

Integración de las aplicaciones de cómputo como herramientas para el Diseñador Industrial, un ejemplo Bicitaxis

Tesis Profesional que para obtener el Título de
Licenciado en Diseño Industrial presenta

Araceli Casas Cordero

Con la dirección de D.I. Héctor López Aguado y la asesoría de
M. en Arq. Geneviève Lucet, D.I. Jorge Vadillo, D.I. Fernando Rubio

Declaro que este proyecto de tesis es totalmente de mi autoría y que no
ha sido presentado previamente en ninguna otra Institución Educativa

277529

Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Arquitectura
Centro de Investigaciones de Diseño Industrial

2000



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Coordinador de Exámenes Profesionales de la
Facultad de Arquitectura, UNAM
PRESENTE

EP 01 Certificado de aprobación de
impresión de Tesis.

El director de tesis y los cuatro asesores que suscriben, después de revisar la tesis del alumno

NOMBRE CASAS CORDERO ARACELI

No. DE CUENTA 8339986-2

NOMBRE DE LA TESIS La computadora como herramienta.

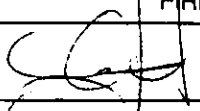
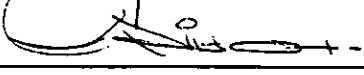
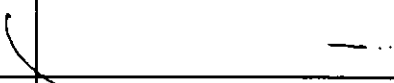
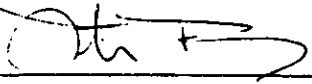
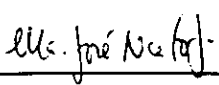
Consideran que el nivel de complejidad y de calidad de la tesis en cuestión, cumple con los requisitos de este Centro, por lo que autorizan su impresión y firman la presente como jurado del

Examen Profesional que se celebrará el día	de	de	alas	hrs.
--	----	----	------	------

ATENTAMENTE

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Ciudad Universitaria, D.F. a 26 Noviembre 1998

NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE DI. HECTOR LOPEZ AGUADO	
VOCAL DI. JORGE VADILLO LOPEZ	
SECRETARIO DI. FERNANDO RUBIO GARCIDUEÑAS	
PRIMER SUPLENTE D.I. MARTA RUIZ GARCIA	
SEGUNDO SUPLENTE D.I. MARIA JOSE NIETO SANCHEZ	

ARQ. FELIPE LEAL FERNANDEZ
Vo. Bo. del Director de la Facultad

Tabla de Contenido

Las Nuevas Herramientas	1
Antecedentes	1
La transformación de las herramientas	2
Definiciones básicas sobre el cómputo	5
El inicio de las computadoras	5
La integración de las computadoras personales	7
Conceptos básicos en el uso de las computadoras	9
Conceptos básicos en el uso del Software	14
El cómputo gráfico	17
Gráficas del tipo vector	19
Gráficas del tipo bitmapped	20
Fractales	21
Bicitaxis	22
Sistemas CAD (Computer Aided Design)	25
Modelos tridimensionales en sistemas CAD	28
Las imágenes CAD	32
El CAD y su integración al trabajo del diseñador	34
Bicitaxis	36
Bicitaxi 1	37
Bicitaxi 2	45
Bicitaxi 3	52

Sistemas de Simulación	59
Simulación de movimientos mecánicos	59
Simulación ergonómica	63
Bicitaxis	65
Bicitaxi 1	68
Bicitaxi 2	71
Bicitaxi 3	73
Gráficas Comparativas	75
Sistemas Rendering	79
Escena Sintética	80
Bicitaxis	85
Bicitaxis	92
Bicitaxi 1	93
Bicitaxi 2	93
Bicitaxi 3	93
Sistemas CAID (Computer Aided Industrial Design)	101
Sistemas CAD/CAM	105
Sistemas Paint	107
Sistemas de Animación	111
Conclusiones	115
Bibliografía	129

Introducción

Sobre el tema

La integración de la tecnología en diversos estudios adquiere mayor interés actualmente, en ocasiones imponiéndose, a los usos tradicionales, con el fin de mejorar técnicas, reducir tiempos, costos, así como de optimizar recursos. Existen claros ejemplos sobre lo anterior, y por mencionar algunos de ellos tenemos el caso de los transistores, que han logrado minimizar el tamaño de los aparatos electrónicos, o el desarrollo del halógeno, que también ha logrado reducir, el volumen de las lámparas o el empleo de la robótica en la industria de la manufactura (ver herramientas como medios).

Las posibilidades de tecnología dentro del área de Diseño Industrial, incluyen el uso de la computadora como herramienta para el desarrollo de estos profesionales. Tomando en cuenta que esta área abarca varias disciplinas, (ergonomía, factores estéticos, semiología, procesos de fabricación, entre otros) se hace necesario analizar los recursos que ofrecen los medios electrónicos en materia de cómputo, para el desarrollo de proyectos dentro de un marco profesional y a la vez que permita un amplio panorama sobre este conocimiento y su aplicación.

El panorama que expone este material, tiene el interés de vincular el trabajo del diseñador industrial con los recursos que ofrece una computadora, basándose en el desarrollo de un producto. La fase conceptual de diseño de un producto no se contempla como tema de estudio, sin embargo las etapas de desarrollo del producto se analizan a través de aplicaciones de cómputo para evaluar si realmente son herramientas adecuadas para el diseñador industrial, basadas en las hipótesis propuestas en esta sección.

Para lograr lo anterior se propone una estructura de trabajo en donde se incorpore un caso concreto que resuelva con las herramientas de cómputo, analizando las ventajas sobre el proyecto.

El caso que se toma como estudio es el proyecto BICITAXIS (Bicicletas Taxi), el cual fué desarrollado en las instalaciones del CIDI (Centro de Investigaciones en Diseño Industrial), por estudiantes de este centro.

El proyecto BICITAXIS tuvo lugar basándose en una amplia expectativa de proponerlos como sistema de transporte en el centro histórico de la Cd. de México, aplicando el material Zinalco desarrollado en el Instituto de Materiales UNAM. El antecedente descrito dió lugar para definir las bases del concurso y diseñar el vehículo.

A pesar de que el proyecto BICITAXIS, tiene un amplio desarrollo que va desde la definición del problema, análisis del contexto social, producción, entre otros que son inherentes al desarrollo del mismo, la aportación de este trabajo fué analizar el desarrollo de cada una de las propuestas, estudiando la geometría espacial, ergonomía y semiótica de los vehículos a través de diversos recurso de cómputo.

Por otro lado me resulta interesante hacer la siguiente reflexión respecto al contexto actual que enfrenta este país con respecto al exterior.

Actualmente nos enfrentamos a una apertura comercial, con países con un alto nivel industrial, lo cual ha dejado con pocas expectativas el trabajo del diseñador industrial, pues el mercado se ha abastecido de productos con deslumbrantes adelantos en tecnología, y además con un amplio consumo, porque logran dar, sobrada competencia a los productos desarrollados en México. Sin embargo tales objetos se desarrollan para un contexto distinto al que nos rodea.

Lo anterior parece fundar un desarrollo basado en soluciones ajenas, lo cual no incrementa el nivel de vida, ni las capacidades de producción y consumo que requiere este país, y por otra parte se desaprovechan los recursos intelectuales así como los naturales. Es notorio entonces que la industria nacional no contempla el valor que tiene un proceso continuo de planeación para sus productos.

Según la realidad que se presenta, parece que deja sin lugar el tema que se desarrolla, sin embargo, vale la pena incursionar en nuevas tecnologías, aplicadas a nuestras necesidades, y con las ventajas que también han tenido los proyectos desarrollados por otros países, aplicando estas mismas herramientas.

Inmersos en el contexto actual resulta indispensable mencionar las nuevas aportaciones en conceptos de producción que han desarrollado los países con un alto nivel industrial como **calidad total**, que logra exponer de manera muy amplia la nueva actitud frente a la realidad de competencia y desarrollo, sin descartar esta posibilidad como interés frente a los profesionales del diseño.

El objeto de este estudio entonces debe aportar nuevos elementos de trabajo proponiendo un medio enriquecido de posibilidades o tan amplias como se pretendan.

Al abordar el tema del cómputo, es necesario enfatizar en los recursos a los que se hace alusión o cuales son los propuestos (es decir, sobre el tipo de equipo o programas empleados o recomendados), pues no cabe duda que el panorama tecnológico actual ofrece una gran variedad de productos que en ocasiones desorientan sobre las posibilidades que ofrecen.

Sobre lo anterior cabe señalar que se proponen aquellos recursos del cómputo que

tenemos al alcance inmediato, como son las computadoras personales, para iniciar una incursión sobre sus aplicaciones; sin embargo en ocasiones los recursos que ofrecen éstas son insuficientes, y se hace necesario emigrar a equipos con más capacidad como son estaciones de trabajo, de las cuales solo se comentarán algunas de sus propiedades.

A pesar de que con anterioridad al surgimiento de las computadoras personales se podían apreciar programas de aplicación para el área de diseño industrial, principalmente para la industria automotriz y aeroespacial, el equipo utilizado no eran menos que estaciones de trabajo, En la actualidad algunos equipos PC han igualado los recursos de las estaciones de trabajo de otros tiempos.

Sobre el software es importante señalar que a pesar de que existen diversos productos que tienen aplicación dentro del área de diseño industrial, las capacidades que muestran los programas de tipo CAD, (Computer Aided Design or Drawing), CAID (Computer Aided Industrial Design) y modeladores de sólidos, permiten exponer de manera muy amplia la integración que tienen en el desarrollo del trabajo de los profesionales del diseño.

Las características más notables en el tipo de software antes mencionado son entre otras; que muestran una gran facilidad en la elaboración de modelos tridimensionales, lo que da una amplia capacidad de apoyo visual y conceptual del producto que se proyecta, además de ser fácilmente comprensibles, y la información puede transferirse a otras aplicaciones complementarias.

Finalmente se puede considerar que la computadora ha logrado una gran influencia en la vida de las personas, en servicios bancarios, de salud, de transporte, de comunicaciones, sin quedar exento el diseño industrial, a veces provocando cambios cualitativos, sin embargo es importante poner a consideración los siguientes cuestionamientos. ¿Realmente la computadora se integra al de proceso de diseño o únicamente se convierte en una herramienta de dibujo? y ¿Es posible que estos medios aceleren el ciclo diseño-producción?

Hipótesis de trabajo

1. Actualmente es posible planear un proyecto mediante aplicaciones de cómputo desarrolladas en forma comercial, para emigrarlas de equipos mínimos hasta supercomputadoras utilizando las herramientas adecuadas, con el objeto de ampliar las perspectivas de desarrollo del proyecto.
2. Debe evitarse mencionar nombres de programas y equipos de cómputo comerciales en la elaboración de un material que tiene el empeño de proveer el conocimiento necesario para inducir el interés del diseñador industrial en el empleo de las aplicaciones de cómputo.
3. La computadora es en la actualidad una herramienta integrada al proceso de diseño, trascendiendo su aplicación como herramienta de dibujo.
4. El uso de los sistemas de cómputo adecuados para el trabajo de diseño aceleran el ciclo de diseño previo a la elaboración de prototipos.
5. Mediante al uso de programas tridimensionales de tipo vectorial y sistemas rendering se logra el apoyo visual y conceptual del producto que se proyecta.

Objetivos

1. Exponer el panorama de trabajo del diseñador industrial en los diferentes ambientes de cómputo, para ampliar las perspectivas de desarrollo de un proyecto de diseño.
2. Demostrar que las herramientas de cómputo propuestas pueden integrarse al proceso de diseño a través del desarrollo de un proyecto que satisfaga las necesidades propias de nuestra población.
3. Mostrar como estas herramientas de cómputo logran acelerar el ciclo de diseño previo a la elaboración de prototipos.
4. Mostrar como estas herramientas de cómputo logran dar una amplia capacidad de apoyo visual y conceptual del producto que se proyecta.

Método

En la realización de este material se tuvo cuidado de no convertirlo en un manual técnico de temas de cómputo, por lo cual se ejemplifica el uso de los sistemas de cómputo con el tema de BICITAXIS.

La estructura que se plantea para el lector es, cada uno de los capítulos tiene un contenido de temas de cómputo y al final de estas secciones se introduce el ejemplo BICITAXIS.

Sobre el cómputo

Las áreas de estudio sobre temas de cómputo son en extremo amplio por lo cual se desglosan los puntos principales de interés que sugieren gran aplicación para el área de

Diseño Industrial, el orden en el cual se presentan en este material es el propuesto como un orden lógico a seguir cuando un proyecto sigue su curso:

- Definir algunas razones básicas sobre el cómputo
- Definir y analizar al área de cómputo gráfico; en esta sección se destacan los sistemas que sugieren ser los más adecuados para su aplicación dentro del área de Diseño Industrial.
- Analizar los alcances de los sistemas CAD, y como han evolucionado; con el interés de medir los alcances de estas herramientas dentro del área de Diseño Industrial, además de argumentar porque han sido definidos como una de las herramientas más adecuadas.
- Mostrar algunas herramientas de simulación con lo cual se comprueba que la información generada con los sistemas CAD nos permiten continuar el desarrollo de un proyecto con estas herramientas.
- Aplicar y analizar las técnicas de los sistemas rendering mostrando potencialidad de imágenes realistas en los productos diseñados como lo muestran las imágenes a color que se presentan en el capítulo.
- Comentar algunas aplicaciones de cómputo elaboradas expresamente para el área de Diseño Industrial, como son los sistemas CAID.
- Comentar los recursos de cómputo que han sido integrados en la industria de la manufactura, como se comentan con los sistemas CAD-CAM.
- Introducir a los sistemas que permiten dar movimiento a los objetos tridimensionales como se comentan en la sección de animación.

Programas Empleados durante la elaboración del proyecto

Software	Tipo	Equipo
AutoCAD ver. 12, 13, 14		
MicroStation ver 5, 95 3D-Model	CAD	Macintosh, PC
Adobe Illustrator ver. 6	Vectorial	Macintosh
Adobe Photoshop ver 3, 4	Bitmap	Macintosh
Mannequin ver. 1 (Ergonomía) Working Model (Mecánica)	Simulación	Macintosh
MicroStation ver. 5, 95 Three-D	Rendering	Macintosh, PC
MicroStation ver 5, 95	Animación	Macintosh, PC

Sobre los Bicitaxis

Las fuentes de información sobre los Bicitaxis fueron los planos trazados por los propietarios de los diseños de los vehículos, Constantino Landa, Juan Grimaldo y Wilebaldo Ramírez, durante las primeras etapas de la elaboración de los prototipos se recuperó la información necesaria para aquellos detalles que no eran explícitos durante el desarrollo de los planos.

A partir de el acopio de la información se desarrollaron las siguientes actividades:

- Reproducción de los planos en forma bidimensional a través de programas tipo CAD; durante esta etapa se evaluó la posibilidad de digitalizar los planos, sin embargo no lograba buenas expectativas en el desarrollo ya que los errores de escala para dos casos se reproducían al momento de la digitalización. Por otro lado, se tomó en cuenta que los dispositivos para digitalizar tienen un margen de error, lo cual no mejoraba los resultados que se esperaban.
- Cada una de las vistas generadas se ubicaron como planos ortogonales a escala real, lo cual permitió la elaboración de cada uno de los modelos tridimensionales empleando los sistemas CAD.
- La característica de modelar los objetos en forma tridimensional permitió extraer información como datos de superficies y longitudes de las piezas tubulares construidas.
- Con el fin de crecer las expectativas del proyecto y aplicar otras herramientas se emplearon programas de simulación que permitieron realizar algunas evaluaciones sobre los objetos modelados y se recurrió a los programas de simulación mecánica y de ergonomía.
- Durante las etapas anteriores se pudieron realizar evaluaciones previas, demostrando algunas ventajas del empleo de estas herramientas, para finalmente lograr imágenes realistas que relacionadas con la semiótica del producto permitieron observar los modelos bajo la influencia de la luz la textura y el color para lograr un estímulo al observador con características casi reales del producto antes de ser realizado.

Algunas de las observaciones y apreciaciones que se anotan en este trabajo no pretenden criticar los trabajos realizados ya que por una parte la fuente de información recuperada fue parte de la primera etapa de los diseños y por otro lado debido a lo avanzado del proyecto no permitió realizar actualizaciones.

Durante la lectura de este material el lector encuentra los temas de cómputo, destacando las características que son útiles para el tema, la trayectoria que ha tenido desde su inicio y el proceso que ha tenido en la sociedad integrándose como herramienta de trabajo. La idea es generar un amplio panorama para ubicar esta tecnología en el contexto actual.

Los programas sugeridos para su aplicación dentro del área de trabajo de Diseño Industrial, son comentados e introducidos con conceptos generales, junto con el ejemplo de Bicitaxis, para analizar los casos concretos y lograr algunas evaluaciones previas, sin embargo si tiene algún interés conocer los programas empleados se anexa en la página v una tabla con la información.

El material empleado en el desarrollo del presente trabajo son principalmente diversos programas, empleados en computadoras personales, bibliografía técnica en cómputo y diseño industrial, material extraído de fuentes de información internacional como Internet. La asistencia a algunos eventos de cómputo también me han permitido apreciar estas tecnologías como recursos y fuentes de enriquecimiento para el desarrollo del trabajo artístico y técnico.

Este material pretende evaluar el uso e integración del cómputo para el área de Diseño Industrial en una forma muy clara, para lo cual se contempló que el material recopilado en este trabajo tenga la seriedad de proponer una fuente de información que no logre obsolescencia en un corto tiempo.

Las Nuevas Herramientas

Antecedentes

La representación gráfica siempre se ha considerado como un medio de comunicación, en forma general para todas las culturas. Posterior a la Edad Media con los cambios industriales es notoria la tendencia de dar más importancia a los dibujos con características mecánicas, que a la representación de los objetos; como realidades físicas o de volúmen.

En 1738 Amaddé-Francois Frezier, (arquitecto) dibujó plantas y alzados juntos, a la misma escala y vinculados por medio de una construcción de tipo ingenieril, a ésta práctica de representaciones, se le adhiere el uso del color, con matices y sombras, para presentar imágenes más realistas hacia finales de este mismo siglo.

La representación gráfica de objetos se estableció como un método sencillo y económico, para revisiones, antes de su realización, sobre todo si se trataban de piezas compuestas, de metales u otros elementos, en donde experimentar formas y hacer pruebas con materiales resultaba un proceso inadecuado y costoso. En algún momento se le encontraron ventajas de comunicación en los medios productivos, por ejemplo, para destinar la distribución de trabajo entre operarios, obreros o subcontratistas.

El uso del dibujo como representación simbólica del producto significó que el proceso de diseño pudiera separarse del proceso de producción, acelerando el ritmo productivo, en la manufactura simultánea de partes y componentes del producto, sin dejar de considerar que el esquema de fabricación de un producto, el cual llega a ser indispensable, con la aparición del maquinismo y la producción en serie.

Encontramos claros ejemplos en el siglo XIX en donde la construcción y fabricación de puentes y barcos requirieron de representaciones muy precisas.

Actualmente el dibujo permanece en una postura central en el diseño de objetos, aplicado como un medio para externar pensamientos, dar forma a la imaginación y ordenar las ideas como una respuesta del flujo creativo, lo cual no interrumpe las consideraciones de precisión costo o escala y sin embargo se convierte en un medio de persuasión, en donde se expresa claramente la idea de un objeto como solución a un problema.

Las herramientas y materiales empleados para realizar dibujos ha existido y evolucionado por generaciones, lo cual ha significado su integración a diversas culturas.

La transformación de las herramientas

Ha sido a través de los siglos que la absorción de las herramientas dentro de la cultura visual ha continuado un proceso lento pero inevitable, reflejando la fusión, entre la herramienta y el proceso de transformación. Las primeras herramientas se convierten en un instrumento pedagógico, para que evolucionen partiendo de su esencia.

Un proceso de transformación gradual, ocurre con las herramientas de diseño, algunas de estas requieren un período de práctica para su apropiada y eficiente aplicación, la mecanización de las herramientas manuales es un claro ejemplo de esta tendencia.

A pesar de que las herramientas imponen algunas restricciones, el individuo que las utiliza no obstaculiza o deforma su expresión artística, reconociendo que cada persona puede interpretar su uso diferente para conseguir una característica visual, por lo que las herramientas no definen el orden de trabajo.

El uso de una computadora con la tendencia de las nuevas herramientas, se ha desarrollado con la intención de proponer una relación interactiva entre el usuario y la computadora como herramienta.

El ascenso del uso e integración del cómputo en el área de diseño es en extremo un cambio significativo con respecto a las herramientas tradicionales, algunos diseñadores se esmeran en comparar las nuevas herramientas con respecto a las anteriores, hay quienes las consideran no como una herramienta sino como un ambiente de trabajo, argumentando que no existe la herramienta que reúna información, permita la manipulación de la información, la realización de modelos tridimensionales, o la simulación mecanismos o efectos físicos. Las expectativas que se pueden esperar son que estas nuevas herramientas sean mejores o tan buenas como las anteriores, de otra forma ¿porqué el cambio?.

Actualmente bajo el contexto de desarrollo y competencia tecnológica, se pueden exponer las siguientes razones para proponer el cambio a las nuevas herramientas:

- Porque los problemas incrementan su complejidad, en ocasiones un objeto demanda mejorar, ante sus predecesores, es decir que los satisfactores aumentan según el contexto cultural en el cual se desarrollen, puede ser que el objeto mejore bajo los aspectos de función, economía, calidad, procesos de fabricación, entre otros, lo cual incrementa el desarrollo de complejidad en el proyecto.
- La búsqueda de los ejes competitivos, la industria tiene la tendencia de competir con sus rivales mejorando sus productos ofreciendo más calidad, costos más bajos y

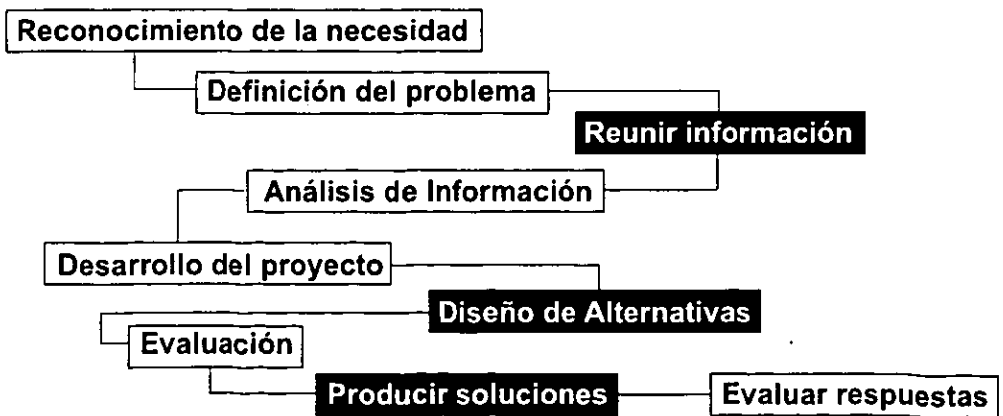
consecuentemente producciones más altas, un ejemplo de lo anterior es el mercado de los equipos de cómputo, al momento de ofrecer equipos mas rápidos, con más capacidades y con mejores precios, las diversas compañías absorben un potencial significativo de compradores, sin embargo es de esperarse que en un lapso muy corto de tiempo surjan otras empresas o las mismas que mejoren las condiciones propuestas.

- El desarrollo de nuevos productos; al aportar nuevas soluciones para satisfacer un problema planteado requiere de un proceso de estudio que tiene que ver en muchas ocasiones con la integración de nuevas tecnologías y que logran proponer un cambio en la forma de vida y cultura, como se puede apreciar en los teléfonos celulares, este elemento surge como un elemento innovador en la comunicación, ya que se transporta, a diferencia de su predecesor, lo cual logra el cometido de concebir a un objeto nuevo integrado por los nuevos elementos tecnológicos.

Las razones expuestas son como se perciben actualmente, por lo que los diversos profesionistas se encuentran con la realidad de actualizarse e integrarse en este tren de desarrollo.

Es importante reconocer que aún no existe equipo de cómputo o tecnología que logre competir con las capacidades del intelecto humano, el éxito de un producto tendrá que ver con el resultado creativo de una persona.

En relación a la integración del uso de las computadoras dentro del proceso de Diseño, es importante mencionar un trabajo realizado por el profesor y director del Instituto Tecnológico de Illinois, ID Patrick Whitney, en un artículo titulado “Media Myths and Computer Graphics” lista nueve pasos que conforman el proceso de diseño y argumenta que actualmente la aplicación del cómputo se define para los pasos, tres, seis y ocho. Los cambios que Patrick Whitney espera en el futuro son encontrar caminos para aplicar la computadora en los otros procesos como se aprecia en la siguiente gráfica.



Definiciones básicas sobre el cómputo

El inicio de las computadoras

Anticipadamente a la década de los sesentas, los alcances tecnológicos dieron lugar a la aparición de equipo de cómputo, adecuado a los criterios técnicos de la época, resultando sistemas muy complejos. Los primeros usuarios de estos equipos, fueron especialistas en programación, electrónica o quienes manejaran información matemática, lo cual definió a una población específica, sin embargo los equipos que antecedieron a las computadoras personales, tuvieron significativos alcances de sus programas.

La primer referencia que se encuentra sobre una aplicación específica para el diseño la comenta el autor Alan Pipes en su libro *El diseño tridimensional*, diciendo que “ a partir de un trabajo de tesis doctoral de Ivan Sutherland en el Massachusetts Institute of Technology en 1963 surge un programa llamado Sketchpad, este programa logra satisfacer las demandas en la elaboración de dibujos bidimensionales. ”

Sketchpad planteaba un uso interactivo de tal forma que el diseñador se comunicaba con el ordenador o computadora por medio de un lápiz óptico y un tubo de rayos catódicos, los resultados se recibían hasta el día siguiente, sin embargo de este sistema se desprendió el concepto de estructuras de datos con el fin de que los elementos que eran utilizados comúnmente pudieran almacenarse en bibliotecas y ser llamados cuando fuera necesario para la creación de nuevos dibujos.

Las aplicaciones gráficas al principio se desarrollaron en su mayoría para aplicaciones mecánicas y se atribuye a la industria aeroespacial el interés, el cual se inicia en la década de 1960 a 1970, utilizando equipos mainframe, posteriormente a esta década aparecen los sistemas turnkey. Estos sistemas eran un conjunto de hardware y software y soporte necesario para que funcionaran. A partir de estos equipos o estaciones de trabajo, empiezan a conocerse algunas marcas.

A partir de los desarrollos anteriores surgen como una idea formal los programas CAD (Computer Aided Drawing or Design) continuando en un avance que da lugar a variados sistemas en la actualidad, distinguiéndose algunos por sus distintas capacidades.

Es en la década de 1970 y principios de 1980, cuando surgen las computadoras personales, ampliándose las perspectivas respecto al uso del cómputo y logrando el interés por parte de los profesionistas. Durante este período los equipos son de dimensiones más compactas, con mayor capacidad y a un costo más bajo que sus

predecesores, así también el desarrollo de programas de uso generalizado logra que los usuarios requieran en forma mínima y en ocasiones nula de programación. Una forma de expresar lo anterior es que el usuario de una computadora era capaz de decirle a la máquina lo que quería que hiciera en lugar de explicarle cómo hacerlo.

Es durante la década de 1980 que se inicia una demanda desde entonces constante de las computadoras personales y encuentran aplicación en todos los niveles de la actividad humana, ya sean: oficinas, fábricas, escuelas, hogares, despachos, hospitales, tiendas, etc. de modo que en la vida cotidiana ejercen una influencia difícil de ignorar.

La integración de las computadoras personales

El autor Donald Sanders comenta en su libro titulado *Computación -conceptos y aplicaciones a las computadoras personales*, “actualmente se percibe una tendencia de lo relevante que es el trabajo intelectual, sobre el trabajo físico, uno de los medios para ampliar las potencias intelectuales, es con el uso de la computadora.” El autor hace notar que la causa reside básicamente en el manejo de información, destacando que esta última es renovable y se reproduce, esta característica enfatiza que el uso de estas tecnologías no escapa de ningún profesionista, pues la información es inherente a cualquier área.

Comercialmente se encuentran programas tan específicos y fáciles de usar que en un periodo corto de tiempo permiten aplicarlos en una forma óptima, sin embargo el vínculo entre el profesional y la computadora, parte del propio interés de los usuarios y a la vez los programas elaborados siguen su desarrollo en función de las necesidades expuestas por los mismos profesionistas.

La forma más sencilla de usar una computadora es almacenando datos, como los precios de algunos productos, los nombres de algunos clientes, el número de objetos en un almacén, etc. Lo anterior involucra diferentes áreas de trabajo, en donde el uso del cómputo se convierte en una herramienta para lograr más productividad y eficiencia.

En la actualidad un sistema de cómputo es más confiable para acceder a la información, consultarla, modificarla o actualizarla, que los sistemas de archivero, los cuales implican que se almacene una cantidad considerable de papel y una disposición de espacio que con el tiempo se incrementa.

Una de las características importantes con el uso de las computadoras, es que logran reducir el espacio que se requiere según los métodos de trabajo tradicional.

En el área de trabajo de diseño, es común disponer de un escritorio, con diversos elementos para realizar el trabajo de dibujo, (escuadras, reglas, estilógrafos, papel, etc.), incluso cuando se requiere de la elaboración de modelos, o prototipos, es necesario ampliar el área, sin embargo con el uso de la computadora, se ha logrado reducir el espacio y prescindir de algunas herramientas.

El caso descrito, comprende como los elementos más importantes, una computadora integrada de monitor, teclado, mouse, CPU, software e impresora del tipo plotter para lograr impresiones de tamaños A4 hasta A0.

El manejo de información aún utilizando los medios electrónicos, puede estar conformado de una gran cantidad de datos, incluso rebasando las capacidades propias

de las computadoras, por lo cual los estudios tecnológicos también han considerado un amplio desarrollo sobre elementos de almacenamiento, como cintas, CD-ROM, discos ópticos. La duración de elementos como los descritos anteriormente, pueden ser de 100 años.

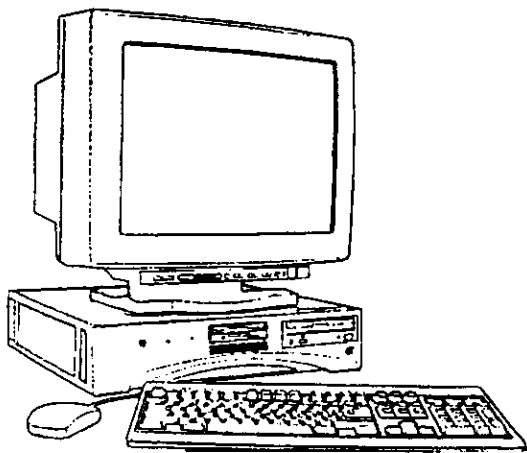
Los avances de estas tecnologías se muestran siempre en un acelerado proceso de desarrollo y en ocasiones dejan de sorprendernos, por la cotidianidad con la que son utilizados, como el servicio de cajeros automáticos, los servicios automatizados de algunos supermercados, la incursión de sistemas en los medios de transporte, etc., sin embargo es indiscutible la influencia que ejercen en el ritmo de la mayoría de sociedades.

Dentro de áreas específicas se pueden mencionar también numerosos casos de integración de las computadoras, como en la industria de la manufactura, en donde se ha integrado la robótica para lograr más precisión y más productividad en la elaboración de productos, así como menos riesgos de trabajo para los empleados.

La manufactura de piezas complejas ha planteado el desarrollo de sistemas en los cuales una vez que se diseña la pieza mecánica se manda a modelar a un contenedor

que tiene un material líquido y por medio de señales eléctricas, solidifica los puntos que reconoce en la pieza mecánica, al final del proceso la pieza se retira de la tina, la tecnología mencionada se le reconoce como estereolitografía.

En la industria cinematográfica se ha logrado reducir los costos de producción con desarrollos de animaciones, diseños de locaciones o escenografías o el diseño de personajes ficticios, que en ocasiones no pueden ser interpretados.



Conceptos básicos en el uso de las computadoras

En términos generales se concibe una computadora como una mezcla de tecnología microelectrónica, conceptos matemáticos, ingeniería de software. Los puntos más importantes a destacar en este conjunto son que permiten un manejo de información a una cierta velocidad, y con características de adecuarlo a necesidades particulares, ampliando las posibilidades de aplicación.

Se sabe que la computadora es capaz de realizar operaciones aritméticas, con más posibilidades que una calculadora. Tiene capacidades para escoger, copiar, mover, comparar y realizar otras operaciones no aritméticas, con diversa información. La información o datos se manipulan en una forma previamente estructurada, denominada como programa.

Por lo tanto, un programa, corresponde a un conjunto detallado de instrucciones, que indica a la computadora que funcione de una manera específica. Así también se considera que una computadora es un sistema electrónico rápido y exacto que manipula datos, con la capacidad de almacenarlos y producir resultados en una forma automática.

Entre las características que se pueden destacar con el uso de una computadora son:

- La velocidad y el número de funciones que ejecutan.

Repetir una línea continuamente con una dimensión determinada, y con un ángulo específico, además de unirlos con otro conjunto de entidades geométricas, son operaciones que pueden ser realizadas por variadas configuraciones de computadoras, sin embargo la diferencia entre estas es la velocidad a la que lo realizan. Las computadoras pequeñas pueden realizar hasta cientos de miles de operaciones en un segundo.

- La precisión con la que pueden manipular los datos.

Los circuitos de una computadora, pueden funcionar sin errores, realizando hasta millones de operaciones por días continuos; es de esperarse que si los datos que se introducen son correctos y si el programa para procesar las instrucciones es confiable, entonces la computadora puede producir resultados exactos.

Las características que se describen hacen notar las razones por las cuales estos medios tecnológicos han tenido gran aceptación en las diferentes ramas profesionales, sin embargo algunos de los términos que se describen a continuación han conformado el ambiente de las computadoras.

Reconocemos el término de **hardware**, cuando se hace referencia al equipo de cómputo

que es tangible, por lo tanto, los componentes de una computadora como son el monitor el teclado, el CPU, el mouse etc. son elementos que se reconocen como hardware, sin embargo sabemos que este conjunto de partes tendrá que funcionar como un sistema para entonces apreciar sus capacidades.

En términos de cómputo se define un sistema como un grupo de partes, que están integradas para un objetivo. A continuación se describen en forma breve los elementos que son comunes a todos los sistemas de cómputo:

Dispositivos de entrada

Son los componentes que permiten la comunicación interactiva entre el usuario y la computadora, de tal forma que el dispositivo interpreta la información para que un sistema de cómputo pueda procesarlo. Los dispositivos de entrada que podemos reconocer son entre otros, el teclado, el mouse o la tableta digitalizadora.

Unidad de proceso

La parte medular de cualquier sistema de cómputo es la unidad de proceso, en una computadora se constituye de tres partes que son:

- La sección de almacenamiento temporal (RAM)

La función de esta área es básicamente sobre los datos o información que se introduce y permanece en ese lugar hasta que sea procesada, es decir si utilizamos un procesador de palabras, al momento de introducir el texto mediante el teclado, observamos que la pantalla se va actualizando al mismo tiempo que se introducen las letras. Esta información la almacena en esta sección temporalmente hasta que no se indique a la máquina que sea almacenada en el disco duro u otro.

Puede ocurrir que antes de almacenar en alguna unidad, se apague la máquina y entonces la información se perderá, es decir se puede interpretar esta sección como una memoria volátil.

- La sección aritmética lógica.

En esta área se realizan principalmente los cálculos y las comparaciones, es donde se lleva a cabo el procesamiento. El tipo y el número de operaciones aritméticas y lógicas que puede realizar una computadora están determinados por el diseño de CPU (Central Process Unit).

- La sección de control

Esta sección no procesa los datos, actúa como un administrador de los demás componentes que manipulan los datos, es decir al seleccionar, interpretar y ordenar la ejecución de las instrucciones de un programa, la sección de control mantiene el orden y dirige la operación de todo el sistema.

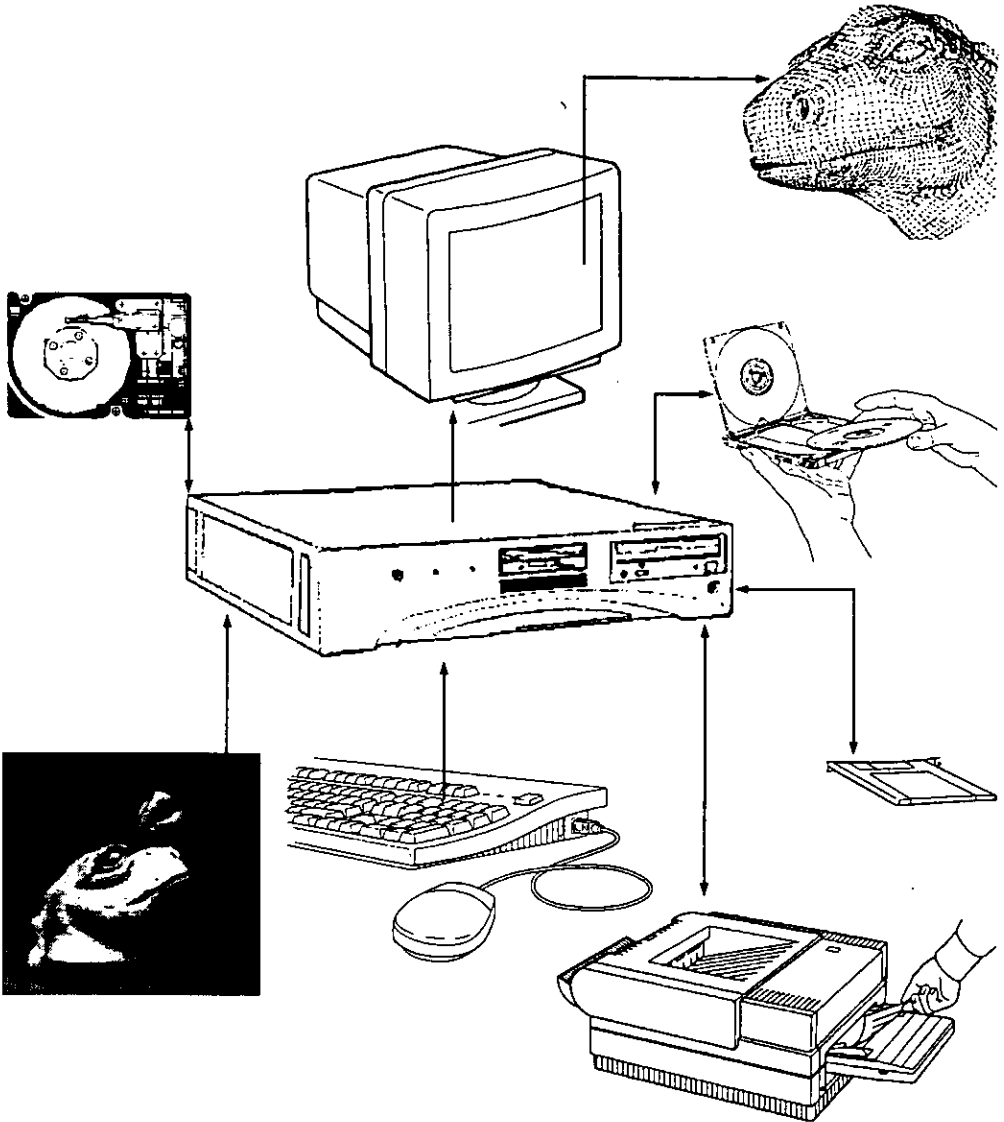


Figura 1. En la gráfica se muestra la comunicación entre los diferentes componentes de equipo de cómputo, el sentido de las flechas indica la dirección de la información como entrada o salida.

Dispositivos de almacenamiento

Para complementar la capacidad de almacenamiento primario, que es limitada, las computadoras también cuentan con dispositivos de almacenamiento con mayor capacidad, estos pueden ser discos flexibles, o discos duros. Estos elementos aceptan datos o instrucciones del programa o del procesador, los conservan y los vuelven a introducir a la máquina, cuando es necesario.

Dispositivos de salida

Se definen como aquellos instrumentos que interpretan y muestran la información en una forma adecuada para ser empleada por los usuarios, es decir estos dispositivos convierten los resultados, que se generan en el procesador. Por ejemplo, cuando se imprime algún trabajo, o cuando se despliega la información en la pantalla, realmente se está traduciendo la información en un formato que es legible para el usuario. Dentro de la amplia gama de dispositivos de salida, podemos identificar los siguientes; impresora, graficador o plotter, pantalla.

Anteriormente se adoptaba una clasificación de las computadoras por tamaño, de tal forma que mientras más grande fuera se identificaba con mayor capacidad de procesamiento, almacenamiento y costo.

Esta clasificación propuso para los sistemas pequeños la clase de microcomputadoras o micros y minicomputadoras o minis y para los tamaños grandes macrocomputadoras y supercomputadoras.

