando de sacarle provecho a las impresoras 3D del laboratorio, realicé una impresión de prueba en mi Creality Ender3 usando un pequeño modelo de piñón y cremallera impresos en plástico ABS. Se utilizó una velocidad de impresión de 55 mm/s, temperatura de cama de 70°C, temperatura de extrusor de 230°C, con un modelo de 5 mm de espesor. Los resultados se muestran en las siguientes imágenes.



Imagen 2. Piñón y cremallera impresos en ABS para pruebas.

Al tener en mis manos las impresiones del piñón y de la cremallera generé varias conclusiones. Una es que de esta manera el funcionamiento del mecanismo estaba

garantizada, pues era un diseño robusto y que no generaría fallas por fatiga en un largo tiempo. Otra conclusión que saqué al respecto fue que el imprimir ABS tiene sus dificultades.



Imagen 3. Errores de impresión en cremallera impresa en ABS para pruebas.

Como se puede apreciar en la *Imagen 3*, el espesor de la cremallera no resultó constante a lo largo de la impresión. Esto fue provocado por las condiciones de temperatura a las que estaba expuesta la impresora mientras trabajaba. Esto representa sin duda una gran desventaja para la creación de pruebas. Pero la desventaja descalificante de este proceso es el tiempo de impresión. Para imprimir las dos piezas con los parámetros antes mencionados, la Ender3 tardó una hora y 32 minutos en completar las impresiones. Por estas razones la creación de piezas de prueba se descartó completamente para el caso de piezas complejas.

Así pues, el diseño del prototipo, así como de las piezas necesarias para hacer pruebas, fueron diseñadas en su totalidad para corte láser. De esta manera quedó establecido que el espesor que se manejaría para dichas piezas sería de 6 mm, y el material que se trabajaría sería, para el modelo final, acrílico, y para pruebas, madera MDF.

Las piezas del diseño mecánico fueron idealizadas para ser ensambladas a presión. Esto quiere decir que en el modelo 3D no se manejó ningún tipo de tolerancia. En otras palabras,

las medidas de las ranuras de los ensamblajes y sus contrapartes se diseñaron a “medida con medida”. Quiere decir que, si el espesor del material es de 6mm, el ancho de la ranura en donde embonará esta tendrá también 6mm.

Realizar diseños de esta manera está prohibido en cualquier proceso de maquinado, ya que lo más común es que las piezas no ensamblen. Sin embargo, en el proceso de corte láser para el material y el tamaño de las piezas, esto no representaba problema alguno. De hecho, esto ahorraría bastante trabajo. La razón es que, de habersele aplicado tolerancia al diseño, lo más probable es que los ensamblajes tuvieran holgura excesiva. La razón de esto es el ancho del diámetro del haz del láser. Si se aplicara tolerancias a las piezas, tendríamos que modificar los parámetros de corte para obtener la medida deseada. Explicado de otra manera, un cuadrado de 6mm por 6mm cortado en láser medirá 6mm menos el radio del haz del láser. Este radio es suficiente para usarlo como tolerancia y ensamblar las piezas a presión.

Además de lo antes mencionado, el diseño está hecho para que las uniones, además de ser a presión, sean realizadas por tornillos de 3mm, por lo que en el modelo final será necesario sacarles rosca a las piezas que así lo necesiten.

Concluido esto, el diseño en SolidWorks se presenta a continuación en la siguiente imagen, en donde se muestra en colores verde y gris aquellas piezas que recibirían una mayor carga de trabajo o rosca, por lo que se recomienda ser cortadas en acrílico, mientras que el resto puede cortar en MDF.

