

Estimada **Mtra. María de Jesús
Gómez Cruz,**

Directora actual de la División de
Ciencias y Artes para el Diseño.



Reporte de Servicio Social: **Taller de manufactura experimental para generar infraestructura, muestrarios y bancos de información para el Diseño Industrial** Clave del proyecto: **XCAD000144** Dirigido por **Maestro Diseñador Francisco Soto Curiel**
Departamento de Síntesis Creativa

Taller de Maderas de Diseño Industrial.

Universidad Autónoma Metropolitana.

Unidad Xochimilco

Prestador de Servicio Social

Licenciatura en Diseño Industrial

Marbel Solís Herrera Matrícula 202234322

mar-beldi@hotmail.com

Local 2633-6174 y 4753-2622 Móvil 55 1588-7151

INTRODUCCION

Durante la vida universitaria de un Diseñador Industrial el taller de maderas representa una oportunidad de realización proyectual específicamente al realizar los prototipos, moldes y los modelos finales que presentan los estudiantes en cada trimestre. Dichos objetos de diseño realizados por varias semanas incluso meses de trabajo es el resultado de incontables horas de esfuerzo invertidas en desarrollar un producto, desde su conceptualización hasta la entrega final, que incluyen el diseño y rediseño del producto basándose en una serie de sesiones de prueba con usuarios. Pero es imposible realizar pruebas si no hay interactividad, ya que de esta manera los usuarios no pueden hacerse una idea de cómo funciona realmente el objeto en cuestión. Si bien ayudan en este sentido los modelos en tercera dimensión realizados en computadora, materializarlos físicamente avanza mayormente en el campo de la producción, manufactura, ergonomía, funcionalidad, uso y resistencia de materiales.

Los requerimientos de las destrezas de la manufactura para cada diseño en particular han cobrado un fuerte interés desde las necesidades de producción que no cubren los talleres locales, o que no puede adquirir el estudiantado, pues es herramienta industrial. Una problemática de estructura, falta de herramienta específica y/o especializada para los estudiantes de Diseño Industrial, que resulta en desperdicio de tiempo, incluso en una carencia en la ejecución de excelencia de la producción de objetos manufacturados. Por ello la necesidad de realizar este **Taller de manufactura experimental para generar infraestructura, muestrarios y bancos de información para el Diseño Industrial** como estrategia para aumentar las posibilidades de uso en ciertas herramientas se propone diseñar aditamentos así mismo generar varios usos de la misma herramienta y mayor seguridad para los usuarios que se reflejaría en la reducción de los tiempos de fabricación, minimización de los costos de producción, disminución de errores por factor humano y optimización en el uso de los materiales.

Es de gran importancia la elaboración e innovación de maquinaria específica. Las tecnologías nuevas y emergentes asistidas por controladores automatizados que fácilmente pueden adaptarse a los nuevos equipos y a las necesidades de los usuarios. Que pueda implementarse en los sistemas de fabricación y que rompa el paradigma en el desarrollo de sistemas de manufactura del estudiantado para entrar en el mundo de la competitividad global, con diseños propios que se adapten a las reales necesidades locales, pero que brinden la oportunidad de una mejoría en la producción universitaria y una proyección del hacer del Diseño. Se propone generar mayor eficacia en el taller de maderas para la elaboración de los prototipos basado en la construcción, adecuación e innovación de manufactura experimental involucrada en el mejoramiento continuo.

OBJETIVO GENERAL

El Diseño Industrial es una actividad proyectual que, de manera interdisciplinaria, establece las relaciones entre el ser humano, el contexto y los sistemas de producción, considerando dentro de este proceso el compromiso y responsabilidad social-ambiental que ello implica.

El papel de la Producción es resolver el tema, haciendo que el producto pueda ser entregado de acuerdo a lo previsto, ya que el éxito depende del diseño en la mayoría de las ocasiones respaldado por un buen prototipo: No basta “resolver el tema” de la presentación con modelos 3D es de gran importancia la fabricación, y por supuesto también deben alcanzarse los estándares de coste, calidad y plazo de entrega del producto final. De ahí la gran importancia del taller de manufactura que es el que implica mayor esfuerzo físico, económico y recurso de tiempo para el alumnado.