En la actualidad la clasificación expuesta está fuera de lugar, ya que se reconocen las capacidades de las computadoras por las características de proceso, incluso la tendencia tecnológica ha logrado reducir el tamaño de los objetos proponiendo las mismas capacidades de los anteriores y en la mayoría de los casos logra superarlas.

Cuando se evalúan las capacidades de una computadora personal, un dato importante es la velocidad a la que trabajan, la que puede ser de 30 Mhz hasta 400 Mhz o más, lo que quiere decir que con respecto a una unidad de tiempo trabajan a la velocidad indicada en mega hertz.

En el caso de los equipos que manejan la velocidad en megahertz, no se puede definir en una forma muy precisa que un proceso sea más rápido o no tomando en cuenta su velocidad, pues en todo caso dependerá del número de cálculos que realizará al momento de ejecutar una acción, durante esta etapa recurre a los componentes electrónicos de la computadora, los cuales contribuyen en gran medida al tiempo de respuesta de una máquina.

Para el caso de equipos con mayores capacidades, se utilizan los MIPS (Million Instructions per Second), como una unidad para evaluar el rendimiento de una máquina. Este método presenta algunas limitaciones para determinar el tiempo empleado para cada una de las instrucciones y se considera más preciso que la definición de mega hertz, sin embargo es muy general.

El tipo de equipo al que corresponde la unidad de MIPS, son estaciones de trabajo de escritorio, que tienen la capacidad de atender a diversos usuarios, lo cual significa que

puede realizar más de un proceso a la vez, (Silicon Graphics, SUN, estaciones HP, etc.)

Existe una plataforma de computadoras, diseñadas para realizar procesos de avanzada complejidad y en la actualidad representan la más amplia capacidad de proceso, pertenecen a la categoría de supercomputadoras, las cuales miden su capacidad de rendimiento en megaflops (MFLOPS -Million Floating-Point Operations per Second), esta unidad considera el máximo número de datos que asume y almacena en cada unidad de proceso.

Los megaflops, se les considera como la forma más precisa de evaluar una computadora. A continuación se muestra una tabla comparando los diversos equipos, realizada en la Universidad de Tennessee a cargo de Jack J. Dongarra (Departamento de Cómputo Científico). Ver Tabla

Computadora Mflops/s	Estimación de rendimiento
Cray YMP	300
Silicon Graphics (Indigo2 Extreme)	16
Power Mac 6100/60	9.6
Power Mac 7100/66	8.6
Quadra 950	2.0
Quadra 700	1.4
Gateway Pentium (66)mhz (PC)	1.2
Compaq 386 (PC)	0.16

Conceptos básicos en el uso del Software

Como anteriormente se ha señalado, podemos apreciar que un sistema de cómputo puede aceptar datos, procesarlos y producir resultados, esto es posible si se realiza bajo la dirección de un programa, el cual debe corresponder a una serie de instrucciones que se le indican con ciertas especificaciones. Por ejemplo, si se requiere escribir un texto o realizar dibujos, se debe emplear algún programa que sea específico de las tareas que se pretenda realizar.

A un programa también se le denomina como **software** ya que es un elemento que no se constituye de partes físicas, más bien sus capacidades residen cuando se emplean a través de una computadora. Generalmente el software propone las especificaciones de una computadora para que funcione.

Dentro del primer nivel de software, se ubica el sistema operativo; este tipo de programas administra los recursos que tiene una máquina, para las distintas aplicaciones con las que cuenta. Existe una variada gama de estos entre los más comunes podemos identificar:

Sistema Operativo	Equipo
MSDOS	Computadoras personales del tipo PC
Macintosh	Computadoras personales del tipo PC
UNIX	Estaciones de trabajo, Supercomputadoras

En el siguiente nivel se encuentran los programas que son desarrollados para usos específicos como procesadores de textos, hojas de cálculo, bases de datos, editores de textos, sistemas de graficación, sistemas paint y sistemas de diseño asistido por computadora, entre otros.

En el área de diseño asistido por computadora se encuentran los programas de tipo CAD (Computer Aided Design or Drawing), modeladores de sólidos, CAID (Computer Aided Industrial Design) o CAM (Computer Aided Manufacture) que muestran un perfil idóneo para el desarrollo de los proyectos de diseño, sin embargo, son de interés, otras aplicaciones complementarias, como software que maneje técnicas de rendering o sistemas paint.

Es importante resumir antes de abordar en forma específica cada uno de los tópicos mencionados, que los sistemas CAD, adquieren gran importancia sobre los otros sistemas, ya que corresponden al inicio en la elaboración de sistemas de ayuda para áreas como el diseño, a partir de estos surgen aplicaciones complementarias y más específicas como sistemas CAID, modeladores de sólidos y sistemas CAM. (Figura 2)

Sistema Operativo
 DOS
 Macintosh

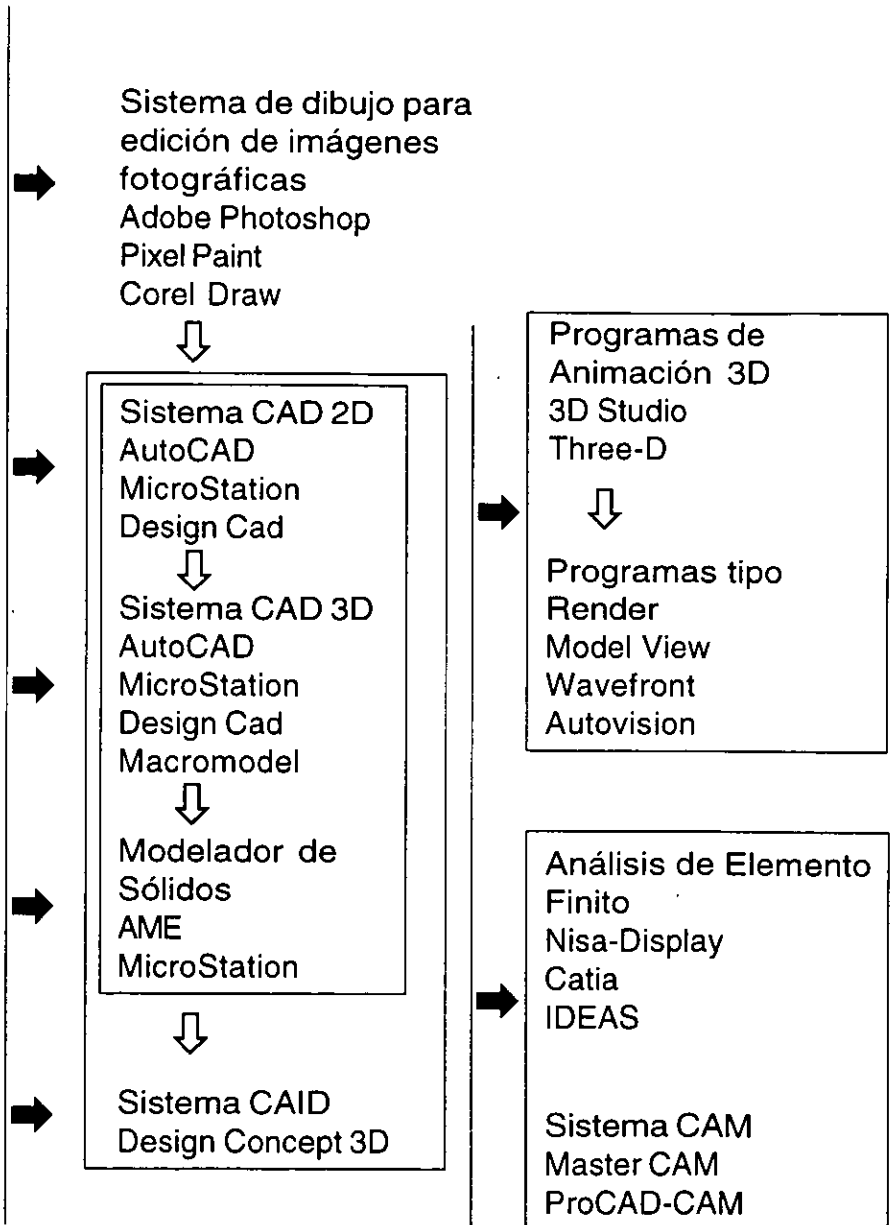


Figura 2. En la gráfica se muestra la interacción que existe entre los diferentes programas de cómputo, desarrollada en el área de Diseño Asistido por Computadora.

El cómputo gráfico

El cómputo gráfico es una de las áreas de la informática que actualmente tiene un amplio desarrollo y maneja principalmente dos tipos de información, como son: vectores e información “bitmapped” o “raster”.

Los programas de tipo vectorial son empleados para dibujar elementos geométricos que están definidos en forma matemática, por ejemplo si se dibuja un círculo de color azul, se puede indicar en unidades específicas su radio y la ubicación se define por las coordenadas que corresponden a su centro. El color es una característica del círculo (Figura 3)

La definición del elemento geométrico es almacenada, de tal forma que si se modifica el objeto, ya sea para moverlo o cambiarlo de escala, se actualiza la definición propia del objeto al nuevo valor de coordenadas de su centro o el valor del radio.

Las áreas de trabajo que requieren de precisión para los datos que manejan son los que emplean este tipo de programas ya sea, diseño industrial, ingeniería, arquitectura y diseño gráfico entre otras. El trabajo que principalmente se desarrolla en las áreas mencionadas, son planos de piezas mecánicas, de diseño de objetos, de proyectos arquitectónicos y de logotipos que requieren de líneas rectas o curvas claramente definidas.

Un archivo de tipo “raster” se compone de una serie de cuadrados, en forma similar a una malla. Cada una de estas unidades es conocida como pixel y a través de un programa que maneje este tipo de información, es posible definir un círculo de color azul, con un valor para el radio.

La imagen que se obtiene está formada de una colección de pixels; cada uno de ellos está definido con el color que le corresponde y se obtiene la apariencia de un círculo. Una vez que se define el elemento que se dibuja no se conservan sus propiedades, más bien se conserva la definición de color para cada uno de los pixels (Figura 4).

Son diferentes las áreas de trabajo que emplean estos programas, pero se utiliza principalmente para editar imágenes, es decir modificar algunas características a un grupo de pixels más que a objetos o formas. El uso más frecuente que se ha dado a estos programas ha sido para trabajar imágenes con tonos continuos, como las fotografías.

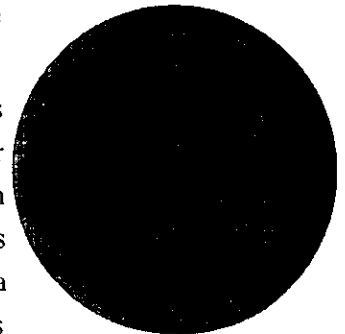


Figura 3. Radio del Círculo (x1,y1)

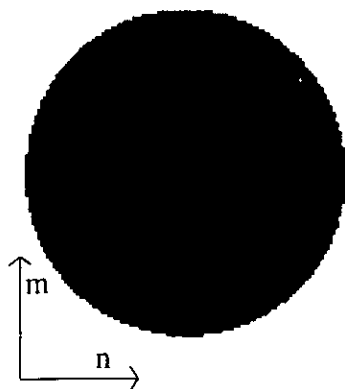


Figura 4. m,n indican el número de pixels que definen a la imagen raster

Una imagen fotográfica que tiene un proceso de edición mediante un programa que maneja información “raster” se le puede cambiar color, variar tono de color, insertar otra imagen para producir efectos especiales etc.

Cuando una pantalla de computadora, despliega gráficas del tipo que se describieron las presenta como pixels, ya que los monitores están hechos de una malla.

Gráficas del tipo vector

Las gráficas generadas mediante un programa del tipo vectorial, como ya se mencionó anteriormente tienen una definición matemática, es decir que cada elemento geométrico generado (arco, círculo, línea, etc) está formado por una función. La creación y manipulación de los objetos generados se realiza mediante las coordenadas cartesianas X, Y, Z .

La mayoría de los programas que manejan información vectorial integran el desarrollo de gráficas bidimensionales y tridimensionales, para el primer caso siempre se recurre a las coordenadas X, Y y para el segundo caso X, Y, Z .

Cada elemento que se dibuja se reconoce como un objeto con información muy específica como tipo, tamaño, ubicación, color, tipo de línea etc. La presentación gráfica de esta información es generalmente mediante líneas.

Cuando un dibujo se realiza mediante programas que manejen este tipo de información, se destaca la facilidad que presenta para cambiar de escala cualquier elemento del archivo, sin perder detalles del dibujo, aún si estos son muy pequeños, moverlo, copiarlo, rotarlo, etc. Cada una de las acciones descritas se realiza con gran precisión, ya que en este tipo de programas existe información específica de cada uno de los elementos dibujados y siempre se guarda su referencia.

Las ventajas que presenta este tipo de información, es que los archivos generalmente son de menor capacidad que un archivo bitmapped e incluso, al momento de imprimir, no toma más tiempo que para el otro tipo de archivos.

Es evidente que la calidad final en una impresión será definida según el tipo de impresora que se utilice.

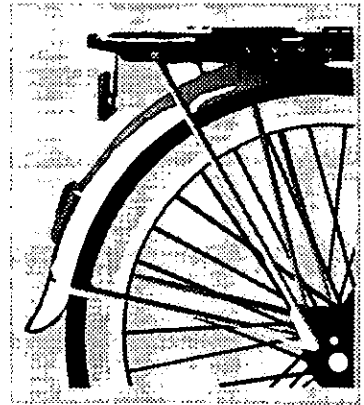


Figura 5. Gráfica de tipo vector.

Gráficas del tipo bitmapped

Una gráfica del tipo “bitmapped” o “raster” como se mencionó anteriormente, se forma de una serie de unidades denominadas como pixels, las cuales tendrán un valor de color para cada una de ellas el conjunto de estas unidades, formará la imagen.

Uno de los factores de presentación que más influyen en las imágenes “raster” es la resolución. Esta característica se debe al número de “pixels” que componen a la gráfica, la forma adoptada para controlar los parámetros de resolución en un archivo es definiendo cuantos pixeles hay a lo largo de una pulgada, de tal forma que 72 ppi, (pixels per inch) definen menor resolución que 300 ppi (pixels per inch).

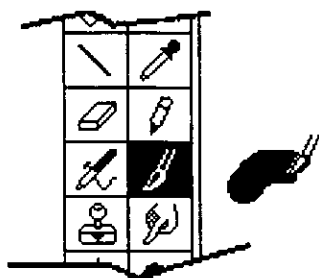


Figura 6. Herramientas de un programa gráfico.

Cuando una imagen se trabaja con baja resolución, es posible que se observe su contorno en forma de escalones o dentado, incluso algunos detalles de la imagen se pierden, a diferencia de una imagen con alta resolución en donde los contornos se definen con un escalonado más fino y se observan mejor los detalles, dependiendo del grado de resolución.

Un archivo generado en este tipo de formato, tiene una gran cantidad de información y esta característica se traduce en tiempo al momento de imprimir, iniciar el archivo y en el tamaño.

Las figuras geométricas que se generan aceptan una morfología más artística. Incluso la mayoría de estos programas presentan sus comandos en forma de pinceles, aerógrafos,



Figura 7. Gráfica de tipo raster

plumillas, lápices, borradores, etc. En cada una de estas herramientas se configura específicamente, el color que utiliza, la calidad de línea, etc., por lo que las características que describen el ambiente de trabajo de los sistemas “raster” tienen un objetivo más artístico. La calidad de las gráficas tiene la influencia de la resolución que se defina.

Uno de los inconvenientes sobre el uso de archivos del tipo bitmapped, es que un cambio de escala sobre estos advierte pérdida de la información y una vez realizado, es imposible recuperarla.

Fractales

Una herramienta matemática utilizada en el cómputo gráfico para realizar modelos es la geometría de fractales.

Este método fue pensado por matemáticos y científicos para realizar geometrías complejas como lo son las superficies de terrenos irregulares, o árboles con características de follaje especiales, etc, los algoritmos generados están basados en observaciones sobre fenómenos naturales y se ha logrado sin rigurosas explicaciones.

Los elementos comúnmente conocidos, que han sido modelado mediante éstos métodos son las montañas, ya que la geometría detallada de estos elementos, presentarían un excesivo esfuerzo para modelarlas mediante métodos geométricos, en forma muy precisa.

Actualmente la geometría de fractales ayuda a modelar diversos elementos naturales como nubes, árboles, paisajes etc. Al realizar un modelo del tipo descrito, no significa que se pueda modelar en forma muy precisa un modelo que exista en la realidad. Por ejemplo; si se requiere un modelo del volcán Popocatépetl, es necesario realizarlo en forma muy manual mediante herramientas geométricas, pero si se desea observar algo similar a un volcán, las herramientas de geometría fractal proveen rápidas y sencillas formas de lograr el modelo (figura 8).



Figura 8. Superficie modelada con fractales.

Bicitaxis

Con el desarrollo del proyecto Bicitaxis fue posible integrar algunas de las herramientas de cómputo, lo cual permitió evaluar la capacidad que tienen los programas desarrollados para las áreas de diseño, así como analizar algunos aspectos dentro del proceso de diseño de un producto.

Al inicio de este trabajo fue determinante evaluar las capacidades que tienen los programas de tipo “vectorial” y “raster”, ya que se encuentran dentro de una área de trabajo inherente a las actividades del diseño. Para tomar una decisión adecuada fue necesario establecer algunos criterios de evaluación como se muestra en la tabla.

Un dato importante fue definir que el trabajo del diseñador industrial está involucrado con la precisión, es decir, siempre que requiere representar los planos de una pieza, un mecanismo o un producto, los realiza en forma proporcional, a escala real si es posible o a una escala de reducción que le permita leer la información en una hoja de determinadas dimensiones. Este tipo de representación le permitirá realizar algunas evaluaciones sobre los objetos o piezas que diseña.

En forma tradicional el diseñador recurre al uso del compás, escalímetro, curvígrafo, etc. para representar diversas figuras geométricas, de tal forma que si un programa de tipo vectorial se refiere a una geometría definida con parámetros matemáticos es de esperarse que al momento de editarlos ya sea para cortarlos, o cambiarlos de escala lo modifica en una forma exacta. Finalmente la información que se obtenga tiene la característica de ser empleada por otro tipo de programas para futuros desarrollos.

Las consideraciones anteriores no descartan la posibilidad de utilizar programas que manejen información de tipo “raster” durante el proceso, sin embargo los argumentos que se presentan definen en un inicio, una ventaja de la información de tipo “vectorial”.

Criterios de Evaluación	Programas Vectoriales	Programas Raster
Definición de Uso	La aplicación de estos programas se definieron en un principio para la industria automotriz y de aviones, principalmente para el área de ingeniería, posteriormente se ha incorporado a las áreas de arquitectura, diseño industrial, etc., como herramienta de dibujo, en donde es muy importante controlar los valores de dimensión.	La información empleada con el uso de estos programas son principalmente imágenes con información de color, sobre las cuales es posible modificar los colores, brillos, contrastes, definición, entre otros, de tal forma que a una imagen fotográfica es posible unirla con otra y realizar algunas ediciones controlando parámetros para un proceso de impresión. El uso de estos programas ha sido genérico pero tiene muchas herramientas para el diseño gráfico.

Precisión	El control de precisión en estos programas está basado en ubicar puntos con respecto al sistema de ejes cartesianos x,y,z, por lo que ubicar a los elementos de dibujo en un lugar preciso o con ciertas dimensiones es posible hacerlo basándose en un sistema de medidas, por otro lado la definición original de los elementos dibujados contiene información como coordenadas con lo cual nos da idea de la precisión de estos programas.	Estos programas manejan otros valores de precisión en los elementos dibujados, ya que una imagen estará compuesta por píxeles y es posible definir en una unidad de medida cierta cantidad de píxeles por lo que las dimensiones de los elementos que observamos no se pueden controlar en una forma muy precisa, incluso al momento de realizar una impresión de esta información es necesario definir ciertos parámetros de calidad para no perder detalles.
Información Bidimensional	Estos programas definen el uso bidimensional aplicando valores para x,y por lo que la información estará dibujada en un plano.	Estos programas definen su uso únicamente como bidimensional, aunque programas muy especializados combinan la información vectorial y raster para definir píxeles en forma tridimensional.
Información Tridimensional	Una vez que a estos programas se les añade la información en el valor z, se definen las correspondientes a ancho alto y profundidad, a los objetos que se generan es posible aplicarles ciertos filtros para que los muestre con efecto de perspectiva, el espacio disponible es casi infinito, por lo que representar una planta industrial a escala real es factible.	Los programas empleados para la edición de imágenes no trabajan en forma tridimensional.
Edición	Debido a que los objetos tienen una definición matemática la edición de un objeto, tiene la ventaja de que es posible manipularlo sin perder información, por ejemplo si al modelo tridimensional se cambia de escala, para un programa vectorial implicará multiplicar sus dimensiones por un factor y si posteriormente deseamos regresar ese modelo a la escala original, se vuelve a aplicar el factor correspondiente y el efecto es que los objetos del modelo cambiaron sus dimensiones, pero no perdieron su definición de objetos.	La edición de una imagen tiene características particulares, debido a que cada píxel que lo compone tiene un valor específico de color, y una edición implicará que un píxel se substituye con esa actualización, para el ejemplo de cambio de escala de una imagen propuesto anteriormente, ocurre que si se decide reducir a un 50 % el programa promediará los píxeles intermedios y los reemplaza, este proceso plantea a pensar que es posible que haya una pérdida de información, por otro lado si intentamos regresar la imagen a su escala original realizará un proceso similar, el resultado es que no se obtendrá la imagen original.
Archivos Compactos	Con la característica de ser archivos con definición matemática, se obtienen archivos muy reducidos.	Es común que los archivos de tipo raster sean muy grandes, la misma imagen en blanco y negro y a color tienen una diferencia muy grande ya que un archivo a color contiene más información en cada uno de sus píxeles que en blanco y negro, una de las características de los distintos formatos es que algunos al salvarlos comprimen la información a diferencia de otros formatos.
Compatibilidad	Para resolver que la información pueda leerse en otros programas vectoriales es necesario salvar esa información en un formato compatible con el programa con el que deseamos abrirlo, sin embargo el intercambio de información es muy normalizado.	De la misma forma como en el caso de los programas vectoriales se resuelve el problema.
Manejo de Color	Por definición estos programas emplean 256 colores, sin embargo cuando a los objetos tridimensionales se aplican opciones de sombras o luces emplean una gama más amplia dependiendo del tipo de equipo que utilizemos.	Es común que los equipos destinados para edición de imágenes estén bien equipados, ya que manejan una amplia gama de colores, hasta 6.1 millones de colores.

Sistemas CAD (Computer Aided Design)

Estos sistemas tienen su origen como se ha expresado con anterioridad, en el desarrollo del programa Sketchpad en 1963. Los alcances de este programa, se limitaban a la realización de dibujos bidimensionales, que requerían invertir un tiempo considerable en su ejecución. En un inicio se les conoce a estos sistemas como -Computer Aided **Drawing** (CAD)- porque la aplicación básicamente era el dibujo y el diseño técnico, actualmente se reconocen como -Computer Aided **Design** (CAD)-, quizá porque los programas actualmente tienen más posibilidades de integrarse al proceso de diseño.

Estos sistemas permiten la creación y manipulación de dibujos en dos dimensiones, el resultado que se obtiene está limitado por la geometría del plano.

Algunos de los programas que manejan este tipo de información, también incluyen herramientas para realizar geometría tridimensional para lo cual existen varios métodos que se explican más adelante (figura 9).

Las características generales de estos sistemas son:

- Son sistemas de fácil comprensión

A pesar de que se reconoce en el mercado una variada lista de software de tipo CAD, la mayoría de estos permiten un uso en forma interactiva por medio de menús, iconos, o incluso las ordenes o comandos se indican con dispositivos que reconocen la voz humana. Estas características permiten que los sistemas sean de fácil manejo y comprensión.

- La información que manejan es en forma de vectores matemáticos

Esta característica es de las más importantes y las distinguen de otros programas, ya que cada entidad que se define, (líneas, círculos, objetos geométricos tridimensionales como esferas, conos, etc.) tiene una referencia en X,Y,Z, lo cual permite ubicar y modificar los elementos geométricos en forma muy precisa, indicada por sus valores en el sistema de coordenadas cartesianas. Según lo anterior es posible dimensionar y obtener información de magnitud en forma exacta. Por otra parte en la elaboración de objetos tridimensionales, nos permite un gran control sobre el punto de vista que se observa de

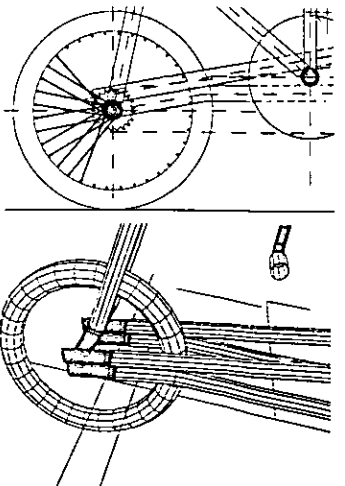


Figura 9. La gráfica de la izquierda corresponde a uno de los bicitaxis realizado en dos dimensiones, y en el lado derecho el modelo tridimensional del mismo bicitaxi.

tal forma que al rotar una vista un programa tipo CAD puede reconocer los elementos que se encuentran más cercanos al observador además de aplicar efectos de perspectiva, presentando imágenes volumétricas con una deformación muy similar a la que resuelve el ojo humano.

- Manejan formatos de transferencia estándar

El intercambio de información entre los diversos paquetes tipo CAD es muy usual y no presenta mayores problemas, ya que estos manejan un formato de transferencia común, lo que significa que el trabajo desarrollado en cualquier paquete tipo CAD, puede ser transferido a otro transformándolo en un lenguaje normalizado para estos sistemas. Estos formatos son conocidos como DXF o IGES.

- Estos sistemas muestran un uso generalizado

Profesionistas de áreas afines a la construcción, al diseño de productos y a la manufactura de éstos entre otros, son usuarios que encuentran en los sistemas CAD amplios recursos en el desarrollo de su trabajo. A pesar de que existen programas de uso especializado, estos sistemas consideran una aplicación muy general, para toda esta gama de profesionistas.

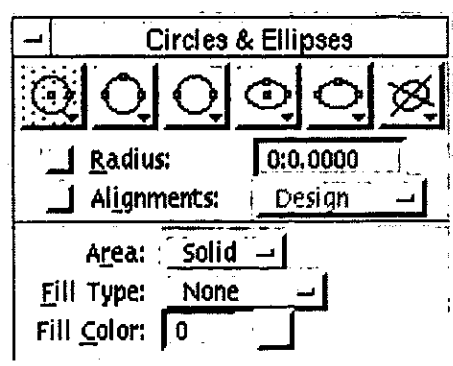
- Introducen nuevos conceptos en la forma de trabajo

Para aprovechar el potencial que ofrecen estos sistemas de cómputo, es necesario pensar en una buena organización del trabajo, que puede mostrar particularidades según el usuario. En forma muy general es posible mencionar las capacidades de los sistemas CAD para ordenar clasificar y automatizar el trabajo, recurriendo al uso de capas o niveles de información, el uso de las bibliotecas gráficas o la inclusión de archivos externos como referencias, de los que más adelante se comentarán sus características.

- Permiten un óptimo control en la generación de superficies de doble curvatura

En estos sistemas es posible realizar superficies curvas y de doble curvatura para representar algunos elementos geométricos que corresponden a las partes de un modelo tridimensional. Para algunos casos es importante controlar el grado de la curvatura que se genera, este nivel de control es proporcionado según el programa CAD que se utilice.

Figura 10. Como se puede apreciar, la caja nos muestra las diversas opciones para configurar un círculo antes de dibujarlo, el valor del radio se puede indicar hasta con cuatro décimas de precisión.



Una forma práctica de generar una superficie de doble curvatura, es definiendo el perímetro ó ejes que la conforman, con esta información el programa se encarga de generar una malla que define las áreas curvas, el resultado puede ser el requerido, sin embargo no existe un control muy preciso de la curvatura terminal.

El uso de curvaturas aerodinámicas, por ejemplo son parte de los casos complejos, de tal manera que en la configuración de una curvatura es indispensable controlar diversos parámetros físicos y matemáticos; algunos paquetes CAD nos presentan las herramientas adecuadas para estos manejos.

Modelos tridimensionales en sistemas CAD

“En un mundo sólido y tridimensional es un derecho natural de diseñadores o ingenieros trabajar en tres dimensiones. Sólo las limitaciones de la pluma sobre el papel los han llevado a creer que debían pensar en términos de proyecciones ortográficas bidimensionales, una convención imprecisa, perfeccionada cuando la Revolución Industrial exigió la división del trabajo y surgió la necesidad de un método para comunicar las intenciones de un diseñador a los responsables de llevarlas a cabo.” Alan Pipes, El diseño tridimensional pp.72

Tradicionalmente el diseñador industrial, cuando expone sus alternativas o conceptos de diseño, recurre a croquis o bocetos, incluso a la realización de modelos o prototipos que eliminan la ambigüedad del proyecto, considerando una serie de características que se exponen a continuación.

El modelo o prototipo es una representación tridimensional de tamaño natural o a escala de un producto o alguna de sus partes, empleado para distintos fines, tales como:

- Apreciar las proporciones tridimensionales del producto que se diseña.
- Analizar los mecanismos técnicos propuestos que darán la funcionalidad al producto.
- Estudiar y analizar los distintos componentes, partes y elementos que constituyen al producto.
- Estudiar y analizar la relación de interacción entre el usuario y el producto.

Existen diversas limitaciones en la elaboración de un modelo, ya sea para simular acabados, mecanismos o piezas que requieran de un proceso de fabricación especial y por razones de costo, a veces es necesario improvisar con otros materiales y otras técnicas.

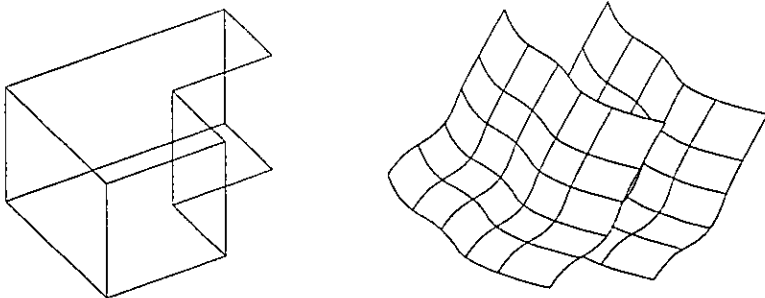


Figura 11. Las gráficas muestran los dos tipos de modelado. En el caso de la izquierda es del tipo “wire frame” en donde observamos un volumen realizado a base de líneas por esta razón no se aprecias caras opacas como es el caso de la derecha, tipo “poligonal” en donde la superficie muestra una reticula definida por caras opacas.

Es posible que los resultados que se obtengan sean aceptables, sin embargo no se pueden considerar como óptimos; incluso el tiempo que se invierte en la elaboración del modelo, puede estar destinado a otras etapas de desarrollo en el producto que se diseña con el uso de las herramientas CAD.

En un sistema de cómputo el espacio de trabajo es infinito, es decir que un modelo en tres dimensiones lo podemos generar a escala real, el espacio está definido mediante las coordenadas cartesianas, los valores numéricos que sean asignados a X,Y,Z, definirán la altura, el ancho y la profundidad.

Los volúmenes que configuran el modelo que se construye son una construcción geométrica, realizada mediante comandos que definen objetos en un espacio tridimensional.

En un sistema CAD realizar modelos tridimensionales, implica un proceso de ensamble de objetos tridimensionales que son ligados o unido a complejas estructuras.

Se pueden definir lo siguientes tipos de modelado que manejan los sistemas CAD, como son:

- Wire frame o estructura de alambre

Este tipo de modelado genera los objetos tridimensionales como una serie de líneas, sin definir superficies.

- Poligonal o de superficie

Las superficies que componen el objeto tridimensional se definen por una serie de polígonos de tal forma que una superficie curva o de doble curvatura se mostrará más cercana a su geometría. La composición de una superficie poligonal esta conformada de polígonos de tres o cuatro lados y dependiendo del tamaño del polígono se definirá mejor una superficie compleja.

Algunos programas adoptan una representación matemática para generar una superficie conocida como NURBS (non uniform rational B-splines). Mediante estas herramientas se consigue que la base de datos de la superficie sea menor que si se decide generarla como una superficie con límites, presentan más facilidades para editarlas, ya sea para realizar cortes, suavizarlas o alisarlas, intersectarlas y compensarlas. En los casos de las superficies fuseladas como las hélices de un ventilador presenta más argumentos para controlar las deformaciones. La geometría generada mediante este método es más

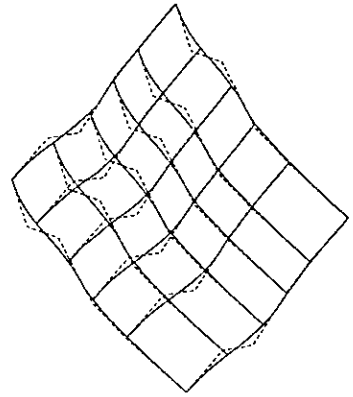
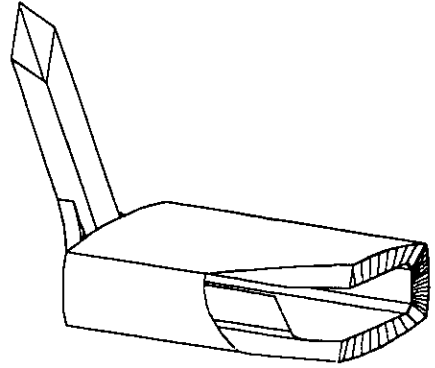


Figura 12. La superficie esta generada mediante las funciones NURBS, las intersecciones que muestran las líneas segmentadas con los puntos de control que se mencionan en el texto.

Figura 13. El modelo tridimensional que se presenta corresponde a uno de los pedales de un Bicitaxi, como se puede apreciar se logra una vista con una sección para mostrar que un objeto tridimensional está formado de una serie de superficies.



precisa lo cual facilita la transferencia de geometría entre diferentes marcas de sistemas.

Los sistemas que definen a las superficies como NURBS, también generan mallas denominadas como “patch”, lo cual permite más puntos de control cuando se deforma un objeto tridimensional.

Estos programas permiten iniciar con un modelo simple como una esfera, el modelo se va generando cuando se empujan o jalan cada uno de los puntos que conforman a la entidad geométrica. A este tipo de modelado se le conoce como “patch-based modeling”.

La configuración de los modelos tridimensionales elaborados mediante estas técnicas, describen objetos construidos como una capa o cáscara del objeto que se modela, esta característica permite realizar un modelo tridimensional dentro de otro o apreciar a un objeto desde su interior, por ejemplo si se modela un automóvil, es posible construir cada una de sus partes internas, ya sea el motor o los detalles interiores del espacio destinado a los usuarios, incluso permite analizar esos espacios interiores si se obtienen las vistas adecuadas. Esta configuración tridimensional nos presenta algunos elementos útiles dentro del desarrollo de un producto.

En los incisos posteriores se mencionará otro tipo de modelado definido con otros objetivos.

Proceso de modelado

Los desarrolladores de programas tipo CAD realizan evaluaciones sobre su producto, en alguno de los casos se estima que se invierte un 20% en del tiempo total del proyecto en la planeación y preparación, cuando se hace una réplica de un objeto que existe en la realidad. En el caso que se trabajara un modelo dentro del proceso creativo, se puede saltar esta fase y crear y manipular directamente los objetos, lo cual significa de un 60% a 80% de tiempo en la realización del modelo tridimensional.

Cuando se construye un modelo tridimensional es importante pensar en las herramientas que se utilizan para construir el modelo. Es más sencillo cuando se detectan las partes que se repiten o se subensamblan: copiar elementos en un programa CAD, implica únicamente indicar cuales son esos elementos, incluso si al momento de copiarlos cambian de escala o de rotación.

Es importante detectar la simetría del objeto u objetos que se modelan, así como tomar en cuenta los agujeros del modelo. Estas características tienen un manejo de asociación especial al momento de modelar.

Es indispensable poner a prueba las veces necesarias el modelo tridimensional, es decir, mover las vistas para observar al objeto desde distintos ángulos y asegurarse que los objetos se encuentren alineados, con efecto de perspectiva y sin ella, esto revelará defectos en la estructura y algunos otros problemas.

Cuando se elabora un objeto en forma tridimensional, comúnmente se decide previamente si el modelo se llevará a alguna aplicación de animación, de imágenes fijas fotorealistas, o para alguna aplicación matemática. Estas consideraciones afectan en las decisiones que se tomen sobre como modelar un objeto.

Las imágenes CAD

En la actualidad los sistemas CAD, integran interfases de trabajo que son accesibles para los usuarios como ya se comentaba anteriormente. Se recurre principalmente al uso de dispositivos como el mouse, tableta digitalizadora o lápiz óptico, para poder acceder a los comandos, en forma de menús, iconos o por medio del teclado, por lo que al realizar algunas contrucciones geométricas, como dibujar un círculo que pase por tres puntos, por ejemplo, puede conducir a lograr aumentos en la productividad del trabajo.

El ambiente de trabajo es más agradable o no dependiendo del desarrollo que tenga el programa que se utilice, pero es de esperarse que de un sistema CAD a otro pueden existir grandes diferencias sobre su usos. En algunos casos es necesario indicar las ordenes por medio del teclado, en otros por medio de la voz, sin embargo la imagen de la construcción bidimensional o tridimensional, tienen características comunes, ya que el tipo de información es igual.

Cuando se elabora un dibujo bidimensional sobre un sistema CAD, podemos apreciar cada entidad geométrica que se genera, con un color, tipo de línea o grosor que se especifique y si nos referimos a elementos curvos, como arcos, círculos, o líneas mixtas, se aprecian también con las propiedades establecidas.

La definición de una curvatura se observa según la capacidad de resolución del equipo que se utilice, de tal forma que para un equipo con menor resolución, presenta figuras seccionadas o con deformaciones, sin embargo la referencia geométrica permanece intacta, por lo que al momento de imprimir o transportar el archivo a un equipo con mayor resolución observaremos curvas perfectamente definidas.

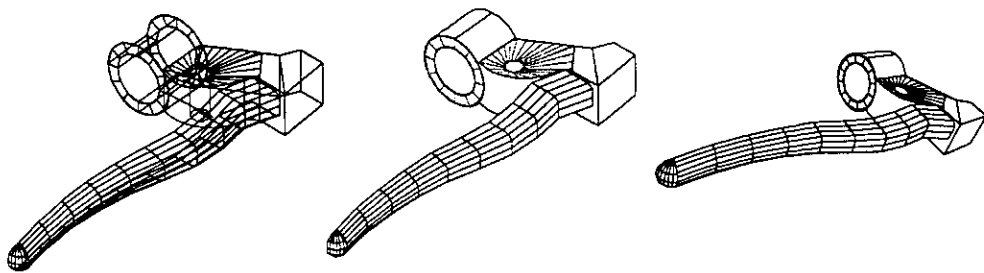


Figura 14. La pieza modelada que se muestra corresponde al freno de uno de los bicitaxis, de izquierda a derecha se observa el modelo en wire frame, con el efecto de hide y con una vista en perspectiva.

Un modelo en tres dimensiones, lo observamos como una estructura de alambre o wire frame en todos los sistemas CAD y puede tener pequeñas variaciones en la presentación según el programa que se utilice. Cuando se realiza el modelo tridimensional, las proyecciones del objeto son paralelas o en forma isométrica, mientras no se apliquen comandos para observarlo en perspectiva.

Para obtener una vista fugada del objeto, únicamente se define el punto al cual se observa del modelo, la distancia del observador y el tipo de lente fotográfico que se utiliza, a diferencia de aplicar cualquier método geométrico para definir una perspectiva, estos sistemas nos dan más posibilidades de obtener vistas del objeto con mayor facilidad de controlar los resultados que se esperan.

La posibilidad de moverse en un espacio electrónico para ubicarse en un punto y lograr una vista del objeto permite una amplia capacidad de apoyo visual y conceptual del producto que se proyecta.

Una de las técnicas más empleadas comúnmente por estos sistemas, para observar el modelo con el efecto de caras o superficies opacas, es el hide, con lo cual una vez que se obtiene una vista del modelo, empieza a definir las superficies más cercanas al observador como visibles y las superficies que se ocultan las elimina de la vista. Esta solución la realiza en forma temporal, ya que la definición del modelo la realiza en forma isométrica.

El CAD y su integración al trabajo del diseñador

El autor Alan Pipes comenta en su libro *El diseño tridimensional* que “Los auténticos beneficiarios del CAD siempre han sido los diseñadores involucrados en proyectos que exigen mucho trabajo repetitivo, modificaciones o actualizaciones.”, el punto de vista que expone el autor, destaca las ventajas que tiene para el diseñador involucrado en el desarrollo de un producto, aplicar las herramientas CAD, realizando las modificaciones necesarias, como generalmente ocurre en el trabajo cotidiano, disminuyendo el tiempo de desarrollo del proyecto.