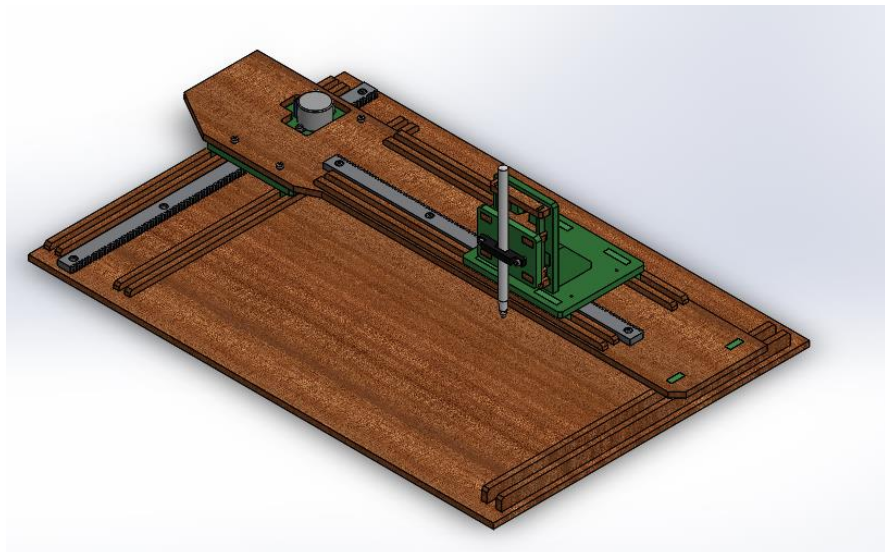


Imagen 4. Modelo de plotter CNC en SolidWorks.

3. Resultados del trabajo profesional

Como se mostró en la *Imagen 4*, el modelo quedó definido en 3D. Sin embargo, aún era necesario fabricar el modelo para corroborar su funcionamiento, por lo que se creó un archivo en formato DXF en donde se anidaban todas las piezas del modelo para ser cortadas en una sola operación. Usando el programa aprendido durante las capacitaciones en el laboratorio de Nueva Santa María, RD Works, se creó el archivo a partir del DXF para cortar las piezas del modelo. Se utilizó una potencia del 98% en el láser y un avance de 23mm por segundo, que es lo recomendado por el fabricante. Debo mencionar que esto no fue cortado en la láser del laboratorio, sino en las mismas instalaciones de Asia Robótica en un equipo en fabricación. De esta manera, el trabajo resultó gratis y ayudó a la empresa a verificar que la construcción de la máquina era correcta.

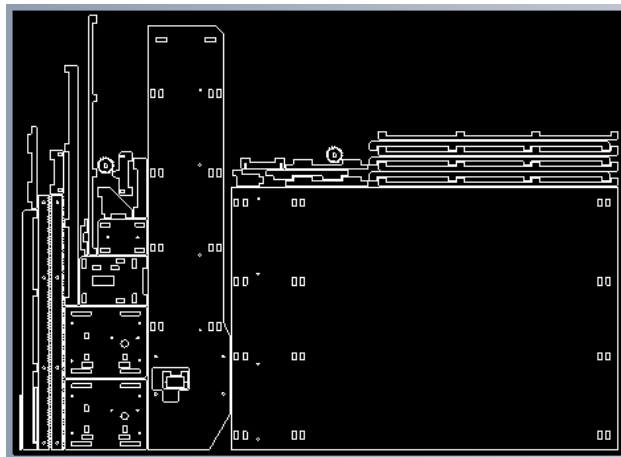


Imagen 5. Archivo anidado de las piezas del proyecto en formato DXF.

Dado que la máquina estaba en etapa de calibración y pruebas, los cortes no resultaron óptimos. Esto no quiere decir que estaban mal, sino que remover las piezas del material base resultó complicado, pues no cortó en su totalidad algunas piezas. El proceso de corte de este archivo fue de alrededor de 23 minutos, gran ventaja en comparación con la impresión 3D.

Ya con las piezas en mano, procedí a realizar el ensamble.