El problema del diseño en el Taller de Maderas consiste en determinar la posición más apropiada para los factores que influyen en la elaboración de un producto desde el ingreso de las materias primas hasta el término del producto final.

Desarrollar algunos dispositivos, aditamentos y prototipos, para que sean utilizados en las diferentes herramientas del taller de maderas. Es de gran importancia generar propuestas de mejora y solución de problemas en el funcionamiento de procesos de manufactura.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Los estudiantes buscan aumentar sus posibilidades en la vida del Diseño esforzándose por ofrecer de forma continua a sus docentes un producto con características y cualidades de los productos industriales, poniendo énfasis en la forma y la función, con un enfoque prioritario hacia el usuario, lo que desean, cuando lo desean y donde lo desean. Como visionario capaz de gestar, organizar y liderar proyectos de diseño, para que contribuyan a mejorar la calidad de vida de la comunidad a la que sirve. Así, se vuelve una necesidad imperiosa proporcionar productos a la medida a precios de producción masiva, reduciendo al mismo tiempo los tiempos de espera. Es por ello la relevancia de la manufactura en dicho proceso de diseño, pues es una ventana hacia el futuro de la posible producción del objeto proyectado. El diseño forma parte del desarrollo humano y en el actual contexto nacional es necesaria la implementación de estos apoyos que el **Taller de manufactura experimental** pueda generar para que la actividad del estudiante diseñador sea más eficiente y que se pueda proyectar en su vida laboral

posterior. Una verdadera toma de conciencia de la adaptación del lugar de trabajo que reduzca los tiempos de fabricación y que aumente la calidad de manufactura, “Menos es más” también en el taller.

El desarrollo de aditamentos para las herramientas ya existentes, es decir la adecuación: Las herramientas existentes que son competentes, pero que exigen que sean utilizadas por dos operarios, retrasan el proceso de fabricación, porque invariablemente el alumno debe de contar con el apoyo de un voluntario que le apoye con esta herramienta, de lo contrario resulta peligroso el uso de esta herramienta, por ello la necesidad de realizar un aditamento que otorgue este apoyo y que un solo operario pueda realizar la tarea de manera autosuficiente y segura. De esta manera también acelerar este proceso de Diseño, ahorrar tiempos de manufactura, liberar el taller de maderas para los demás alumnos, generar mayor seguridad para los universitarios que pueda proyectarse a un proceso de Diseño más eficiente y dinámico.

El desarrollo experimental de material de apoyo para que los alumnos puedan desempeñar su labor independiente y eficientemente: La creación de instrumentos que complementen la mesa de trabajo para facilitar el trabajo en el Taller de Maderas, ahorrando tiempo de espera y agilizando por ende el mismo espacio. El equipamiento necesariamente debe aumentar estratégicamente para que los alumnos realicen sus trabajos lo más autónomamente posible, es decir que ellos mismos sean capaces de realizar sus proyectos con el apoyo mínimo de sus compañeros para optimizar los tiempos, los recursos y el espacio.

El desarrollo experimental de herramienta asistida Destaca el papel de la innovación tecnológica. Esta estrategia dirigida con una óptica de largo plazo, se orientan a la proyección de maquinaria reconfigurable para la realización y precisión en los cortes de madera que sean la continuación de la automatización en Taller de Maderas desde los cortes más básicos, pero que necesariamente deben ser precisos, ahorrando tiempo, disminuyendo el error por factor humano y por lo tanto reduciendo los desperdicios que se generan por errores de los estudiantes. Acercando cada vez más la fabricación automatizada en el proceso de la manufactura en el taller de maderas.