Cuando se considera la modificación de un proyecto realizado sin emplear los medios automatizados, en ocasiones, implica rehacer el trabajo, ampliando las posibilidades de error.

Alan Pipes hace también referencia sobre el trabajo repetitivo para algunos proyectos, por ejemplo si pensamos en un vehículo rodante, podemos definir que los elementos rodantes o llantas son elementos que se van a repetir por lo menos dos veces o más, una de las ventajas sobre la situación expuesta al utilizar un paquete CAD, es que nos permite contener bloques de información gráfica, como los elementos rodantes, de tal forma que es posible integrarlos las veces necesarias al modelo que se define y con algún cambio de propiedades, como escala, color, rotación, o ubicación, agilizando más el trabajo. Esta forma de trabajo se reconoce en estos sistemas como el uso de las bibliotecas gráficas.

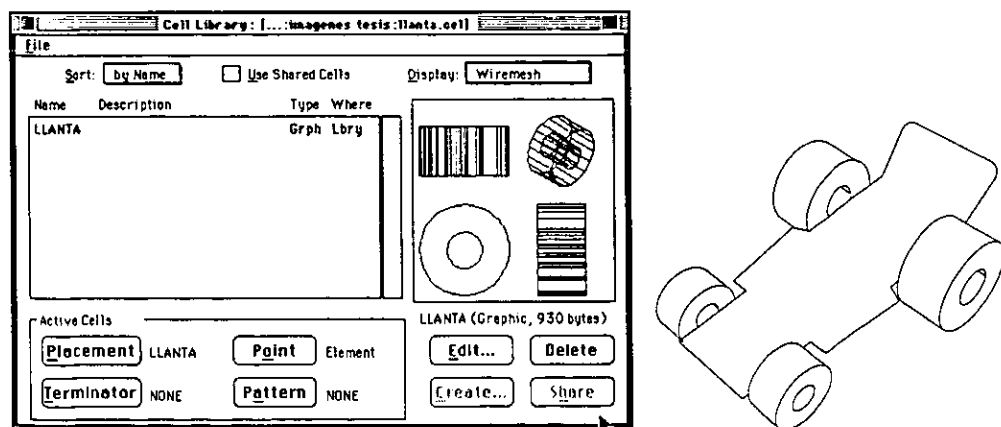


Figura 15. En la figura de la derecha se observa un vehículo con cuatro elementos rodantes, para este caso se modeló uno, se definió como un bloque y se insertaron los siguientes con diferente escala, evitándose el trabajo de modelar cada uno de ellos, a la izquierda se observa la librería gráfica que se define, mediante uno de los programas CAD.

Una de las herramientas de trabajo que presentan una gran aplicación como método de organización del trabajo son las capas o niveles. Si concebimos que en el desarrollo de un producto existen varios niveles de información, por ejemplo en un cepillo dental podemos definir por lo menos dos materiales distintos, aquel por el cual se sujeta el cepillo, y las cerdas con las que se realiza la limpieza dental, al momento de realizarlo en un sistema CAD, es posible separar cada uno de estos materiales ubicándolos en niveles distintos, de forma similar como si se ubicaran en papeles translúcidos cada uno de ellos y al momento de sobreponerlos observamos la información unida.

Las ventajas sobre el uso de las capas es que al contenido de cada hoja de papel translúcido, es posible asignarle un nombre, un color específico, grosor o tipo de línea y desactivar esa información si se desea, de tal forma que al momento de imprimir, se graficará la información que está activa únicamente. Esta clasificación de información se realiza en el mismo archivo en el cual se trabaja.

Actualmente el desarrollo de estos programas, ha logrado satisfacer y en ocasiones rebasar las necesidades de los profesionales del diseño, una clara referencia de esto es que al realizar un proyecto por algún sistema CAD, es recomendable realizarlo a escala real, esta característica por si misma ya nos presenta grandes posibilidades como percibir las verdaderas proporciones del objeto proyectado, posteriormente es posible obtenerlos a cualquier escala que se requiera.

Cuando nos referimos al trabajo de planos en dos dimensiones, se puede destacar la característica de obtener dibujos más limpios, legibles, precisos y si el trabajo se desarrolla en forma tridimensional, es posible decir que se elimina la ambigüedad de los diseños, sin arriesgar la totalidad del concepto propuesto ya que los cambios realizados se observan en forma interactiva. Por otra parte esta forma de trabajo representa una comunicación más fluida entre técnicos, diseñadores, administrativos y personal de venta.

Una vez integrados estos medios de cómputo al ambiente de trabajo de diseño, como se había indicado en los incisos anteriores, el espacio se reduce en forma considerable, además de que la información electrónica presenta más facilidades de ser consultada o actualizada.

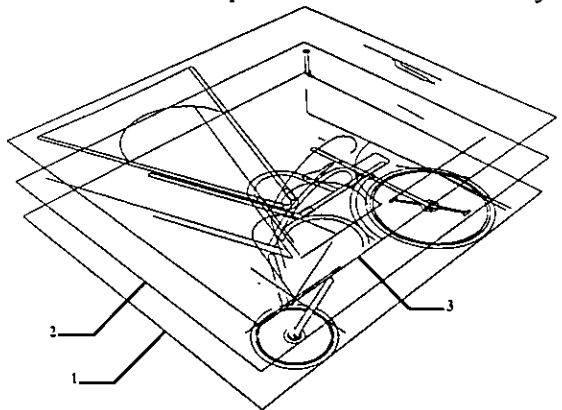


Figura 16. En esta gráfica se puede identificar, un conjunto de hojas superpuestas, cada una de ellas tiene una información diferente y explica el concepto de capas.

Bicitaxis

El análisis expuesto sobre los programas de tipo CAD, demuestra la importancia de uso que tienen para el área de diseño industrial.

En el proyecto Bicitaxis, cada uno de los participantes desarrolló los planos bidimensionales a escala real, con el propósito de apreciar las proporciones reales del vehículo, a través de las vistas frontal, lateral, superior, e inferior, En algunos casos fue muy complejo realizar figuras geométricas con las proporciones reales, como arcos con radios de 1.10 m, círculos, o líneas continuas con dimensiones hasta de 1.35 m, por lo cual la representación gráfica tuvo algunas imprecisiones, sin embargo una vez que se recuperó esta información utilizando los programas CAD, fue evidente que las proporciones eran distintas cuando se compararon las impresiones realizadas a escala y el trabajo elaborado en forma manual.

Cada uno de los elementos representados se elaboraron con las proporciones reales, es decir si un elemento mide 130 cm de longitud, el objeto definido mediante el programa CAD, también fue definido con esas dimensiones.

En un inicio se generaron archivos en dos dimensiones, que representaban las vistas lateral, frontal y superior, incluyendo algunos detalles. El objetivo fue evaluar y comparar la información de los planos realizados en forma manual y por medios electrónicos.

La configuración de cada uno de los vehículos, precisó de una representación gráfica, específica, para el caso más complejo fue necesario definir las vistas lateral, inferior y frontal, o dos de las vistas para los otros casos que se describen, lo cual significa que una vez que se evalúan las vistas en su conjunto y en ocasiones complementado con vistas auxiliares o secciones, es posible describir en forma mental la configuración tridimensional del bicitaxi.

El autor Wucius Wong define en el libro Fundamentos del diseño bi- y tri-dimensional, tres grupos de elementos en el diseño bi-dimensional, como son:

- a) los elementos conceptuales: punto, línea, plano, volumen
- b) los elementos visuales: figura, tamaño, color y textura
- c) los elementos de relación: posición, dirección espacio y gravedad

Sobre lo anterior comenta lo siguiente “ *Los elementos conceptuales no existen físicamente, pero son percibidos como si estuvieran presentes. Los elementos visuales pueden ser vistos, desde luego, y constituyen la apariencia final del diseño. Los*

elementos de relación gobiernan la estructura de conjunto y las correspondencias internas de los elementos visuales.” p.104

El valor que el autor estima en las aseveraciones anteriores, es que la representación bidimensional de un elemento como el bicitaxi, genera una serie de información que se percibe configurando morfologías espaciales y conceptuales en forma intuitiva, como se puede observar en las gráficas que corresponden a los planos de los vehículos, por lo cual es posible argumentar que aún realizando el trabajo bidimensional por computadora, contribuye en el desarrollo de un producto dentro del ciclo de diseño.

Antes de analizar en forma específica cada uno de los vehículos, es importante señalar que fue indispensable recurrir al uso de capas o niveles, comentado en los incisos anteriores, para distinguir, agrupar y administrar toda la información. Actualmente en cada uno de los archivos se puede reconocer la información, ya que fue posible asignar un color y tipo específico a cada capa o datos que era indispensable separar.

Bicitaxi 1

El vehículo que se analiza corresponde al Bicitaxi diseñado por *Constantino Landa*. Consta de dos plazas delanteras para los pasajeros y la del conductor del lado trasero. Este caso no tiene problemas de congruencia entre las vistas, así como la relación con sus diferentes partes, sin embargo mostró una clara diferencia de proporción con los planos realizados en forma manual. Las curvas que describen a la cubierta son elementos complejos de definir pues en el caso del radio mayor fue de 1.15 m, de tal forma que generar y ubicar los puntos de referencia, los centros, puntos finales y tangencias requirió en ocasiones de improvisar instrumentos y medios para lograrlo, con lo cual se detectaron algunas ambigüedades en la representación de los objetos.

Representación bidimensional

Una vez que el vehículo fue realizado en el sistema CAD y se definió con la precisión requerida como distancias entre ejes u otras partes, fué de esperarse que la representación de los mecanismos de rotación o desplazamientos, podían advertir parcialmente cualquier desaveniencia, como la interferencia con otras partes.

Generalmente es importante definir los detalles de algunos elementos, integrado a las vistas como es el caso de los pedales y el sistema de las catarinas, sin embargo es posible que por la proporción del conjunto y la escala elegida para la impresión se pierda la precisión de las partes como se observa en la gráfica 17. Esta situación no genera ningún inconveniente, ya que es posible lograr un acercamiento, para entonces realizar algún análisis ó imprimir esa porción del dibujo: esta característica tiene la ventaja de no duplicar el trabajo, ya que cuando se elabora en forma manual, se dibuja

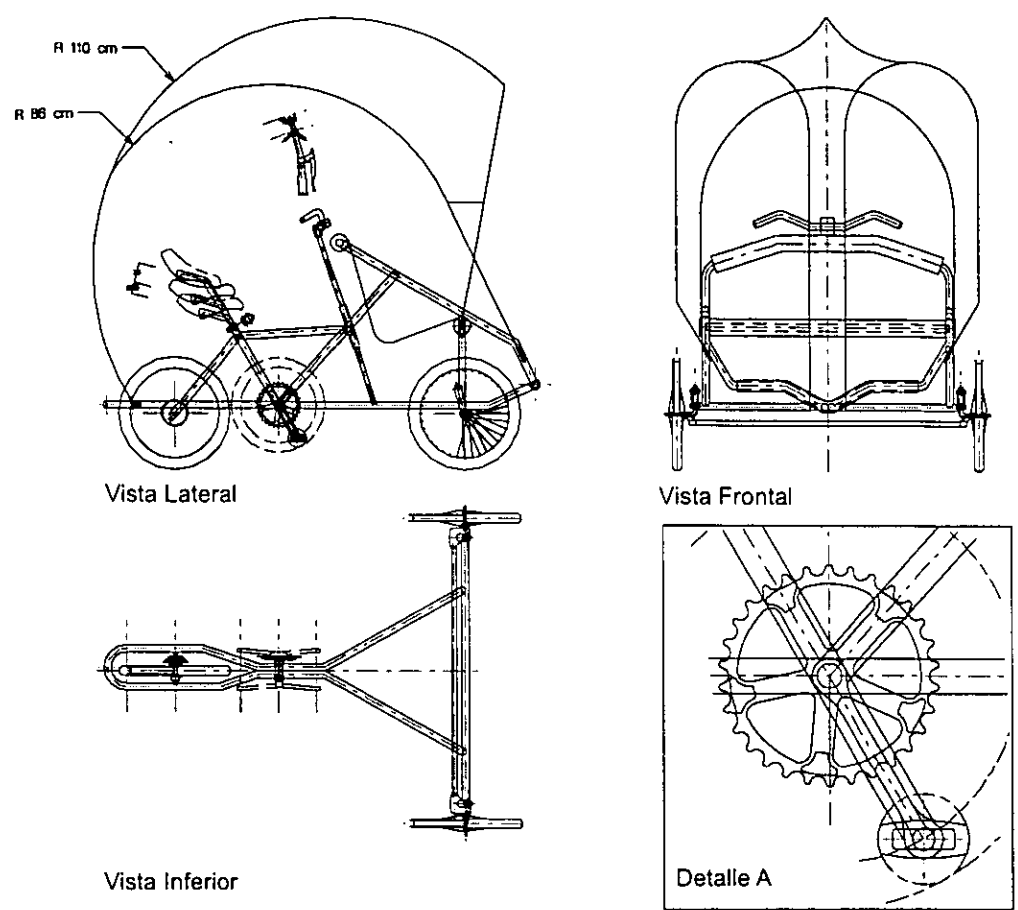
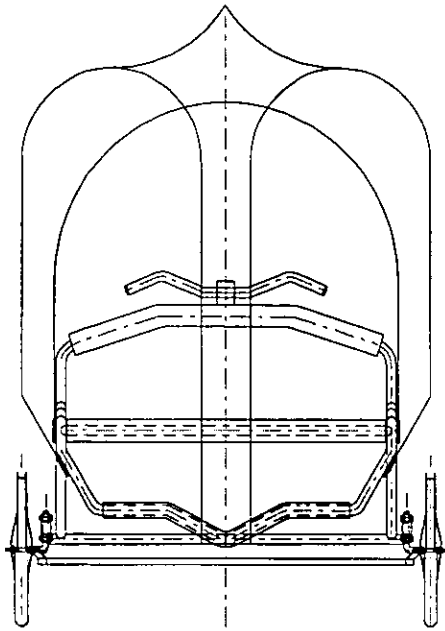


Figura 17. Se observan las vistas de uno de los bicitaxis, esta información fue provista por el diseñador del vehículo, en esta gráfica se incluyen excepcionalmente algunos datos, como el radio de los arcos en la vista lateral, el detalle A (abajo-derecha) es una porción de la vista lateral presentado a una escala mayor.

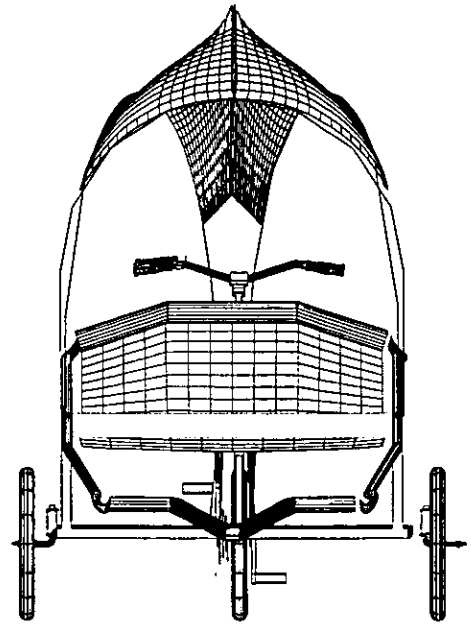
el conjunto general en una escala, y los detalles y las secciones a otra diferente, para apreciar las características de aquellos elementos que se representan.

La cubierta mostró algunas particularidades al momento de su representación, ya que como se puede apreciar en la vista lateral, la superficie está estructurada por unos elementos flexibles que forman arcos, la tensión que se logra con la disposición de éstos, logra configurar la morfología del techo. La representación bidimensional de la vista frontal es difícil advertirla, ya que el material esta sujeto a diversos efectos de tensión: en la gráfica se muestra una comparación de la representación bidimensional y el modelo en tres dimensiones, como se puede apreciar existe una notable diferencia (figura 18).

El modelo tridimensional elaborado, terminó con las ambigüedades sobre el caso del techo, ya que a los elementos estructurales fue posible darles una ubicación precisa



Vista Frontal (2D)



Vista Frontal (proyección frontal del modelo 3D)

Figura 18. La vista frontal que se aprecia del lado izquierdo muestra algunas diferencias con respecto a la proyección frontal del modelo tridimensional (lado derecho), las dos vistas son una presentación isométrica del vehículo, en la cubierta se muestra un contraste en la proporción definida originalmente.

con respecto a la estructura general del vehículo. Esta información fue indispensable para generar la superficie que corresponde a la cubierta (Figura 18).

Con respecto a los planos realizados por los diseñadores de este bicitaxi, se pudo observar también una diferencia con respecto a la vista lateral. De éste no se pudo recuperar ninguna evidencia que lo mostrara ya que el trabajo, se realizó en papel milimétrico, y los trazos no eran evidentes a simple vista.

La organización de la información también fue uno de los elementos importantes al momento de generar la representación bidimensional del vehículo, ya que mediante el uso de capas o niveles fue posible identificar información como ejes, movimiento de mecanismos y estructura general. Esta característica facilitó la realización de algunas modificaciones, y hacer una combinación de información al momento de imprimir o analizar algunas partes.

Modelo tridimensional

El trabajo previamente realizado en dos dimensiones, incluyó información de gran importancia al momento de realizar el modelo tridimensional, por lo cual fue necesario retomar cada una de las vistas (frontal, lateral e inferior) y ubicarlas como planos ortogonales, para tener referencias precisas y empezar el modelo tridimensional como se muestra en una de las gráficas (Figura 19).

En la definición de cada una de las partes fue necesario identificar los diferentes grupos de elementos que componen el vehículo, como los elementos tubulares, los que están formados de superficies como la cubierta y el asiento, las piezas comerciales como el manubrio, las catarinas, los pedales, entre otros. Cada grupo de información fue ubicado en una capa y con un color diferente para identificar con más claridad los elementos, el

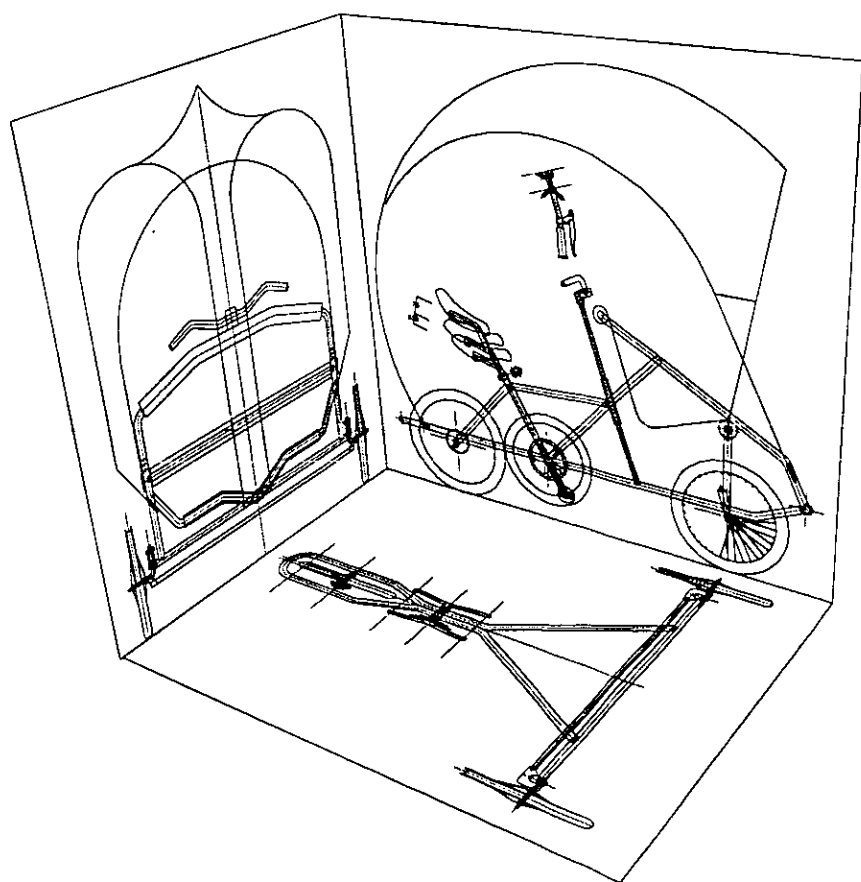


Figura 19. Vistas lateral, frontal e inferior ubicadas como planos ortogonales, esta forma de trabajo permite encontrar las referencias precisas de cada uno de los elementos en un ambiente tridimensional, evitando configuraciones erróneas del vehículo.

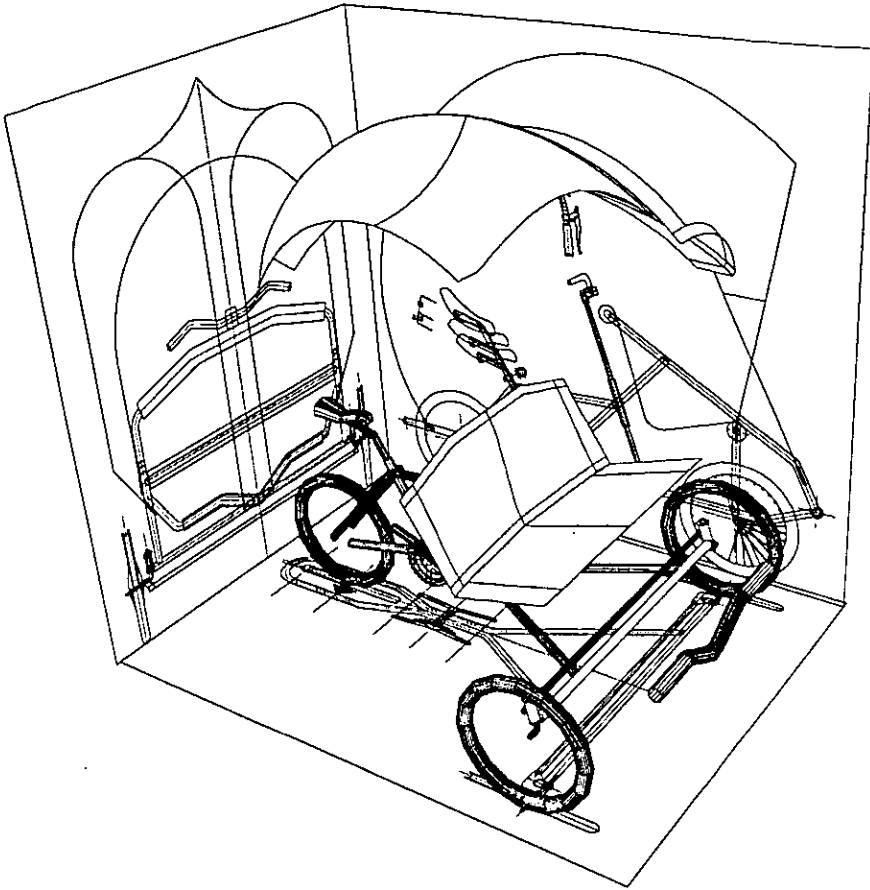


Figura 20. En la gráfica se observan algunos de los elementos tridimensionales ubicados en los planos ortogonales, cada una de las partes realizadas tienen la distancia precisa con respecto a las vistas, lo cual permite una ubicación precisa con respecto a las vistas y si hubiera errores de proyección serían más evidentes, para el caso que se muestra no existen errores que hayan sido detectados.

La cubierta muestra una deformación en la parte delantera, el efecto es momentáneo, mostrando un corte en la superficie para lograr una vista sin elementos que interfieran en ella.

El contraste de esta gráfica, en las superficies que no muestra la malla (cubierta y asiento), es intencional para comprender claramente la distribución espacial de los elementos.

proceso se muestra en la gráfica del manubrio. Esta característica de aislar la información facilita la búsqueda y modificación de algunas de sus partes (Figura 20-21).

En la construcción tridimensional del vehículo, se analizaron las superficies que lo componían, es decir, para el caso de la cubierta, el asiento del conductor y el asiento de los pasajeros se identificaron como una superficie de doble curvatura, para lo cual fue necesario recolectar la información necesaria para elaborar la malla que define a las superficies, como los ejes que la componen, sus referencias simétricas, así como definir la densidad de la malla (Figura 22).

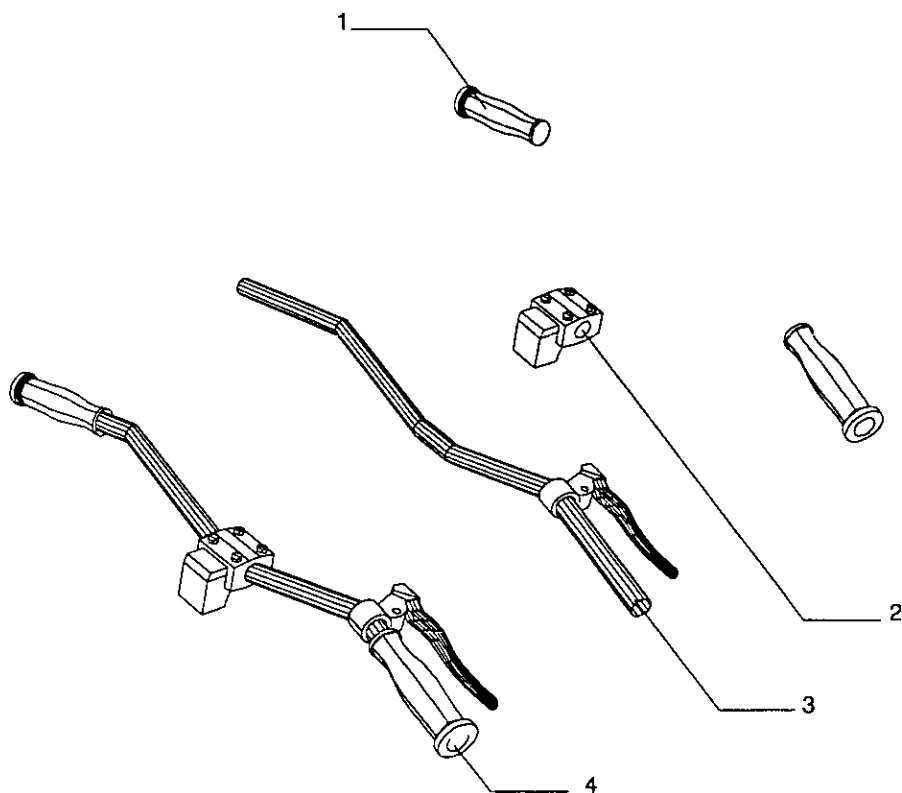


Figura 21. La figura 4 muestra el conjunto del manubrio, las figuras 1-3 son los componentes, ubicados cada uno de ellos en una capa o nivel de información. En la figura 1 se desactivó la información de las figuras 2 y 3, en forma similar ocurrió con las otras excepto la número 4, en donde se muestra toda la información.

El siguiente grupo de elementos comunes fue la estructura tubular, para lo cual únicamente fue necesario definir el perfil de la estructura (círculo) y asignarle una proyección con una magnitud y dirección, además de darles una ubicación correcta. En la elaboración de estas entidades geométricas fue muy importante hacer siempre referencia a los centros o ejes de los objetos (Figura 23 a y b).

Las piezas comerciales, se agruparon como bloques de información y se integraron al modelo tridimensional del conjunto (Figura 21).

Las vistas ubicadas en forma ortogonal auxiliaron en la elaboración del modelo tridimensional, sin embargo fue necesario mover las vistas desde diferentes puntos, es decir el observador se ubicó desde diferentes posiciones para detectar y corroborar algunos detalles, incluyendo vistas en perspectivas, como se puede apreciar en las figuras (Figura 19).

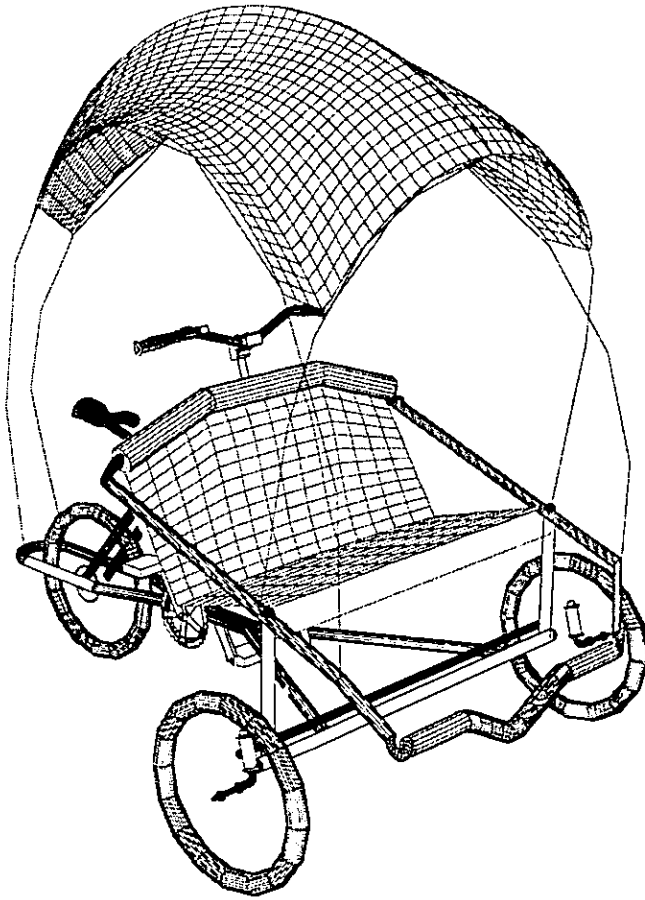


Figura 22. En la figura central se muestra una vista del vehículo con efecto de perspectiva, en el conjunto se pueden apreciar los distintos elementos que componen el modelo tridimensional en los recuadros nombrados con letra se muestran los detalles del mismo objeto 3D.

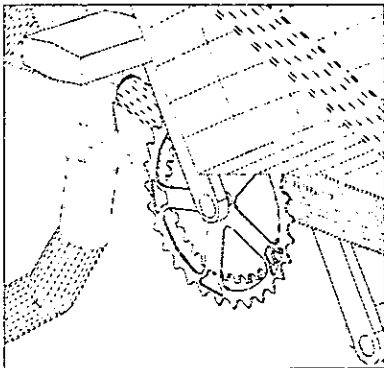


Figura B. El detalle muestra un acercamiento al mecanismo de las catarinas, el cual no se puede apreciar en la imagen central debido a la escala, es importante observar que estos programas son capaces de reconocer los planos mas cercanos al observador, por lo cual identificamos superficies opacas.

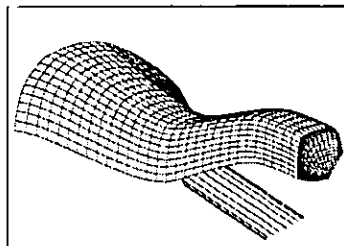


Figura A. Se observa un acercamiento al asiento del conductor, formado de superficies de doble curvatura y definido con una malla poligonal.

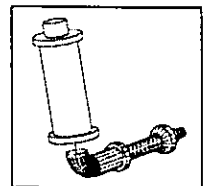


Figura C. La gráfica muestra que un modelo tridimensional puede realizarse con la calidad de detalle que se requiera.

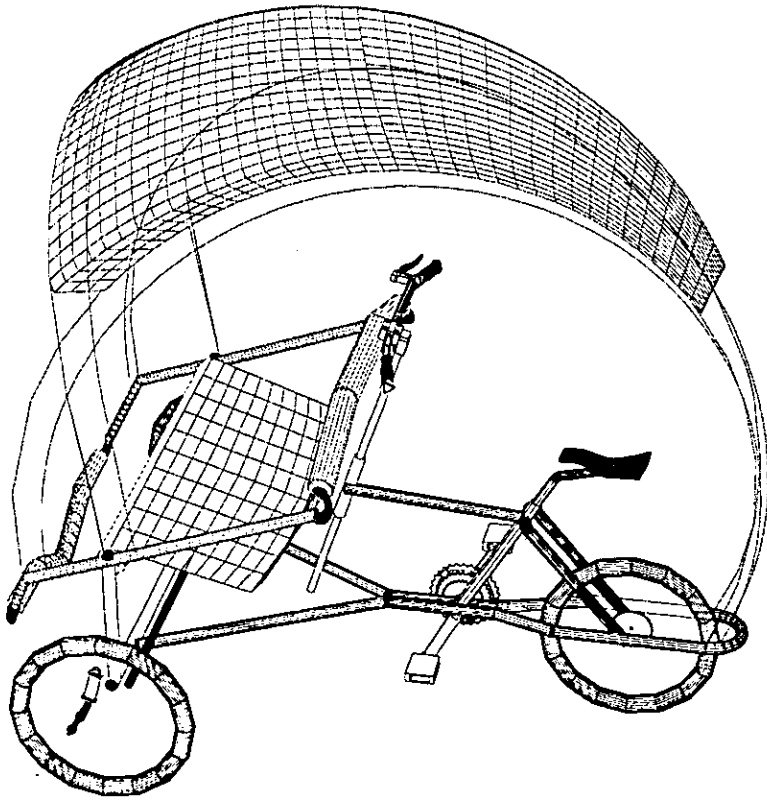


Figura 23. En la parte central se observa otra vista lograda, al modificar el punto hacia donde ve el observador y la distancia a al que se encuentra del modelo tridimensional además se propuso esta vista con un lente de 85mm.

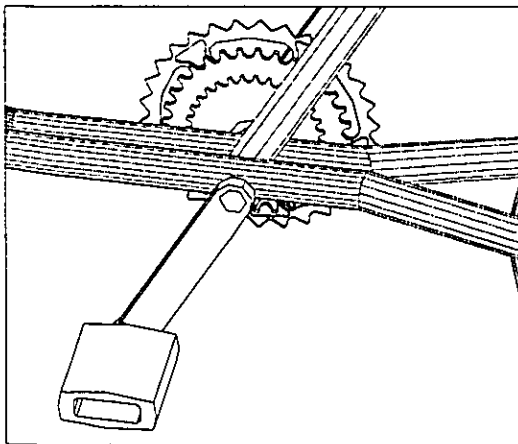


Figura A. Una vista del mecanismo de las catarinas logrado desde otro ángulo, con lo cual se confirma que los elementos definidos no se intersectan y tienen una ubicación adecuada.

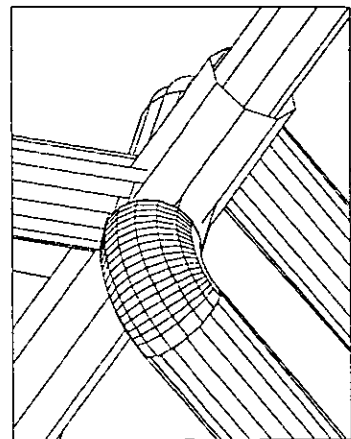


Figura B. En la gráfica se muestra un detalle de la unión entre los elementos estructurales, en este caso la geometría definida no muestra incongruencias.

Bicitaxi 2

El bicitaxi que se presenta corresponde a Juan Manuel Grimaldo, el vehículo contempla dos plazas para los pasajeros y en la parte delantera una plaza para el conductor.

Representación Bidimensional

El material recopilado es una vista lateral y superior que fueron realizados a escala real y con los inconvenientes comentados en el caso anterior. En la figura 24 se pueden apreciar algunos datos equivocados, como son la cubierta del vehículo y los pedales, desde la vista superior. Es posible que se haya tomado la decisión de resolver la mitad de la geometría vehículo, para después duplicarse con respecto a su eje de simetría, lo cual permitió un ahorro de tiempo.

El resultado que se observa es una solución equivocada del vehículo. Esta consideración pudo evaluarse una vez que se realizó el modelo tridimensional y se ubicó la vista: en el caso de la cubierta se puede apreciar un elemento ovoide, ver figura 25 (superior), mientras que en la misma gráfica (inferior) se observa la superficie con la solución geométrica correcta.

El sistema general de funcionamiento y estructura en el vehículo presenta menos complejidad que el anterior, por lo cual en este caso no es necesaria la representación de mecanismos, excepto para el caso de los pedales, sin embargo en la figura 24 se considera un detalle de las llantas traseras. En este caso podemos apreciar que los pernos de las llantas están realizados con gran detalle, aunque la representación de los tubos es muy confusa.

En este proyecto es importante notar que en la vista lateral se advierte una postura muy alineada del conductor ya que los pedales coinciden con los centros de las llantas delanteras y el asiento se encuentra ligeramente alineado así como el manubrio. En otra etapa de estudio se comentará al respecto.

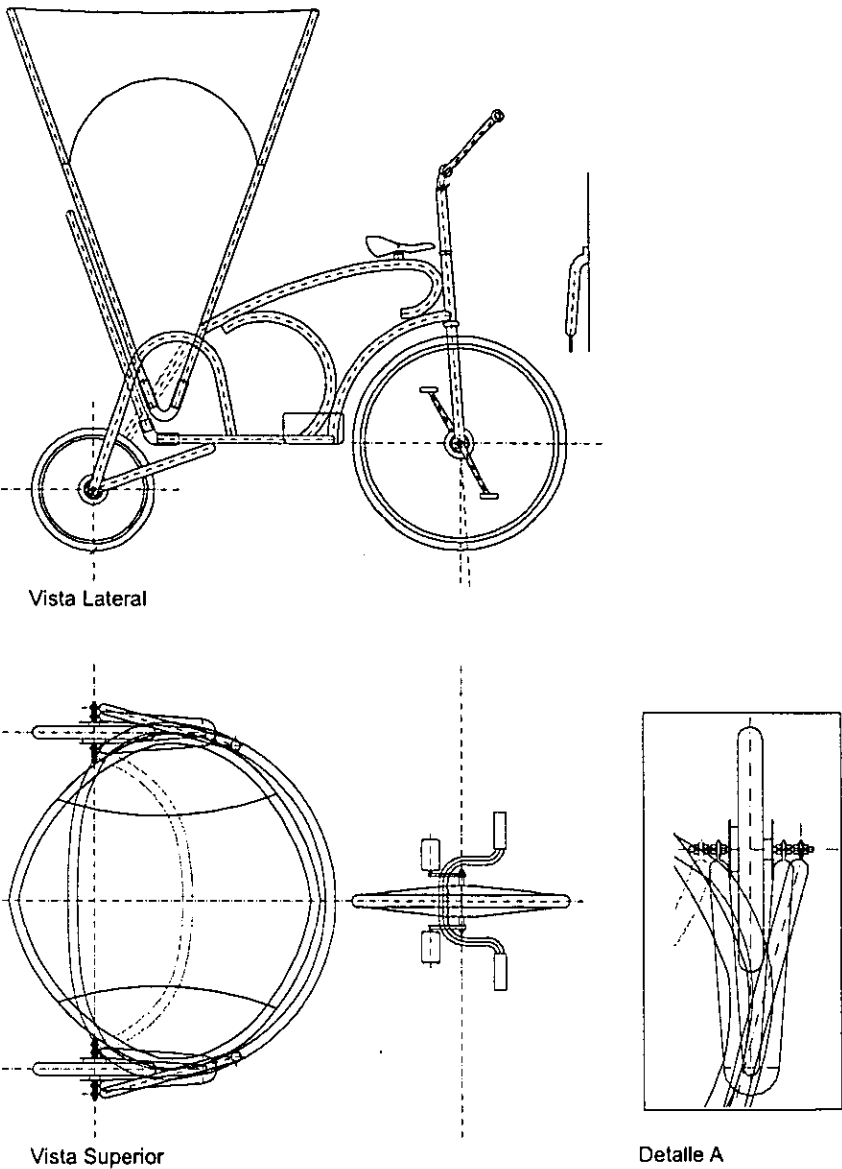


Figura 24. Las vistas, lateral y superior, fueron provistas por el diseñador J.M. Grimaldo, el vehículo que se muestra, no tiene una geometría compleja por lo cual la información que se muestra es suficiente para conformar la geometría tridimensional.

La vista superior tiene dos datos incongruentes, como son la parte estructural de la cubierta, que muestra una figura ovoide y los pedales que se observan simétricos.

Modelo Tridimensional

Mediante el programa CAD empleado, resultó muy sencillo definir la cubierta superior del vehículo, para lo cual fue necesario dibujar el contorno de la superficie con líneas curvas definidas por los puntos en donde tenía contacto con la estructura tubular, posteriormente se aplicó un comando del programa CAD empleado para que calculara la superficie que uniera a los ejes definidos.

Los elementos estructurales, estuvieron definidos con perfiles redondos en diferentes diámetros, sin presentar curvaturas complejas, por lo cual el desarrollo tridimensional presentó mayor facilidad en su elaboración así como menor tiempo.