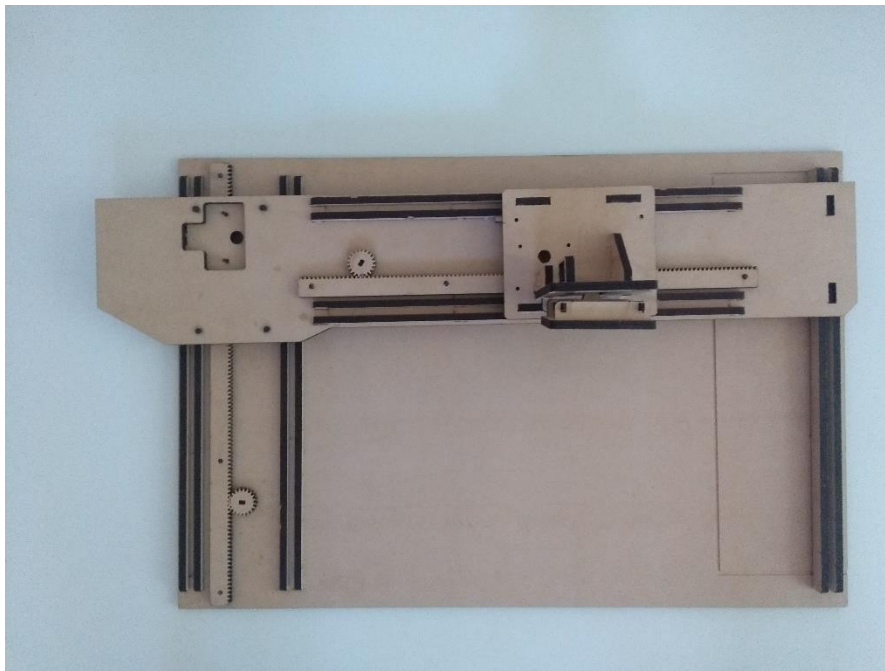


Imagen 6. Vista superior del ensamble.

Con el ensamble terminado pude darme cuenta de varios detalles, entre los que destacan los siguientes:

- La tolerancia cero que se les dio a las piezas no pudo haber sido mejor
- La tolerancia que se le dio a la guía derecha del carril del eje Y fue la que dio problemas de funcionamiento, pues esta no permitía el deslizamiento en dicho eje ya que se atoraba
- Las guías verticales para el desplazamiento de la pluma son muy delgadas, y tienden a romperse con facilidad

- Algunos ensambles no pueden prescindir de tornillería

Continuando con la experimentación, decidí desarmar el ensamble y volverlo a armar una vez más, pero esta vez usando pegamento para las piezas que sólo estaban unidas a presión. Debo mencionar que, a falta de tornillería, decidí imprimir unos insertos cilíndricos y pegarlos en el ensamble reemplazando a los tornillos. El pegamento en las ranuras dio como resultado que las partes deslizantes ya no embonaran con sus contrapartes.

De esto se concluye que lo que se pensó como guías de los carritos necesitarán más holgura de la ya dada (0.1mm), las guías verticales necesitaban ser rediseñadas para volverlas más robustas. Se realizaron los cambios necesarios. El diseño final tiene la misma figura que el primer prototipo fabricado el cual fue mostrado en las *Imágenes 4 y 6*.

[4. Reflexiones del alumno o alumnos sobre sus aprendizajes, las implicaciones éticas y los aportes sociales del proyecto](#)

Antes de empezar a asistir a la parroquia Nueva Santa María, incluso antes de firmar el acuerdo PAP, se nos informó a los interesados en el proyecto que la zona era insegura y se nos aconsejaba trasladarnos a la zona en parejas. Dado que los horarios a los que asistían a las capacitaciones mis compañeros no se empataban con los míos, no tuve otra opción más que trasladarme yo solo. Y dado que no tengo automóvil, mis traslados los realicé en transporte público. Esto me dio una mejor perspectiva de la zona y me ayudó a crear un criterio propio del área sin tener que quedarme con la idea inicial presentada por el maestro.

Yo, al ser una persona que se traslada en la ciudad usando el transporte público principalmente, creía que el maestro estaba exagerando sobre las condiciones de la zona. Y a pesar de que la colonia en donde laboro desde hace un año también tiene fama de ser una zona insegura y violenta, debo admitir que un par de ocasiones me puse nervioso en mis traslados a la parroquia. Esto fue causado por diferentes factores, entre los que destacan la soledad de la calle, los altos pastizales que la rodean y un par de personas que

tomaron el transporte público en que viajaba, que me atrevo a decir, venían bajo la influencia de algún tipo de droga.

A pesar de que confirmé que la zona era insegura, las personas con las que interactué durante las capacitaciones no hicieron otra cosa más que hacerme sentir cómodo. Dentro de las instalaciones de la parroquia se sentía un aire diferente al que sentía estando afuera de ella, y la gente del lugar mostraba muchas calidez y amabilidad, por lo que acoplarme a su ambiente no resultó reto alguno.

