

## **Materialización de proyectos de Diseño en el Laboratorio de Materialización 3D y Control Numérico de la UAM Azcapotzalco. Una propuesta para la enseñanza y asimilación de la tecnología digital en la formación y práctica profesional de los diseñadores.**

### **Autor**

Mtro. Roberto Bernal Barrón, [rbb@correo.azc.uam.mx](mailto:rbb@correo.azc.uam.mx)

Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, México

### **RESUMEN**

#### **Objetivos del trabajo**

El objetivo principal de este trabajo es compartir y difundir las experiencias que se han desarrollado en la Materialización de Proyectos en el Laboratorio de Materialización 3D y Control Numérico de la División de Ciencias y Artes para el Diseño en la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco.

#### **Método y medios utilizados**

El método a utilizar durante este trabajo, se basa en el análisis y reflexión de las experiencias docentes adquiridas durante las etapas de incubación, creación y desarrollo inicial del Laboratorio de Materialización 3D y Control Numérico. Para posteriormente realizar una propuesta personal sobre la enseñanza y asimilación de la tecnología digital en la formación y práctica profesional de los diseñadores.

Los medios utilizados para este trabajo son los documentos e imágenes generadas durante las etapas de incubación, creación y desarrollo de este laboratorio.

#### **Resultados conclusiones**

Los resultados esperados de este trabajo son en una primera instancia compartir nuestras experiencias docentes y profesionales. Y con ello tratar de aportar algo sobre los elementos curriculares y tecnológicos que consideramos se deben incluir en la formación y práctica profesional de los diseñadores.

### **INTRODUCCIÓN**

#### **El surgimiento del Laboratorio de Materialización 3D y Control Numérico de la División de Ciencias y Artes para el Diseño en la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco.**

En el año 2010 durante la gestión del Mtro. Luis Carlos Herrera Gutiérrez de Velasco, como Director de la División de Ciencias y Artes para el Diseño, se desarrolló el "Plan Maestro de Talleres y Laboratorios de Docencia y de Investigación de la División de CyAD". Como parte de este plan se comenzaron una serie de acciones tendientes a mejorar las condiciones en las que se encontraban en ese momento los talleres y laboratorios de la División. Una de estas acciones consistió en la reorganización y reubicación de los espacios de los laboratorios y talleres que existían hasta ese momento.

Para el caso concreto de los laboratorios de CAD-CAM, Modelos 3D, y Neumática, que ocupaban distintos espacios físicos dentro de la unidad, se planteó inicialmente la idea de integrarlos en un solo lugar, ya que estos operaban de forma separada en condiciones que dificultaban la operatividad de cada laboratorio.

Pero es hasta la reunión llevada a cabo el día 20 de mayo de 2011 con el director que se invita a un servidor a colaborar con él en el proceso de incubación de lo que en un primer momento se llamó “Laboratorio y Taller de Materialización Digital”, el cual sería un espacio de trabajo nuevo e innovador, no solo por el espacio físico que este ocuparía, sino también por la organización y los objetivos del mismo.

En conjunto con el personal de esos tres laboratorios, se definieron los espacios y necesidades generales de cada una de las áreas operativas y se procedió al desarrollo de la propuesta del proyecto arquitectónico. Después de varias revisiones y cambios se acordó y aprobó la propuesta que se entregó en julio de 2011 al Arq. Juan Carlos Pedraza, Coordinador de Infraestructura de CyAD. La propuesta se entregó en un archivo digital generado en AutoCAD y en ella se estipulaban además del proyecto del espacio arquitectónico, las instalaciones eléctricas, hidráulicas, neumáticas, las zonas que requerían ventilación, conectividad a red, etc. Es hasta diciembre de 2012 cuando de inicio a la obra y finalmente después de algunas adecuaciones y ajustes al proyecto original, se realiza la obra del laboratorio, la cual es entregada durante febrero de 2013.

### DESARROLLO

#### **El proceso de Incubación inicial del laboratorio se fundó en estos tres aspectos fundamentales “Experiencia, Experimentación y el valor humano”**

Como se menciona anteriormente el actual “Laboratorio de Materialización 3D y Control Numérico” de la División de CyAD, de la UAM Azcapotzalco, se crea a partir de las ideas y aportaciones del personal y/o equipos de tres laboratorios que ya existían en la división, CAD-CAM, Neumática y Modelos 3D.