El proceso para iniciar un modelo tridimensional fue como en el caso anterior, ubicando las vistas lateral e inferior como planos ortogonales para después iniciar el levantamiento tridimensional.

La experiencia adquirida con el proyecto previo, permitió detectar, en el modelo que se presenta, algunos elementos como el manubrio que podían ser modelados en forma aislada, definirlo como un bloque de información gráfica y posteriormente integrarlo como elemento al conjunto tridimensional, ya que es común que las vistas estén saturadas de información y la presentación sea confusa.

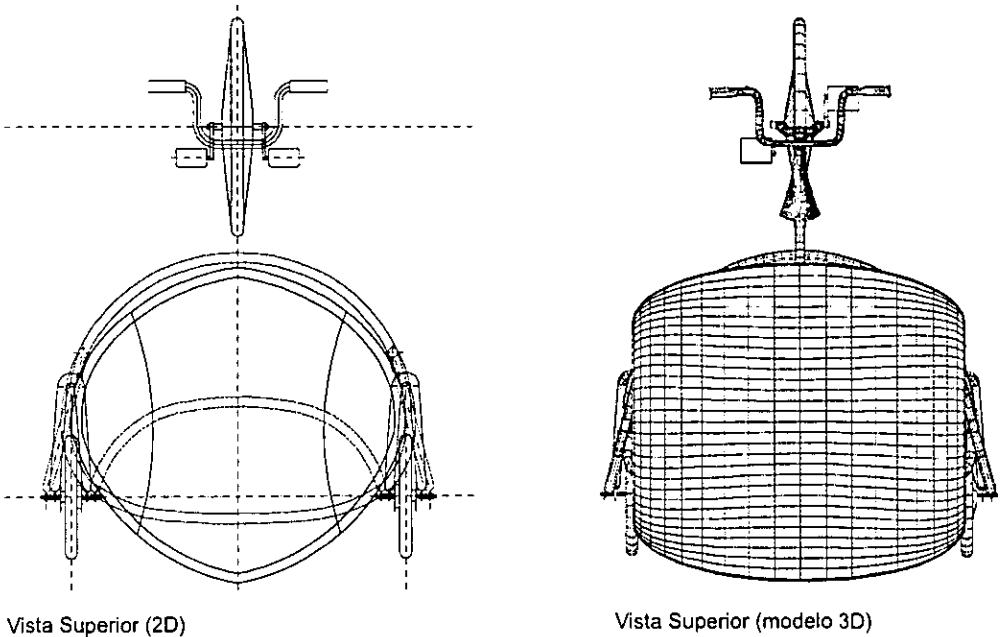


Figura 25. La definición tridimensional del vehículo, logró desde una vista superior (izq.) evidenciar la geometría correcta que corresponde a la cubierta, a la derecha se muestra la solución geométrica definida en dos dimensiones.

Cuando se define un bloque es muy importante determinar un punto de referencia (figura 27), para que al momento de insertarlo, reconozca al elemento desde ese punto y se pueda ubicar en el espacio, con una rotación o escala específica (figura 27 1,2), sin embargo aún cuando se tiene un control sobre el manejo de los mismos, puede ser que al momento de insertar la información ocurran algunos errores como se muestra en la figura 28.

En el detalle que se muestra de la vista superior se puede observar una rotación distinta del manubrio con respecto al conjunto, lo cual significa que al momento de insertarlo se pueden presentar algunos problemas, el error no es evidente en la vista en perspectiva, por lo cual es importante obtener diversas vistas del objeto 3D y corroborar que los elementos tengan una ubicación adecuada. En las gráficas se muestran algunos detalles que ilustran lo anterior.

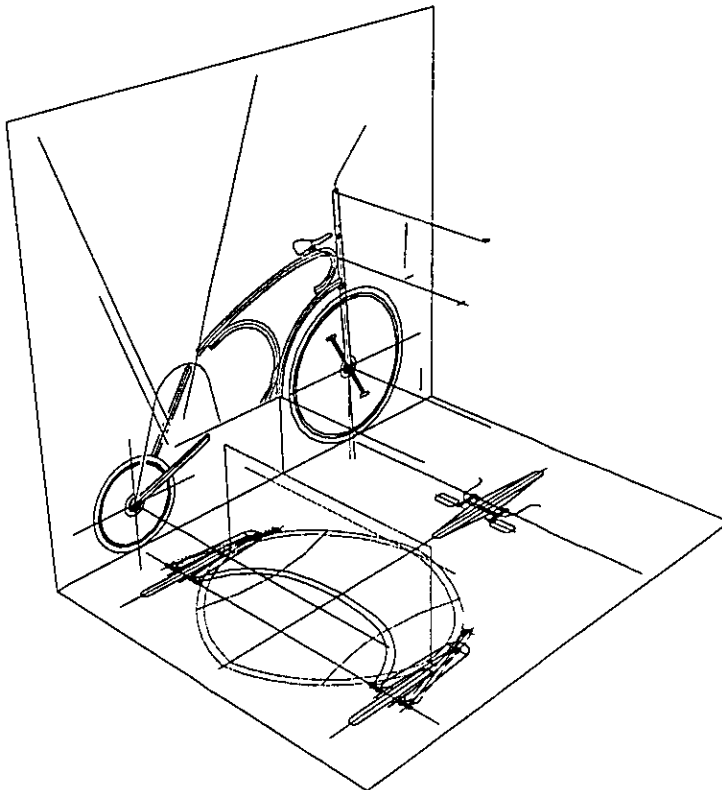
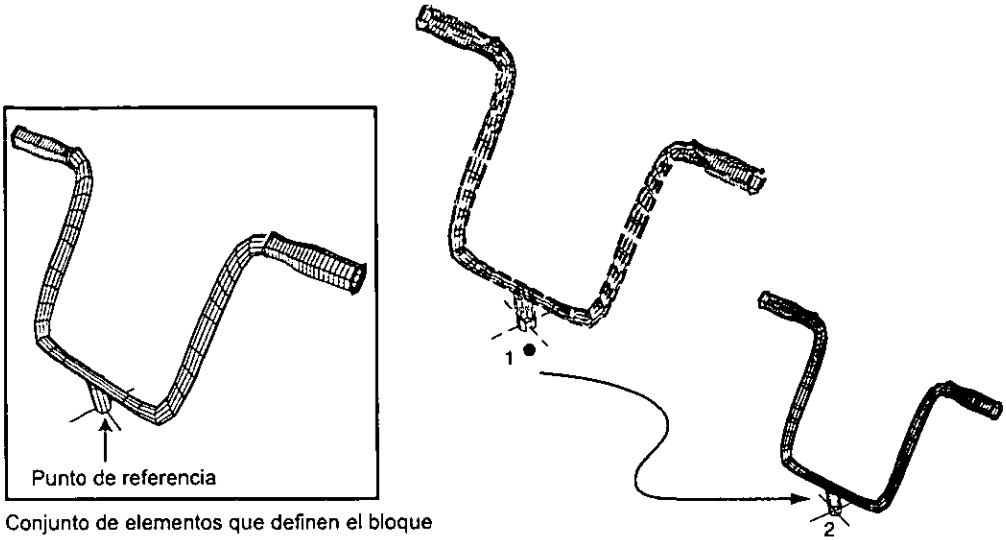


Figura 26. El proceso para iniciar el levantamiento tridimensional, se realizó en la forma descrita anteriormente, ubicando las vistas en planos ortogonales. En la gráfica se pueden observar algunas líneas que tienen como referencia a las vistas ortogonales y que se emplearon para ubicar algunos elementos como el centro del asiento del conductor, el eje de las llantas traseras, etc.



Conjunto de elementos que definen el bloque

Figura 27. A la izquierda se observa el manubrio definido como un objeto tridimensional con sus diferentes componentes, el punto de referencia esta indicado con una flecha. En la parte central se observa el elemento seleccionado como un bloque de información gráfica. El número 1 indica la referencia geométrica desde la cual se dará la nueva ubicación, en la derecha se observa el manubrio con la ubicación final y con un cambio de escala.

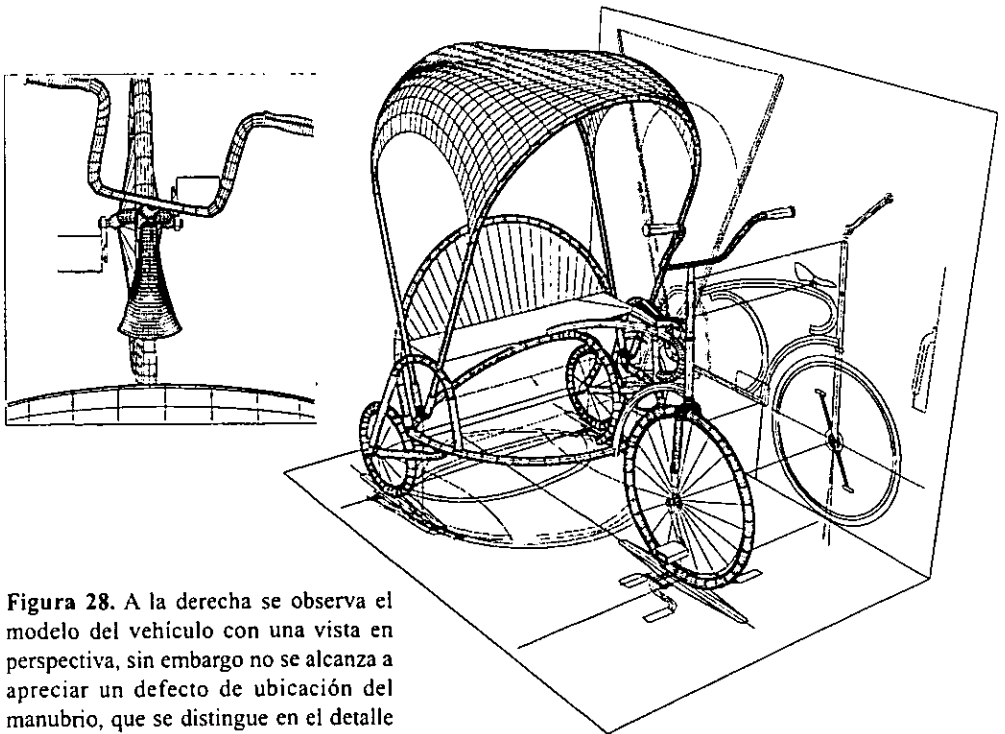


Figura 28. A la derecha se observa el modelo del vehículo con una vista en perspectiva, sin embargo no se alcanza a apreciar un defecto de ubicación del manubrio, que se distingue en el detalle A, las dos imágenes que se aprecian son del mismo modelo pero con un punto de vista distinto.

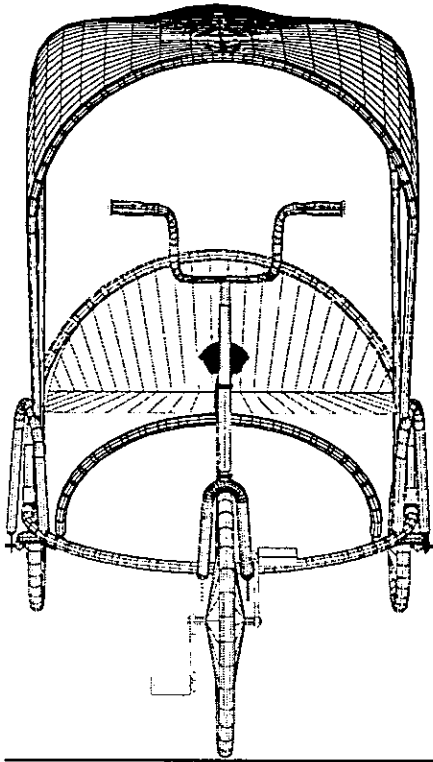


Figura 29. Vista frontal del modelo tridimensional con perspectiva.

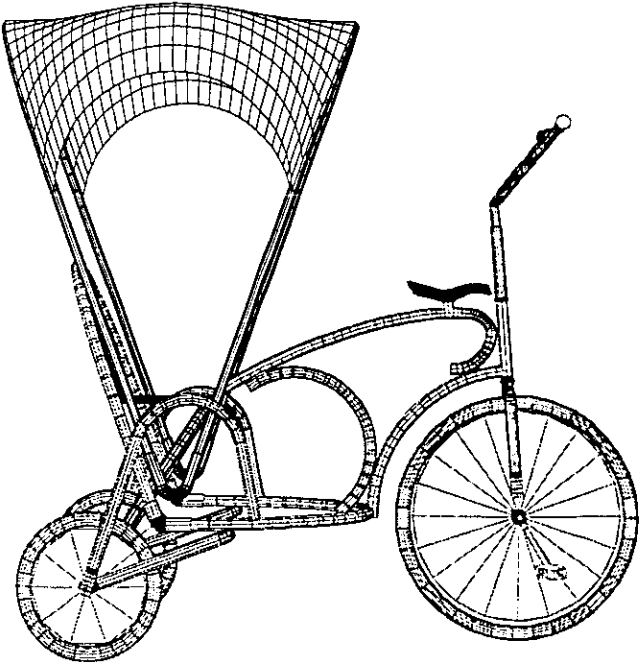


Figura 30. Vista lateral del vehículo en perspectiva.

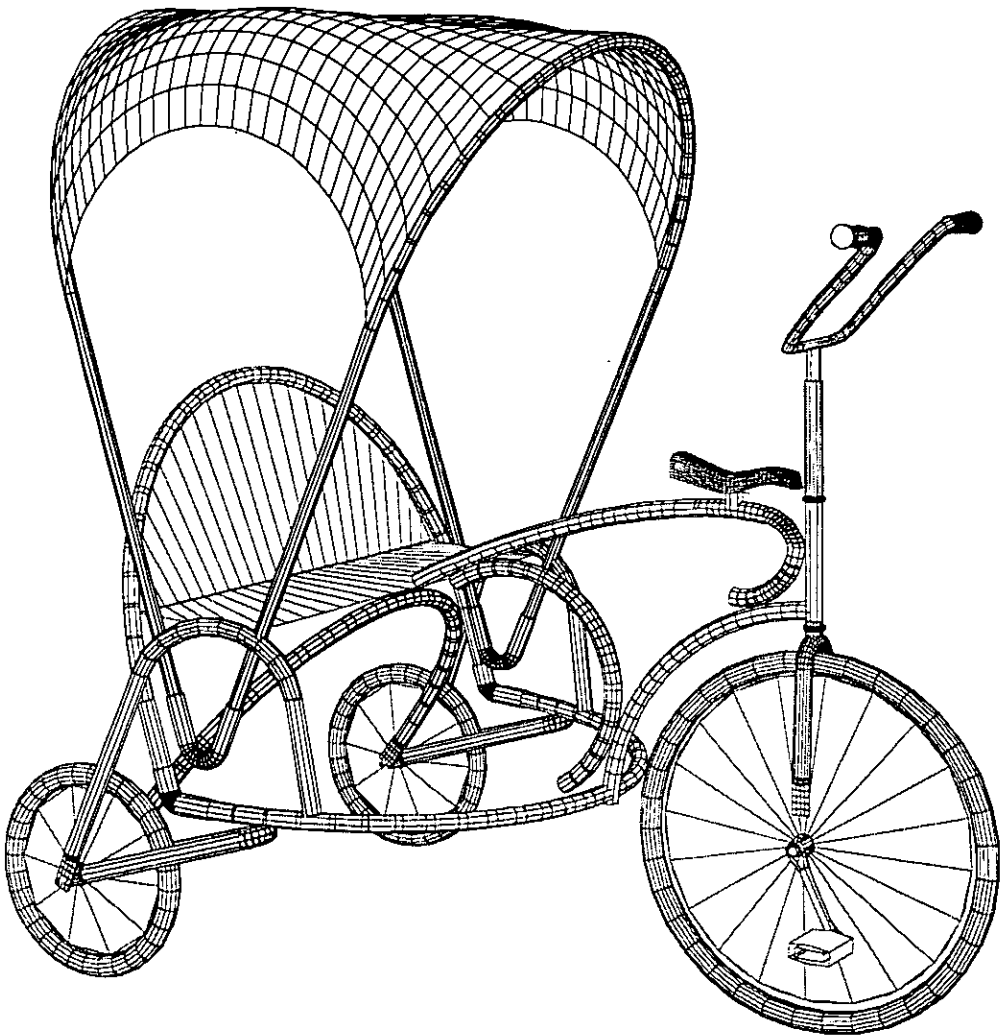


Figura 31. Vista en perspectiva del vehículo, en donde se pueden apreciar mas detalles.

Bicitaxi 3

El tercer Bicitaxi que se presenta es el de Wilberto Ramírez, las características del vehículo, son dos plazas traseras para los pasajeros y una plaza delantera para el conductor.

El vehículo tiene tres apoyos rodantes, dos en la parte delantera y uno en la parte trasera.

Representación Bidimensional

Las vistas superior y lateral, son el material recopilado, para el desarrollo del proyecto (Figura 32).

La estructura general del vehículo, consta de elementos tubulares rectos y en mínimas ocasiones se observan con dobleces. La representación bidimensional de la vista lateral presenta con líneas punteadas dos mecanismos de giros, en el manubrio y pedales.

La vista superior parece incompleta porque no se muestran los asientos así como algunos otros detalles, (por alguna razón el diseñador optó por omitir esta información). En el vehículo que se presenta se puede advertir la configuración tridimensional del mismo ya que los elementos del bicitaxi en su mayoría, tienen una ubicación paralela con respecto a las vistas, por lo tanto el desarrollo tridimensional del mismo no requiere de desarrollos geométricos complejos, la construcción espacial advierte un gran cuidado en la ubicación precisa de cada una de sus partes.

La apreciación inicial sobre la estabilidad del vehículo, permite advertir que si el vehículo no tiene una carga uniforme en la parte trasera, estará sujeto a un desequilibrio de fuerzas, provocando que el uso del bicitaxi esté condicionado a los factores que se mencionan. Para evaluar la situación que se expone en una forma muy básica, se calculó el centroide de la estructura en forma bidimensional.

Actualmente algunos sistemas CAD, como el empleado para el proyecto permite evaluar algunos comportamientos físicos de los objetos, con información bidimensional es posible calcular el centroide, propiedades de masa, perímetro y área. Para el caso del bicitaxi que se presenta, la estructura tubular se formó como un objeto cerrado y sólido, posteriormente se indicó a la computadora que calculara el centroide en las vistas lateral y superior como se observa en la figura 33.

El estudio realizado en forma elemental confirma como se aprecia en la vista superior, que con respecto a la ubicación del centroide (indicado con una cruz), el vehículo estaría inestable si en las plazas de los pasajeros no se controla el peso, es decir si solo fuera un pasajero es necesario que se ubique al centro o si son dos pasajeros, el peso de uno de ellos no tiene que dominar con respecto al otro.

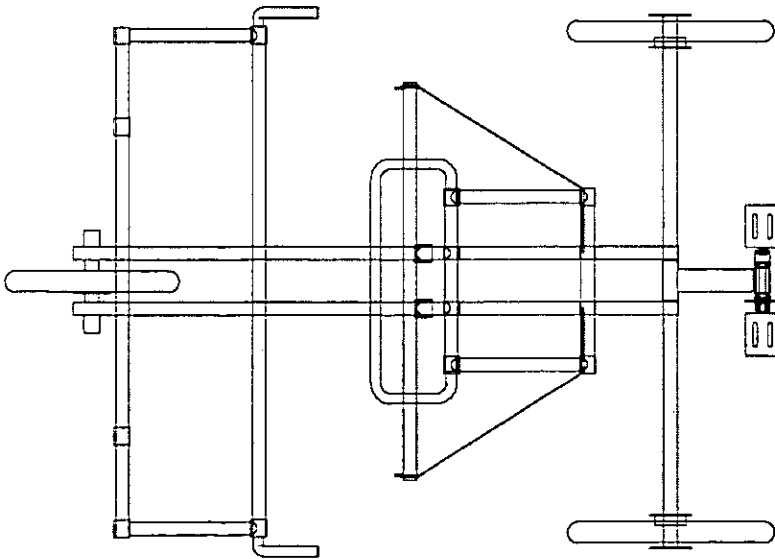
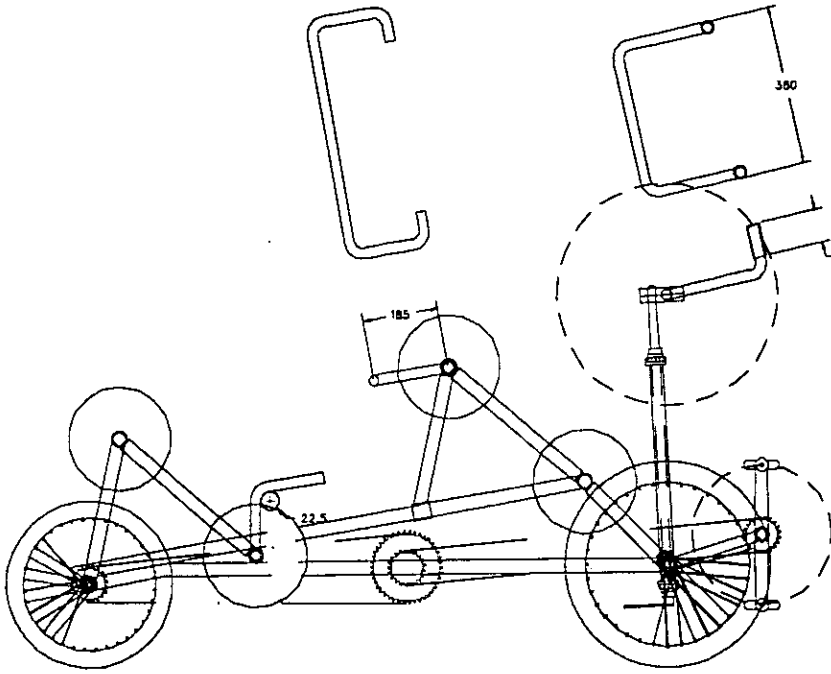


Figura 32. Vistas lateral y superior del Bicitaxi, los elementos presentados en línea segmentada muestran los mecanismos de rotación de las partes (manubrio y pedales).

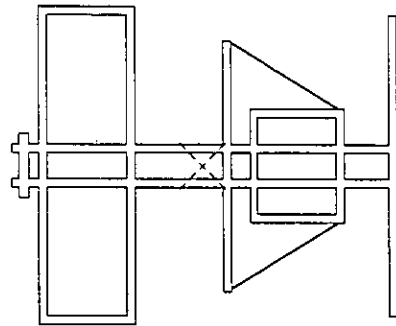
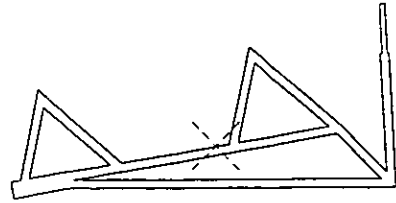


Figura 33. la información que se presenta se retomó de las vistas presentadas en la figura anterior y se formó el contorno de la estructura principal en cada una de las vistas para graficar el centroide del vehículo, el cual está indicado con líneas cruzadas y segmentadas.

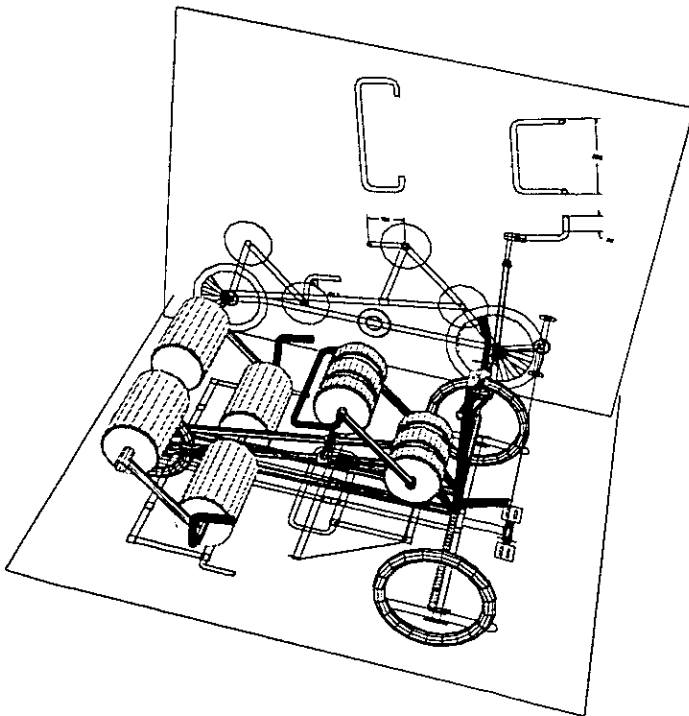


Figura 34. Se puede apreciar el proceso del modelado del vehículo en forma tridimensional, las vistas lateral e inferior están ubicadas como planos ortogonales para obtener referencias más precisas, el vehículo muestra en una de las llantas delanteras, un desfazamiento con respecto al plano inferior, la razón fue que se decidieron algunos cambios al momento de realizar el modelo tridimensional.

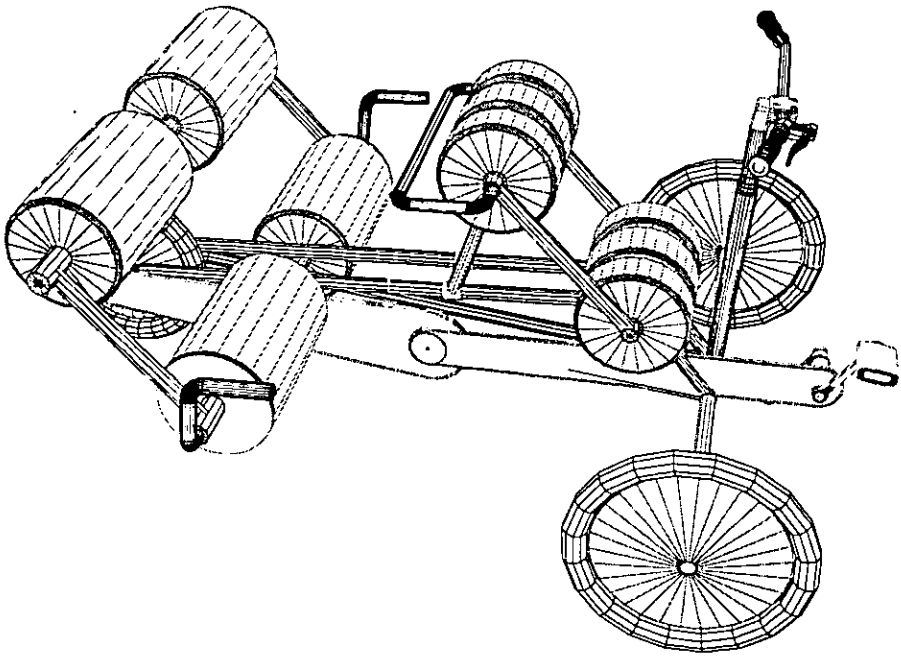


Figura 35. Vista en perspectiva del Bicitaxi 3, las partes más oscuras que se pueden apreciar corresponden al uso de mallas saturadas (límites laterales de los asientos y superficies curvas que forman el doblar de los tubos).

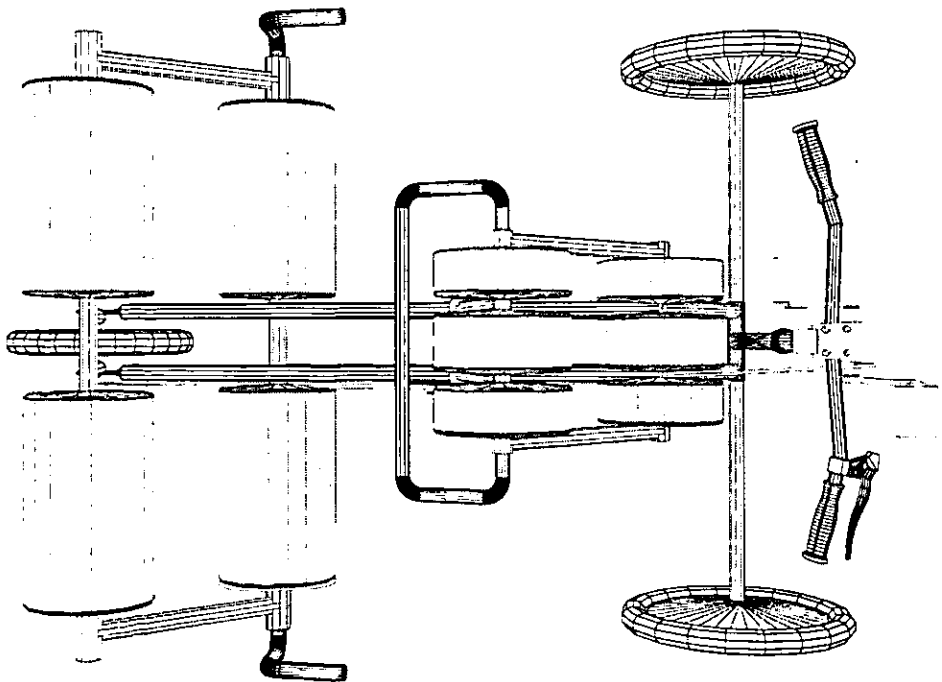


Figura 36. Vista superior en perspectiva del vehículo.

Representación Tridimensional

En forma similar como en los casos anteriores, se ubicaron en forma de planos ortogonales las vistas lateral y superior y se inició el levantamiento tridimensional (figura 34), se hicieron algunas observaciones puntuales al diseñador y se realizaron algunas modificaciones de distancias en el modelo 3D, para lo cual no se consideró importante actualizar los planos bidimensionales, por esta razón se observa en la figura el modelo 3D desplazado con respecto al plano ortogonal que corresponde a la vista superior.

En el vehículo se puede observar con mayor detalle (Figura 35), la configuración final del Bicitaxi, los asientos contribuyen en gran medida a apreciar su estética, el mecanismo de avance se observa en la parte inferior como una cadena casi del mismo largo que el vehículo, la cual está controlada por las catarinas en la parte central y en la parte delantera los pedales que accionan las partes.

Uno de los cambios más significativos durante el desarrollo del proyecto, fue la decisión de modificar el manubrio original por piezas estándares que se encontraran en forma comercial, para lo cual se utilizó el manubrio definido en el caso del Bicitaxi 1, el cual existe en el mercado. El intercambio de información en los programas empleados no representa ningún inconveniente y se empleó el concepto de bloques de información comentado en los incisos anteriores para copiar el manubrio de un archivo e insertarlo en otro con la ubicación adecuada.

La postura que adopta el conductor una vez que maniobra el vehículo es difícil advertirla ya que el esquema visto en los anteriores Bicitaxis ha sido diferente. Más adelante se retomará este caso para hacer algunas observaciones.

Cuadro de Resumen

Los resultados expuestos pudieron ser evaluados utilizando diversos programas CAD, a continuación se muestra una tabla de referencia que permitió una evaluación para definir las herramientas de trabajo más adecuadas.

Evaluación del Software Empleado			
Software	MicroStation 95	AutoCAD14	3D Model
Empresa	Bentley	AutoDesk	Macromedia
Ayuda en línea	si	si	no
Tamaño del archivo	Medio	Medio	Largo
Niveles de deshacer ¹	si	si	limitado
Manejo de vistas	Excelente	Muy Bien	Muy Bien
Recorrido en un modelo ²	si	no	si
Archivos de plotter ³	si	si	no
Archivos externos ⁴	si	si	no
Número de capas ⁵	63	256	no
Escalas reales ⁶	si	si	si
Capacidades de animación	Bien	no	Excelente
Capacidades render ⁷	Excelente	Excelente	excelente
Análisis estructural ⁸	si	si	no
Número de vistas	8	6	1
Organización de la información ⁹	Excelente	Excelente	Bien
Tipode modelado ¹⁰	Wire frame, Solid, Poligonal	Wire frame, Solid, Poligonal	Wire frame, Solid, Poligonal
Formatos de salida ¹¹	DWG, EPS, DXF, IGES, CGM, Postscript, TIF, JPEG, GIF, RGB, PCX, PICT, TARGA, Word Perfect	EPS, DXF, IGES, CGM, Postscript, TIF, JPEG, GIF, RGB, PCX	DXF, PICT, GIF, EPS, Postscript

¹Corresponde a la capacidad de regresar durante la sesión de trabajo hasta su inicio

²Permite hacer un recorrido del modelo definiendo el trayecto y el programa calcula las imágenes en secuencia definiendo el número de imágenes

³Permite imprimir un archivo en otra máquina si que el programa de trabajo sea instalado

⁴Permite trabajar con réplicas o copias de otros modelos sin que sean parte del archivo de trabajo

⁵Permite separa la información como hojas de trabajo superpuestas

⁶Permite trabajar con las dimensiones reales del objeto que se modela

⁷Permite aplicar color, textura, luces o definir materiales, a los objetos modelados

⁸Dependiendo del tipo de modelado que puede hacer algunos cálculos estructurales

⁹Mediante el uso de capas, bloques y referencias externas es posible conservar la configuración de trabajo de un proyecto, para establecer una organización en diferentes proyectos

¹⁰Las características en los tipos de modelado sirve para aplicarse al tipo de proyecto que se desarrolle

¹¹La variedad de formatos de salida en un programa permite llevarlos a otras aplicaciones

Sistemas de Simulación

Un proyecto de diseño que ha tenido un desarrollo mediante sistemas de cómputo, puede tener diversas expectativas de estudio, dependiendo de la naturaleza del mismo, por ejemplo: simular complejos movimientos en un mecanismo, Integrar modelos tridimensionales de humanos en objetos 3D que correspondan al producto que se diseña, conocer algunos comportamientos físicos, etc., que permiten evaluar algunas condiciones ergonómicas, funcionales o físicas del proyecto.

A los programas elaborados para realizar análisis específicos sobre un área de estudio se les puede identificar como programas de simulación. Lo anterior permite utilizar una información previamente realizada como es el caso de los modelos tridimensionales de los vehículos, para evaluar el proyecto que se realiza.

Las pruebas realizadas en los bicitaxis a través de estos sistemas pretenden exponer en una forma sencilla su aplicación si pretender criticar los trabajos elaborados ya que en el transcurso de la realización de los prototipos hubo cambios que no fueron actualizados con la información que incluye este material por la premura del proyecto.

Simulación de movimientos mecánicos

El primer caso que se muestra es la aplicación de un programa que integra herramientas para lograr la simulación dinámica de movimientos en objetos, con translaciones reales, según la mecánica de Newton, lo cual permite realizar experimentos sencillos con diferentes escenarios y situaciones.

El cálculo de movimientos interactúa con los distintos objetos elaborados, en sistemas de estructuras complejas sometidas a diversas fuerzas. Para iniciar, es necesario dibujar la geometría de los diversos componentes del objeto, indicando las características de las uniones (fijas, con ejes de giro, características de peso, material y esfuerzos para cada una de las piezas).

El programa empleado es una versión de demostración, que incluye algunas de sus herramientas para evaluarlo, por esta razón no es posible aplicarla al caso de los bicitaxis, sin embargo la presentación del mismo nos permite exponer algunas de las herramientas que son adecuadas para el área de Diseño Industrial.

El primer caso que se muestra es la representación de dos elementos circulares, que se proyectan con una velocidad inicial, los elementos que se observan en la gráfica tienen en la parte central una flecha, que representa el vector (dirección de la velocidad, aceleración o fuerza), la longitud de la flecha corresponde a la magnitud de la velocidad, aceleración y fuerza (figura 37).

La interfase de trabajo empleada en el programa es mediante comandos en forma de iconos, los datos que se manejan pueden ser asignados como valores numéricos o mediante el uso del *mouse*, como se observa en la figura 38. Al elemento seleccionado es posible asignarle valores de ubicación o diversas propiedades físicas, incluso asignar algún material. El programa contiene una lista o se pueden indicar valores que correspondan a otro material que se requiera simular, en la parte superior izquierda nos muestra una caja con unos valores de velocidad; esta caja actualizará los valores una

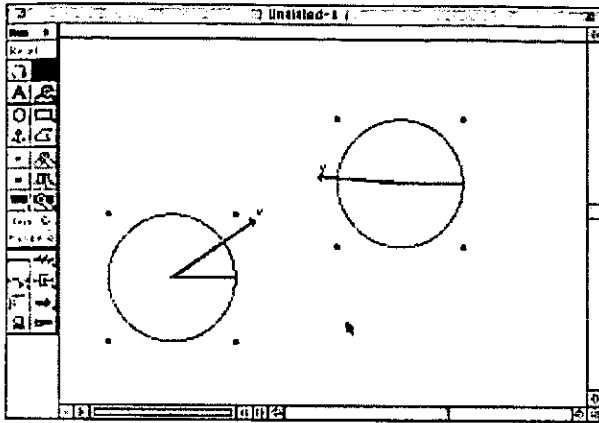


Figura 37. En la figura se observa el ambiente de trabajo del programa Working Model.

Los elementos circulares muestran los objetos con el vector correspondiente.

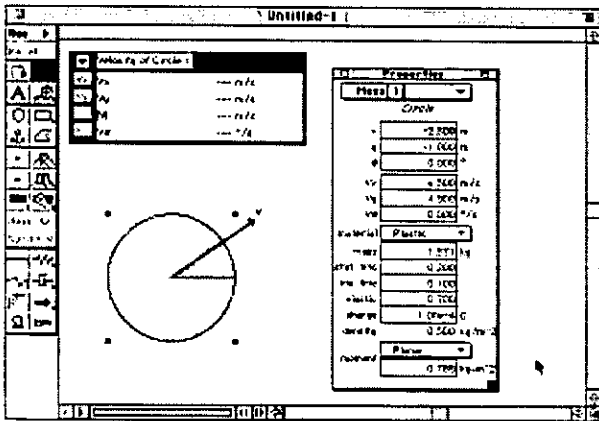


Figura 38. El objeto seleccionado muestra sus propiedades en la caja que se observa a la derecha, los valores x, y, z , corresponden a la ubicación, los valores V_x, V_y, V_z , corresponden a la velocidad del vector, se le asignó como material el plástico con las propiedades de masa, elasticidad, valores de fricción etc, específicos.

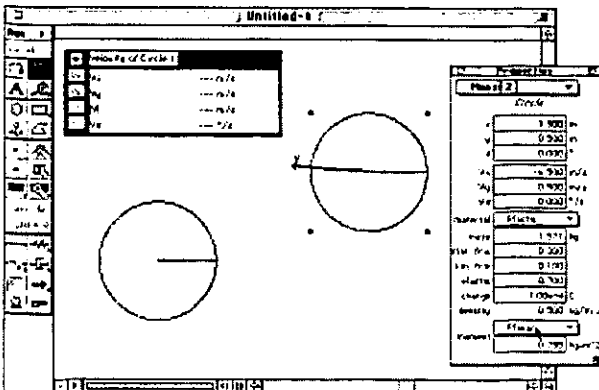


Figura 39. El mismo proceso que se describe en la gráfica anterior se realizó para el segundo objeto definido.

vez que haya calculado el movimiento para los elementos.

En la parte superior e izquierda de la figura 38 aparecen dos opciones: **Run** y **Reset**, las cuales nos permiten iniciar la simulación de movimiento con los valores establecidos, o detenerla como observaremos más adelante.

En la figura 40 se observa la trayectoria que siguen los objetos una vez que se activa la opción **Run** desde la barra de herramientas, los círculos que se presentan con un color gris más tenue, nos muestran el movimiento diseñado, que corresponde a las características del vector asignado a cada uno de los elementos, mientras se generan los movimientos se observa con gran claridad el impacto de los objetos y con una notable diferencia si se asigna otro material.

Los valores de velocidad para los objetos que muestra en la caja superior izquierda son calculados, una vez que se corre la simulación, en los cuales es considerada la fuerza gravitacional de la tierra.

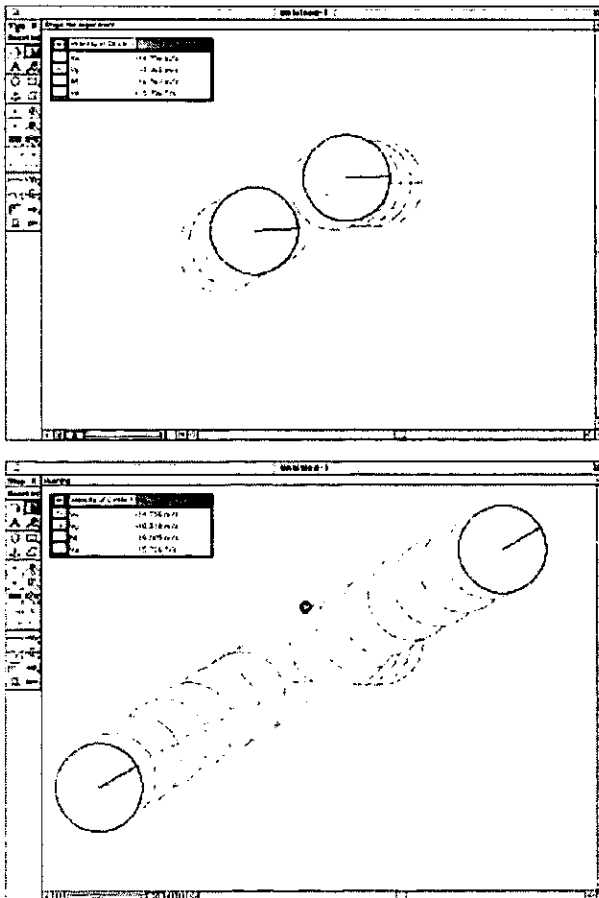


Figura 40. Simulación de movimiento de los objetos.