La gente con lo que conviví variaba mucho en edad, desde niños de 12 años hasta mujeres de, me atrevo a decir, arriba de los 50 años. Los adultos del grupo con el que trabajé carecían de conocimientos básicos en computación, y aun así puedo decir que me sorprendió la manera en la que todos ellos respondieron durante la capacitación. Todos ellos mostraron un interés genuino en querer aprender, y se notó que todos estaban satisfechos cuando tuvieron su producto final en sus manos. Realmente esto no era diferente a lo que esperaba, pues ya había tenido experiencia trabajando en zonas donde vive gente con poco poder adquisitivo y educación académica mínima.

Los participantes con lo que tuve la oportunidad de interactuar mostraron interés en seguir aprendiendo nuevas tecnologías. Algunas de ellas me pidieron que les pasara mi teléfono celular para que les resolviera dudas en caso de que siguieran practicando las habilidades adquiridas durante el curso. Esto me hizo sentir satisfecho, pues me hace pensar que a pesar de que fue poco el tiempo que pude pasar con ellos, no fue mal aprovechado. Debo mencionar que no recibí ni una llamada ni un mensaje por partes de estas personas, lo que me hace pensar que ellos sólo necesitan un pequeño empujón para seguir adelante.

Durante el desarrollo del proyecto tuve que aprender a utilizar el programa con el que se trabaja en las capacitaciones, Inkscape, el cual no resultó ser un gran reto debido a las bases y fundamentos que tengo sobre dibujo por computadora. Otro software que tuve que aprender a utilizar es el RD Woks, el cual, a partir del dibujo que realizas en Inkscape, crea el archivo que lee la máquina de corte laser. En cuanto a software, también tuve que desempolvar mis conocimientos en SolidWorks para la realización del modelo en 3D.

También fue necesario aprender los limitantes de la máquina con la que se trabaja en la parroquia. Por limitantes me refiero a área de trabajo, avances, potencia y tipos de materiales con los que se puede trabajar. Otra área de la ingeniería con la que tuve que estar en contacto, aunque haya sido poco, fue la electrónica, pues para poder modelar el proyecto final tuve que diseñar el prototipo de acuerdo con las limitantes físicas de los componentes electrónicos con los que se pretendía trabajar. Esto implicó tener los componentes en 3D e idealizar los lugares por los que las conexiones se iban a realizar, todo esto sin tener que estorbar la funcionalidad del prototipo.

Además de las habilidades a mencionadas, otra que realicé para comprobar la funcionalidad del prototipo fue con impresión 3D. Al yo contar con una impresora marca Creality, modelo Ender3, tuve la oportunidad de practicar y mejorar mis habilidades CAD para impresión 3D en ABS.

Los días que estuve asistiendo a las capacitaciones en la parroquia, la comunicación oral fue una habilidad que tuve que desarrollar durante el transcurso de esta, dado que no es una de mis mejores cualidades. Sin embargo, debido a los resultados obtenidos al final de la capacitación, parece ser que mi papel desarrollado fue fructífero debido a los comentarios que me hicieron algunos de los participantes y de la maestra encargada de la participación. Esto resultó un reto, pues tratar de explicarle a personas que no cuentan con los conocimientos que uno puede considerar “básicos” resultaba a veces un poco desesperantes. Aun así, sentí que di lo mejor de mí para poder ayudar a las personas de la comunidad. Fue necesario encontrar cosas en común con ellos para poder crear un vínculo de confianza y así generar un mejor aprovechamiento de mis conocimientos y experiencia. Al platicar con las personas de la comunidad me di cuenta de que todos somos iguales a pesar de nuestras diferencias. Tal vez yo he sido afortunado al tener la oportunidad de una educación universitaria, pero sus problemas, los míos y los de muchas personas siguen siendo los mismos, el principal de ellos es el tener que vivir cuidándose la espalda al caminar. No me tomó mucho tiempo darme cuenta de ello, por lo que mi apertura hacia ellos se dio de manera pronta, contradiciendo mi expectativa ante la situación.

Una de las principales motivaciones de uno de los asistentes a la capacitación era conseguir un conocimiento más especializado para tener mejores oportunidades de trabajo. Y aunque los cursos no están principalmente destinados a un público que busca crear conocimientos técnicos, la visión de este hombre me hizo darme cuenta de algo: tengo que prepararme mejor para mi futuro porque el futuro es incierto ante las oportunidades laborales y su relación con la calidad de vida.