Estos tres laboratorios surgieron en fechas distintas y se desarrollaron de manera más o menos independiente; y durante los años previos a su integración parcial o total al laboratorio, cada uno va desarrollando una serie de procesos y forma de trabajo propios.

#### **1. La experiencia del personal de los tres laboratorios**

Durante este periodo previo, el personal de dichos laboratorios ya poseía una experiencia importante en su campo de especialización o interés, pero sobre todo habían acumulado una serie de experiencias que fueron parte fundamental en el trabajo y desarrollo, de la etapa inicial (2013 a 2016) del Laboratorio de Materialización 3D y Control Numérico.

La experiencia del grupo inicial de profesores que contribuyeron en la incubación y desarrollo del laboratorio es un elemento esencial y es por ello que es necesario realizar un breve resumen de la experiencia de los integrantes que conformaron este grupo

- Antonio Abad Sánchez: Maestro en Ciencias y Licenciado en Diseño Industrial con vasta experiencia docente y una amplia experiencia profesional en el diseño de bienes de consumo (electrodomésticos) y en proyectos de investigación vinculados al desarrollo de productos. (Laboratorio CAD – CAM)
- Arturo Solís García: Maestro en Diseño (Línea Nuevas Tecnologías), Especialista en CAD-CAM y Licenciado en Diseño Industrial con experiencia docente y amplia experiencia profesional en las Industrias Metal Mecánica, Manufacturera, Automotriz, Mueblería y Manufactura Asistida CAD CAM (Laboratorio de CAD – CAM)
- Arturo Hernández Escalante: Maestro en Electrónica Digital e Ingeniero Mecánico Electricistas con vasta experiencia docente y una importante experiencia profesional en Diseño y mantenimiento de equipo de medición y control para la industria farmacéutica, equipo mecánico eléctrico, electrónico y neumático (Laboratorio de Neumática)

- Roberto Bernal Barrón: Maestro en Diseño (Línea Nuevas Tecnologías), Especialista en CAD-CAM/CAE y Licenciado en Diseño Industrial, con estudios de Técnico en Mantenimiento de Maquinas Herramientas e Instalaciones Industriales, con amplia experiencia docente y con experiencia profesional en Diseño Industrial, Diseño y Manufactura Asistidos por Computadora y Capacitación en CAD CAM CAE (Laboratorio de Modelos 3D)

### **2. Los procesos de experimentación en Laboratorio de Modelos 3D y las primeras experiencias vinculadas a la docencia y al desarrollo de proyectos reales.**

Los días 22 y 23 de febrero el año 2005, marcan el inicio del Laboratorio de Modelos 3D, con el curso de capacitación para el manejo de la primera impresora tridimensional de tecnología "3D Printer" (Impresión 3D) de la empresa Z Corporation; adquirida por la División de CyAD.

Este equipo se instaló de manera "temporal" en un lugar no apropiado, ya que el área no contaba con una ventilación adecuada y estaba alfombrado, lo cual, no era lo más adecuado ya los materiales con los cuales se trabaja son polvos y resinas. Después de la realización de este curso hubo un período de más de dos meses en que el equipo se utilizó muy poco debido a que el acceso para su uso era muy restringido por falta de alguien que se hiciera responsable del equipo, y adicionalmente los profesores que tomaron el curso tenía poco tiempo para continuar con el aprendizaje necesario por falta de tiempo.

Es hasta el 13 de mayo de ese mismo año que el Mtro. Octavio García Rubio jefe del Departamento de Procesos y Técnicas de Realización nombra al Mtro. Roberto Bernal Barrón como responsable del Laboratorio de Modelos Tridimensionales, lo que determina el surgimiento de manera "oficial" del Laboratorio de Modelos 3D.

Debido a lo novedoso se esta tecnología y del potencial que esta representaba, el responsable da inicio a los trabajos en el laboratorio realizando un proceso inicial de experimentación mediante la realización de una serie modelos impresos. Con la finalidad de efectuar una serie de pruebas; comprobar el funcionamiento correcto del equipo, y resolver algunas dudas que se presentaran durante el curso de capacitación.