En el ejemplo que se muestra a continuación, se realizó una vista lateral de un conductor en una bicicleta. Cada uno de los componentes del cuerpo humano, así como de vehículo están definidos con diferentes parámetros; como se pudo apreciar en el ejemplo anterior, las figuras muestran el movimiento del vehículo y la figura humana sometido a las condiciones que se observan, este material de análisis está incluido en el programa de demostración.

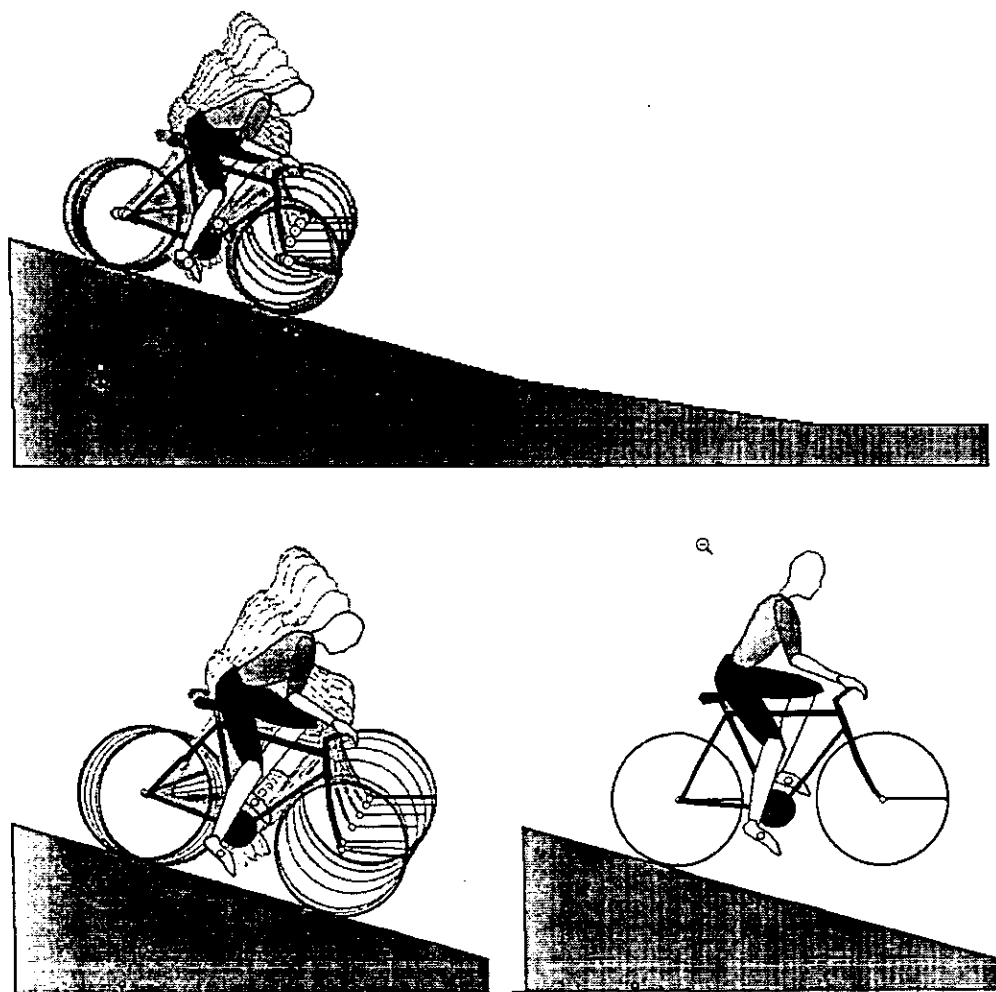


Figura 41. En la parte superior se puede apreciar una vista general de las condiciones de superficie sobre la cual circula la bicicleta, además de las condiciones iniciales de movimiento, en la parte inferior se muestran detalles de la misma gráfica del lado izquierdo es la postura inicial y del lado derecho el detalle de la trayectoria y movimiento del conductor y la bicicleta.

Simulación ergonómica

Para ampliar las capacidades de trabajo de los sistemas CAD, se han elaborado múltiples aplicaciones de trabajo, como las que se refieren a programas de simulación ergonómica. La aplicación que se presenta está desarrollada para utilizarla en computadoras personales, aplicando los conceptos de diseño ergonómico, el cual considera los aspectos físicos del trabajo que se desarrolla y las capacidades humanas que se refieren a la fuerza y postura .

Uno de los aspectos propuestos por un grupo de estudio ergonómico en la Universidad de Utah. en Estados Unidos (Board of Certification for Professional Ergonomists - BCPE- se refiere a que la ergonomía es el conocimiento del cuerpo sobre las habilidades humanas, limitaciones y características humanas que son relevantes para diseñar. El diseño ergonómico es la aplicación de este conocimiento del cuerpo para el diseño de herramientas, máquinas, sistemas, tareas, trabajos, y ambientes de seguridad, comodidad y uso humano efectivo.

Un aspecto de gran interés en este programa de cómputo (Mannequin) que se refiere a lo que anteriormente se señala, es la capacidad de identificar el stress o tensión. en las articulaciones del maniqui según su postura, con lo cual es posible mejorar ciertas características del diseño (gráfica de Torque).

El programa de simulación tridimensional, cuenta con una base de datos de diversas poblaciones de humanos en tres dimensiones, los cuales pueden ubicarse dentro de un modelo tridimensional, con una postura específica, observarlo desde cualquier ángulo, distancia o perspectiva; también puede simular algunos movimientos como caminar, doblarse, tomar objetos y advertir la visión del humano una vez que tiene la postura adecuada.

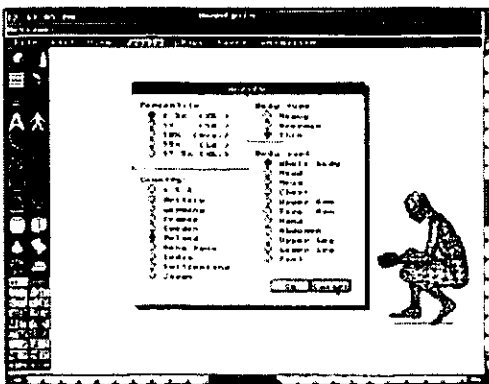


Figura 42. Poblaciones humanas que maneja el programa.

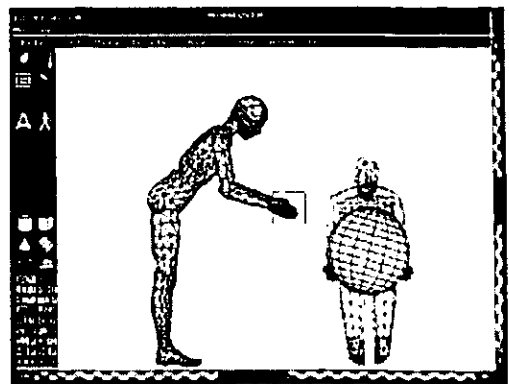


Figura 43. Se muestran diversas posturas de los maniquies en una vista letral.

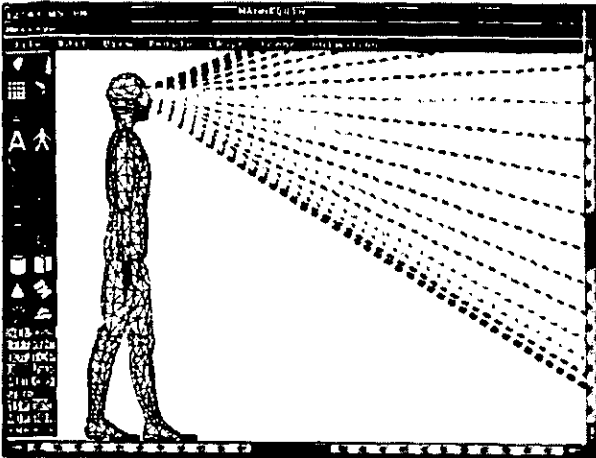


Figura 44. Visión máxima del maniquie seleccionado.

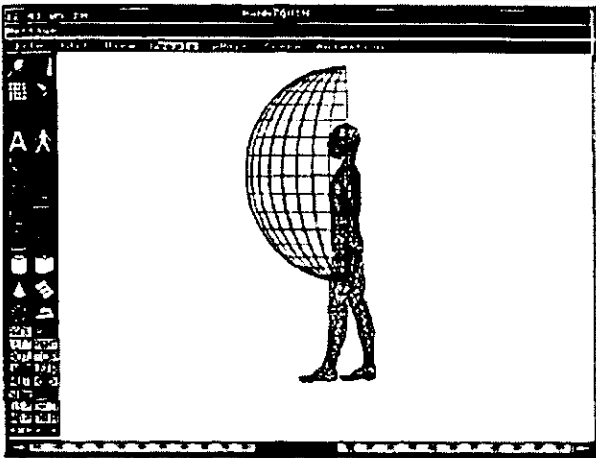


Figura 45. La reticula muestra el área de movimiento para las manos.

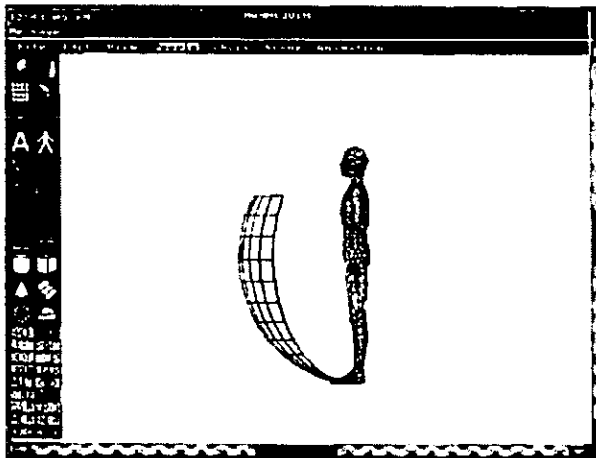


Figura 46. La reticula muestra el área de movimiento para las extremidades inferiores.

Una de las ventajas iniciales en el uso de estos programas es que integran una diversa gama de modelos tridimensionales de figuras humanas, ya que generar la geometría tridimensional tomaría demasiadas horas de trabajo, además de un amplio conocimiento en anatomía humana.

El ambiente de trabajo que tiene este sistema es mediante íconos y menús colgantes desde los cuales se activan los comandos. En la figura 42, se muestra la población de humanos que tiene integrada. Las características de la población mexicana no están integradas, sin embargo es posible realizar algunas combinaciones de información.

Una vez que se definen las características de la población que se requiere, se insertan los humanos como se observa en la figura 43, la postura final se define moviendo cada uno de los componentes del humano o maniquí (cabeza, torso, abdomen, brazo superior, brazo inferior, mano, dedos, muslo, extremidad inferior de la pierna y pie.), los movimientos son realizados en los ejes X,Y,Z del sistema, una característica muy importante es que el rango de movimientos de las partes es de acuerdo a la complejidad anatómica de los individuos.

Es posible representar en forma gráfica un cono de visión óptimo y máximo, como lo muestra la figura 44, así como el rango de movimiento de los brazos (figura 44) y en las extremidades inferiores (figura 46).

Bicitaxis

El proyecto bicitaxis, permite la aplicación de un sinúmero de programas para simular diversas situaciones como son los casos anteriores que se exponen, sin embargo esto se tiene que traducir en recursos económicos, para llevarlo a cabo además de un proceso de estudio para evaluar las características del proyecto.

El simulador de mecanismos no fue posible emplearlo para este proyecto ya que solo se obtuvo una versión para evaluación, sin embargo fue posible obtener una licencia de uso del simulador ergonómico con el apoyo de un proyecto desarrollado en la UNAM (DGSCA), existen diversas compañías que desarrollan este tipo de *software*, las diferencias entre estos son las capacidades y las diversas plataformas de trabajo en las cuales se utiliza.

En el desarrollo de estos programas se considera que la información generada en otros programas pueda ser transferida, reduciendo las posibilidades de perder datos o, para este caso entidades geométricas de los modelos tridimensionales, de tal forma que desde el programa en el cual originalmente fueron generados estos modelos, se prepara la información en otros formatos, para trasladarlos a diversos ambientes de trabajo.

Cada uno de los modelos generados fue posible transferirlos al simulador ergonómico y una vez que la información la acepta este nuevo programa, se utiliza según la forma de trabajo propuesta por el sistema empleado.

En las gráficas de torque se emplean las mismas condiciones para los bicitaxis, lo cual nos permite evaluar los diferentes casos, en las mismas condiciones de esfuerzo de los

maniquis, para lo cual fue necesario analizar la fuerza empleada por las extremidades al mover una bicicleta. Se realizaron algunos cálculos aproximados de momentos de inercia y se midió también en forma aproximada la fuerza empleada. La fuerza y el peso están expresados en Newtons (1Kg es equivalente a 9.81 N).

Las fuerzas vectoriales para los pies consideran automáticamente las fuerzas gravitacionales de todo el cuerpo.

Condiciones generales evaluadas

Peso del conductor = 75 kg

Las condiciones de evaluación a comparar entre los diferentes vehiculos, es en el momento que el operador inicia la tracción, suponiendo un terreno plano.

En estas condiciones se mide el esfuerzo de arranque graficado para cada una de las articulaciones.

Debido a la complejidad que presenta el cuerpo humano el programa utilizado calcula algunos factores de fuerza que se refieren a las fuerzas de gravitación.

Los datos a calcular son:

Fuerza en manos y pies izquierdo y derecho calculado en Newtons, los valores se descomponen en forma vectorial (x,y,z), según el plano de coordenadas cartesianas en el que se este trabajando ya que el modelo se define en un espacio tridimensional.

El momento en las extremidades superiores ($p = mv$), suponiendo un valor constante igual a 1m/seg, pero variando el valor de la masa, según sea el caso.

Datos del maniquí

Body part	Width (m)	Lenght (m)	Depth (m)
Head	0.16	0.18	0.19
Neck	0.11	0.09	0.11
Chest	0.34	0.36	0.19
Abdomen	0.26	0.25	0.19
Upper Arm	0.10	0.34	0.09
Lower Arm	0.09	0.24	0.09
Hand	0.08	0.18	0.05
Thigh	0.20	0.41	0.15
Lower Leg	0.13	0.39	0.11
Foot	0.09	0.09	0.25

*Ranges of motion (degrees)***HEAD** (atlanto-occipital, including atlanto-axial joint)

With respect to neck.

Flexion 0 to 10 (x-axis)

Extension 0 to 25 (x-axis)

Rotation (Left/Right) 0 to 45 (y axis)

NECK

With respect to chest

Flexion 0 to 50 (x-axis)

Extension 0 to 45 (x-axis)

Rotation (Left/Right) 0 to 35 (y-axis)

Lateral Flexion (Left/Right) 0 to 45 (z-axis)

CHEST

With respect to abdomen

Flexion 0 to 93 (x-axis)

Extension 0 to 43 (x-axis)

Rotation (Left/Right) 0 to 33 (y-axis)

Lateral Flexion (Left/Right) 0 to 30 (z-axis)

ABDOMEN

With respect to thighs

Flexion 0 to 62 (x-axis)

Extension 0 to 23 (x-axis)

UPPER ARM (Shoulder)

With respect to chest

Flexion 0 to 180 (x-axis)

Extension 0 to 52 (x-axis)

Medial Rotation 0 to 78 (y-axis)

Lateral Rotation 0 to 87 (y-axis)

Abduction 0 to 180 (z-axis)

Adduction 0 to 48 (z-axis)

FOREARM (Elbow)

With respect to upper arm

Flexion 0 to 147 (x-axis)

Pronation 0 to 85 (y-axis)

Supination 0 to 87 (y-axis)

HAND (Wrist)

With respect to forearm

Flexion 0 to 82 (x-axis)

Extension 0 to 75 (x-axis)

Radial Deviation 0 to 18 (z-axis)

Ulnar Deviation 0 to 33 (z-axis)

THUMB, first part

With respect to hand

Abduction 0 to 67 (x-axis)

Flexion 0 to 30 (z-axis)

Extension 0 to 10 (z-axis)

THUMB, second part

With respect to first part

Flexion 0 to 63 (x-axis)

THUMB, third part

With respect to second part

Flexion 0 to 80 (x-axis)

FINGERS 2-5, first part

With respect to hand

Flexion 0 to 90 (x-axis)

Extension 0 to 45 (y-axis)

Abduction 0 to 20 (z-axis)

FINGERS 2-5, second part

With respect to first part

Flexion 0 to 120 (x-axis)

FINGERS 2-5, third part

With respect to second part

Flexion 0 to 190 (x-axis)

THIGH (hip)

With respect to abdomen

Flexion 0 to 122 (x-axis)

Extension 0 to 23 (x-axis)

Medial Rotation 0 to 40 (y-axis)

Lateral Rotation 0 to 50 (y-axis)

Abduction 0 to 40 (z-axis)

Adduction 0 to 23 (z-axis)

LOWER LEG (knee)

With respect to thigh

Flexion 0 to 45 (x-axis)

Medial Rotation 0 to 35 (y-axis)

Lateral Rotation 0 to 43 (y-axis)

FOOT (ankle)

With respect to lower leg

Dorsiflex 0 to 23 (x-axis)

Plantarflex 0 to 48 (x-axis)

Inversion 0 to 41 (y-axis)

Eversion 0 to 22 (y-axis)

Vision range (degrees)

	Maximun	Optimum
Left/Right	-45 to 45	-15 to 15
Top/Bottom	-35 to 25	30 to 0

Bicitaxi 1

Mediante el uso del programa de simulación ergonómica, se analizaron algunos aspectos referentes a la ergonomía, para lo cual en las figuras que se muestran en esta sección se observan los modelos tridimensionales del bicitaxi con los maniquis, el caso que se analiza es el del conductor ya que se define como el usuario que opera el vehículo propuesto.

La población que fue empleada en el resultado final fue de sexo masculino, adulto, 50 percentile, con un tipo mediano. En la figura 47, se muestra una vista lateral del vehículo con el maniquí y con la postura requerida para su operación.

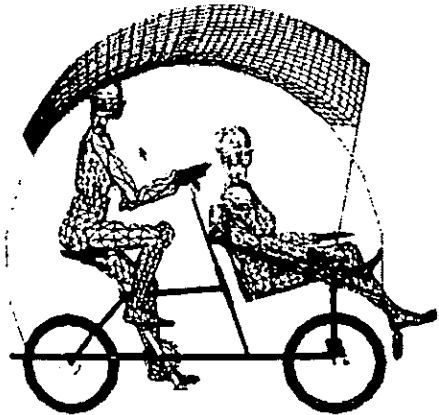


Figura 47. Vista lateral del Bicitaxi 1.

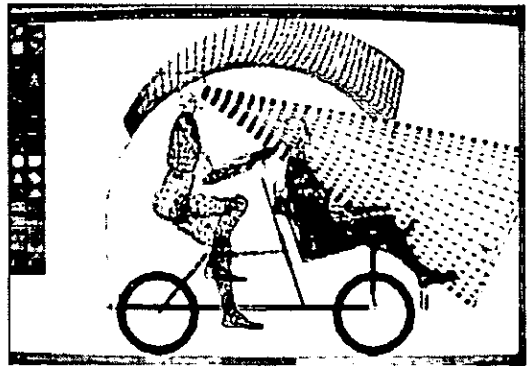


Figura 48. La figura muestra con líneas segmentadas el cono visual óptimo del maniquie.

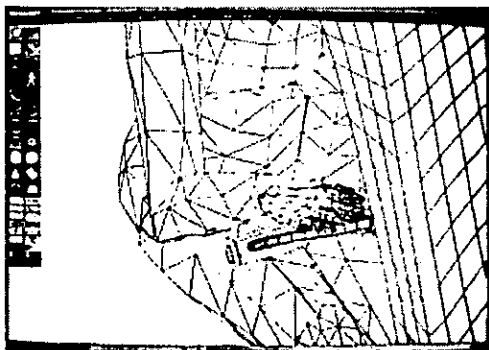


Figura 49. Detalle de ubicación de la mano en el manubriuo de vehículo.

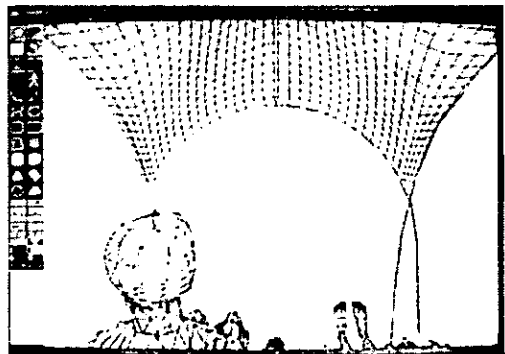


Figura 50. Vista del maniquie, conductor del vehículo.

Se realizaron algunas pruebas sobre el cono visual que indica la visión óptima y máxima, para corroborar si existen elementos que interfieran en la operación ya que el vehículo propone que el conductor se encuentre detrás del asiento de los pasajeros. La figura 48 lo muestra.

El detalle con el cual es posible darle precisión de ubicación al maniquí, se muestra en la figura 49. En el caso de la mano, es posible darle ubicación a cada uno de los dedos, incluso manipular las falanges.

Para mostrar la visión óptima del maniquí, es posible obtener una vista de lo que observa el maniquí, como se observa en la gráfica 50.

En la siguiente gráfica 51 se puede observar la postura del conductor con sus respectivos ejes X,Y,Z, que se consideran

para evaluar las diferentes fuerzas, con las características generales del maniquí anteriormente mencionado, el esfuerzo realizado por los pies está sujeto a la condición de su peso tomando en cuenta los factores de gravedad, también se considera una aplicación de fuerza en los brazos izquierdo y derecho, calculando el momento de inercia que corresponde.

Cuando los valores se aceptan, el programa despliega la gráfica, en la cual calcula los momentos de las manos (izquierda y derecha), la espalda y el cuello, evaluando el porcentaje de diferencia.

En la parte inferior grafica en forma de barras los valores anteriores: como se puede observar en la figura 52, la cadera es la articulación en la cual se ejerce más tensión, la fuerza que aplica para el arranque del vehículo son: 43.8 kg cadera derecha y 23.4 kg cadera izquierda, en esta evaluación se distingue una diferencia de tensión en cadera y hombros principalmente aunque se consideran valores adecuados.

Como se muestra en los resultados presentados, se puede advertir que las partes del cuerpo humano que están sometidas a un mayor esfuerzo, son la cadera principalmente, porque este esfuerzo está ligado a la actividad de accionar los pedales, esta tarea es repetitiva y periódica para las extremidades izquierda y derecha, sin embargo esta evaluación solo considera el arranque del vehículo. En la gráfica 50 se puede mostrar la visibilidad del conductor.

Cuando se evalúan estos resultados, es posible proponer diferentes modificaciones en el diseño y realizar estas pruebas el número de veces necesarias

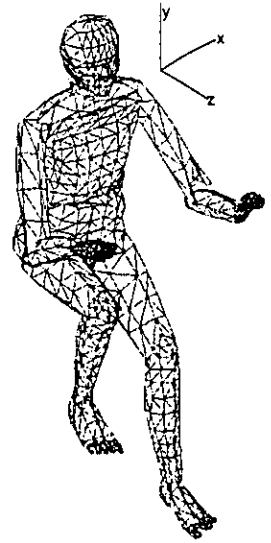


Figura 51. El maniquie indica la postura del bicitaxi I

El vehículo no presentó ningún inconveniente de operación según estas evaluaciones.

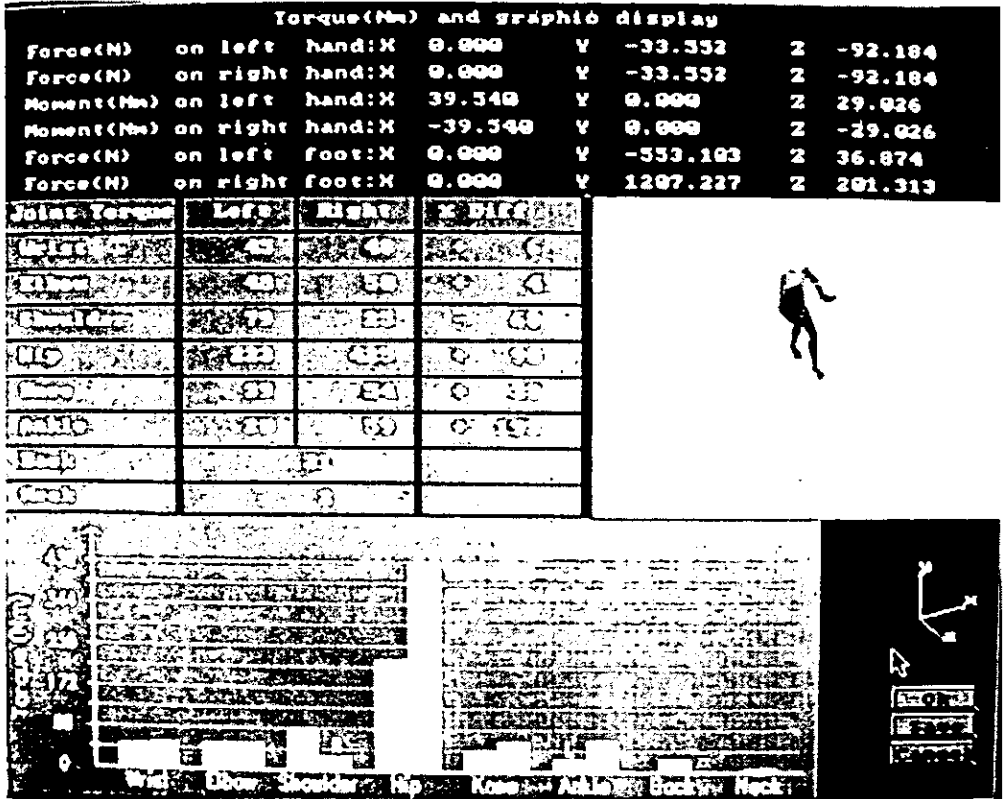


Figura 52. La primera sección de la gráfica corresponde a los datos de fuerza calculados, en la segunda sección se muestra el porcentaje de diferencia entre el lado izquierdo y derecho, y en la parte inferior se muestra una barra que corresponde a la fuerza aplicada en las articulaciones expresadas en Newtons.

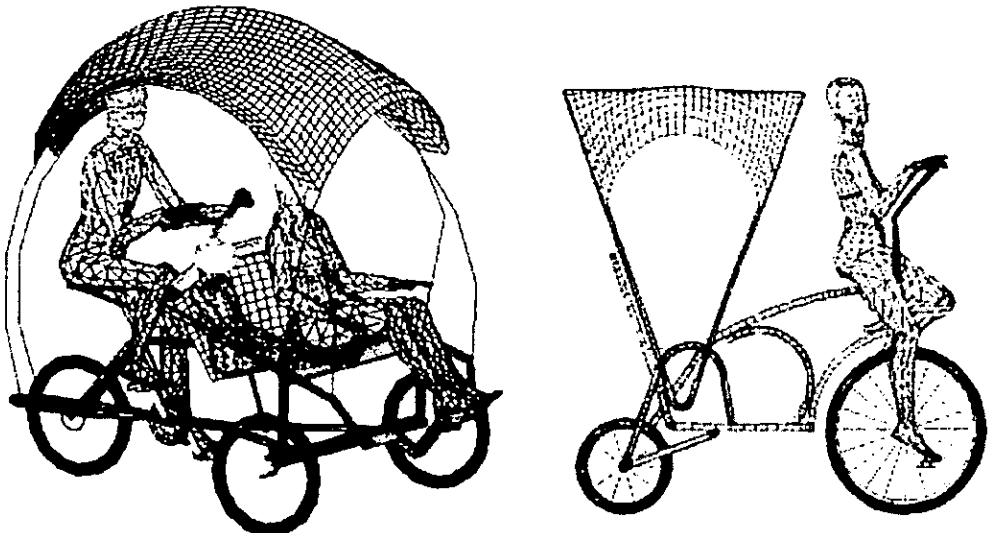


Figura 53. El el lado izquierdo se puede apreciar una vista isométrica de uno de los bicitaxis, del lado derecho se muestra una vista lateral del bicitaxi 2 con el conductor, observar la postura inicial del conductor.

Bicitaxi 2

El vehículo que se analiza, también se sometió a las evaluaciones ergonómicas del conductor, la población utilizada fue la misma que para el caso anterior.

La postura que propone este vehículo está muy alineada, con respecto al manubrio, la figura 53 nos muestra una vista lateral, en la cual se puede apreciar esta característica, incluso por algunos momentos resultó difícil hacer llegar las extremidades inferiores a los pedales del Bicitaxi, sin embargo se puede comprender que una vez que el vehículo avanza, la inercia ayuda a que su operación sea más fácil.

La postura que se muestra en la gráfica no es la que se analizó ya que no corresponde a la postura humana para vencer el estado de reposo del vehículo, como se puede apreciar en la gráfica 54, el operador del bicitaxi adopta una postura vertical, con la cual logra imprimir una primer fuerza arriba del peso del conductor.

La vista isométrica (figura 55) nos permite apreciar desde otro ángulo algunos detalles de ubicación y percepción del conductor y el vehículo, algunas de las pruebas realizadas en el Bicitaxi anterior resultan sobradas para este caso como es el cono visual que indica la visión óptima del operador, ya que resulta obvio que el ángulo de visibilidad no se interrumpe por ningún elemento, a menos que este sea externo, incluso simulando cualquier movimiento de la cabeza.

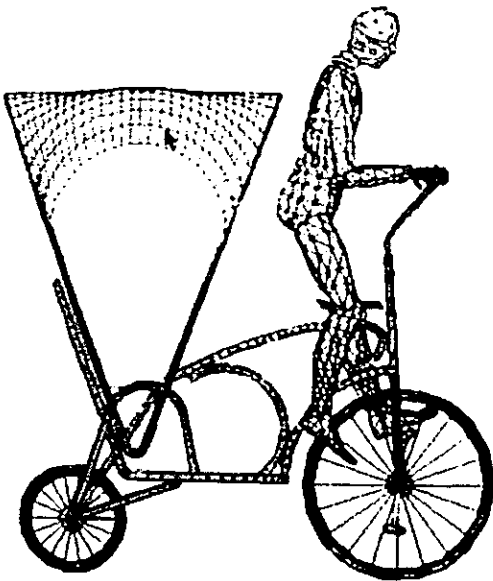


Figura 54. Vista lateral

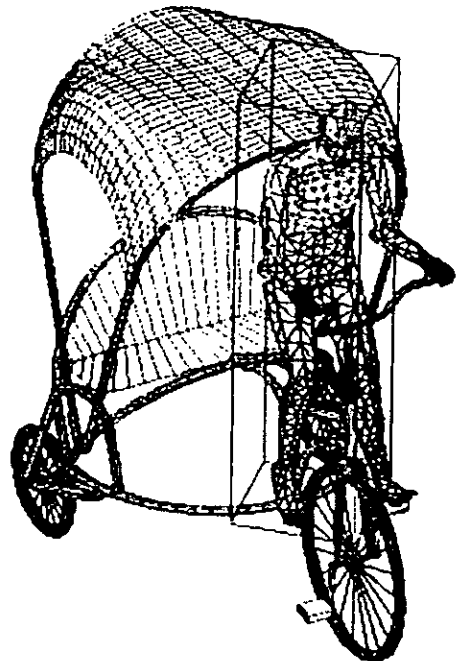


Figura 55. isométrico de la postura evaluada.

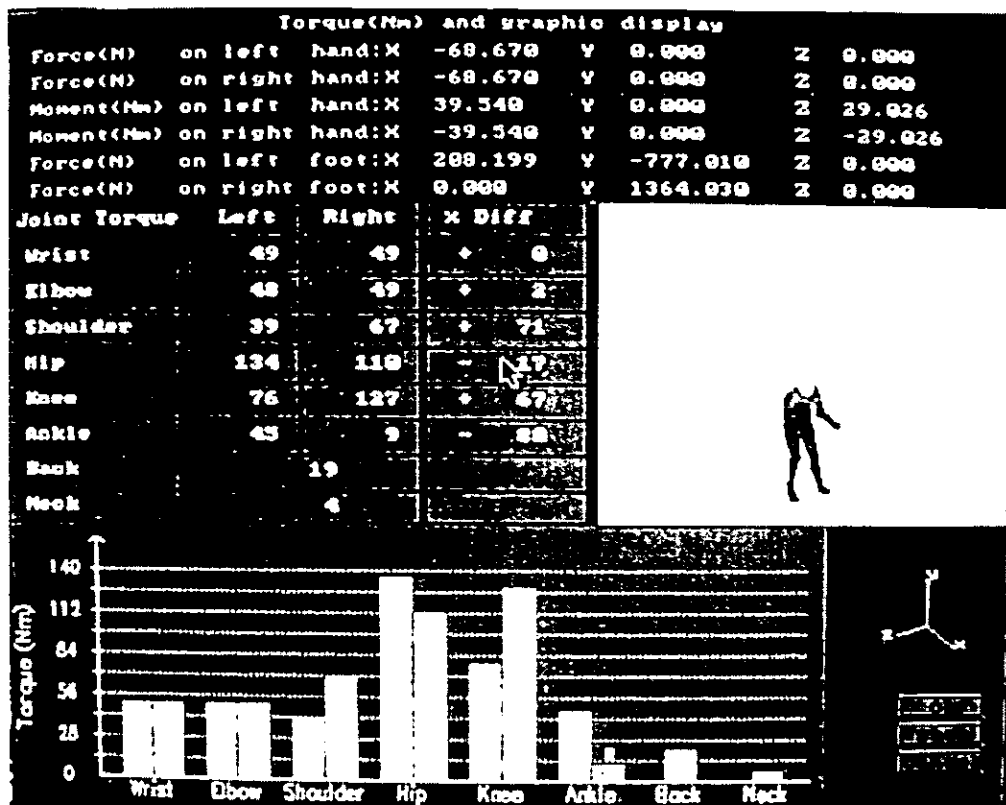


Figura 56. Grafica de esfuerzos en articulaciones.

Se realizó la evaluación de torque (figura 56), en la cual se puede evidenciar y probar que en similares condiciones al bicitaxi anterior, se presenta el mayor esfuerzo en las articulaciones de cadera y rodillas, el valor máximo de aplicación de fuerza es 14.2 Kg y 12.8 Kg, respectivamente con lo cual se puede hacer evidente que para mover este vehículo se requiere de un menor esfuerzo que para el caso anterior, sin embargo cuando el conductor permanece maniobrando el vehículo su postura es más incómoda.

Es importante notar que en las indicaciones de porcentajes de diferencias entre el lado derecho e izquierdo no existen diferencias importantes, sin embargo es importante observar que el esfuerzo se concentra en la cadera.

Al momento de analizar cada uno de los casos en forma aislada, la evaluación permitirá tomar las decisiones más adecuadas para concluir el proyecto, más adelante se comparan cada una de estas gráficas.

Bicitaxi 3

El vehículo que se muestra a continuación requiere de una primer observación; en las vistas lateral e isométrico que se presentan en las figuras 57. El maniquí no dispone de un espacio adecuado que le permita maniobrar el vehículo con facilidad, por un lado los brazos, no alcanzan a estar completamente extendidos debido a que la distancia es muy corta entre el espacio del manubrio y la parte superior del cuerpo del operador, así también ocurre en la parte inferior de los pedales.

En estas condiciones se realizan las evaluaciones con el objetivo de identificar con la postura propuesta cuales son las articulaciones en las cuales se genera mayor tensión.

En la gráfica que se muestra (figura 58), se observan variaciones significativas (sección inferior) en las barras que corresponden a la rodilla y cadera. La fuerza requerida para esa tensión es: 28.54 kg para el caso de la cadera, y 22.83 kg para el caso de la rodilla que inicie su esfuerzo en la postura más alta.

El esfuerzo que se requiere no lo va a lograr debido a que el espacio es muy corto entre el operador y el manubrio así como en los pedales. El sistema propuesto requiere de modificaciones para ampliar los espacios, desde los cuales el operador puede tener mejores apoyos para lograr la fuerza que necesita.

En los análisis realizados con anterioridad se había comentado acerca de la situación de la estabilidad del vehículo en la cual se comentaba que no logra la estabilidad deseada una vez que una persona se suba al bicitaxi (ver fig. 33).

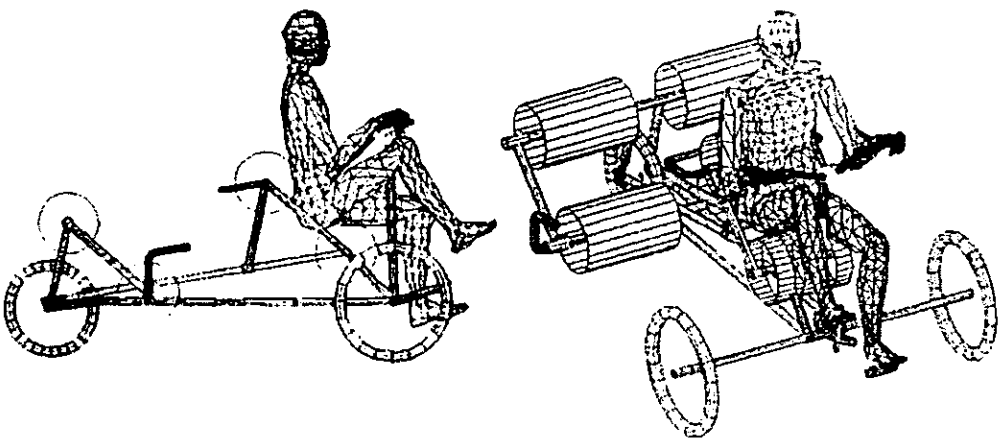


Figura 57. La figura izquierda muestra una vista lateral en la cual el operador del bicitaxi inicia la tracción del vehículo, se puede apreciar los brazos en su mayor apertura de tensión, por otro lado el pie no logra alcanzar al pedal debido a lo estrecho de los espacios. La figura derecha muestra una vista en isométrico.

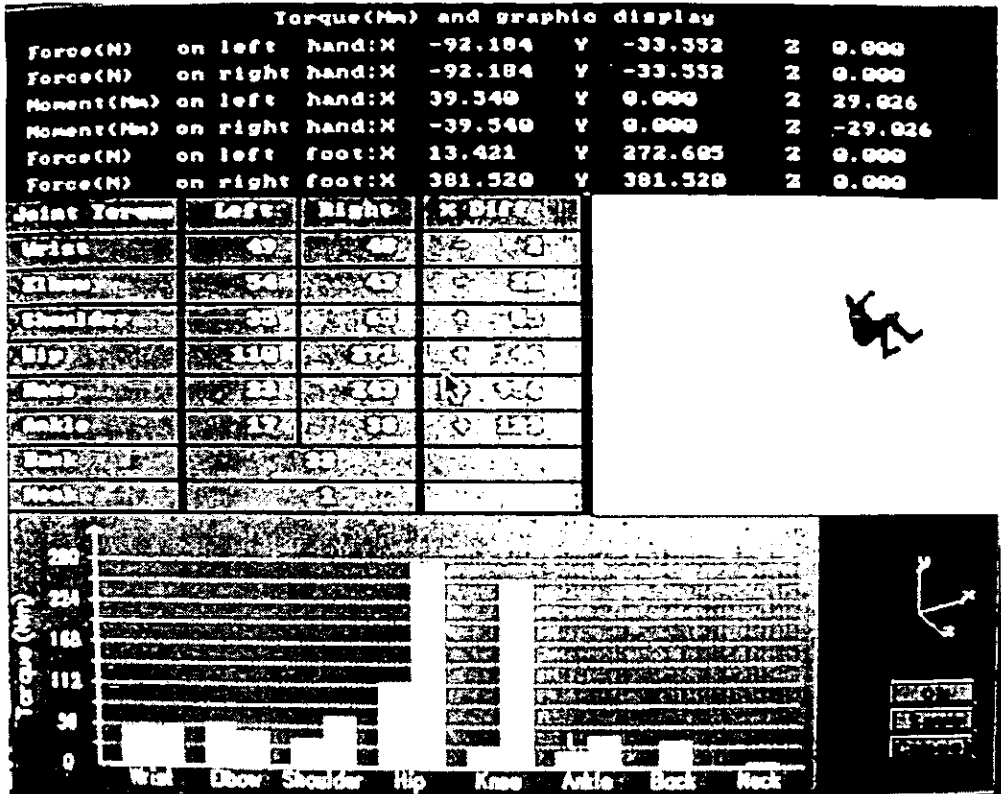


Figura 58. Las variaciones que se grafican en el programa utilizado, nos muestran que la rodilla es la articulación en la cual existe una notable diferencia de tensión. parecer estas condiciones pueden ser mejoradas, ampliando los espacios del vehículo con el operador, y por otro lado analizando los puntos de apoyo para que el operador pueda imprimir la fuerza que necesita.