Toda esta labor dará como resultado el diseño de productos con su proceso de fabricación. Cuya aportación resulte en la Mejora continuamente de las instalaciones, los sistemas de apoyo y las capacidades del alumnado en el Taller de Maderas para:

Minimizar costo de manejo de materiales

Minimizar el tiempo de producción total

Minimizar inversión en equipos

Utilización Efectiva del Espacio

Proveer seguridad y confort para los universitarios

Flexibilidad para las operaciones

Facilitar los procesos de manufactura

Los escenarios que rodean a las industrias hoy, en día en un mundo globalizado donde los adelantos tecnológicos y científicos están en constante evolución, hacen que el nivel de calidad de los productos sea cada vez mayor, por tanto la exigencia en la entrega de prototipos y modelos que cumplan con estas expectativas durante el proceso de aprendizaje del estudiantado.

METODOLOGÍA UTILIZADA

En la actualidad uno de los factores claves para el éxito del proceso de fabricación, es hacer uso de toda de su capacidad de conocimiento y aprendizaje, así como de su experiencia. La experimentación en las industrias es uno de los elementos que más pueden contribuir al aprendizaje y a la mejora de los productos y procesos.

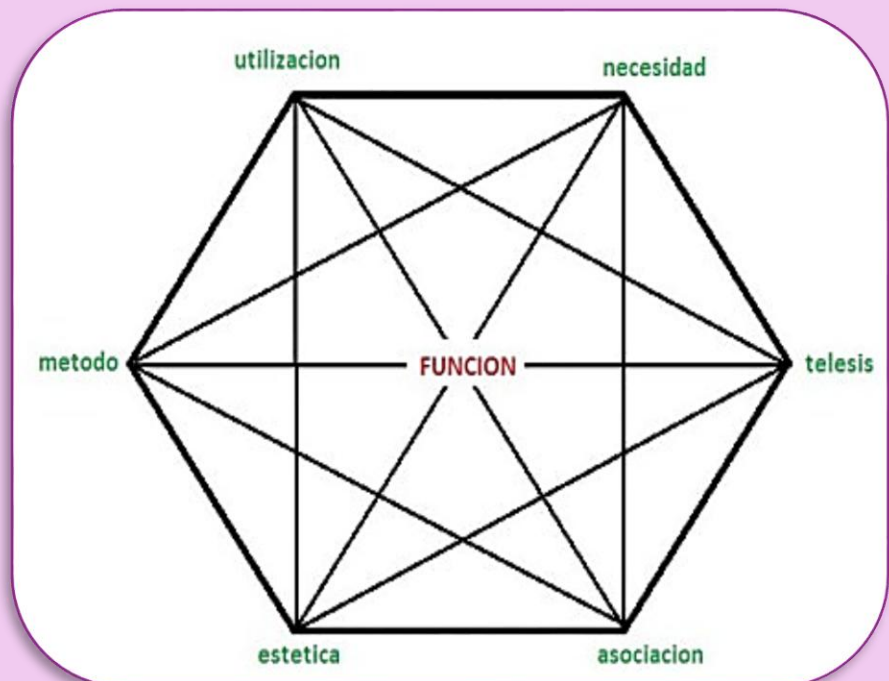
La metodología de investigación para nuestro objeto de estudio del diseño que en tanto disciplina estudia el comportamiento de las formas, sus combinaciones, su coherencia asociativa, sus posibilidades funcionales y sus valores estéticos captados en su integridad.

La expresión metodología del diseño, como el diseño mismo abarca un ámbito extenso conjunto de disciplinas en las que lo fundamental es la concepción y el desarrollo de proyectos que permitan proveer como tendrán que ser las cosas e idear los instrumentos adecuados a los objetivos preestablecidos.