Lo anterior, a pesar de que el curso impartido por el proveedor del equipo fue muy completo, y de que se explicó de manera extensa, el funcionamiento del equipo, el mantenimiento preventivo necesario, y el manejo del software, que controla el sistema. Y de que se pudieron realizar varios modelos impresos. Sin embargo, casi todos los modelos que se realizaron durante ese curso fueron modelos generados a partir de modelos digitales 3D generados con sólidos los cuales eran parte de los ejemplos que el mismo fabricante provee.

Es decir, durante el curso no hubo mucha oportunidad de realizar modelos desarrollados por los participantes. Por esta razón surgió la necesidad de efectuar pruebas con el propósito inicial de corroborar la experiencia adquirida y responder algunas de las dudas de tipo técnico que surgieron.

Es por esa razón que con el propósito de encontrar respuestas a las dudas técnicas que surgieron se procedió inicialmente a experimentar con los siguientes aspectos o variables.

- I. Características del tipo de modelo digital 3D a imprimir (Superficies o Sólidos)
- II. Espesores mínimos de pared
- III. Tolerancia mínima para partes que se unirían

Durante este proceso se efectuaron varios modelos que permitieron ir descubriendo, algunos aspectos que no se habían presentado durante el curso; como por ejemplo algunos problemas asociados con las técnicas, procesos y sistemas de modelado, el proceso de conversión de

los modelos a los formatos que acepta el software de la impresora, la adecuada utilización de los materiales de la impresora, es decir los polvos y acabados para dar resistencia al modelo.

Este proceso de experimentación cumplió plenamente su objetivo ya que permitió responder a varias de las dudas iniciales, pero sobretodo generar una experiencia muy importante, para empezar a materializar los primeros modelos generados por algunos de los profesores de la división y alumnos del posgrado de diseño de la División de CyAD.

Y de manera paralela se tomó la decisión personal de ir incluyendo los conocimientos adquiridos hasta ese momento, en los contenidos de la UEA de Temas de Opción Terminal II de la licenciatura de Diseño Industrial, con la finalidad de que los alumnos empezaran a tener la oportunidad de comenzar a utilizar esta tecnología como una herramienta más en el desarrollo de sus proyectos de diseño. Con lo cual los alumnos que previamente cursaron esta UEA son los primeros que empiezan a hacer uso de esta tecnología en el desarrollo de sus Proyectos del Integral.

Durante junio de 2005 se da inicio a la realización de proyectos vinculados a la realidad. Lo cual permitió el sustento y desarrollo del laboratorio de modelos (ya que durante esa época se careció de un apoyo institucional). Estos proyectos se empiezan a realizar en colaboración con el laboratorio de CAD-CAM. De los proyectos más importantes a destacar se encuentran los siguientes:

*Proyecto X05 (Proyecto de carácter confidencial).*

Por cuestiones de confidencialidad y secrecía de este proyecto no es posible dar detalles específicos del proyecto. Este proyecto en realidad permitió el desarrollo de tecnología en el ámbito nacional y con un grado de innovación muy importante, con un impacto incluso en el ámbito internacional.

Y en este caso los laboratorios de CAD-CAM y Modelos 3D, participamos básicamente en la primera etapa y el resto del desarrollo hasta su fabricación, se llevó a cabo dentro de la industria en donde se originó el proyecto. Los dos laboratorios colaboramos dando algunas recomendaciones durante el proceso de diseño vinculadas con el uso, la forma y algunos aspectos funcionales, utilización de materiales y tipos de ensambles, y en el caso específico del Laboratorio de Modelos 3D, en la materialización de las primeras propuestas de diseño de las diversas partes del producto en cuestión mediante la impresión de los primeros prototipos.

A lo largo de ese proceso se tuvieron diversas dificultades que hubo que resolver y que son en esencia parte muy importante de las experiencias adquiridas.

*Proyecto. Metro.*

Otro proyecto muy importante desarrollado también de manera conjunta entre los dos laboratorios y profesores investigadores de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería, fue el proyecto denominado "Mejoras en Protección de Neumático Portador" para el Sistema de Transporte Colectivo Metro (STC-Metro) de la Ciudad de México. El trabajo central de este proyecto consistió en la manufactura del prototipo del nuevo diseño de protección para evitar que, ante una eventual pinchadura de un neumático, se genere un corto circuito entre la barra guía y los rieles (tierra) en base al contacto provocado por las cuerdas de acero de la llanta pinchada.