Gráficas Comparativas

En la sección anterior fué posible realizar un análisis individual de cada uno de los casos del bicitaxi, destacando los puntos críticos de operación, a continuación se presentan en forma comparativa las gráficas generadas para lograr mayores puntos de evaluación entre los diferentes vehículos.

Bicitaxi 1-2

Los vehículos que se comparan son: el caso 1 (Constantino Landa) y caso 2 (Juan Manuel Grimaldo); como se observa en la grafica es evidente que el vehículo del caso 2 presenta un menor esfuerzo al momento de iniciar el movimiento de tracción, la razón es porque la postura inicial del conductor en una posición vertical, lo cual le permite imprimir mayor fuerza al vehículo, disponiendo de menos puntos de apoyo para lograr la fuerza requerida.

El caso 1 requiere mayor fuerza, sin embargo esa fuerza es lograda debido a que cuenta con los apoyos para generarla, un detalle que es importante notar es que a pesar de las diferentes posiciones de los maniquis el esfuerzo realizado en la espalda es muy similar y por otro lado podemos vemos que este vehículo requiere de menor esfuerzo en las rodillas.

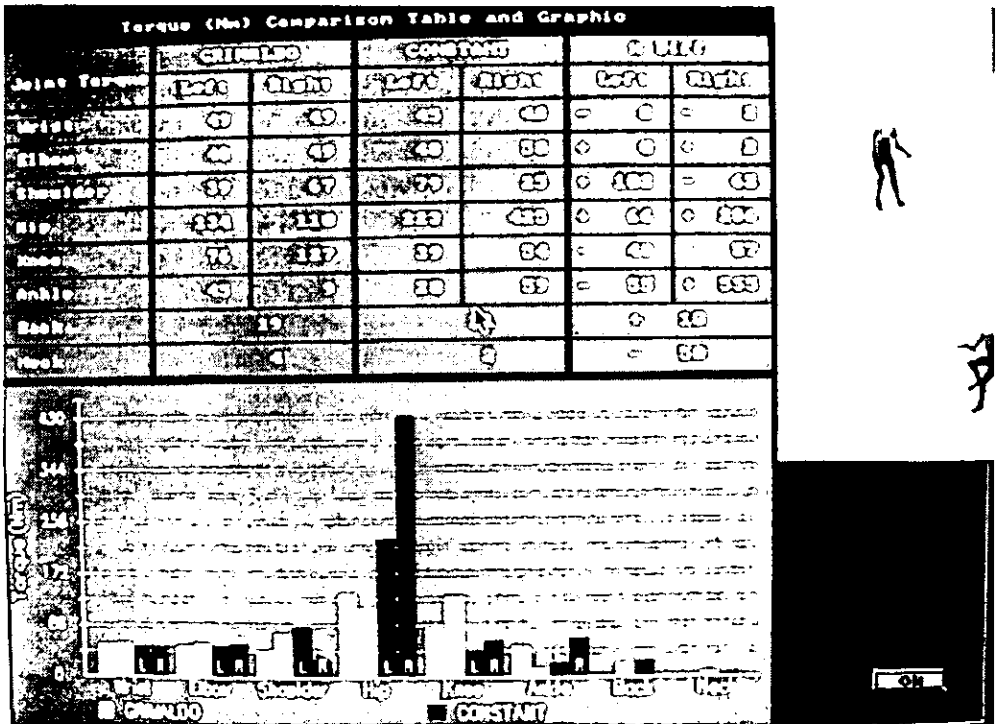


Figura 59. Gráfica de comparaciones Caso 1 (CONSTANTINO) y caso 2 (GRIMALDO), los datos expresados en Newtons, pueden convertirse haciendo la equivalencia de 1kg es a 1 Newton

Los otros datos de tensión en las diversas articulaciones se muestran muy parecidos, por lo cual no existen diferencias notables a destacar o analizar.

Bicitaxi 2-3

Los vehículos que se comparan son el caso 2 (Juan Manuel Grimaldo) y el caso 3 (Wilebaldo Ramírez), para el caso 3 notamos una variación significativa en las rodillas (Izq.-Der.), la cual representa un punto de atención importante, los datos no dicen que en la rodilla derecha se aplica una fuerza de 13 kg, lo cual representa una diferencia de un 956% de mayor esfuerzo con respecto a la rodilla izquierda.

Una de las razones para que el operador requiera mayor fuerza es porque el eje de la cadera (paralelo al piso) está más abajo que las articulaciones de las rodillas lo cual hace que el esfuerzo sea mayor, este dato se deduce con respecto al caso 2.

La espalda se grafica ligeramente con mayor tensión en el caso 3, sin mostrar cambio significativos. En los otros datos las gráficas muestran datos regulares (ver fig 60). En esta evaluación podemos deducir que el caso 2, ofrece mejores soluciones, que el caso 3, sin embargo se puede recurrir a hacer algunos cambios y entonces mejorar las condiciones.

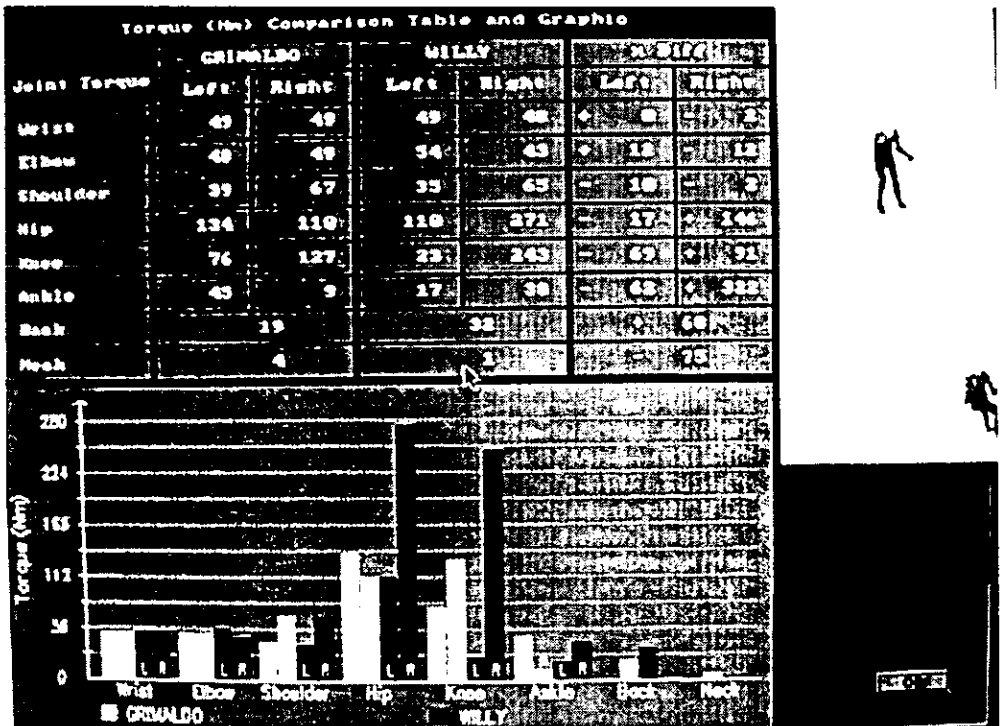


Figura 60. Gráfica de comparaciones Caso 2 (GRIMALDO) y caso 3 (WILLY), los datos expresados en Newtons, pueden convertirse haciendo la equivalencia de 1kg es a 1 Newton

Bicitaxi 1-3

Los casos que se presentan en este análisis son: caso 1 (Constantino Landa) y caso 3 (Wilebaldo Ramírez), para el caso 1, el dato que corresponde a la cadera muestra que es mayor al que se aplica en el caso 3, sin embargo tiene la gran ventaja que la postura sugerida para el caso 1 reduce tensión en las rodillas y ligeramente en la espalda a diferencia del otro.

En los demás datos muestra cierta regularidad en los valores, que no significan un factor de especial atención.

Las condiciones evaluadas, nos permiten definir que en estas dos comparaciones, tiene mayor desventaja el caso 3, un argumento a considerar es que se puede prever que las rodillas serán frecuentemente sometidas a esfuerzos considerables, el desgaste que es natural en estas articulaciones, no se puede exponer, sabiendo que el factor de riesgo en la salud será exponencial para el operador del vehículo (ver figura 61).

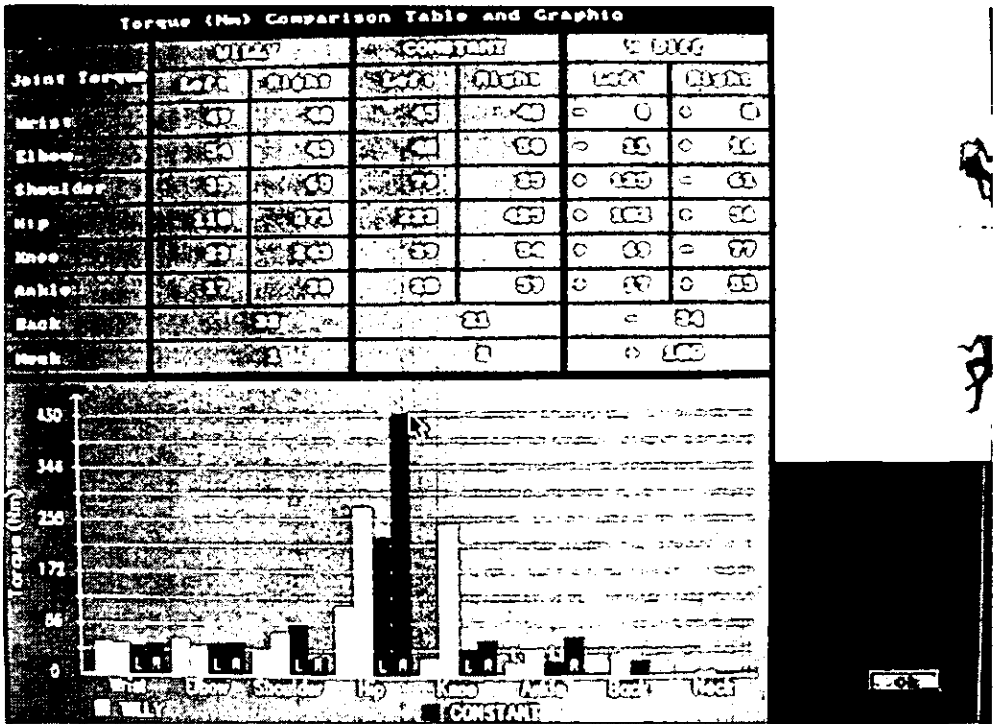


Figura 61. Gráfica de comparaciones Caso 3 (WILLY) y caso 1 (CONSTANT).

Sistemas Rendering

“La diferencia principal y fundamental entre un dibujo en rotulador o aerógrafo realizado manualmente y una visualización generada por ordenador, consiste en que el dibujo convencional en papel es una ilusión bidimensional; el dibujo por ordenador, si ha sido modelado en tres dimensiones, existe en tres dimensiones.

Una pantalla de ordenador puede mirarse desde cualquier ángulo o punto de vista (aunque no simultáneamente en tiempo real, dado que puede llevar algunos minutos informatizar una nueva vista) y el objetivo del sistema de <<delineado asistido por ordenador >> consiste en dar sombra, textura y luz al modelo de trama reticulada, enviando al cerebro los mismos estímulos que podría experimentar un observador viendo un objeto físico en un escenario naturalista.”

A. Pipes *El diseño tridimensional del boceto a la pantalla*, p.110

El autor se refiere en forma clara a la diferencia que existe entre el modelado tridimensional y la realización de un dibujo ortogonal o en perspectiva realizado manualmente, esta discrepancia explica la razón por la cual es posible observarlo desde cualquier punto de vista, pero la morfología del modelo realizado por computadora se muestra como una estructura de alambre o Wire-frame, esta característica nos acerca a una percepción del volumen más real, incluso con algunas deformaciones ópticas, sin embargo los factores que logran un estímulo más tangible son aquellos como sombra, textura, y luz en un objeto, por las razones que nos afirma el autor.

Los factores antes mencionados, traducidos a procesos de cómputo, se pueden explicar como una serie de procedimientos matemáticos, llevados a cabo según las capacidades del equipo utilizado. El cálculo que se realiza para una escena desde su base de datos gráfica es ampliamente conocido como procesamiento de Rendering, en donde el objetivo es lograr imágenes con una alta calidad gráfica, el autor Alan Pipes lo menciona como *delineado asistido por ordenador*.

El rendering se puede definir como el proceso que realiza la computadora, en el cual define las superficies que son visibles al observador, posteriormente aplica algunas rutinas o algoritmos que definen la reflexión de la luz para predecir los colores y la distribución espacial de los rayos luminosos reflejados, refractados, o absorbidos por cada superficie de la escena. La imagen final que es mostrada en la pantalla, es el resultado del proceso descrito, en el cual la computadora ha seleccionado las adecuadas intensidades de rojo, verde y azul para cada pixel

Las imágenes que son generadas pueden ser útiles en presentaciones como fotografías,

ESTA TESIS NO DEBE
SER DE LA BIBLIOTECA

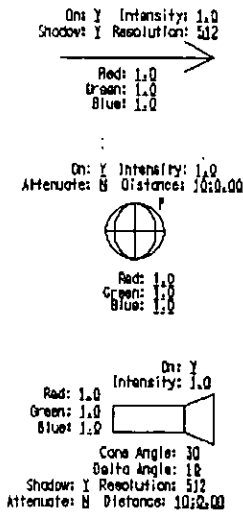


Figura 62. En la gráfica se muestra el tipo de luces empleados para iluminar a los modelos. En las gráficas se incluyen algunos datos como el color de la luz que puede ser asignado, intensidad, y otros valores.

transparencias, o animaciones.

Escena Sintética

Una de las aplicaciones que ha tenido el desarrollo de objetos tridimensionales en el área de Diseño Industrial ha sido modelar piezas o productos, dentro del proceso de diseño (como se ha explicado en los incisos anteriores), esta característica amplia las posibilidades de análisis en el desarrollo del producto, lo cual beneficia los resultados en la conclusión del trabajo, sin embargo al generar un ambiente o contexto real alrededor del objeto, implica además una serie de estímulos, que conducen a evaluar la respuesta del objeto frente al medio que lo rodea, ya sea asignando materiales, color y luces.

La atmósfera propuesta del objeto se puede definir como escena sintética, en la cual se incluye un ambiente alrededor del modelo tridimensional, el cual se puede integrar de otros elementos tridimensionales, colores, texturas, luces etc.

En la formación de la escena sintética alrededor de un objeto, se puede señalar la siguiente secuencia a considerar:

- Debe construirse un modelo tridimensional mediante el uso de algún programa CAD o CAM, el cual define la geometría del objeto y su entorno.
Sobre la contrucción tridimensional previamente realizada, se define el tipo, la ubicación y número de luces que se emplean en la escena y se asignan colores, material o textura a los objetos que intervienen en ella.
Es importante considerar que el modelo debe quedar exento de modificaciones, en el caso de haberlas, la secuencia se repite.
- Se ubica una vista fugada de la escena en algún angulo que corresponda con lo deseado, la computadora transforma matemáticamente, cada vértice del modelo para lograr la imagen en perspectiva, la información sobre la profundidad se almacena en una base de datos.
- En esta etapa se observa todavía el modelo tridimensional en forma de “wire frame”, esto ocurre porque es más rápido para la computadora resolver las vistas. Una vez que se logra la vista deseada es posible indicarle a la computadora que inicie el proceso de “render”(para calcular la textura, color y luces definidas para la creación de la escena) el tiempo empleado, generalmente no es inmediato y depende en gran medida de las características del equipo utilizado.

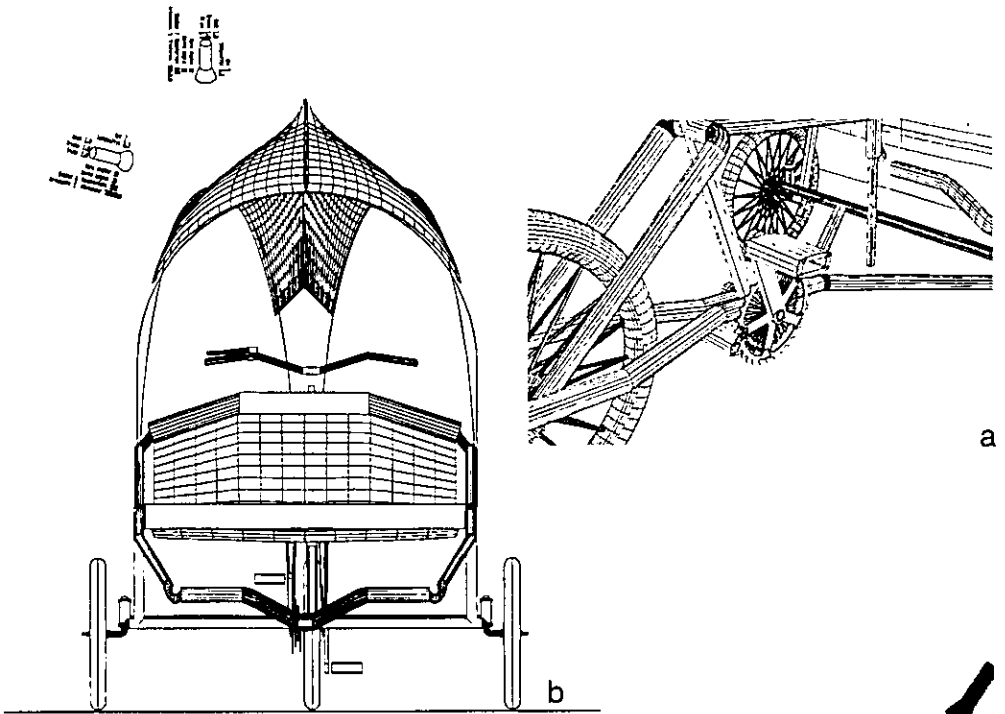
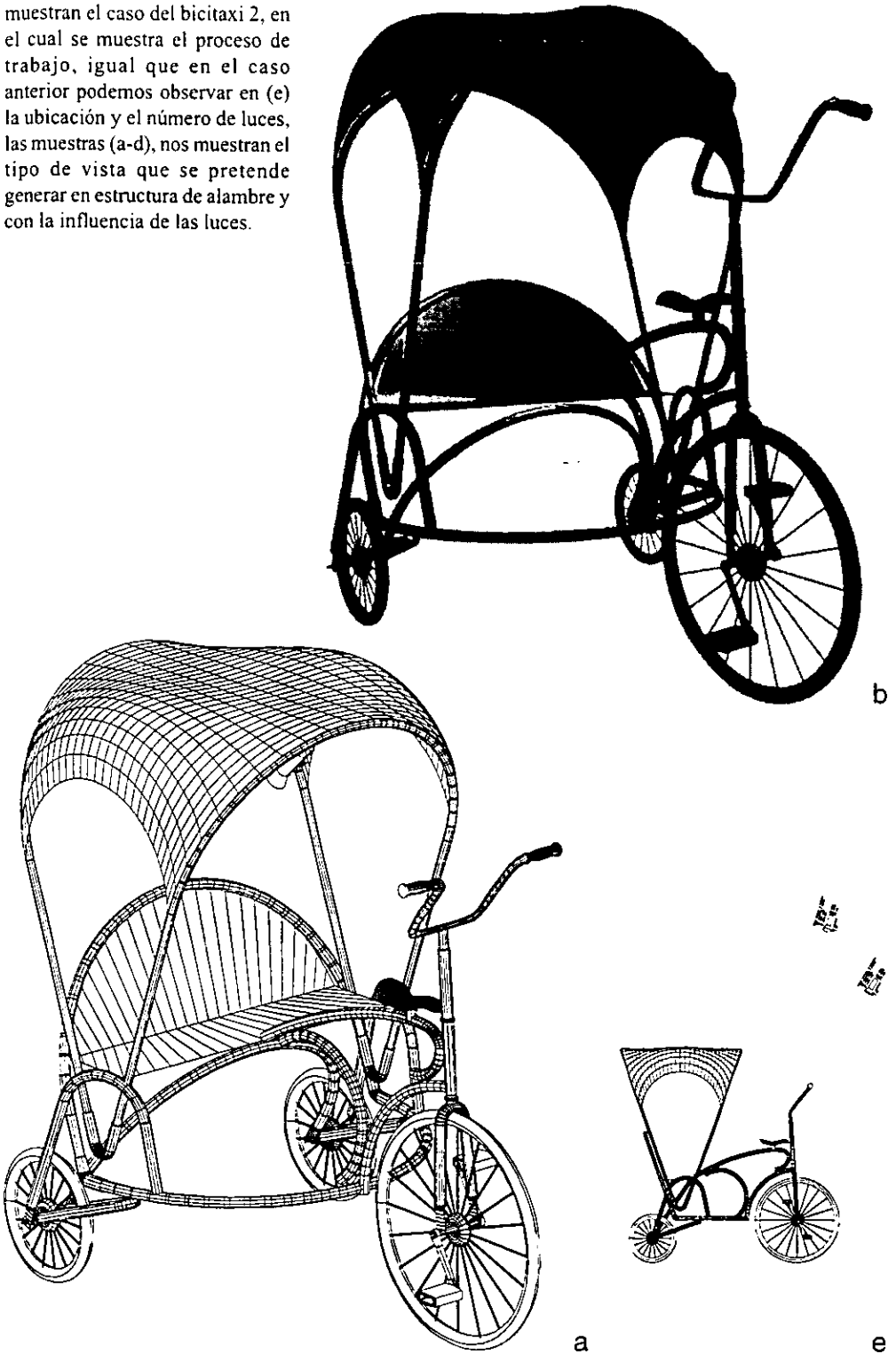
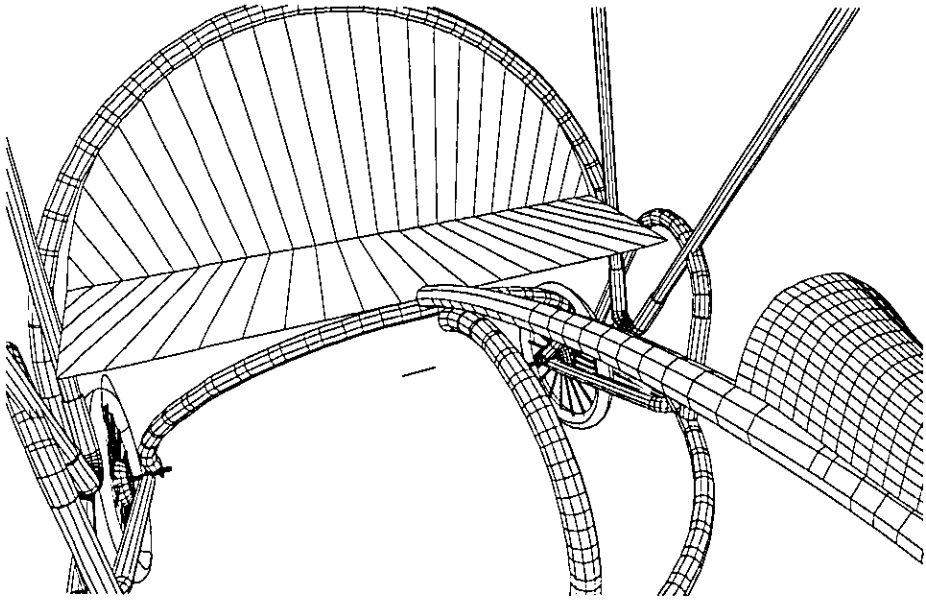


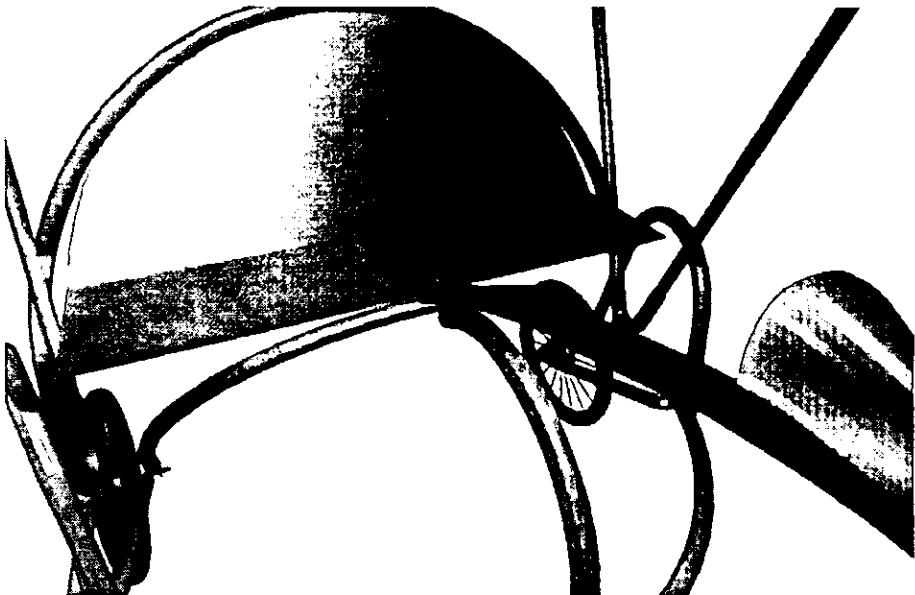
Figura 63. Las gráficas muestran el proceso que tienen los modelos tridimensionales al momento de aplicar las técnicas de iluminación; en la gráfica (a) se pueden apreciar algunos detalles del vehículo, en la gráfica (b) se pueden apreciar las luces que se definieron para iluminar a modelo, y en la gráfica (c) observamos una forma de sombreado previo para observar la calidad de iluminación que tendrá el modelo.

Figura 64. Las gráficas nos muestran el caso del bicitaxi 2, en el cual se muestra el proceso de trabajo, igual que en el caso anterior podemos observar en (e) la ubicación y el número de luces, las muestras (a-d), nos muestran el tipo de vista que se pretende generar en estructura de alambre y con la influencia de las luces.





c



d

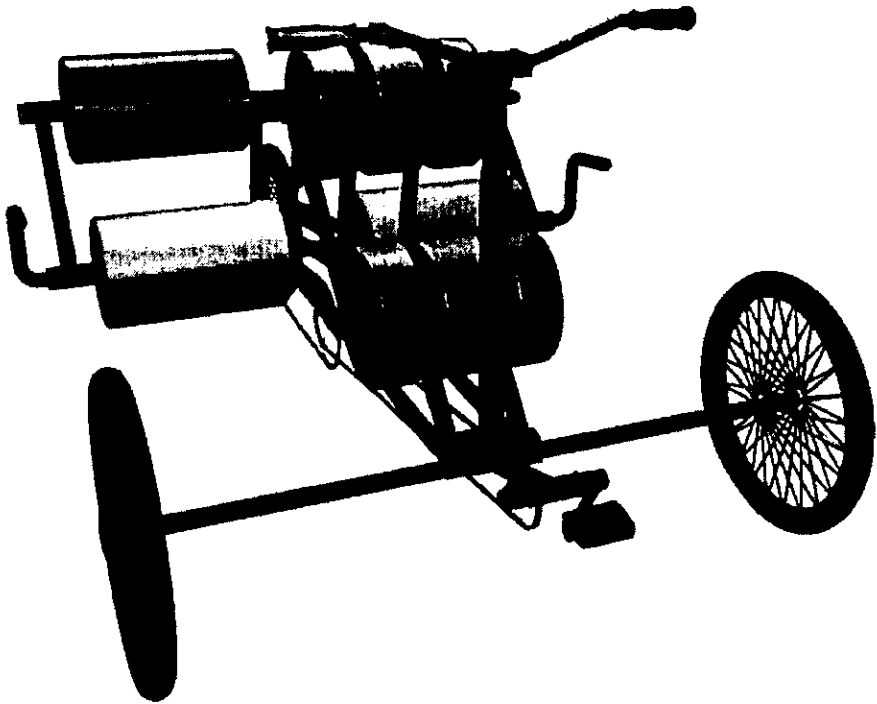
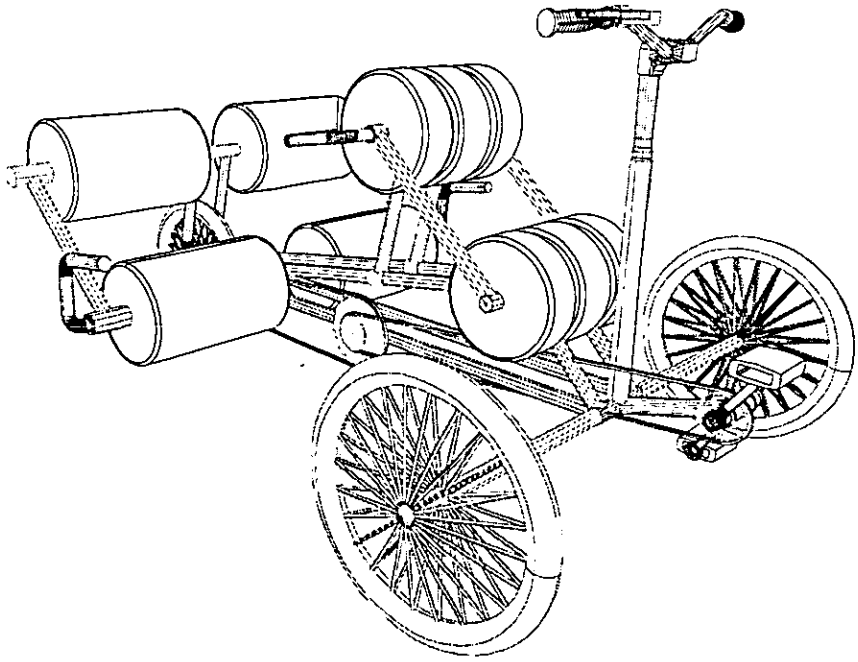


Figura 65. El modelo que se presenta es como estructura de alambre en la parte superior y un sombreado con baja calidad, en la parte inferior, en esta parte se puede observar que algunos efectos de luces intervienen en el modelo.

Bicitaxis

El proceso descrito se aplicó para cada uno de los modelos de los bicitaxis, se aplicaron luces como se puede observar en la figura 63 que muestra un esquema de la ubicación de las luces de tipo spot, las cuales se hace corresponder con el interés de las áreas que nos interesa observar, como es el caso del detalle, en el cual se definió la postura del observador, la dirección en la cual está viendo y algunas características, como el tipo de cámara utilizada (ángulo de apertura) las escenografías realizadas básicamente corresponden a superficies geométricas a las que se les asignó un material.

La imagen que corresponde al sombreado en grises se realiza como prueba previa para ahorrar tiempo de proceso en una máquina, el tipo de sombreado no es de buena calidad, sin embargo nos permite observar el efecto que las luces tienen sobre el objeto, en la parte media y superior se puede apreciar una de las luces que interviene en el proceso descrito.

Realismo de la imagen

El análisis presentado de los sistemas rendering, pretende dar los elementos necesarios para comprender en una forma general los componentes que se adhieren para lograr como producto final imágenes fotorrealistas, esta definición manifiesta un impacto de realidad frente a un observador del trabajo final, sin embargo, es necesario contemplar que la calidad y la estética de la imagen que se logre, depende de factores como:

- **El equipo utilizado.**- dibujar líneas es más rápido y más económico que generar imágenes sombreadas en un sistema de cómputo, la razón se explica porque los cálculos que son realizados durante el proceso de rendering se traducen en tiempo de proceso y calidad de la imagen, por lo tanto es de esperarse que un equipo con capacidades gráficas como estaciones de trabajo, se logren imágenes de más calidad, que si se emplea una computadora personal, a pesar de que en la actualidad se ven imágenes muy aceptables.

A continuación se mencionan algunos casos:

El monitor.- este componente tendrá la capacidad de desplegar de 16 colores a 16.1 millones de colores, dependiendo de la tecnología de mismo, sin embargo parecerían demasiados colores para una imagen, en realidad no es así, ya que mientras se muestre una amplia gama de tonos, hay más probabilidades de apreciar cambios de colores sobre superficies en las cuales se reflejan distintas intensidades de luz.

La resolución.- es una de las propiedades que caracteriza la calidad que muestran los monitores, en las imágenes que despliega. Dependiendo de la

tecnología del monitor, se podrá apreciar una mejor definición en lo que muestre en la pantalla. Un monitor con baja resolución despliega 300 X 120 pixels, en comparación con los que ofrecen 1024 X1024 pixels, se puede definir para este último caso una mejor resolución. En una imagen la característica de mejor resolución se traduce en que se pueden apreciar mejor los detalles.

Lo expuesto anteriormente se concreta a casos muy específicos, con el objeto de diferenciar en cada uno de los componentes de un equipo, las cualidades según sus características, se omiten de análisis una amplia gama de casos, porque no cubren el objetivo de este trabajo.

Como se puede apreciar en las páginas anteriores (figuras 63-65), notamos que la calidad de las líneas y figuras se observa en forma de cuadros, el efecto es porque son imágenes generadas con poca resolución, a pesar de que la impresora utilizada es de buena calidad, las imágenes de origen se definieron de baja resolución.

Métodos utilizados en la formación de las imágenes

La realidad que puedan mostrar las imágenes, en la mayoría de los casos no surgen como una idea improvisada, es decir que se requiere una parte de análisis de métodos, para lograr lo esperado, *"Nevertheless, many people are working on improving the realism that shaded graphics can produce."* Andrew S. Glassner *3D Computer Graphics*. p.3.

El objetivo de aplicar el proceso de rendering a un modelo tridimensional corresponde con la necesidad de lograr efectos muy realistas de un proyecto, este trabajo dentro del área del cómputo gráfico ha sumado variados términos que corresponde a los métodos utilizado en la formación de las imágenes.

No obstante los mejores resultados, se obtienen una vez que se analizan los métodos más convenientes en la realización del trabajo, ya que la idea de improvisar o probar distintas herramientas, repercutirá en el tiempo de desarrollo del mismo, este último

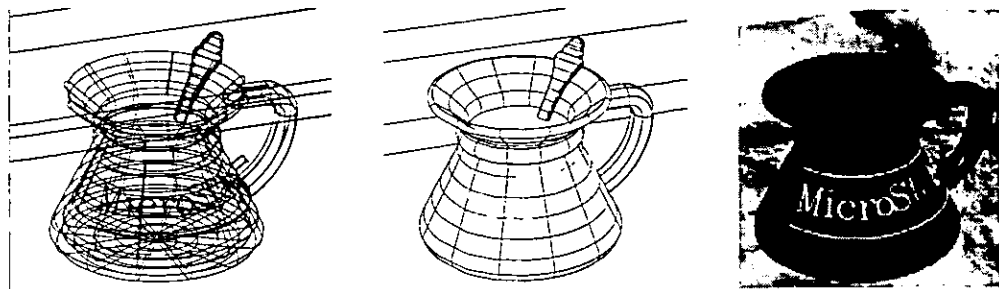


Figura 66. Del lado izquierdo se muestra una imagen de tipo lineal sin las líneas ocultas, la figura central se muestra con las caras ocultas y del lado derecho el modelo tiene algunas propiedades de material, con un tipo de sombreado sencillo.

aumentará en forma progresiva, según el número de objetos que integre la imagen, el número de luces que se hayan definido, el tipo de superficies que se compongan los modelos, las texturas que se incluyan, y el tipo de efectos que se manejen.

Por lo tanto es indispensable investigar sobre las capacidades de los distintos programas en el mercado, para optimizar el desarrollo del trabajo y evaluarlo con respecto al resultado que se espera.

Las técnicas de rendering en general rellenan de color cada pixel de una imagen, como resultado de la instrucción que sea indicada en el proceso. Una instrucción corresponde a un efecto aplicado a la imagen y esto a la vez corresponde con el método de rendering que maneje el software. A continuación se retoma el tema de los métodos en una forma más explícita.

Métodos de Rendering

Cada uno de los métodos descritos, son funciones previamente estructuradas, o algoritmos, que se integran a los diversos programas, y se aplican una vez que se desarrolla un trabajo.

Los primeros algoritmos gráficos creados fueron aquellos para producir dibujos lineales y superficies ocultas, en la actualidad cualquier software de tipo CAD incluye estas propiedades, esta característica permite observar los volúmenes en una forma muy sencilla, le siguieron algunos desarrollos de presentación visual con el uso de color, para rellenar los polígonos creados de los modelos tridimensionales, superando el desarrollo de las líneas ocultas, posteriormente y en forma más específica surgen los algoritmos con los cuales se logra la transparencia en los objetos, esto logra un efecto de sombras claras, permitiendo observar el interior del modelo definido con esta característica. Así se describe en una forma básica los primeros métodos que se emplearon en la formación de imágenes más realistas.

Efectos luminosos

Un objeto iluminado adquiere una apariencia más real cuando se observan sombras en el entorno de los objetos modelados, las técnicas empleadas determinan las superficies que son iluminadas o no, por las fuentes de luz definidas en la escena, de tal forma que el tipo de presentación lograda puede ser muy espectacular.

El autor Andrew S. Glassner, en su libro 3D Computer Graphics define el sombreado (shading) como el trabajo de cómputo para determinar el color aparente en una superficie, lo anterior se determina con respecto a la la fuente de luz (orientación y tipo), así como el brillo y textura de la superficie, posteriormente la computadora, calcula las superficies, que se muestren al observador.

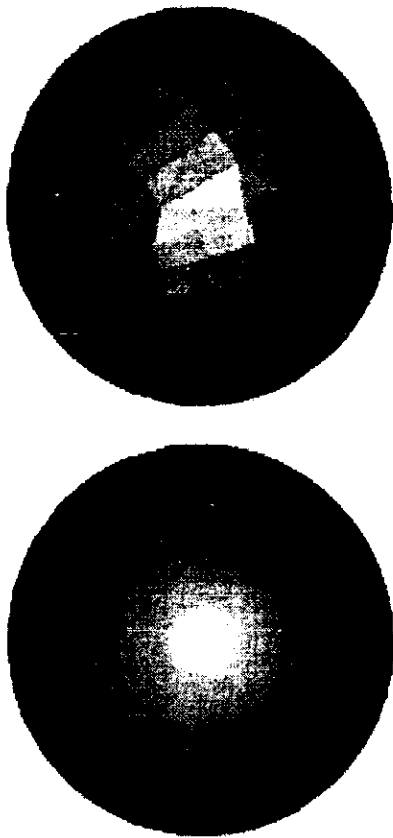


Figura 67. En las figuras superiores se muestran dos técnicas de sombreado, en el primer caso el cálculo de la superficie es menos tardado porque la luz que incide sobre el objeto la resuelve como si luminara al centro de la malla que genera la esfera (sombreado de Gouraud), la esfera inferior muestra el tipo de sombreado de Phong, en el cual el cálculo de la luz que incide sobre el objeto requiere de más proceso porque evalúa la luz que llega a cada área de la malla y nos muestra una superficie lisa.

Los programas que manejan técnicas de rendering generalmente incluyen cuatro tipos de luces; ambiental, radial, distante, y spot, de tal forma que al definir el número de luces en una escena, también se debe considerar el tipo de luminaria que se emplea.

En las formas de rendering más primitivas se integran técnicas de luminosidad o sombreados, para dar efectos más realistas a los volúmenes tridimensionales de tal forma que en una superficie de tipo poligonal, la computadora calcula una sola intensidad para cada una de las facetas poligonales, coloreando más claro o más oscuro, según la orientación en relación a de la

fuente de luz, esta técnica se define de tipo Lambert.

En 1971, Gouraud desarrolla una técnica que presenta el sombreado de un modelo poligonal más suavizado. El objetivo de este método es calcular el valor de las sombras de cada uno de los vértices que conforman los polígonos para obtener transiciones suaves de un borde al siguiente.

La normal de un vértice se define, una vez que se promedia las normales de las superficies de los polígonos adyacentes que comparten ese vértice.

En 1975 se desarrolla otro esquema de sombreado por Phong Bui-Tong, basado en una observación empírica.

Este método localiza las normales en los vértices y realiza un promedio con respecto a las otras normales de la superficie, la normal resultante se define al centro, como resultado de la interpolación descrita. Este método presenta mayor complejidad de proceso, pero logra mejorar la calidad de sombreado

El efecto de interacción de luz en las superficies, ha sido un fenómeno muy estudiado en la pintura, en donde "... los colores útiles que se encuentran en las sombras y reflejos

son los que ayudan a dar vida a una imagen.” Alan Pipes, *El diseño tridimensional* p.114, estos estudios se basan en las leyes de la luz y óptica, los cuales han sido utilizadas por años para describir como el prisma, lentes y otros objetos afectan a la luz.