DISEÑO GENERALIZADOR VICTOR PAPANEK. El esfuerzo consiste en establecer un orden significativo, para lograr tanto la funcionalidad, se propone el desarrollo del complejo funcional:

Específicamente el taller de madera se imparte:

Docencia: soporte al desarrollo de los diversos cursos programados por el La Facultad de Diseño Industrial de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. Incluye además, inducciones y apoyo al desarrollo de proyectos de los diversos actores de la comunidad académica. Son procesos de capacitación teórico - práctico que



pretende enseñar las normas apropiadas para el manejo de los diversos equipos y del uso de los espacios. Tales aspectos cubren: normas de seguridad, protocolos del uso de los equipos y sus capacidades - limitaciones y adecuado manejo de los materiales. Igualmente, se realizan las prácticas básicas sobre los distintos equipos y dispositivos.

Servicio: préstamo de espacios y equipos para el desarrollo de actividades relacionadas con la elaboración de modelos y prototipos. Así como asesoría especializada por Docentes y Técnicos que monitorean las actividades y al alumnado en el Taller de Maderas, para que sean las medidas de seguridad sean siempre en óptimas condiciones. De esta manera los alumnos tienen apoyo para el manejo de las maquinas-herramientas y sobre todo de las técnicas en el manejo del material, acabados

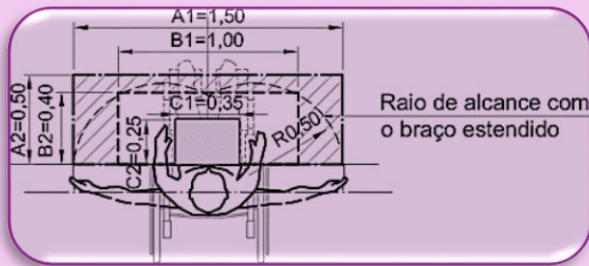
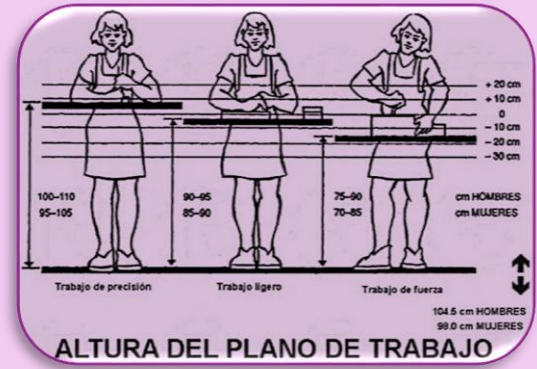
En el taller de Maderas: cuenta con un conjunto de máquinas herramienta tales como: Sierra de brazo radial, taladros de banco, sierras sinfín, caladoras de mesa, sierra circular y lijadoras, tornos de maderas y los respectivos bancos de trabajo. Además de contar con el Departamento de préstamo de herramienta manual y eléctrica, como taladros, sierras caladoras, lijadoras, routers y demás herramientas como martillo, pinzas, brocas, escuadras, fluxómetros, etc.

Pero incluso con toda esta herramienta y con el Taller bien habilitado, existen ocasiones en que el alumnado desborda el taller y la máquina-herramienta se encuentra ocupada o simplemente el alumno como estudiante no tiene un ayudante y debe espera a que algún técnico se desocupe o algún otro compañero le brinde el apoyo para continuar con su labor de prototipado, es por ello la necesidad de generar este **Taller de manufactura experimental para generar infraestructura, muestrarios y bancos de información para el Diseño Industrial:** la necesidad del diseño para las tareas individuales y para las estaciones de trabajo, pero también para su distribución, manejo de materiales, procedimientos, técnicas y uso de las maquinas-herramientas, es decir la explotación al máximo del equipamiento universitario como proceso de mejora continua. El máximo aprovechamiento de los recursos humanos y de la infraestructura del taller de maderas. El énfasis en la calidad, la consecución de un flujo de fabricación continuo, uniforme y rápido. Reconocer la importancia de la planificación y aplicarla.