En este proyecto el Laboratorio de Modelos 3D desarrollo varios modelos a escala 1:10 de la protección completa, un prototipo del soporte de los baleros y un prototipo parcial de la sección de agarre del soporte de baleros ambos en escala 1:1, y el laboratorio de CAD CAM desarrollo varios prototipos en escala 1:1 de la protección completa. El prototipo final fue probado en las

instalaciones de los Talleres Zaragoza del STC-Metro, determinándose los puntos de mejora que podrían tener el sistema antes de ser manufacturado en serie.

### Proyectos de alumnos

Otra fuente muy importante de experiencias fue sin duda los cientos de proyectos de alumnos de licenciatura y posgrado que se materializaron durante ese periodo. Ya que las particularidades de muchos de ellos han implicado en muchas ocasiones retos y problemas que había que afrontar, para lograr materializarlos.

En resumen, la necesidad de resolver los problemas que se presentaron en la realización de los proyectos reales y los proyectos de diseño de los alumnos se tradujeron en experiencias significativas que contribuyeron en los conocimientos necesarios para una adecuada materialización de los proyectos, y que podríamos clasificar de la siguiente manera:

- I. Proceso de experimentación mediante el control de variables.
- II. Impacto de la morfología, estructura y resistencia
- III. Métodos y Técnicas para el Modelado 3D
- IV. Exactitud de los Modelos 3D
- V. Detección y localización de problemas en los modelos 3D
- VI. Precisión y problemas de exportación de archivos a formato STL
- VII. Tolerancias para ensamble
- VIII. El factor escala
- IX. Costos vs beneficio
- X. Solución, prevención y localización de fallas en equipos
- XI. Importancia del mantenimiento preventivo y correctivo
- XII. Evaluación de las capacidades y limitaciones de los procesos y equipos.

### **3. Valor humano**

El valor humano es uno de los elementos fundamentales del desarrollo previo e inicial del laboratorio ya que, sin la experiencia previa adquirida mediante los procesos de experimentación y el quehacer diario. Pero sobretodo sin el interés de sus integrantes, simplemente no se podría haber creado este laboratorio y por ende nada de lo que se ha hecho.

#### **Creación del espacio físico y las actividades iniciales del Laboratorio de Materialización 3D y Control Numérico.**

Como ya se mencionó anteriormente es en febrero de 2013 que se entrega la obra con la cual se crea para fines prácticos el Laboratorio de Materialización 3D y Control Numérico.

Pero de manera previa se comienzan a realizar una planeación para una vez que se entregaron las instalaciones y entonces poder realizar una serie de actividades con la finalidad de ir creando las condiciones operativas para iniciar con las actividades propias de este espacio.

Las actividades más importantes en una primera instancia fueron:

- I. Integración de personal adicional al equipo de trabajo
  - a. D.I. Luis David Vidal García (Ayudante de Licenciatura)
  - b. Alumnos de Servicio Social
- II. Instalación de equipos y continuación de los trabajos del laboratorio de modelos 3D en espacios temporales mientras se realizaban las obras del nuevo laborator.
- III. Planeación y trabajos previos necesarios para el traslado de los equipos al laboratorio.

- IV. Traslado, colocación de instalaciones eléctricas y neumáticas faltantes, Instalación y puesta en marcha de los equipos (impresoras 3D, router de control numérico impresora láser, mesa de neumática, escáner 3D)
- V. Mantenimiento preventivo y/o correctivo de equipos.
- VI. Pruebas iniciales de operación

Posteriormente y como había equipos nuevos de reciente adquisición, como por ejemplo una impresora de tecnología FDM (*Fused Deposition Modeling*) y otros que ya se tenían, como por ejemplo una máquina de corte y grabado láser pero que operativamente se estaban utilizando de manera poco eficiente. Fue necesario realizar un proceso similar al realizado cuando llegó la primera impresora “3D Printer”; es decir:

- I. Capacitación inicial
  - a. Para el uso de la impresora 3D de tecnología FDM, mediante el curso de capacitación impartido por la empresa Stratasys proveedora del equipo
  - b. Y para la máquina de corte y grabado láser, mediante la recopilación, traducción y lectura de los manuales del equipo y de información técnica del proceso de corte y grabado láser.
- II. Proceso inicial de experimentación
  - a. En el caso de la impresora 3D este proceso se llevó a cabo de manera general de la misma forma que para las otras impresoras tal y como ya se señaló con anterioridad.
  - b. Para el caso de la máquina de corte y grabado láser se realizó un proceso parecido, tomando como referencia la información técnica y la realización de muy diversas pruebas.