Turner Whitted en 1980 aplicó las leyes de la física a la trayectoria de los rayos luminosos alrededor de una escena o “ray tracing”, para lograr en cada uno de los objetos tridimensionales un efecto luminoso de acuerdo a las características del mismo.

El fenómeno de luz mencionado se describe a continuación: un elemento luminoso origina numerosos rayos, cada uno de estos se inicia desde la fuente de luz y viaja en línea recta hasta que se intercepta con un objeto. El objeto puede absorber la luz, reflejarla o pasar a través de él.

Para que una computadora pueda procesar el fenómeno descrito fue necesario modificar el esquema de la trayectoria de luz, ya que de otro modo el cálculo matemático sería muy tardado e incluso podría ser infinito.

Es decir en vez definir los rayos luminosos de la fuente de luz a la pantalla, los rayos se trazan a partir del punto en donde se ubica el ojo (pantalla) hasta los objetos que se encuentran en la escena, los rayos continuarán su curso dependiendo de las características de los objetos.

El efecto de “ray tracing” requiere de un gran número de procesos matemáticos, a pesar de los esfuerzos que se hicieron por optimizarlo, sin embargo actualmente es de los más empleados porque logra variados efectos ópticos, como la reflexión, transparencia y sombreado.

Los efectos visuales que se dan en el entorno son en extremo complejos, de tal forma que un ambiente de un lugar o una escena está influenciado por el color de los objetos que se encuentran en él, por ejemplo, si en un cuarto de cuatro paredes una de ellas es de color rojo y las restantes son de color blanco, notaremos reflejos de color en el interior, y con diferentes características. En las paredes blancas más próximas a la pared roja, notaremos que se acentúa un tono rosado, a diferencia de las áreas más alejadas del color rojo, aunado este efecto a la fuente de luz y su intensidad, se genera un efecto muy complicado, de explicar fácilmente.

El planteamiento anterior transportado a un escena elaborada en cómputo requiere de un amplio proceso, sin embargo existe el método de radiosity o radiosidad, con el cual es posible lograr el efecto descrito. La idea básica que se maneja en este procedimiento, es romper los objetos que describen la escena en pequeños elementos, para entonces encontrar la contribución o reflexión de luz de cada una de las piezas en relación con las otras.

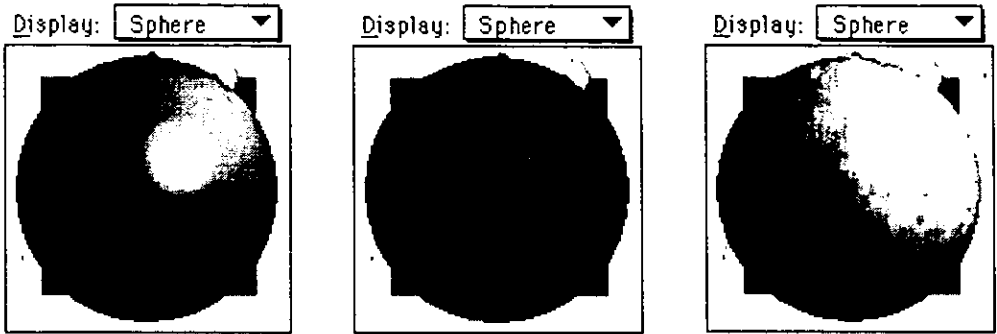
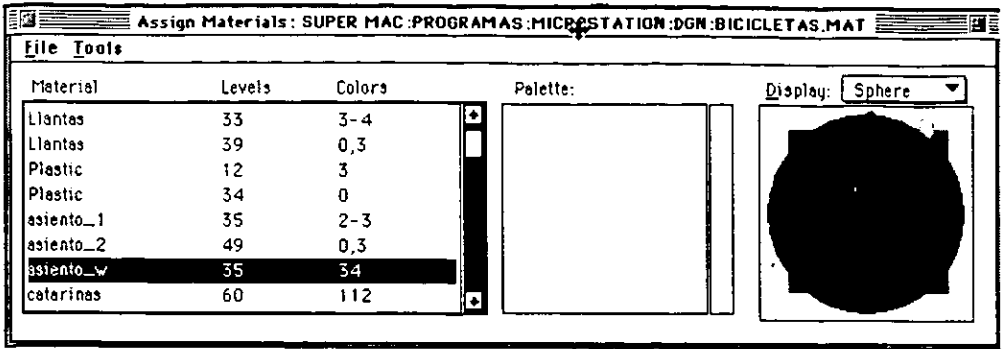


Figura 68. La figura de la superior corresponde a un listado que nos muestra el nombre de los materiales asignados, cuando alguno de ellos se selecciona se actualiza la imagen que corresponde a ese material, la textura que se muestra en la parte superior es del tipo Bump mapping, del lado inferior derecho es del tipo texture mapping, y los materiales del lado izquierdo son definidos como material mapping con diferentes valores de reflejo y absorción de luz.

El proceso de la imagen comienza dividiendo las superficies y analizando su relación con las otras, posteriormente hace un balance de energía lumínica absorbida o radiada por cada elemento.

Textura

En los casos anteriores se considera a los objetos creados con un color determinado, sin embargo la mayoría de las superficies no son lisas ni con un color uniforme, actualmente se han desarrollado diversas técnicas que dan estas características de textura a las superficies del modelo elaborado.

Texture mapping

Una de las técnicas más sencillas es cubrir con una imagen o foto al modelo tridimensional, en forma similar como si se envolviera una superficie con un papel, primero es necesario definir la imagen que cubre a la superficie y posteriormente aplicarla, este método se le nombra como “texture mapping” o “texturing”, la imagen o foto que se adhiere se le conoce como “texture map” o simplemente “texture”, la

mayoría de programas que manejan esta técnica presentan en una forma muy sencilla de lograrlo ya sea mediante menús o comandos.

En la figura 67 se muestra un caja en la cual se elige el material que se aplica a las superficies; (d) nos muestra un material de tipo texture mapping, es el corresponde al piso del bicitaxi 1 en las figuras a color, para lo cual es importante considerar cambios de escala en esta técnica, dependiendo de lo anterior se puede controlar la apariencia del mosaico.

En la figura 68, se puede observar una sección del lado derecho inferior que corresponde al Map, en esta sección es donde se pueden dar diferentes valores de escala.

Transparency mapping

Otro interés del uso de las texturas es el control de la transparencia también llamado transparency mapping, en este método la computadora no interpreta el valor de los colores, sino los valores de la transparencia.

En la figura 68, se puede apreciar un dato "Transmit", modificando el valor diferente a cero, se define el grado de transparencia del objeto.

Material mapping

La naturaleza de algunos materiales se pueden configurar con parámetros numéricos o atributos que reconozca la computadora, principalmente aquéllos que se refieren a la

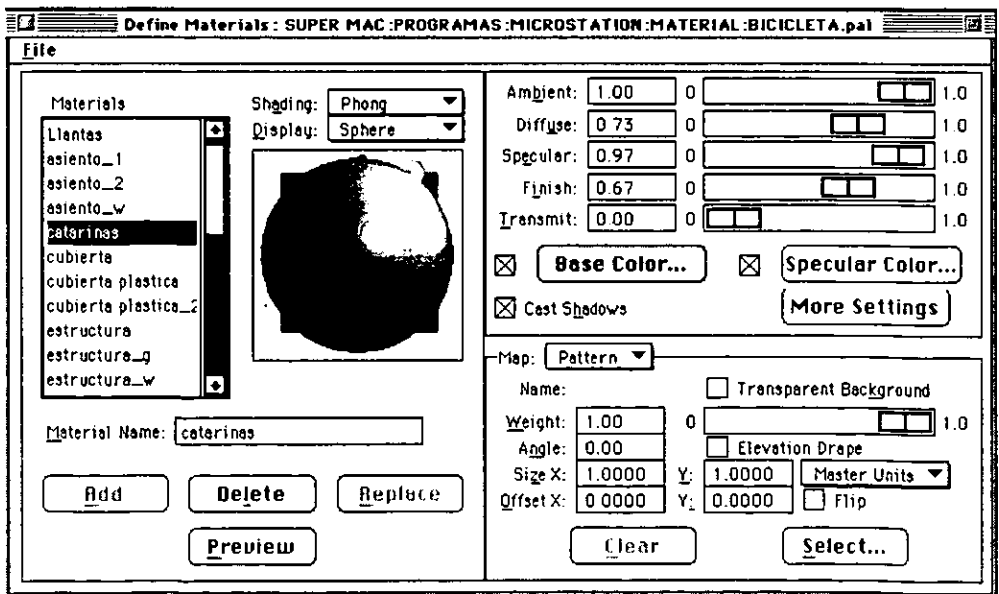


Figura 69. En esta sección se muestra una interfase, en la cual es posible definir los materiales modificando o dando nuevos valores.

reflexión y transparencia, sin embargo a pesar de que la configuración de un material sea muy precisa el efecto que se logra es según la respuesta del objeto a la luz, este componente es muy importante para definir un material.

En la figura 68 se muestran algunos de los parámetros que se definen en los atributos de un material, el dato de ambient corresponde al valor de luz ambiente que va a influir en el material, los valores de “Diffuse, Specular, Finish” corresponden a las características de brillo, reflejo y absorción de luz que tiene un objeto.

Base color y Specular color, corresponden al color base del material y el color del brillo que se puede asignar a un material.

Bump mapping

En los casos anteriores se analizaron las técnicas de “textures mapping” y modificar las propiedades de un material mediante algunos parámetros, sin embargo en los dos casos descritos la superficie no cambia su forma, por ejemplo en el caso de una cáscara de naranja o la superficie del globo terráqueo presentan una superficie con relieve, a diferencia de los casos expuestos que logran superficies lisas.

Para el caso expuesto se utiliza la técnica del “bump mapping”, la cual crea una ilusión óptica para mostrar la rugosidad en una superficie.

En la figura 67 se observa que el material seleccionado muestra una textura del tipo bump mapping, en la sección inferior derecha de la figura 68 observamos en la sección de elevatis drape podemos definir con un valor distinto de cero la profundidad aparente de la textura rugosa, así como algunos parámetros de rotación y escala.

Bicitaxis

En los incisos anteriores se comentó acerca de las características generales de las técnicas de rendering, con el interés de identificar algunos efectos que se aplicaron a los modelos de los bicitaxis.

Resulta muy complejo mostrar todos los casos que se mencionan, ya que se requeriría por los menos tres programas diferentes que nos generen una muestra de las técnicas descritas.

En las características generales de los programas de tipo render, podemos mencionar que todos manejan el tipo de iluminación con la técnica descrita de “ray tracing”, incluso es la más adecuada cuando se presentan modelos individuales, como son los casos de los objetos de diseño industrial, ya que con el juego de luces es posible destacar los elementos que son de interés para la vista planeada.

Las aplicaciones que emplean la técnica de radiossidad, se describen de gran aplicación

para las áreas como arquitectura, en donde la interacción con las luces y los elementos que rodean a la escena son en espacios grandes.

Con los programas empleados en los modelos de los bicitaxis se aplicaron las técnicas de iluminación de tipo “ray tracing” utilizando las luces de tipo ambiental, spot y distante, se definieron materiales, que se asignaron a algunas partes de los modelos.

Bicitaxi 1

Las imágenes que se muestran del modelo 1 son: en las vistas más iluminadas se emplearon luces distantes, las cuales permiten una iluminación en todas direcciones, sin embargo la orientación de las sombras depende de la orientación de la luz.

En el detalle del modelo 1 se observan los elementos como catarinas, llantas, rayos y estructura tubular, confirmando que si los modelos fueron realizados con gran detalle se pueden observar vistas muy cercanas a los objetos.

Algunos de los elementos como son el caso de las llantas y el asiento del conductor, se definieron con texturas con la técnica de Bump mapping.

El asiento que corresponde a las plazas de los usuarios se les añadió como pattern una imagen digitalizada de una tela, en la misma forma se aplicó, para el caso del piso un pattern de un mosaico.

Las superficies empleadas como escenografía de los vehículos son superficies onduladas que nos ayudan a dar más contrastes de tonos en la pared.

Bicitaxi 2

Las imágenes que corresponden al bicitaxi 2 emplean luces de tipo spot. Para el caso de la vista lateral en perspectiva y el detalle se aplicó un color amarillo a la luz, por esta razón el cono de luz es amarillento.

El piso tiene una textura rugosa como si fuera un piso exterior.

La pared que se muestra es una superficie curva.

Bicitaxi 3

En este caso se buscaron vistas generales que nos dan una idea clara de la configuración del vehículo.

Los asientos tienen la textura de tipo Bump, así como las llantas y los manubrios. Las luces parecen sobrepuestas, porque tienen una intensidad que es mayor a 1.



Figura 70. En las gráficas se muestran diferentes vistas que corresponde al bicitaxi 1 en una de las figuras observamos un detalle, para ésta vista se emplearon luces de tipo spot, en las otras imágenes se muestran vistas con superficies planas como escenografía, aplicándoles textura, luces distantes, y color en las luces empleadas.

La gráfica superior derecha nos muestra una sola sombra, porque una luz es la que la genera a diferencia de las otras que todas las luces generan sombra.

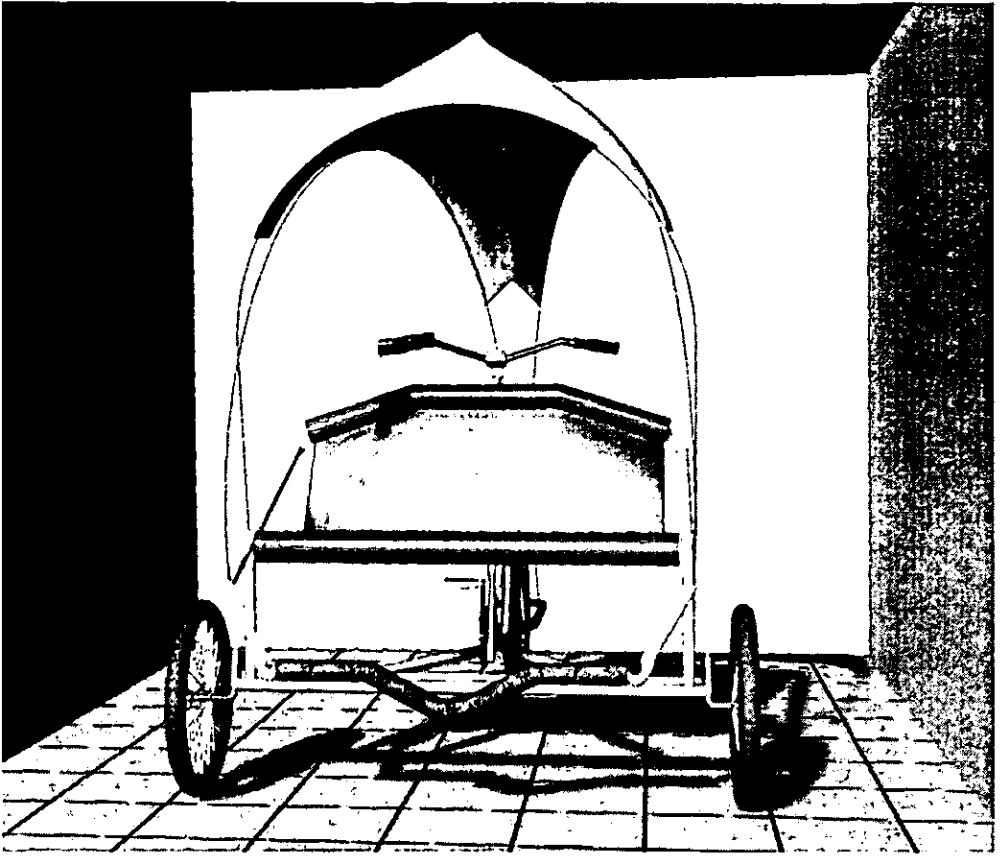
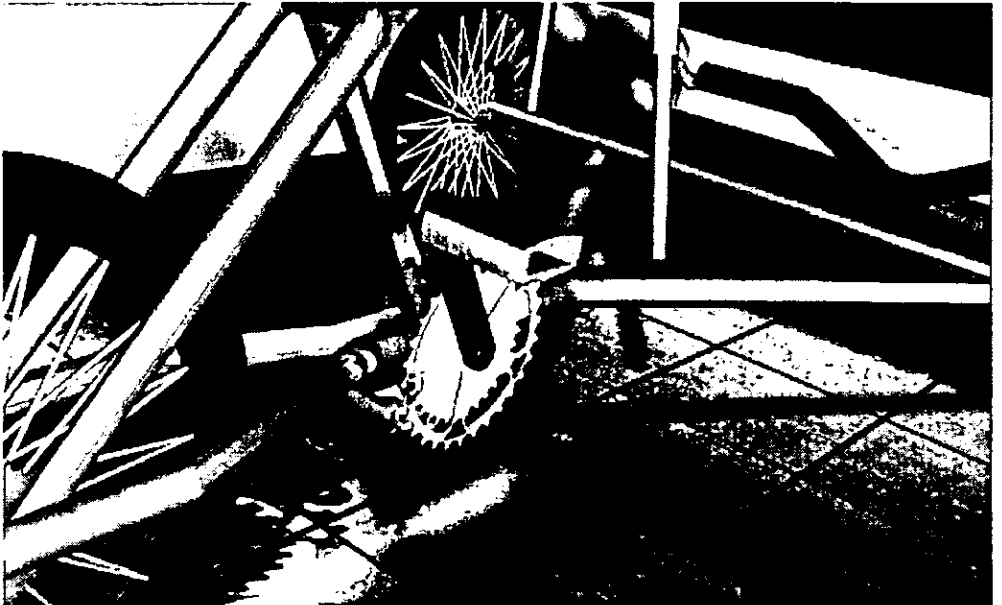
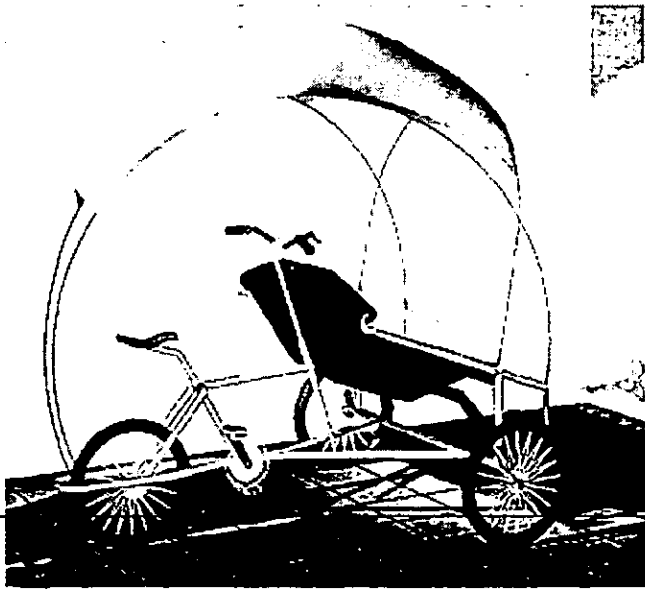
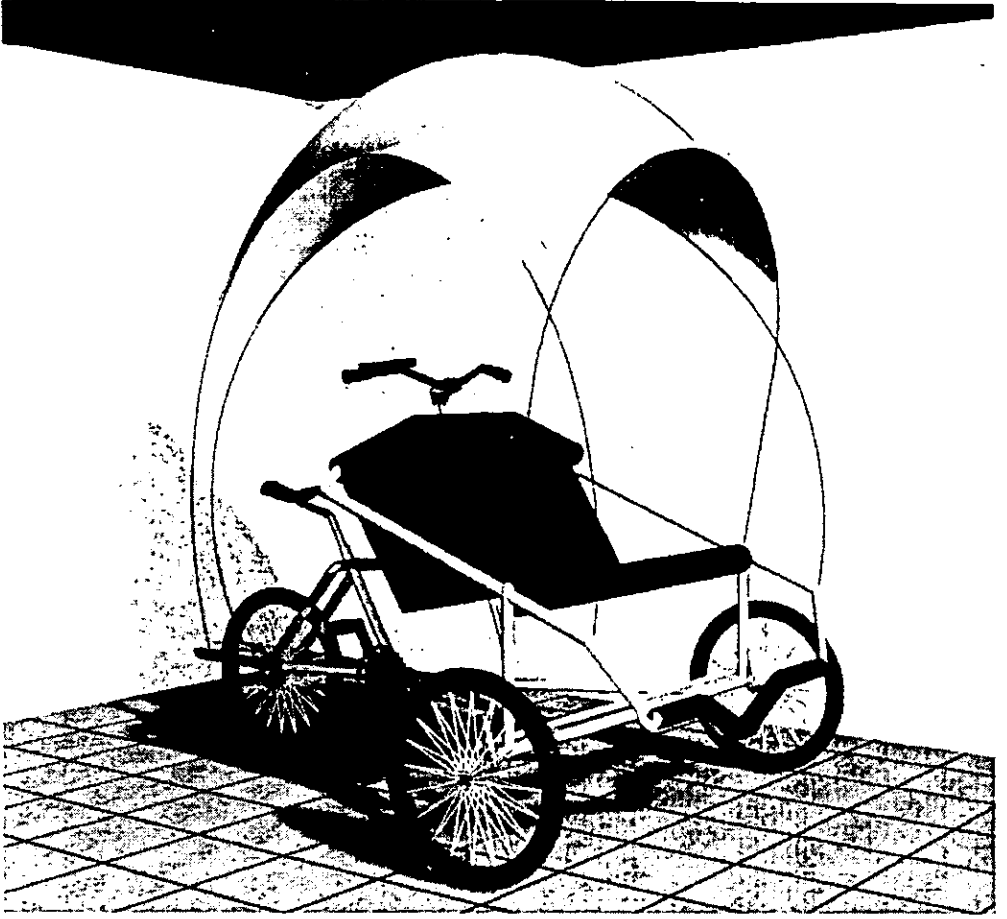


Figura 71. Vistas en perspectiva del bicitaxi I, con la aplicación de técnicas rendering, la aplicación de las texturas se pueden apreciar en las llantas.





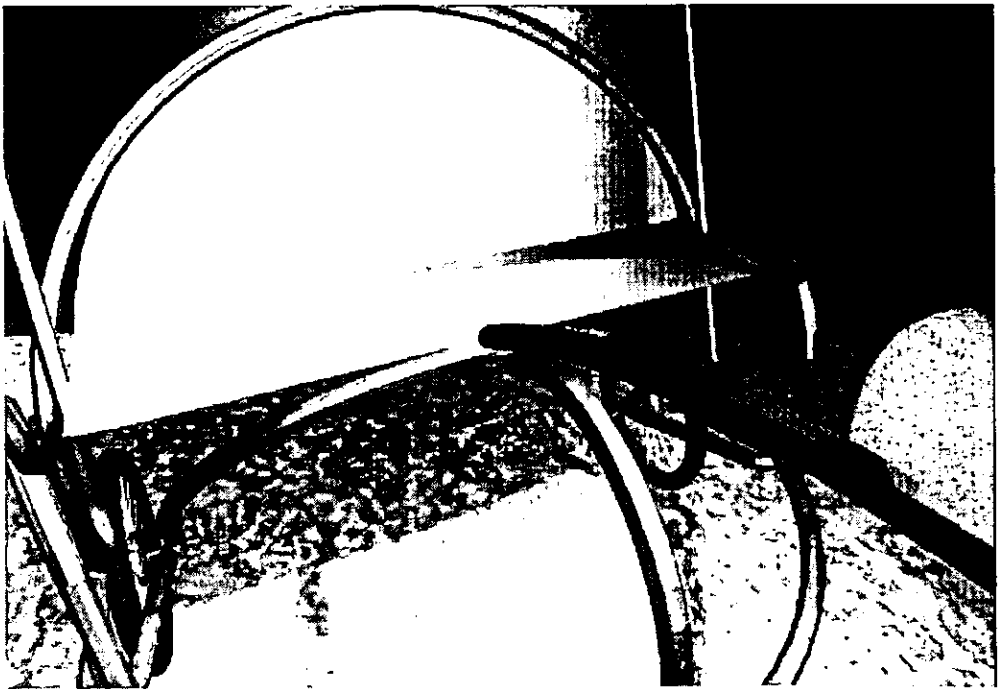
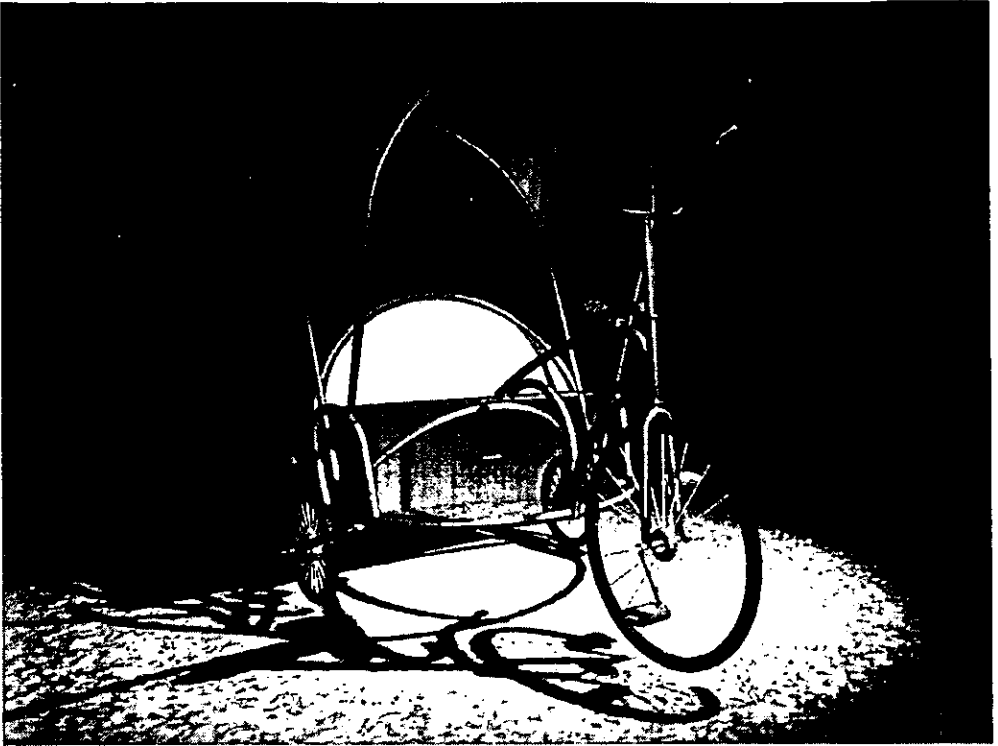


Figura 72. Vistas en perspectiva y aplicando técnicas rendering en el bicitaxi 2.



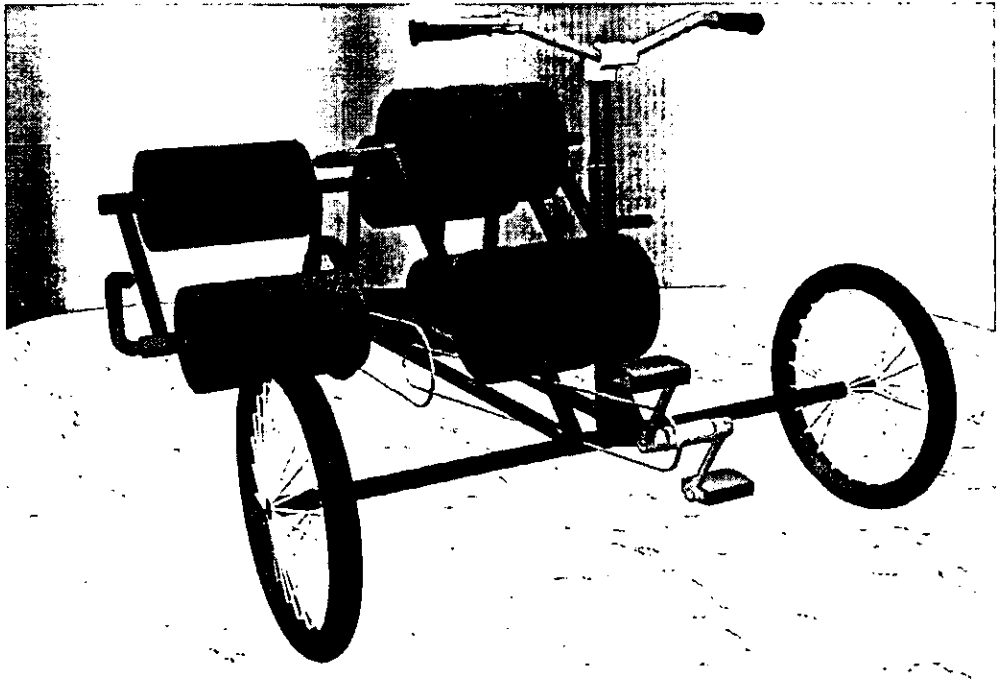
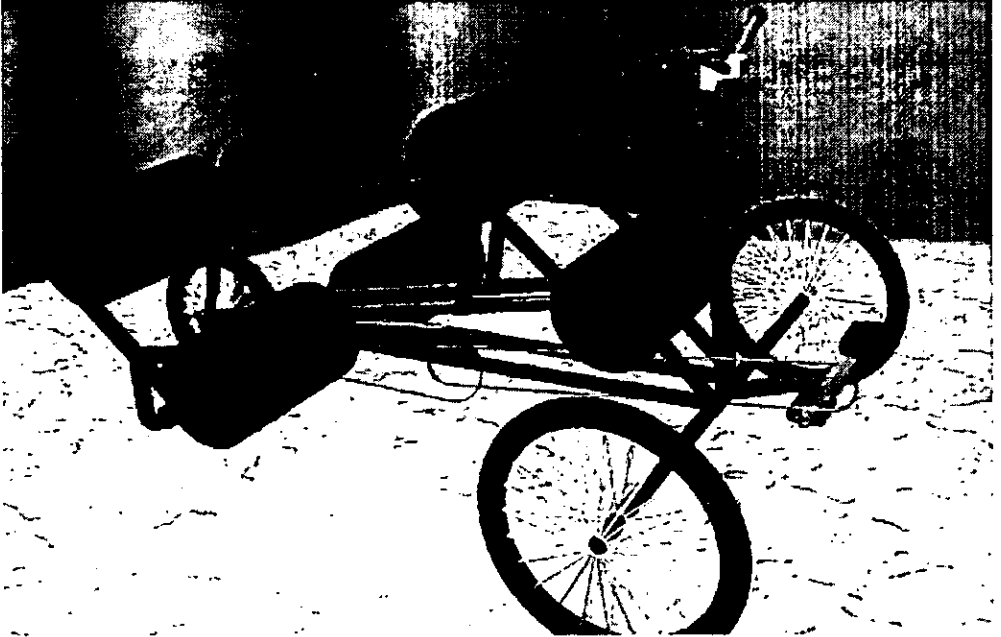


Figura 73. Vistas en perspectiva y con aplicación de técnicas rendering del bicitaxi 3.

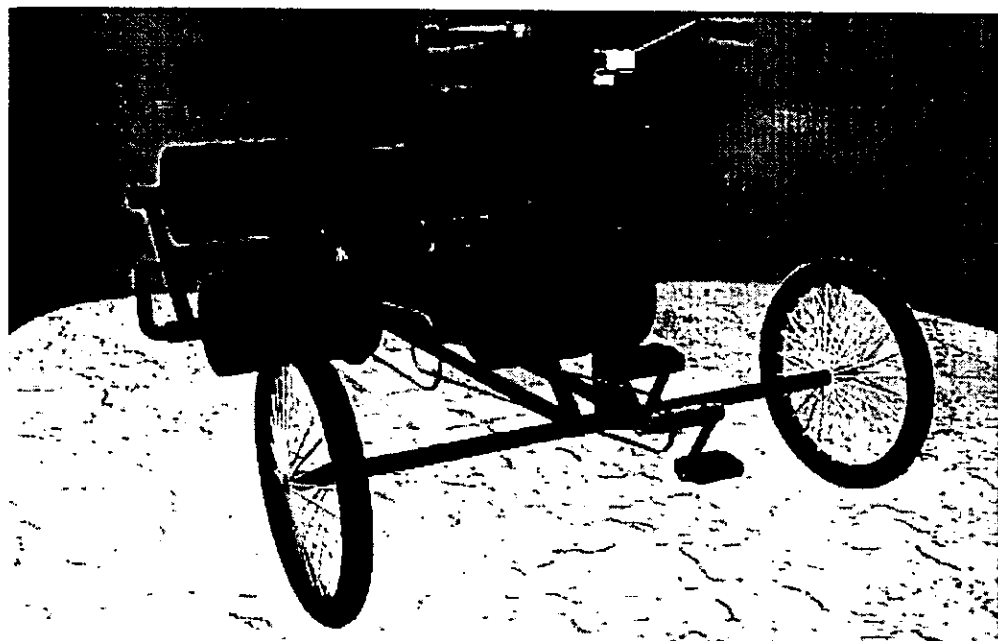


Figura 74. Perspectiva del bicitaxi 3.

Sistemas CAID (Computer Aided Industrial Design)

A partir del desarrollo de los sistemas CAD, surgen programas más específicos utilizando los conceptos de trabajo básicos, pero integrando algunas utilerías o comandos que muestran más ayuda en el desarrollo del trabajo del diseñador industrial.

Los sistemas CAID son de reciente aparición en el mercado, la empresa Computer Design, Inc. desarrolló el primer sistema que integra herramientas apropiadas para el área de diseño industrial, ingeniería, y estudio de mercado, el nombre comercial del programa es Design Concept 3D.

Acerca de su Origen

Una de las metas que se propusieron los desarrolladores de este programa fue acortar el ciclo que comprende desde el diseño de un producto, hasta la planeación de mercado.

Lo anterior se logra mediante diversas herramientas, útiles durante la diversas etapas en el desarrollo de un producto, eliminando los problemas de producción o de manufactura, antes de su fabricación.

El uso de los programas CAID se han definido para quienes reúnen el trabajo artístico y algunos requerimientos de ingeniería.

Los sistemas CAID como herramienta conceptual

Este programa lo denominan como una herramienta “conceptual”, ya que es posible observar los cambios del producto que se proyecta a través del ciclo de diseño, sin la necesidad de rehacer el trabajo, para el área de diseño industrial, estas capacidades se interpretan, en términos de productividad como la creación de más opciones de diseño en menor tiempo, lo que permite eliminar las soluciones de diseño inconvenientes para dar lugar a un desarrollo óptimo del producto.

Una de las formas para empezar un proyecto de diseño es digitalizando imágenes bidimensionales o tridimensionales, las cuales pueden ser información de bocetos y modelos o prototipos, posteriormente, se realiza trabajo de edición, los cambios son realizados en una forma interactiva y rápida.

Durante el proceso descrito, se pueden detectar aquellas propuestas que no son las adecuadas para el proyecto, haciendo una evaluación de mercado, costo e ingeniería, antes de invertir en la realización de un modelo o prototipo, estas características se han traducido en incrementos de creatividad, como lo han calificado algunos de los usuarios.

En forma tradicional ocurre que los modelos o prototipos realizados, requieren de una

óptima calidad de construcción para asegurarse previamente de la función, así como diversos factores que intervienen en el interés del consumidor final, por lo cual el interés de aplicar los sistemas especializados en el área de diseño, se contempla en un plazo muy corto, para la mayor parte de los diseñadores industriales.

Cuando el diseñador decide iniciar el trabajo en 2D, puede convertirlos a modelos tridimensionales, o iniciar su trabajo en 3D, utilizando las capacidades para modelar en forma interactiva una superficie, incluso si se desea realizar alguna alteración en la morfología del objeto, es posible lograrlo sin modificar las superficies adyacentes.

Una vez que el modelo tridimensional ha sido elaborado, se encuentra listo para lograr una fotografía perfecta mediante las herramientas render, de tal forma que logra reunir la calidad de un producto terminado lo cual permite un avance visual sobre el contexto que rodeará al producto.

Características

Una de las características del programa Design Concept 3D, es que integra una técnica especial de aplicar el texture-mapping, de tal forma que materiales como la madera, superficies textiles, recubrimientos plásticos, metal, plástico o piel tienen una apariencia natural, el estímulo que se logra al observar los objetos con una apariencia real, influye en gran medida para tomar decisiones en menor tiempo y con un costo menor.

Otras de las técnicas empleadas en el programa son: bump mapping, transparency mapping, environment mapping, image tiling, utilerías para combinar diversos tipos de fondos, etc.

Actualmente este tipo de programas tienen una buena comunicación de datos con otros programas CAD y sistemas de cómputo para la manufactura., utilizan NURBS para crear curvas precisas o acepta datos de un digitalizador tridimensional.

El software integra una interfase muy adecuada para manipular los objetos tridimensionales durante todo el proceso de diseño.

Las mejores técnicas para observar los modelos con algunos efectos de luz los incluyen los sistemas CAID como raytracer, efectos de reflexión y refracción en superficies transparentes, sombreados de gran calidad, entre otros.

Algunos ejemplos

Actualmente este tipo de programas tienen una aplicación principalmente en la industria automotriz, manufactura de muebles y aeroespacial en países como Estados Unidos y Canadá, algunas de las empresas que han incursionado en el empleo de estas herramientas son: The Boeing Company, Brophy Engraving Co., Courtaulds Lingerie, Delta Faucet Company, Drexel Heritage, Express, Ford Motor Company, H.H. Cutler,

Honda R&D Co., Ltd., IDL, L.A. Gear, Learjet, Lear Seating, Outboard Marine Corp.
The Pfaltzgraff Co., Steelcase Inc. Venture Laser Technologies.

En un artículo escrito por Caren D. Potter en la revista *Computer Graphics World* (Abril 1994) comenta:

"Although CAID systems have been widely adopted by the automobile industry and the in-house design groups of large manufacturers such as Rubbermaid, Black & Decker, Apple Computer, 3M, Timex and Sony, they still have yet to win acceptance among the majority of small industrial design (ID) consultancies." Una de las razones por la que estos sistemas sean adoptados solamente por grandes empresas es que el costo de los programas actualmente es muy alto así como el equipo que se requiere.

Debido a las amplias posibilidades que ofrecen los sistemas señalados, es importante considerar que el equipo de cómputo ideal, debe tener una gran capacidad de proceso y de manejos gráficos, como las que corresponden a las estaciones de trabajo, como IBM RISC System/6000 POWER-station o equipos SGI, además de impresoras con una gran calidad.

Sistemas CAD/CAM

“Es ridículo suponer que los diseñadores de productos que contienen complejas formas de doble curvatura -como los que se encuentran en las carrocerías de automóviles, paletas de turbinas o microteléfonos- puedan siquiera abrigar la esperanza de mantener el control de sus diseños -sin suponerles cierto grado de telepatía- desde el concepto hasta la producción únicamente con una planta, un alzado, un par de secciones y, a veces una isométrica bosquejada, para definir completamente y sin ambigüedades la pieza a fabricar.” Alan Pipes, El diseño Tridimensional p.72

Sobre el comentario anterior es importante señalar la importancia que el autor destaca, sobre el uso de los dibujos bidimensionales, como únicos instrumentos en el diseño y realización de un producto, incluso en la actualidad sigue siendo la herramienta común, representando serios obstáculos en la integración de los sistemas electrónicos. Uno de los intentos bien logrados por parte de los desarrolladores de software, es simular el tallado de piezas, mediante el uso del cómputo, definiendo así los sistemas de modeladores de sólidos.

Uno de los objetivos sobre su aplicación es integrar esta información a máquinas herramienta por control numérico, de tal forma que una vez elaborado un modelo tridimensional mediante algún sistema de modelado de sólidos, sea posible su manufactura mediante máquinas como tornos, fresadoras u otros, que puedan interpretar por control numérico, el objeto tridimensional modelado. Sobre las ventajas de lo anteriormente expuesto, es indispensable destacar que la naturaleza de las piezas resultantes serán con un alto grado de precisión.

Es muy común escuchar que estos sistemas incluyen las operaciones booleanas para la construcción y manipulación de los objetos, estas herramientas manejan la unión, intersección y diferencia, lo cual permite que a un objeto se le puede restar, unir o intersectar para dar origen a otro volumen resultante. Estos sistemas también incluyen el manejo de NURBS descrito anteriormente.