Esta experiencia me ha hecho darme cuenta de que mi carrera profesional debe ir encaminada hacia el diseño asistido por computadora, manufactura por computadora y tal vez, docencia, pues lo que viví y sentí mientras enseñaba a otros fue altamente gratificante. Debo decir que aún me falta camino por recorrer para encontrar mi verdadera vocación, pues aún tengo dudas. Sin embargo, esta experiencia me ayudó mucho a aclarar mi visión sobre mi futuro profesional inmediato.

Con la capacitación concluida pude darme cuenta de que la forma de ver el mundo de los asistentes cambió ligeramente, pues habían conocido, aunque no en gran forma, conocimiento especializado que ahora les permite ser más creativos de una forma que no conocían. Me atrevo a asegurar esto debido a que las preguntas que ellos me formulaban al principio de la capacitación fueron muy diferentes a las que me hicieron al término de ésta. Lamentablemente no documenté las mismas, aun así, recuerdo muy bien que una de las asistentes me preguntó el último día del curso si era posible fabricar muebles con la tecnología de corte láser. Sentí satisfacción al escuchar esta pregunta, pues la idea de diseñar y cortar muebles era una idea que tenía en mente para compartirles y abrir su campo de visión de limitantes de la tecnología con la que disponen en la parroquia. Y sentí satisfacción porque eso me dio a entender que al menos uno de los asistentes entendió el punto de la capacitación más allá de lo esperado, y, personalmente, eso es justamente lo quería lograr.

La segunda parte del proyecto, que es la construcción del prototipo, va a necesitar una capacitación parecida a la de corte láser. Lamentablemente ya no podré ver los resultados de mi trabajo, pues les tocará a otras generaciones aportar sus conocimientos y habilidades para que se desarrolle lo planteado nuestro de trabajo.

Mi proyecto fue dirigido a la comunidad del Cerro del Cuatro sin ningún tipo de discriminación. Esto fue notorio cuando los asistentes de la capacitación se hicieron presentes, pues había variedad en distintos sentidos. Y si bien mi aportación no genera bienes físicos inmediatos, se espera que con lo aprendido en el taller y con el próximo proyecto a desarrollar en base a mi prototipo, la comunidad de la parroquia Nueva Santa María sean capaces de desarrollar ya sean productos físicos para venta o puedan encaminarse a aprender las tecnologías de fabricación digital con un enfoque que les permita tener mejores oportunidades laborales.

La siguiente fase para desarrollar para darle seguimiento a este proyecto y no perder lo ya aventajado es continuar con las capacitaciones de corte láser y con la creación de otras capacitaciones para aprovechar las tecnologías con las que cuenta la parroquia, que son maquinado CNC e impresión 3D. Estos son proyectos más ambiciosos que requieren más tiempo e inversión para desarrollarlos por completo, por lo que veo difícil que en un futuro inmediato esto sea llevado a cabo. Aun así, con sólo la capacitación de corte láser se puede crear un sinnúmero de cursos o talleres para innovación, diseño y fabricación. Algo en lo que se podría trabajar a corto plazo, es con la creación de capacitaciones técnicas en tecnología de corte láser, esto con el objetivo de brindar peso curricular a los asistentes.

La decisión más difícil que tomé durante este proyecto fue la construcción del prototipo por cuenta propia. Resultó ser así ya que los horarios escolares y laborales de mis compañeros, así como los míos no permitían un trabajo en equipo óptimo. Y resultó difícil trabajar de esta manera, por lo que puedo decir que trabajar en equipo debe resultar más sencillo y rápido siempre y cuando todos los integrantes estén dispuestos a trabajar de manera óptima.

La experiencia que viví durante este PAP fue muy gratificante. Puedo asegurar que es algo que me gustaría seguir haciendo, pues la idea de enseñar a personas que tuvieron diferentes oportunidades a las mías me crea una gran sensación de bienestar, además de que me motiva a seguir aprendiendo nuevas cosas para después yo poder transmitir ese conocimiento, pues el conocimiento y la educación académica de calidad no debe ser un privilegio como lo es para muchos de nosotros.