Durante esta etapa cabe relatar que la introducción de estos nuevos equipos, pero sobre todo la inserción de nuevos integrantes al equipo de trabajo, que gracias a sus experiencias, conocimientos y capacidades potenciaron el desarrollo del laboratorio. Incrementado con ello la capacidad para Materializar Ideas de Diseño e Ingeniería.

### **El cambio generado en la División de CyAD a partir de la aparición del Laboratorio de Materialización 3D y Control Numérico.**

La aparición del laboratorio significó la posibilidad real de dar un mayor y mejor apoyo a la comunidad de CyAD de las tres licenciaturas (Diseño Industrial, Diseño de la Comunicación Gráfica y Arquitectura) en el uso de los equipos que ya existían (cortadora láser, router de control numérico e impresoras 3D).

Pero sobre todo ha permitido una aproximación real de las nuevas tecnologías para el diseño y en concreto de la tecnología digital dentro de la comunidad de CyAD y de la propia Unidad Azcapotzalco.

La siguiente ilustración es solo una pequeña muestra del impacto que rápidamente logro el laboratorio en el diseño y desarrollo de proyectos de alumnos dentro de la División de CyAD de la Unidad Azcapotzalco.



*Ilustración 1 Pequeña muestra de proyectos de alumnos entregados durante el trimestre 14-P en los que participo el Laboratorio de Materialización 3D y Control Numérico.*

Un referente importante del impacto que rápidamente logro, se refleja en el incremento de la cantidad de alumnos que se atendieron para el uso de los equipos durante año 2012 que fue según los datos que se tienen de 238 alumnos (Bernal Barrón, Informe de Actividades Laboratorio de Materialización 3D y Control Numérico, 2012) y la cantidad de alumnos que se atendieron durante el 2014 (Bernal Barrón, Informe de Actividades Laboratorio de



*Ilustración 2 Algunos de los proyectos reales desarrollados durante 2015 y 2016*

Materialización 3D y Control Numerico, 2014) que fue de 757 alumnos. Lo que representa un incremento del 318 %.

El laboratorio logro mantener su impacto durante los dos siguientes años 2015 y 2016 con la realización de nuevos proyectos reales; como por ejemplo el de un “Sensor Doméstico de Potabilidad del Agua” desarrollado en conjunto con profesores de otras divisiones y unidades de la UAM y el apoyo de la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación del Distrito Federal (SECITI), el apoyo que se está brindando la División de CyAD al proyecto de restauración del “Caballito” y el apoyo en el desarrollo de prótesis ver Ilustración 2

Inclusive en lo que va del año esta tendencia se mantiene, aunque se ha reducido un poco debido al cambio en la coordinación del laboratorio. Pero esta reducción se explica en el proceso natural de aprendizaje debido al cambio en los alumnos de servicio social y del responsable de la coordinación del laboratorio.

### CONCLUSIONES

En base al análisis de las experiencias acumuladas como:

- Coordinador del Laboratorio de Modelos 3D (de mayo de 2005 a mayo de 2012)
- Coordinador de Estudios del Laboratorio de Materialización 3D y Control Numérico (de mayo 2012 a enero de 2016)
- Miembro del Comité de Estudios de la Licenciatura de Diseño Industrial en la cual se realizó y aprobó (durante 2004 y fue vigente hasta 2016) en la Adecuación al Plan de Estudios la Licenciatura de Diseño Industrial de la División de CyAD (División de Ciencias y Artes para el Diseño Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, 2004)
- Y de mi participación en todas y cada una de las modificaciones y adecuaciones realizadas en la licenciatura de diseño industrial desde 1991 hasta la recientemente aprobada en 2016 y vigente actualmente.
- Además de mi participación en todos los proyectos mencionados en este documento desde el año de 2005 y hasta el 2016.

Propongo el siguiente modelo para la enseñanza y asimilación de la tecnología digital en la formación y práctica profesional de los diseñadores, que se sintetiza en el diagrama que se muestra más adelante.