ACTIVIDADES REALIZADAS

Victor Papanek define el diseño como una disciplina consciente para resolver problemas, un esfuerzo que establecerá un orden específico y sus respuestas serán exactas y precisas. El método, la utilización, la necesidad, la tesis, la asociación y la estética, son los elementos que conjunta de manera interactiva en su complejo funcional. El autor dice que los elementos anteriormente mencionados cumplen una relación de función, es decir, de transformar el entorno, las herramientas, la sociedad y al hombre mismo; aunque esto implica tomar en cuenta todas las limitantes del espacio, la vida, el entorno, las capacidades del hombre, etc. Por ello estudiaremos la usabilidad de las maquinas-herramientas, la ergonomía y los siguientes factores en el Taller de maderas:

Ergonomía Física: esta ergonomía considera aspectos relacionados con las características anatómicas, fisiológicas, antropométricas y biomecánicas del ser humano que se relacionan con la actividad física que desarrollan durante el cumplimiento de sus actividades. Se consideran algunos aspectos tales como posturas de trabajo, presencia de sobre esfuerzo, manejo manual de materiales de trabajo, movimientos repetitivos, lesiones músculo - tendinosas en el trabajo, evaluación y diseño de puestos de trabajo cuidando en todo momento la seguridad y salud en el trabajo. Las máquinas tradicionales siguen conservando un espacio importante en el área de manufacturación cuando los estudiantes trabajan la madera. Por lo tanto es indispensable el estudio ergonómico durante las mesas de trabajo. Durante la investigación se hizo una revisión del plan de trabajo y las tareas realizadas hasta el momento, entre las que se incluyen las visitas a las distintas áreas de trabajo que han colaborado en el proyecto. Los puestos analizados son: Corte de maderas (las diferentes sierras de corte), las mesas de trabajo, lijado manual y con lijadora, montaje de muebles en prensa, el uso de las maquinas-herramientas como taladros, caladoras y routers. El estudio de las áreas donde los alumnos necesitan apoyo de algún



compañero, para dar respuesta a esa necesidad y que los estudiantes puedan trabajar lo más independientemente posible. Como resultado de las visitas se han podido identificar las áreas de oportunidad para nuestro proyecto durante el **Taller de manufactura experimental para generar infraestructura, muestrarios y bancos de información para el Diseño Industrial** así como los

riesgos ergonómicos presentes en estos puestos de trabajo, tarea necesaria para el análisis de los mismos y la posterior elaboración de las propuestas de mejora.

Modularidad: la maquinaria realiza procesos específicos pero casi siempre únicos por el tipo de producción del Taller de Maderas, donde en la mayoría de los casos no existen grandes lotes y se trabaja bajo diseño. Otras características que propician, aún más si cabe, esta situación son: el alto grado de flexibilidad, la heterogeneidad de los productos (siendo incluso en la mayoría de los casos productos únicos-singulares), es necesaria la rapidez de respuesta en muchos de las circunstancias, etc. En lo que respecta al tipo de carga física se trata en la mayoría de los casos de puestos de trabajo de pie con requisitos de movilidad y requerimiento de aplicación de fuerzas. La mayoría conlleva la manipulación manual de cargas, cuyo peso varía en función del producto y material, y en muchos casos también se dan desplazamientos con transporte de material.



Los estudiantes que trabajan en esta área tienen que desarrollar muchas tareas diferentes, con una alta variabilidad a lo largo de un mismo proceso de diseño, dándose un alto grado de rotación entre máquinas y tareas. Los diseñadores no están asignados a una operación o máquina, sino que deben conocer y operar en casi todas las máquinas. Otro aspecto es la movilidad, son los propios universitarios del taller los que salen a realizar tareas de medida y montajes fuera del centro de Diseño.