Me gustaría encontrar desarrollarme en un ámbito laboral que me permita gozar de una buena calidad de vida y que me haga sentir de la misma manera en que me sentí a lo largo del desarrollo de este proyecto.

No fue hasta empezar a redactar este documento cuando me di cuenta de todo lo que me había aportado de manera personal este proyecto, pues hasta el momento de la redacción fue que caí en cuenta de lo mucho que disfruté trabajar con un grupo de personas con oportunidades diferentes, y lo gratificante que es transmitir el conocimiento que he adquirido a lo largo de mi vida, entre otras cosas que ya he mencionado con anterioridad.

5. Conclusiones

La gente que asistió a las capacitaciones en corte láser y termino el curso quedó satisfecha con la ayuda que les brindé a lo largo del mismo. El objetivo de la capacitación se cumplió parcialmente, y digo esto porque no todos los asistentes demostraron haber entendido la razón de este. De igual manera me siento satisfecho al saber que al menos a una persona entendió el propósito de lo que se está queriendo realizar en su comunidad.

El prototipo final construido es mecánicamente funcional, pero aún falta la parte de la electrónica y la programación para que cumpla por completo con el objetivo del proyecto. El modelo puede someterse a cambios que mejoren tanto su apariencia como su funcionalidad.

6. Bibliografía

Besson, R. (2018). Les «Ateneus de Fabricació» barcelonais et les «Laboratorios ciudadanos» madrilènes. Une nouvelle approche de l'innovation urbaine? *Géographie, Économie, Société*, 20(1), 113–141.

Fablab Analco | FabLabs. (6 abril de 2018). Recuperado de <https://www.fablabs.io/labs/fablabanalco>

Núñez, M. E. C. (2016). La virtualización de la educación superior en América Latina: entre tendencias y paradigmas. *Revista de Educación a Distancia*, (48).

Majumdar, S., & Instructables. (2019, enero 02). DIY Arduino CNC Drawing Machine. Recuperado de <https://www.instructables.com/id/DIY-Arduino-Drawing-Machine/>

TheSuperSewcio, & Instructables. (2017, septiembre 22). Drawing Plotter. Recuperado de <https://www.instructables.com/id/Drawing-Plotter/>

Haffner, D. (2017, junio 24). 28YBJ-48 Unipolar Stepper Motor. Recuperado de <https://grabcad.com/library/28ybj-48-unipolar-stepper-motor-1>

Ang, E. (2019, febrero 20). Arduino Uno. Recuperado de <https://grabcad.com/library/arduino-uno-24>

Zurawski, M. (2017, diciembre 27). Tower Pro SG90 Micro Servo. Recuperado de <https://grabcad.com/library/tower-pro-sg90-micro-servo-1>

Anexos

Bitácora de capacitación en fabricación digital 26/01/2019

El salón para la capacitación abrió alrededor de las 09:15. Los asistentes a la capacitación varían en edades. Asisten niños, jóvenes, adultos y adultos mayores.

El salón me resultó pequeño. Parece que algunas personas que llegaron no pudieron entrar y se retiraron. Hubo un par personas que tuvieron que compartir computadoras, pero no pudieron trabajar en ellas.

La mayoría de los participantes tiene nociones de computación, lo que les permite aprender más rápido. Aquellos que no, requieren explicaciones más detalladas y personalizadas. No me sorprende que aquellos a quienes se les dificulta más sean los adultos y los adultos mayores.

Me llamó la atención que no todos los participantes se animen a pedir ayuda a pesar de que observaron que estamos ahí para ayudarlos.

Algo que encontré muy interesante fue que todos los participantes estuvieron trabajando. No se distrajeron y estuvieron enfocados en su trabajo.

Bitácora de capacitación en fabricación digital 02/02/2019

El salón abrió a las 09:10 pero apenas poco más de la mitad de los asistentes estaban presentes. Tuvieron indicación inmediata de continuar con su práctica pendiente.

Llamó mi atención que algunos de los participantes (la minoría) no recordaba como abrir el InkScape y/o sus archivos de práctica a pesar de haberse sentado en el mismo lugar respecto a la semana anterior.

A las 09:30 llegó el resto de los participantes. Sin embargo, eran menos que los participantes de la semana pasada.