La propuesta toma como marco de referencia la propuesta desarrollada para las adecuaciones al plan de estudios del 2004 (aprobado a principios del año 2005). Y las aportaciones realizadas en el último proceso de adecuaciones que culmino durante el 2016.

La propuesta establece como eje rector y columna vertebral del mismo el grupo de UEA o Materias que denominadas en el caso específico de la licenciatura de Diseño Industrial Diseño y Desarrollo de Productos. Debido a que la propuesta no so está enfocada a la licenciatura en cuestión, en el modelo propuesto se denomina a este grupo de UEA “Diseño y Desarrollo de.....”

La propuesta incluye en esencia un grupo de materias que complementa el modelo pero que no se abordan en este momento, por no estar dentro del campo de interés de esta ponencia, lo cual evidentemente no quiere decir que no sean importantes.

La propuesta se centra básicamente en dos grupos de materias que se proponen, y que son:

1. Ciencia y Tecnología
2. Expresión y Experimentación

Estos dos grupos de materias o UEA propuestas que buscan rescatar y revalorar, en el primero de los casos la importancia de la ciencia, no solo en diseño industrial, sino en todas las carreras de diseño. Y en el segundo el papel e importancia de la experimentación de todo tipo en los procesos de diseño y desarrollo de productos, espacios, mensajes etc.

Considero que en la UAM y en muchas universidades nacionales e internacionales las licenciaturas de diseño en general redujeron y minimizaron en sus contenidos a las ciencias en general, pero en particular de manera preocupante a las ciencias de las matemáticas y la física.

Considero que es necesario reforzar y volver a incluir en algunos de los planes de estudio de algunas licenciaturas de manera urgente UEA como por ejemplo Lógica Matemática, Geometría Analítica o Física.

Por otra parte, considero también muy importante el rescatar el valor de los laboratorios y de los procesos experimentales que se deberían llevar a cabo en dichos laboratorios. Y por ello considero también que es urgente rescatar e incluir los procesos de experimentación necesarios para una mejor formación de los diseñadores. Y no solo enseñarlos a expresar de manera correcta sus propuestas de diseño.

Con lo anterior no estoy diciendo que la expresión en el diseño no sea importante. Por el contrario, considero que es algo fundamental en la práctica del diseño. Lo que afirmo es que últimamente se le ha dado un papel demasiado importante pero mal enfocado. Ya que últimamente en algunas universidades pareciera que es más importante los renders digitales del proyecto la función o el diseño en sí.

Es por eso que la propuesta busca que se revalore o se incluya en muchos casos contenidos temáticos que incluyan la realización de procesos experimentales bien encausados. Y de esta manera volver a valorar el uso, la función y la realización o materialización de nuestros diseños.

En este sentido el papel de los laboratorios es esencial, ya que estos son el espacio natural y propicio para el desarrollo de los procesos experimentales. Este es justamente uno de los aspectos que han permitido el gran desarrollo e impacto generado por el Laboratorio de Materialización 3D y Control Numérico, dentro de la UAM Azcapotzalco.



**Ilustración 3 Diagrama de la propuesta para la enseñanza y asimilación de la tecnología digital en la formación y práctica profesional de los diseñadores**

La propuesta por ende prioriza el vínculo académico directo entre los laboratorios y los grupos de materias propuestos de “Ciencia y Tecnología” y “Expresión y Experimentación”, además de los talleres.

Por último, es necesario indicar que en la práctica este modelo ha funcionado y que son los resultados los mejores promotores para de manera paulatina generar los cambios necesarios. Ya que la implementación de este modelo requiere fuertes inversiones materiales. Pero sobre todo requiere de procesos muy importantes de capacitación y una constante actualización, resultado de una constante e intensa confrontación con la realidad.

## REFERENCIAS

- Bernal Barrón, R. (2012). *Informe de Actividades Laboratorio de Materialización 3D y Control Numérico*. México D.F.
- Bernal Barrón, R. (2014). *Informe de Actividades Laboratorio de Materialización 3D y Control Numérico*. México D.F.
- División de Ciencias y Artes para el Diseño Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco. (2004). *Adecuación al Plan de Estudios de la Licenciatura en Diseño Industrial*. México D.F.: División de Ciencias y Artes para el Diseño.