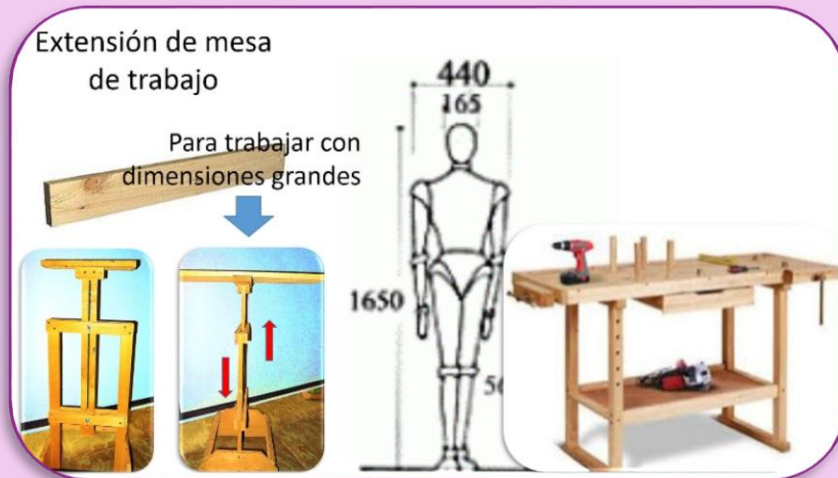
OBJETIVOS Y METAS ALCANZADOS

A partir de estas características y aplicando una metodología de Victor Papanek se agrupan los productos similares para que puedan ser fabricados conjuntamente en una configuración determinada del Sistema de acuerdo a nuestra investigación y a la demanda. Se considera que para lograr una configuración efectiva del sistema en términos de usabilidad, su capacidad debe tener la mayor tasa de utilización posible, y por tanto se necesita una agrupación de productos con demandas similares.

Por lo anterior, el proceso de diseño merece una necesidad de solución de un problema, la parte creativa y la sugerencia de algunos métodos para llegar a dicha solución. Se han definido tres propuestas para este **Taller de manufactura experimental para generar infraestructura, muestrarios y bancos de información para el Diseño Industrial.**

Sistema auxiliar para la mesa de trabajo (nivel realización experimental). Específicamente para lograr máximo rendimiento entre estudiante y la mesa de trabajo al manipular su materia prima cuando esta es de mayores dimensiones y se complica la maniobra, la manipulación, las operaciones y el trabajo que el estudiante debe realizar. Para estas circunstancias se ha diseñado este sistema que apoya al alumno a poder trabajar lo más eficiente y autónomamente posible, ampliando las posibilidades de uso en el área de la mesa de trabajo. Al materializar este proyecto se comprobó con éxito su utilidad en la manufactura del Taller de Maderas, es ligero, práctico, económico y sobre todo funcional.





Se construyó este sistema de extensión para las mesas de trabajo que puede cambiar de posición y adaptarse a las necesidades del usuario de acuerdo a la altura que requiera el trabajo en particular, es sencillo de construir, de bajo costo y sobre todo de alta usabilidad. Los alumnos podrán realizar tareas de lijado, de corte, de taladrado, de atornillado, de barnizado-acabado, etc. que antes ocupaban a dos alumnos y que uno de ellos

solo cargaba parte del material en el proceso. Por lo que representara ahorros de tiempo para los alumnos, ya que dependerán menos de la ayuda de otro compañero para desempeñar labores con material de mayor dimensión ellos solos.

Sistema mesa de trabajo fijo para Router adaptación (nivel realización experimental). Un Router es la herramienta ideal para trabajar y modelar la madera y varios materiales blandos, es por este motivo que se han utilizado contantemente en el Taller de maderas, sin embargo por las características de la maquina algunas veces son necesarios dos operarios para la utilización de dicha herramienta, por lo que se ha propuesto una adecuación de una mesa de trabajo a esta herramienta para lograr una máxima efectividad, seguridad y que un solo operario logre los objetivos de usabilidad.



La propuesta en este primer caso es habilitar una pieza de trabajo ya determinada para este tipo de herramienta y se integró a la mesa de trabajo para que quede fija y sea más segura la dinámica de uso de este Router y que un solo operario pueda trabajar en esta estación. Una propuesta de adaptabilidad al Taller de Maderas, una estación Router, significa ahorro de tiempo, ya que la herramienta ya se encuentra disponible para los usuarios. Se podrá trabajar con material de gran tamaño sin dificultades.