A las 10:00 se dio a conocer el programa LaserWork. Al finalizar la explicación de cómo preparar un archivo para corte, se les preguntó a los participantes si tenían dudas al respecto, pero ninguno tuvo. Esto llamó mi atención porque cuando empezaron a trabajar en el programa les surgieron diversas preguntas.

Hay una persona en específico que es la que más problemas tiene para aprender, pues se equivoca mucho y sigue cometiendo los mismos errores. A esta persona le estado brindando ayuda más personal y con mucha paciencia, de la manera más clara que encuentro. Me atrevo a decir que, antes de este taller, su acercamiento a una computadora ara casi nulo, pues aún no se acostumbra a manejar ni el teclado, ni el mouse. Su edad aparente está entre los 45 y 55 años.

Hay otro participante que tampoco ha pasado mucho tiempo usando una computadora, pero quiero resaltar a esta persona porque ha demostrado mucho interés en aprender, al grado de pedirme ayuda para ella seguir practicando en su casa (le pasé en una memoria USB el instalador del InkScape). Esta señora ha demostrado un muy buen nivel de aprendizaje, pues no vuelve a cometer los mismos errores. Su avance no ha sido rápido en comparación de los participantes más jóvenes por su inexperiencia en manejo de computadoras. Su edad debe estar entre los 50 y 60 años.

Alrededor de las 11:10, los participantes deberían haber tenido un archivo para corte en la cortadora. El primero en terminar fue un participante de entre 10 y 14 años.

A las 12:50 todos los participantes tenían en sus manos su producto final, pero antes de que se fueran se les pidió que llevaran alguna imagen de su interés en USB para preparar el siguiente archivo de corte, así como ir pensando en su proyecto final.

Sobre estas observaciones puedo concluir que, al menos los sábados, un alumno de ITESO debe estar presente para brindar ayuda a quienes más la necesitan, pues considero que la capacitadora y sus dos ayudantes no son suficientes para brindar una asesoría total.

Bitácora de capacitación en fabricación digital 09/02/2019

De nuevo el taller abrió ligeramente tarde. Hay un pequeño grupo de jóvenes que aún llega después de las nueve, aunque la mayoría está presente desde antes. Los participantes son menos, pero solo es muy poca la diferencia (una o dos personas).

Se hizo un pequeño ejercicio de creatividad redactada, y a mi parecer los resultados fueron buenos, pues con palabras escogidas al azar pudieron proponer soluciones a los problemas de su comunidad.

Los participantes tenían que llevar imágenes de su interés para trabajar sobre las mismas, y en dado caso, fabricarlas. Hubo muchos que simplemente llevaron imágenes, sin tener en cuenta que estas imágenes podían llegar a fabricarlas. Esto me hace pensar en que aún no llegan a ver el alcance que tiene la tecnología en la que están trabajando.

Mencionaré a un par de participantes en particular que llamaron mucho mi atención. La primera de ellas es una mujer que ha tenido dificultades para entender el funcionamiento de una computadora, así como del software en el que se trabaja. Ella me llamó la atención porque su idea de objetos a cortar, a pesar de sencilla, demuestra que ha entendido lo que puede llegar a hacer con el corte láser. La misma razón es la que me sorprendió de la otra participante, agregando que su aspecto me da a entender que es mayor en edad que la participante antes mencionada, además de que su idea fue más elaborada. Espero que ambas ideas les hayan nacido a ambas de manera propia.

Este sábado tuve más interacción con un participante que no ha de tener más de 16 años. A pesar de que en un principio su trabajo me parecía sencillo y sin creatividad, me sorprendió cuando me comentó la finalidad de su proyecto. El trabajo que hizo en clase fue una pieza cortada en acrílico con la cara de una caricatura, y su idea final era hacer una lámpara. Su idea me tomó por sorpresa, e inmediatamente le propuse ideas para que lograra su objetivo. Espero mucho de este participante.

Un detalle que llamó mucho mi atención fue que la capacitadora y sus ayudantes eran quienes preparaban los archivos de corte para los alumnos en el LaserWork. Siento que esto es algo que los participantes deben aprender a hacer ellos mismos, pues se están perdiendo la oportunidad de aprender un software que puede ser de mucha utilidad para su futuro laboral.

Al final del día me di cuenta de que podemos hacer algo más para despertar la creatividad de los participantes para que de esta manera entiendan los alcances y limitaciones de la tecnología en corte láser.

Bitácora de capacitación en fabricación digital 16/02/2019

El salón, como ya es costumbre, abrió un poco después de las 9 am. Los participantes se notan más animados que días anteriores, pues ya pueden ver sus ideas en físico.

La información sobre los parámetros de corte y grabado no la tienen los participantes, y no muchos tomaron nota de dichos parámetros. Si se busca que los participantes conozcan un poco más sobre la tecnología de corte láser, me parecería buena idea que ellos conozcan la tabla de parámetros de corte que entrega el fabricante. Desconozco la razón por la cual no se las dieron a conocer y reconozco no haber preguntado esto a los encargados.

Al trabajar con uno de los participantes más jóvenes (quien estaba interesado en hacer una caja) le sugerí un diseño con “cejas” para embonar y armarla de manera sencilla. No fue posible conseguir hacer ese diseño dado que el software Inkscape no tiene las herramientas necesarias para hacer un trabajo de precisión y de manera sencilla. Creo que pudimos haber diseñado dicha caja, sin embargo, hubiéramos perdido bastante tiempo, pues los temas vistos durante la capacitación no estaban dirigidos a crear dichas piezas.

La maestra aún sigue haciendo el archivo de corte para los alumnos en el LaserWork, cosa que no veo de buena manera, pues está limitando su aprendizaje a un solo software.

Un par de participantes tuvieron la confianza de pedir mi número de celular con el propósito de consultarme para cualquier duda que tuvieran con el software o con sus proyectos personales en general. Accedí de muy buena manera a su petición, pues me hizo sentir que realmente estaban interesadas en seguir aprendiendo sobre estas tecnologías.

Una de las mujeres que pidió mi teléfono es quien tuvo más problemas durante el transcurso de la capacitación, y me agradeció personalmente la paciencia y el apoyo que le brindé, pues me comentó que esto para ella fue todo un reto, ya que no sabía ni utilizar la computadora ni para tareas cotidianas.

Al final del día, todos los participantes cortaron sus proyectos. Algunos en MDF y otros en acrílico, pero me atrevo a decir que todos estaban satisfechos con los resultados de la capacitación.

Quiero mencionar que el participante con quien quise hacer la caja armada aprovechó para cortar tres proyectos. Y al ver que tenía un interés algo mayor que los demás, le sugerí que

investigara sobre otros softwares de diseño más completos y especializados. Le comenté sobre el SolidWorks, Autocad e Inventor, y que algunos y otros ofrecen licencias de estudiante, por lo que no tendría que pagar por dichos programas. También le sugerí que buscara tutoriales al respecto. Espero que, de ser de su interés, aproveche mi consejo y desarrolle habilidades en diseño por computadora.

A la mayoría de los participantes se les entregó su reconocimiento por su participación en el curso, otros no recibieron por algún error al momento de imprimirlos. Se les mencionó a todos los participantes que la máquina estaba a su disposición para cortar cualquier proyecto personal. Sin embargo, no se ha definido un horario para que los participantes e interesados puedan llevar sus diseños para ser cortados en la máquina, ni el costo del uso de la misma (aproximadamente \$5 según una de las asistentes de la maestra). Tampoco se mencionó que los participantes tendrían que llevar su propio material. Considero que estos son temas que todos los participantes deberían haber conocido para no llevarse una no muy agradable sorpresa cuando quieran disponer de esta máquina, aunque desconozco las razones por las cuales no se mencionó esto.

Una de las participantes mostró interés en el router, y me preguntó si era posible fabricar un mueble en él. Contesté que sí a su pregunta, y le mencioné algunos detalles sobre la máquina y sus limitaciones. Me dio gusto saber que al menos ella me dio a entender que había aprendido exitosamente los temas visto durante la capacitación y que ella ya mostraba interés en proyectos más grandes y de mayor complejidad, cosa que me disturba un poco pues con el Inkscape, hasta donde lo conozco, no es la herramienta más apropiada para dichas tareas.

Mi último comentario al respecto es que tampoco se mencionó cuándo serían las siguientes capacitaciones.