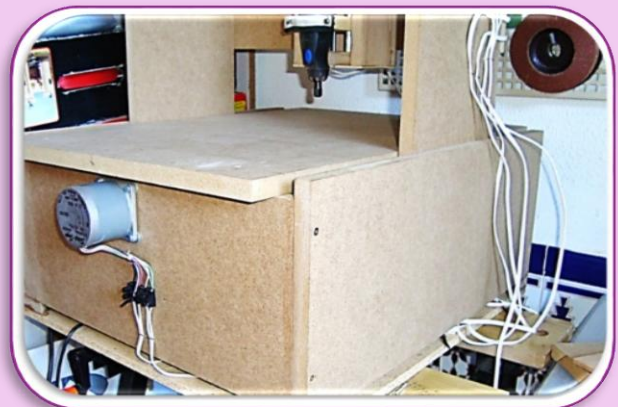
Basados en este fundamento se construyó adicional una mesa de trabajo para Router en caso de que la estación Router se encuentre ocupada o que solo sea necesaria esta herramienta, así es como se libera una mesa de trabajo para otro alumno que la necesite y de esta manera se genera un funcionamiento del taller con más fluidez, más seguridad y mayor eficiencia. Estas adaptaciones se realizan con madera como principal materia prima, y con la misma herramienta del taller de maderas por lo cual es muy sencilla su producción de ser necesaria.



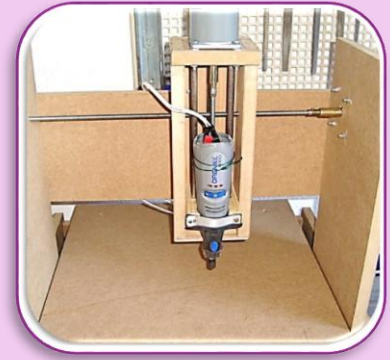
Sistema de corte mecanizado (nivel proyectual experimental). Otro aspecto que se ha definido es la metodología para la configuración óptima de una máquina reconfigurable, desde el punto de vista de los procesos de mecanizado que debe poder realizar cortes a la medida, repetitivos y exactos para el apoyo durante la fabricación de los prototipos de los estudiantes. Se desarrolló un sistema que integra un microcontrolador y un entorno de desarrollo (IDE), diseñado para facilitar el uso de la electrónica en este proyecto, buscando desarrollar proyectos interactivos con su entorno mediante actuadores y sensores. Este proyecto tiene como objetivo principal el desarrollo de aditamento reconfigurable, adecuado a una herramienta y que realice cortes exactos.} La construcción de una fresadora CNC pequeña, es decir, una máquina controlada por ordenador que sea capaz de moldear, gravar, tallar y cortar. Necesitaremos muchos materiales para la realización de este proyecto. Desde electrónica hasta piezas mecánicas y motores. Ahora voy a nombrar los necesarios para hacer la estructura:

- Madera o metal para la estructura
- 3 motores paso a paso de al menos 1.5 g/cm (esto es la fuerza del motor) dependiendo el tamaño de la CNC
- 1 herramienta rotativa
- Varillas roscadas
- Tornillos y tuercas
- Herramientas

El motor paso a paso es un dispositivo que convierte una serie de impulsos eléctricos en desplazamientos angulares, lo que significa, que es capaz de avanzar una serie de grados (pasos) dependiendo de la orden que se le dé. El motor paso a paso es un motor altamente preciso ya que su eje gira de 1.8° en 1.8° lo que quiere decir que para hacer 360° debe dar 200 pasos. Esto les confiere una precisión increíble, la cual transferida a la CNC proveerá de una gran capacidad para hacer piezas muy pequeñas y delicadas, aunque también se pueden hacer piezas grandes.



Chips A4988A4988. Los A4988 de Pololu son unos drivers electrónicos que se usan para controlar motores paso a paso, permiten decidir la dirección de giro y velocidad de estos. Los motores, irán conectados a Arduino. Este proyecto es el más ambicioso y aún está en etapa experimental, con resultados prometedores.



RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Basados en estos casos prácticos e investigaciones, sobre el uso de los diferentes tipos de herramientas y la solución de problemas para proponer mejoras durante el proceso de Diseño de los alumnos con el fin de maximizar la eficiencia en el taller de manufactura de los universitarios, así mismo ampliar el panorama de usabilidad de las máquinas y herramientas.

Hemos construido sistemas que complementan las áreas de trabajo y hemos realizado adaptaciones que han sido necesarias para aumentar la eficacia y dinamismo de propio Taller de Maderas. Se ha demostrado su implementación exitosa y están haciendo una diferencia en la manufactura de hoy en día. Sobre todo se ha generado la inquietud de generar más sistemas que puedan apoyar no solo al taller de maderas sino ampliarse a los demás talleres y que incluso los propios estudiantes pueden invertir tiempo y esfuerzo en generar mejoras para sus instalaciones.

Los estudiantes pueden adoptar los materiales y procesos para reducir costos-tiempos y desarrollar productos innovadores que mantendrán sólidos los procesos de manufactura, aunado a esto, el uso eficiente del conocimiento ha sido considerado como el secreto para generar Diseños de gran calidad que es el objetivo honesto de todo diseñador.

Se concluye que con este **Taller de manufactura experimental para generar infraestructura, muestrarios y bancos de información para el Diseño Industrial**, se logra reducir los costos y tiempos importantes para los universitarios, se genera mayor seguridad-comfort en el área de trabajo, flexibilidad para las operaciones, facilitar los procesos de manufactura, minimizar inversión en equipos y se mejora la utilización efectiva del espacio. Se logra la creación de manufactura experimental que genera mayor infraestructura para el Taller de Maderas de la UAM, unida DIX. Se habilitan dos nuevos sistemas para Taller de Maderas, la Extensión de la mesa de trabajo y la Estación Router, propuestas realizadas con éxito y la tercera es la propuesta en etapa experimental de la Fresadora cnc.

RECOMENDACIONES

De gran importancia la realización de este **Taller de manufactura experimental para generar infraestructura, muestrarios y bancos de información para el Diseño Industrial**, para el bienestar universitario porque los talleres son parte fundamental en el proceso de formación de todo Diseñador Industrial. El aporte realizado se puede definir como la realización de un conjunto de pruebas en las cuales se realizan cambios voluntarios a los parámetros de control de un proceso o sistema, para la mejoría del proceso de manufactura del Taller de Maderas. De esta manera innovar en esta infraestructura y se refleja en el diseño de experimentos suele aplicarse básicamente en dos áreas: el diseño y la mejora de procesos y productos. El diseño de experimentos es altamente efectivo para aquellos procesos, que su rendimiento se ve afectado por varios factores. Con este taller se puede conseguir entre otras cosas, mejorar el rendimiento de un proceso, reducir la variabilidad o los costos y tiempos de producción, el crecimiento, desarrollo y maximización del potencial de la propia infraestructura, así como aumentar la calidad de los productos de Diseño elaborados en la Universidad.

BIBLIOGRAFÍA:

Daft, R. (2007) Teoría y diseño organizacional. (9ª Ed.) México: Thompson. (ISBN: 9706867538)

Capítulo 1: Organización y teoría organizacional

Bonilla Rodríguez, Enrique. La Técnica Antropométrica Aplicada al Diseño Industrial. Universidad Autónoma Metropolitana.

Konz. Diseño de Sistemas de Trabajo. Limusa.

Le Veau , Barney. Biomecánica del Movimiento Humano. Trillas.

Papanek V.: .Design for the Real World. Human Ecology and Social Change, Londres, Thames & Hudson, 1984 (reimpreso en 2004).

HISTORIA DE ARDUINO Y SU NACIMIENTO: Disponible en <http://botscience.wordpress.com/2012/06/05/historia-de-arduino-y-su-nacimiento/>

EMULADOR VIRTUAL BREADBOARD: Disponible en <http://www.virtualbreadboard.com/>