Los programas desarrollados para realizar modelados tridimensionales del tipo sólidos, son aquellos que definen una identidad para los elementos tridimensionales modelados, es decir la configuración de un objeto tridimensional tiene la propiedad de ser sólido. Durante el proceso de elaboración del modelo es necesario construir los objetos con la misma lógica para maquinar una pieza, como se explica en la gráfica, el cubo es un elemento tridimensional sólido, al cual se le requiere perforar en el centro, para lo

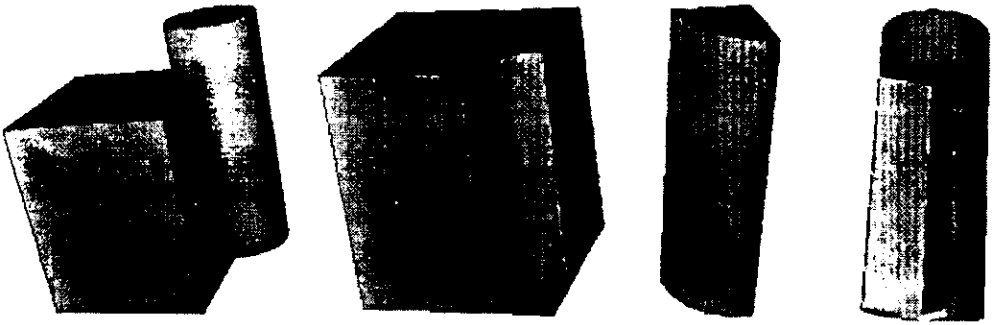


Figura 75. En las figuras se puede observar de izquierda a derecha dos elementos (un poliedro y un cilindro), en la figura que sigue se aplicó con un programa de modeladores de sólidos la orden de **Union**, en seguida se muestra un objeto después que se aplicó la orden de **intersection** y la figura del lado derecho muestra la **difference**.

anterior es necesario construir la geometría de la perforación, ubicarla en el centro y posteriormente, indicar al programa que reste el elemento de la perforación al cubo (aplicación de las operaciones booleanas) .

Mediante el sistema descrito anteriormente es más sencillo modelar objetos con morfologías complejas y además se puede destacar que un modelo sólido puede reconocer su volumen, centro de gravedad y momentos de inercia, así como detectar interferencias con otros componentes.

Finalmente se menciona que estos sistemas manejan dos tipos de formatos para la información que manejan uno de ellos es el CGS (Constructive Geometry Solid), el cual tiene la característica de conservar los pasos que se siguieron en la generación del volumen final, es decir es posible regresar a la morfología original porque la información la almacena en un nivel jerárquico, el otro formato que maneja es el B-rep, el cual esta relacionado con las superficies del tipo NURBS, esta característica nos ofrece la posibilidad de que una vez que se ha generado el volumen tridimensional mediante superficies es posible transformarlo como un objeto tridimensional sólido y viceversa. El desarrollo y aplicación de estos sistemas, han definido estas herramientas, más integradas dentro del proceso de diseño.

Un sistema de cómputo tipo CAM (Computer Aided Manufacturing), es básicamente un programa del tipo modelador de sólidos, que incluyen comandos y utilerías que comunican la información generada a máquinas herramientas esta interacción permitirá que una vez que la máquina de manufactura (Tomo, fresadora etc.), reconozca la información generada en el programa CAM, empiece a maquinar la pieza deseada.

Los sistemas CAD y CAM encuentran diversas afinidades en común, esto origina un interés por reunir algunas capacidades de los dos sistemas, y dar origen a los sistemas CADCAM.

Sistemas Paint

Un programa de tipo Paint maneja información bitmapped, como se mencionó en uno de los incisos anteriores, esta información es ampliamente utilizada en los trabajos de edición de textos, los programas desarrollados para estas actividades, permiten al momento de realizar la formación de publicaciones diversas, la inserción de imágenes gráficas.

Los sistemas paint en dos dimensiones, manejan coordenadas XY, para la ubicación de cada pixel, sin embargo este planteamiento advierte, que todos los pixels están en una superficie plana.

La aplicación de estos programas incluye áreas de trabajo como la fotografía, cualquier imagen que se digitaliza por medio de un Scanner, cámaras especiales, u otro tipo de equipo, ya sea en color o blanco y negro, generan una imagen bitmapped, que es posible manipularla mediante algún programa tipo Paint.

Actualmente existen algunos programas, los cuales permiten producir bocetos dibujados en forma manual con herramientas que producen el efecto de brochas, aerógrafos, gises, crayones, etc.

Una imagen de tipo render es posible convertirla en una image bitmapped y posteriormente poder editarla mediante un programa tipo paint, en la mayoría de ocasiones esto se realiza para hacer presentaciones más artísticas.

Este tipo de información a incursionado dentro de variadas áreas de trabajo, lo que ha provocado que estos sistemas trabajen con formatos que puedan ser transferidos a otros programas o sistemas, sin perder información, los formatos más comunes dentro de estos programas son TIFF, EPS, PICT, JPEG, GIF, PCX, etc.

Sistemas 3D Paint

Los desarrollos que han tenido los sistemas paint en dos dimensiones, han logrado un gran avance porque se ha implementado para trabajar en tres dimensiones, es decir que una vez que se ha generado un modelo tridimensional es posible colorear las superficies con herramientas como brochas, en forma similar como si lo estuvieramos haciendo con un volumen tridimensional y un pincel.

Esta forma de trabajo permite que en una misma superficie sea posible aplicar diversos tonos o colores distintos.

Sistemas de Animación

El desarrollo de la animación por computadora, aprovecha las técnicas empleadas en el cine, pero ofreciendo a los que la aplican, más parámetros de control.

Cuando se observa una película en televisión, el movimiento es continuo, sin embargo al analizar cada uno de los cuadros o frames, presentan una secuencia de imágenes estáticas con mínimas diferencias entre ellas, que presentadas en una rápida sucesión, logran un efecto de movimiento que se desarrolla en una forma natural.

La transición entre las imágenes es percibida por el ojo humano sin detectar los cambios entre ellas, este efecto es llamado como persistencia visual, es decir cuando se observa una película proyectada, cada frame se retiene por un corto periodo de tiempo y al momento que se presenta el siguiente frame se percibe un movimiento muy suavizado o cambios imperceptibles.

El efecto de la persistencia visual ha permitido un convencionalismo, para proveer el efecto de movimiento, en filmación, video y animación, el estándar para la industria de la filmación es 24 frames por segundo, aunque al momento de proyectar sean 45 frames por segundo actualmete, esto es porque cada frame se proyecta dos veces. La proyección de video (TV) requiere de 35 frames por segundo.

Los sistemas de animación, son aplicaciones del cómputo gráfico para la preparación de una secuencia de movimientos, para fines comerciales, educativos o diversas presentaciones, utilizan como recurso de almacenamiento para la presentación final, los medios de grabación por video. Cualquiera de los métodos gráficos, logran la ilusión de movimiento, producido por cambios rápidos de imágenes con diferentes vistas, generando *frames* en secuencia.

Cuando los frames están realizados, se definen como imágenes bidimensionales, las cuales son más rápidas y eficientes al momento de manejarlas.

Existen técnicas de animación bidimensional y tridimensional, para el primer caso es necesario dibujar los objetos deseados, así como la secuencia en la que aparecen definiendo algunos efectos sobre el cambio de las imágenes, la animación tridimensional requiere del modelo tridimensional realizado y definir la posición o trayectoria final que va a tener el modelo, la máquina se encargará de resolver, los movimientos del objeto en el número de frames que previamente se hayan indicado.

Animación bidimensional

Existen numerosos programas que pueden animar elementos planos, ya sea aplicando técnicas de Morph, en la cual se indica la figura original y la figura final, así como el número de frames en los cuales resolverá la transición de esa morfología.

Las técnicas de animación en dos dimensiones son empleadas para realizar algunas presentaciones y en trabajos de video. Debido a la demanda que ha tenido la industria cinematográfica con la aplicación de estos recursos, actualmente se ha desarrollado mucha tecnología alrededor de esto.

Animación tridimensional

El tipo de animación tridimensional es utilizado si el interés es dar movimiento alrededor de un objeto tridimensional o si algunas partes del objeto se definen con movimiento.

Movimiento alrededor de un objeto tridimensional

Un modelo tridimensional puede estar estático, para lo cual se define una cámara y se le asigna un desplazamiento. Durante la trayectoria que se indica, va resolviendo las imágenes de tipo render, a cada una de las imágenes les llamamos frames.

Esta forma de animación es similar como si se hiciera un recorrido para observar al objeto desde diferentes puntos de vista, en ocasiones algunos de los programas permiten darle movimiento a las fuentes luminosas.

Finalmente todas las imágenes de tipo render generadas se presentan variando el tiempo y entonces nos da el efecto de movimiento.

Este tipo de animación es relativamente sencilla y es muy probable que algunos programas de tipo CAD con capacidades para realizar imágenes render lo integren.

Movimientos definidos para algunas partes del objeto

Los programas que permiten estas capacidades de animación son más sofisticados, ya que un modelo tridimensional se tiene que definir como una estructura jerárquica, es decir que si imaginamos que se quiere dar movimiento a una palanca de un objeto tridimensional, es necesario definir que elementos se conectan con otros, en forma similar a las articulaciones de un sistema, como puede ser un brazo.

Posteriormente se definen los puntos fijos o con giros, y se asigna una trayectoria de movimiento a cada una de las partes estructuradas, una vez que la preparación del modelo en forma jerárquica se realizó, se indica el número de frames en los cuales la máquina tiene que resolver esos cambios de movimiento, y la máquina calcula cada cuadro como imagen de tipo render, para posteriormente unirlos y presentarlos en secuencia, con una velocidad adecuada para que pueda simular un movimiento.

El tiempo de proceso puede ser realmente lento, para un equipo convencional, para lo cual es necesario contar con capacidades de memoria adecuadas e incluso sobradas de como la recomienda el fabricante del software que se utiliza.

Conclusiones

Desde una óptica muy general el diseño de productos para el área de diseño industrial comprende desde mi punto de vista dos áreas de estudio al aplicar el cómputo. Una es la integración de las herramientas de cómputo dentro del proceso de diseño y otra es la integración de éstas herramientas dentro del proceso de manufactura y producción del diseño, durante la cual se analizan niveles técnicos en la fabricación de un producto ya sea para el maquinado de piezas, la planeación de producción, etc. El interés de este trabajo se refiere a la primer área porque aplica software accesible y con capacidades ampliamente reconocidas así como equipo de cómputo personal, para el segundo caso se requiere de equipo y software más especializado, el cual no es generalmente accesible y no me hubiera permitido tener alcances significativos.

En los capítulos anteriores tuve la oportunidad de compartir mis conocimientos sobre el uso de las computadoras y poderlo aplicar a un proyecto realizado hasta sus etapas casi finales (Bicitaxis), el trabajo realizado es muy arriesgado, porque en algunos momentos comento sobre las decisiones de diseño que pudieron tomarse. Aprovecho este espacio para comentar mis argumentos sobre lo anterior, por un lado el trabajo desarrollado, se esmera en exponer, demostrar y mostrar el uso de las aplicaciones de cómputo como herramientas de trabajo para el diseñador industrial, por lo que las confrontaciones se refieren a las herramientas tradicionales con respecto a las propuestas con el uso de los programas de cómputo.

Por otro lado para lograr este trabajo era de suma importancia retomar un proyecto de diseño elaborado, de tal forma que el trabajo realizado en paralelo me permitiera analizar los puntos críticos sobre su desarrollo y me diera la oportunidad de proponer los métodos y las herramientas en cómputo más adecuadas en las soluciones y que a la vez aportaran mejoras en la conclusión del proyecto. El tema de los Bicitaxis presentaba esas características porque el material es muy enriquecido para evaluarlos con los recursos del cómputo.

Sobre el método de trabajo

Al integrar las diversas aplicaciones de cómputo como herramientas para el diseñador industrial, aplicadas al proyecto Bicitaxis, fué necesario pensar en un esquema de trabajo adecuado a las necesidades que se iban presentando para los diseñadores de los vehículos, lo anterior sugirió procedimientos que condujeran a definir un método de

Herramientas tradicionales	Nuevas herramientas
<ul style="list-style-type: none"> Elaboración de planos a escala real realizados en papel milimétrico 	<ul style="list-style-type: none"> A través de un sistema CAD, se realizaron los planos a escala real sin tener los inconvenientes de improvisar herramientas, para realizar los trazos
<ul style="list-style-type: none"> Elaboración de detalles de piezas y partes de los vehículos aplicando escalas mayores 	<ul style="list-style-type: none"> Con la realización de los planos en sistemas CAD, no fue necesario duplicar el trabajo, únicamente se aislaron las partes de interés y se aplicó una escala diferente al momento de imprimir
<ul style="list-style-type: none"> Elaboración de prototipos, durante los cuales probaron materiales y en algunos casos se hicieron ajustes de dimensiones en los elementos de los vehículos el costo de este procedimiento fué costoso porque se abastecieron de los materiales como tubos, telas, mecanismos, etc. El tiempo previsto para concluir el trabajo tuvo algunas alteraciones, lo cual que significó que el tiempo fuera más prolongado 	<ul style="list-style-type: none"> Elaboración de los modelos tridimensionales (CAD), durante los cuales se detectaron interferencias con otras partes, principalmente en la estructura de los vehículos y por otra parte se definieron en forma precisa los desarrollos geométricos de algunas superficies como en las cubiertas. Durante la elaboración del modelo tridimensional se hicieron algunos cambios en los elementos, lo que significa que tiene mas alcances que el almacenamiento de un diseño en 3D Se realizaron algunas pruebas de simulación empleando programas para evaluar el rendimiento ergonómico y algunas propiedades físicas Se definieron los materiales y colores, asignados a cada uno de los elementos realizados en 3D, con la ventaja de realizar pruebas Se realizaron las imágenes foto-realistas, para evaluar las condiciones generales del vehículo, generando escenas con luces

trabajo definido en forma paralela según el proceso que seguía el proyecto Bicitaxis realizado en forma tradicional.

Las propuestas de las nuevas herramientas a utilizar presentan la característica de no sugerir una marca de algún software, ya que no se pretende evaluar los potenciales de los programas, en la tabla que se muestra en la parte superior, se presentan como métodos tradicionales los procedimientos llevados a cabo por los diseñadores de los vehículos y los procedimientos con las nuevas herramientas, destacando algunas ventajas que tuvo aplicar los programas de cómputo. Es determinante que con el empleo de las aplicaciones de cómputo se logra mayor precisión, en el trazado geométrico, con lo cual se eliminan las ambigüedades de la geometría del diseño para las partes de los vehículos, por otra parte permite reducir los errores y el tiempo al momento de realizar el prototipo.

Durante el desarrollo de un proyecto, un aspecto importante a reconocer, es que el proceso creativo se relaciona entre otros, con los aspectos intuitivos, sin embargo el método de trabajo empleado, implica un trabajo esencialmente dialéctico, por encima

del proceso empírico, intuitivo y deductivo, de tal forma que el esquema de trabajo empleado para el proyecto Bicitaxis se sugiere como un método que se adapta dentro del proceso de diseño, el cual será susceptible de mejoras si es aplicado a otros proyectos.

Tuve un especial interés en plantear el método de trabajo que se muestra en la siguiente tabla (aplicando los programas de cómputo) destacando el objetivo en cada uno de los pasos, los cuales son concluyentes para definir que realmente mejoran a las herramientas tradicionales, sin embargo no son evidentes en muchas ocasiones los beneficios que pueden traer el uso de éstas nuevas herramientas, al parecer continua un periodo de transición durante el cual se cuestiona si realmente el tiempo invertido en el aprendizaje y uso de los programas de cómputo tiene las ventajas que ofrece la publicidad de los mismos, sin embargo es notable que se puede enriquecer el alcance en la solución de una propuesta de diseño (ver tabla).

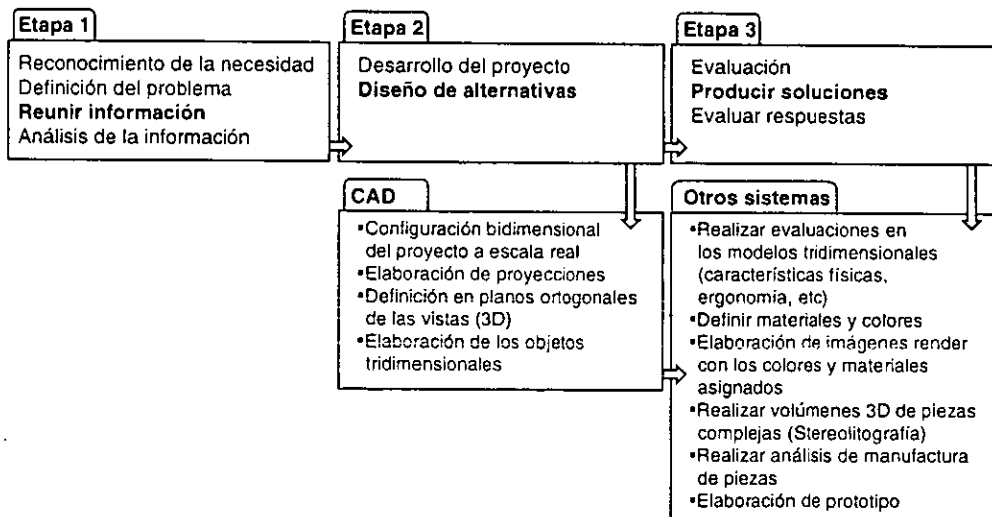
Método	Objetivo	Software sugerido
Elaborar proyecciones bidimensionales a escala real	Desarrollar las geometrías (2D) precisas de los objetos a escala real, organizando la información para detectar algunos problemas básicos (rotación de partes, centroides, etc.)	Software tipo CAD: AutoCAD , MicroStation , MiniCAD , Design CAD , Pro Engineer , Surf CAD
Elaborar modelos tridimensionales de los Bicitaxis empleando las proyecciones bidimensionales en forma ortogonal	Generar las geometrías (3D), con referencia en las proyecciones ortogonales, para ubicar en forma precisa los objetos y detectar interferencias, así como análisis volumétrico de los vehículos	
Realizar análisis en los vehículos, empleando software especializado (Ergonomía, mecánica, etc), utilizando los modelos previamente realizados	Evaluar aspectos ergonómicos y de mecánica en los modelos tridimensionales para hacer análisis comparativos en los vehículos	Mannequin , Working Model
Definir la estética visual de los Bicitaxis realizando la combinación de colores, materiales y texturas	Evaluar a los Bicitaxis con los colores, materiales y texturas como fueron propuestos en los diseños originales para identificar las capacidades de realismo en los programas	MicroStation , Strata Vision , 3D Model , 3D Studio
Definir la escena sintética de los Bicitaxis, realizando un ambiente escenográfico, con ubicación de luces y buscando vistas con efectos ópticos	Evaluar las características de iluminación y estética para la presentación de un proyecto antes de realizar un prototipo	
Retoque y edición de las imágenes foto-realistas	Preparar las imágenes para impresión o animación	Photoshop , 3D Model , Strata Vision , Premier

Nota: En la columna de software sugerido se hacen notar con letra en negritas, los programas empleados en el proyecto Bicitaxis.

Para finalizar esta sección, se expone en la siguiente gráfica un método propuesto por ID Patrick Whitney, describiendo tres etapas dentro del proceso de diseño, en la parte inferior de las etapas 2 y 3 se describen las actividades utilizando los recursos de cómputo que se incorporan durante el proceso.

En la sección de otros sistemas se recomiendan en los dos últimos pasos antes de realizar el prototipo (sistemas de manufactura), aplicar la técnica de estereolitografía, para el caso de analizar alguna pieza compleja del diseño y planear el sistema de moldes más adecuado, este sistema permite, a partir de un modelo tridimensional (CAD) solidificar la pieza en una bandeja de resina especial el objeto modelado se extrae de la bandeja como un elemento sólido, en forma similar como cuando se manda a imprimir un documento. Posteriormente aplicar otros sistemas de manufactura para planear el sistema de producción.

Es evidente según el método que se propone en la gráfica, si es posible implementar una serie de herramientas que nos dan diversas ventajas (comentadas anteriormente) cuando se incorporan dentro del proceso de diseño.



Herramientas como medios

Podemos reconocer que la representación gráfica de partes y objetos, así como la elaboración de modelos a escala se ha establecido como un método sencillo y económico, para revisiones, antes de la realización de algún proyecto, sobre todo si se trata de piezas compuestas, de metales u otros elementos, en donde experimentar formas, y hacer pruebas con los materiales, resulta un proceso inadecuado y costoso.

Otra de las funciones que ha tenido es como un medio de comunicación en los medios productivos, por ejemplo, destinar la distribución del trabajo entre operarios, obreros o subcontratistas.

El uso del dibujo en dos dimensiones, con efecto de perspectiva así como los modelos, como representación simbólica del producto ha significado que el proceso de diseño se separe del proceso de producción, acelerando el ritmo productivo, en la manufactura simultánea de partes y componentes del producto. Sin dejar de considerar el esquema de fabricación de un producto.

Los avances en esta materia que ha tenido el uso de las computadoras es que en la elaboración de volúmenes tridimensionales es posible hacer los cambios necesarios en una forma sencilla, reflejándose en las proyecciones ortogonales, lo cual permite detectar algunos errores que pueden ser corregidos a tiempo y no sea obligado tomar decisiones de último momento, ya que un cambio consume energías y tiempo, es decir que durante la elaboración de la geometría tridimensional se absorben los errores que resultarían muy costosos al momento de elaborar en un prototipo.

En la industria automotriz, la elaboración de los modelos físicos, permanece como un proceso, en donde los modelos describen curvas complejas, sin embargo es inadecuado para representar ciertos detalles, incluso algunos efectos de materiales y color se vuelve más complejos. Con los sistemas de diseño tridimensional, se reduce el trabajo en la elaboración de los modelos.

Con respecto al empleo de métodos anteriores como ha sido la técnica de ilustración en perspectiva, en donde es necesario dar un efecto de profundidad, los programas tridimensionales han tenido grandes aportaciones, pues logran trabajar sobre el concepto de espacio real e ilusión óptica que se muestra en las superficies modeladas, los resultados han sido bien logrados, por lo cual se puede entender ampliamente el concepto de tres dimensiones en los programas, en donde asignar una dimensión a un objeto con proporciones reales no representa un procedimiento difícil así como lograr una vista con efectos ópticos (lo equivalente a vistas fugadas).

Con los programas de tipo render se logra enriquecer ampliamente ese espectro visual

para simular un objeto con materiales y efecto de luces, por otra parte observar un modelo tridimensional desde diversos ángulos y con diferentes acercamientos también es una de las ventajas de estas herramientas, incluso anidar estas imágenes pueden simular algo equivalente a hacer un recorrido a través de un modelo o alrededor de él y para el caso de modelos articulados es posible asignar movimientos a las partes y realizar una animación que pueda simular el objeto realizando alguna actividad específica.

Otra tecnología que actualmente tiene un desarrollo potencial es la tecnología de realidad virtual, esta tecnología provee “formas naturales” para interactuar con la computadora creando la ilusión de un mundo tridimensional, el objetivo es crear una inmersión en ese mundo virtual a través de cascos, guantes lentes o algunos otros dispositivos, una aplicación de esto puede ser en la industria automotriz para simular interiores lo cual puede ser un recurso muy adecuado para evaluar algunos factores ergonómicos.

La complejidad de los sistemas descritos que continúan su desarrollo, se convierten indudablemente en poderosas herramientas, cuando éstas son empleadas en forma adecuada y pueden proveer un mecanismo que haga más eficiente la productividad en los diseñadores que piensan en tres dimensiones.

Este panorama muestra una serie de recursos enriquecidos de posibilidades. En la actualidad no nos cabe duda que muchos de los desarrollos tecnológicos nos han favorecido, como se muestra en este trabajo y existen numerosas herramientas que se desarrollan en favor del desempeño en las tareas creativas, tomando a las nuevas herramientas como el medio para lograr nuestros objetivos.

Ahora es trabajo del diseñador industrial acercarse a las diversas herramientas que lo coloquen en un nivel de competencia y comunicación con diversas entidades, que pueden ser locales o en el extranjero y acelerar el conocimiento de éstas en favor del desarrollo de esta área de trabajo.

Acerca del diseño

Sobre los planteamientos de hipótesis que acompañaron el desarrollo de este trabajo, se puede afirmar que en la actualidad el uso de las herramientas adecuadas logra integrar al proceso de diseño, trascendiendo su aplicación como herramientas de dibujo.

Por un lado se pudo comprobar según el proceso planteado que los programas del tipo CAD, nos apoyaron en su etapa inicial como herramientas de dibujo, durante esta etapa nos dieron oportunidad de evaluar las características generales de los vehículos, por ejemplo la estabilidad, como fue el caso del bicitaxi 3, que desde el momento en que se capturaron las vistas, era evidente que el vehículo tenía un problema de estabilidad, incluso se pudo graficar el centroide de la estructura, el problema expuesto y comprobado pudo ser modificado durante esta etapa.

También para los casos bicitaxi 1 y 2, se comprobó que la geometría tridimensional desarrollada como modelo terminó con las ambigüedades que propusieron los planos recuperados originalmente, ya que en los dos casos el trazo de las proyecciones de la geometría correspondiente a la cubierta tuvo errores.

Estos problemas de desarrollo y representación pueden tener un costo muy alto para un proyecto, ya que durante el proceso de fabricación del producto, la comunicación traería muchas confusiones dentro de un equipo de trabajo.

Durante la etapa en la que se realizaron los modelos tridimensionales, se resolvieron los problemas de interferencia con los otros elementos tubulares y superficies, lo cual permite una claridad de desarrollo que se traducirá en ahorro de tiempo y material durante el periodo de fabricación del prototipo.

Durante este periodo se detectaron los problemas que resultaban más críticos en los bicitaxis.

Los vehículos 1 y 2 se notaban con notables expectativas de buen desempeño durante estas etapas.

Durante la sección de simulación ergonómica, se hicieron evidentes y sorprendidas algunos resultados, como lo muestran las gráficas comparativas en la sección correspondiente; por un lado el caso del bicitaxi 1 se demuestra que requiere de una aplicación de fuerza mayor para vencer el estado de reposo, el caso del bicitaxi 2 es el vehículo que requiere menor esfuerzo, y tiene menor riesgo de salud para el operario.

Un dato que fué muy interesante probar es que la influencia de los esfuerzos está estrechamente ligada a la altura de la cintura con respecto a la postura de los pies que operan los pedales, si el asiento es más alto requiere de menor esfuerzo.

El caso del bicitaxi 3 tiene muchas agravantes que descartaría la adecuada operación del vehículo.

Los análisis expuestos anteriormente confirman otra de las hipótesis planteadas, que el uso de los sistemas de cómputo adecuados aceleran el ciclo diseño- producción, ya que con las evaluaciones comentadas y resueltas en la etapa correspondiente nos llevaría a continuar el trabajo aminorando cualquier problema.

Durante la etapa de aplicación de las técnicas de render, resultó muy interesante comprobar que es posible dar una apariencia casi real del vehículo asignándole materiales, luces y colores, algunas de las imágenes logran estimular la sensibilidad de tal forma que un trabajo puede asemejarse a una imagen fotográfica, con lo cual cabe perfectamente la afirmación de que mediante el uso de programas tridimensionales se logra el apoyo visual y conceptual del producto que se proyecta.

Finalmente es importante mencionar que a través de cada sección se pudieron describir acciones que permitieron llegar a resultados con mayor rapidez y seguridad, con economía de esfuerzo y, sobre todo con un alto grado de responsabilidad de respuesta para que el proyecto sea finalizado con argumentos lógicos.

Diseño Industrial para el futuro

Anteriormente se ha mencionado sobre la incursión de las computadoras en las diversas actividades humanas, lo cual ha generado actitudes extremas, hay quienes califican su aparición como una invasión en el trabajo y en el hogar, sintiendo una amenaza y algo deshumanizante, supliendo el conocimiento y las actividades del hombre, algunos otros logran presenciar este evento como un gran evento permitiéndoles concentrarse más en los aspectos creativos de su trabajo.

Las discusiones sobre lo anterior han sido endémicas, sin embargo es importante considerar que los desarrollos tecnológicos seguirán su curso basados en complejas estructuras económicas, sociales, culturales, así como de competencia de innovación entre los países. Es de esperarse que las innovaciones tecnológica produzcan cambios significativas en las herramientas de trabajo, a los profesionistas les toca presenciar este ritmo acelerado, que implica mayor esfuerzo, para lograr mayor desarrollo dentro de su área, en ocasiones para captar a un mayor número de clientes, ofreciendo más calidad en el servicio o producto que ofrecen, lo cual es inherente a la tecnología.

Una respuesta a esperar con el uso de las computadoras es que realmente se conviertan en una herramienta con la cual se desarrollen las funciones creativas, intelectuales, cognitivas y emotivas, una computadora deberá tener mayores alcances que una extensión de sus manos.

Nuevas áreas de trabajo

El diseñador industrial frecuentemente se encuentra con el problema de diseñar la interfaz o comunicación entre un objeto o máquina y el usuario, para citar un ejemplo comentamos un caso que analizan Donald R. Gentner (Sun Microsystems) y Jonathan Grudin (University of California, Irvine) en un artículo publicado en la revista *Computer*, Vol. 29 (6) Jun 96 titulado *Design Models for Computer-Human Interfaces*, acerca de la participación que la tecnología ha tenido en los cambios de métodos de trabajo y actitudes, es el tractor Phelps (1901 USA), el cual se introdujo para reemplazar al caballo en las tareas de agricultura.

El tractor pudo ser atado a un carruaje o vagón, los agricultores utilizaban un par de riendas para controlar la conducción, en la misma forma como lo hacían para controlar al caballo; cuando ambas riendas se dirigían hacia arriba avanzaba, si se aflojaban el tractor revertía su marcha y cuando se jalaba hacia atrás paraba. A pesar de que con una anterioridad de diez años ya se utilizaba el automóvil con volante, los diseñadores del tractor Phelps intentaron desarrollar una interfase similar al sistema utilizado con caballos.

Con el ejemplo anterior se puede comprender la razón por la cual los diseñadores del tractor resolvieron que la comunicación entre la máquina y los agricultores se desarrollara en una forma igual como lo hacían con el método anterior, lo cual, generaba una respuesta aceptable para quien utilizaba este nuevo recurso tecnológico y proponía un sistema fácil de controlar, según los antecedentes.

En el caso de la introducción de las computadoras, también se distingue que se ha continuado el concepto antes expuesto ya que la industria que desarrolla "software" diseña interfaces que simulan tecnologías previas, el objetivo es reducir o eliminar el aprendizaje haciendo una tecnología disponible para quienes no aceptan o se adaptan a un nuevo sistema. Los usuarios que están interesados en investigar sobre un nuevo sistema son quienes ya conocen esos caminos y son capaces de cuestionarse el uso de las viejas tecnologías.

El área de Human Computer Interface (HCI), ha captado a profesionistas relacionados con el estudio de factores humanos que incluye a los diseñadores industriales, resulta de gran interés por ejemplo, que algunos sistemas operativos en equipos Macintosh, Windows y UNIX han trabajado una interfase basada en una metáfora de una oficina tradicional, en la que encontramos un escritorio con folders, documentos, un bote de baurá, así como diversos accesorios como calculadora, agenda, etc., por otro lado los sistemas multimedia, también han tenido el interés de desarrollar interfaces adecuadas para interactuar con los usuarios, ya sea en el diseño de la estructura, manejo de botones, etc.

En los programas gráficos y de diseño asistido por computadora, es notable el desarrollo de las interfaces gráficas, con una insistencia en iconos visuales que desarrollan como botones para facilitar la aplicación de los mismos.

Esta nueva expectativa de desempeño de los diseñadores industriales, logra abrir un nuevo campo de trabajo que por sí mismo es enriquecedor en conocimientos y desarrollo, es indudable que hay buenos logros porque existe un importante esfuerzo por integrar la tecnología en el desempeño de las actividades humanas exponiendo nuevos métodos, recursos y perspectivas dentro de las áreas de trabajo, incluso la demanda de eliminar los errores en algunas tareas repetitivas o con métodos muy especializados requiere el uso del cómputo para lograr estos objetivos.

Nuevas tendencias

Ecología. Hasta hace algunos años era difícil prever los alcances que pudieran tener los avances en materia de computación, actualmente existe una congruencia en el desarrollo con respecto a la demanda de uso, los aspectos económicos y culturales de

un país o de una tendencia internacional debido a la difusión que han tenido los programas en los países o los ambientes de red, en donde no se conocen fronteras.

Los sistemas de cómputo introducidos a los diferentes países han significado también una forma de transferencia tecnológica y entonces es de suma importancia para los creadores del software lograr captar el interés de usuarios internacionales, resolviendo problemas que sean de interés general. Una vez que se genere la demanda de su uso, el programa mismo continuará su desarrollo en función de sus operadores, de tal forma que un software pueda aplicarse en China, Japón o México, resolviendo proyectos locales.

Como ejemplo de lo anterior comento lo siguiente podemos identificar como una demanda internacional el desarrollo de tecnología para mejorar el ambiente, los creadores de software han propuesto para la industria una herramienta que la llaman EcoDesign, a través de la cual es posible evaluar el efecto económico y de ambiente para el diseño de un producto.

Esta herramienta la utilizan diseñadores e ingenieros, su aplicación se define para el diseño de productos de larga duración (carros, computadoras, maquinas, equipo médico, productos electrónicos, etc.), dentro de este programa se incluyen los estándares permitidos en la industria (empaques, materiales y otros), por otro lado permite hacer cálculos de material que se puede reciclar, una de las empresas beneficiadas con este desarrollo fué Eastman Kodak, en donde logró en 1995, un ahorro de producción de sesenta millones de dólares, el cambio fué reciclar o remanufacturar los productos en vez desecharlos, después de su uso, el interés ha sido extensivo a través de diferentes empresas como: AT&T, Xerox, Texas Instrument, Digital, Sharp, Nortel, GEP-Daimler Benz, entre otras.

El ejemplo anterior logra evidenciar el nivel de demanda que se tiene en la industria de la manufactura, es decir que si en realidad existe un interés por enriquecer la actividad industrial en este país es necesario medir este nivel de competencia, en la que se involucra a los diseñadores industriales, las empresas citadas en el párrafo anterior posiblemente sean sobradamente mencionadas, porque corresponden a entidades transnacionales, algunos creerán que se encuentran fuera de contexto según la realidad de producción de este país, pero justamente porque no tenemos hasta ahora la capacidad de esos desarrollos nos convertimos en compradores de esa tecnología y esto tiene un costo muy alto para las futuras generaciones. A los profesionistas actuales y futuros toca, promover este desarrollo, ¿y si no quien?

Imaginemos que esta tecnología pudiera aplicarse a algunos de los productos nacionales, como el sistema de transporte en colectivos, o si tratara de recuperar el mercado que

algunas industrias han perdido porque no han incorporado la tecnología de competencia, recuerdo el caso de algunas industrias de muebles.

Realidad Virtual. Otro desarrollo en la computación gráfica previamente mencionado es la tecnología de realidad virtual, en la cual se trabaja para crear un ambiente en donde haya una percepción de sensaciones reales, incorporando sonido, imágenes, en ocasiones olores, o movimientos. Para lograr lo anterior se hace uso de la tecnología electrónica a través de cascos, lentes, guantes, cuevas, en los cuales se logra una inmersión en el ambiente diseñado.

Como pruebas piloto existen en este momento ambientes virtuales como se menciona en el siguiente ejemplo, imagínese usted un cuarto virtual, la primera percepción que tendrá de éste es una geometría que puede no ser muy real, incluso con unos colores todavía no muy familiares para interiores, pero que son los que pueden resolver los lentes o casco que llevemos en la cabeza, es posible que si intenta un movimiento de rotación para observar alrededor del cuarto le cause malestar de mareo, esto es porque no ha sido desarrollado totalmente la tecnología que resuelva en forma óptima este aspecto.

En forma simultánea aparecen dentro de este ambiente virtual otras personas a las que logra identificar por que sus rostros aparecen como imágenes, es posible conversar, e intercambiar ideas entre los integrantes. ¿Que interés encierra lo anterior?, pues que cada uno de los personajes pueden estar en puntos geográficos distintos, otro estado u otro país, pero conectados al mismo sistema pueden reunirse en forma virtual.

Las capacidades de lo anterior quiere decir que será factible en el futuro hacer grupos de trabajo no importa desde donde y reunirse entre ellos sin desplazarse en forma física, introduciendo un nuevo concepto en comunicación y en la formación de grupos interdisciplinarios, se antoja sugerir dentro de una empresa en la cual la planta se encuentra en otro estado y el diseñador desde su oficina, establecen esta comunicación para comentar detalles del producto que se está produciendo en la planta.

En la industria de automóviles y aviones la realidad virtual, ha tenido un amplio desempeño, principalmente para simular interiores, lo cual permite evaluar factores humanos y estética de tableros, recubrimientos u otras partes. Considere la siguiente aplicación hipotética: En el proyecto que se desarrolla existe alguna empresa que fabrique las piezas de acero X, inmersos en un ambiente virtual, el fabricante y el o los diseñadores, se reúnen junto con el modelo tridimensional virtual, y comentan acerca de la ubicación de las piezas de acero integradas al diseño, incluso se puede hacer una

modificación de las piezas como su ubicación u orientación en una forma interactiva. En el ejemplo propuesto, la tecnología de realidad virtual, logra consolidar la comunicación entre las partes involucradas al producto, eliminando cualquier ambigüedad, con los terceros, quienes no se involucran con el proyecto desde el inicio.

En otro contexto se me ocurre el desarrollo de un software en el cual se incorporaran algunos métodos definidos en el diseño como es "Gestalt" ¿se imagina el caso de trabajar tal vez con guantes, un objeto tridimensional estirándolo o combinándolo con otros elementos, para desarrollar un producto?.

En ocasiones como en estos tiempos, es necesario apostar al futuro por un panorama futurista, con la tecnología apropiada a nosotros, pretender mejores diseños, más calidad, más recursos para desempeñar nuestro trabajo y lo más importante hacer contribuciones dentro de el área de trabajo que nos desempeñamos.

Bibliografía

Robin Baker, "*Designing the Future, the Computer in Architecture and Design*", Ed. Thames and Hudson, New York, 1993

Chia-Fen Chi "*Task analysis for computer-aided design (CAD) at a keystroke level*", en *Applied Ergonomics Human factors in Technology and Society*, Elsevier Science Ltd, Vol.27, No. 4 pp. 255-256, 1996

Sytze Kalisvaart "*New EcoDesign tool*", <http://www.tno.nl/instit/indus/dfe/dfehome.html>

Dan Lewis "*The Future of Industrial Design*", http://interaction.brunel.ac.uk/idforum/97_05/0070.html

Alan Pipes "*Diseño Tridimensional del Boceto a la Pantalla*", Ed. Gustavo Gili, Barcelona, 1989

Donald H. Sanders "*Computación -conceptos y aplicaciones a las computadoras personales-*", Vol. 1, Ed. Mc Graw-Hill, 1990

Wucius Wong "*Fundamentos del diseño bi-tridimensional*", Ed. Mc Graw-Hill

Andrew S. Glassner "*3D Computer Graphics*", Addison Wesley

Caren D. Potter "*Systems CAID*", *Computer Graphics World*, Abril 1994

Donald R. Gentner "*Design Models for Computer-Human Interfaces*" *Computer*, Vol. 29, Junio 1996

Mannequin, *User Guide* Ver 1.0 HUMANCAD

MacroModel "*User guide*", Ver 1.5, 1993

Adobe Photoshop "*User Guide*" Ver 4.0 1996

Richard N. Stover "*An Analysis of CAD/CAM Applications*", Ed. Prentice Hall 1984 U.S.A

Barry Hawkes "*Cadcam*", Ed. Parainfo, España, 1989

Susana Gonzáles Reyna "*Manual de redacción e investigación documental*"

Hanks, Kurt, "*Up your productivity*", Ed. Los Altos California: W. Kaufman

Christopher Jones, John, "*Diseñar el diseño*", Ed. Gustavo Gili, Barcelona

Christopher Jones, John, "*Métodos de diseño*", Ed. Gustavo Gili, Barcelona

Thackara, John, "*Design after modernism*"

Crosby, Theo, "*Living by design*", Ed. Pentagram

Van Doren, Harol Livingston, "*Industrial Design: a practical guide the product design and development*"

VOISINET, "*Introducción al CAD*", Ed. Mc Graw - Hill

Stephen Pheasant, "*BODY SPACE*"

Bruno Munari, "*¿Cómo nacen los Objetos?*", Ed. Gustavo Gilli

John H Burgess, "*Designing for Humans: The Human Factor in Engineering*"

Thomás Maldonado, "*El Diseño Industrial Reconsiderado*", Ed. G. Gili, S.A. de C.V 1993

Danielle Quarante, "*DISEÑO INDUSTRIAL*" Vol. 3, Ed. Pentagram

Davide Bruno, Rafaella Mangiarotti, "*Qualità totale e progetto*" en Ottagono No.107, pp. 69

Ginio Finizio, "*Future design*", en Ottagono No.107, pp. 75

Marc D. Miller, Randy Zaucha, "*The Color PC Production techniques*" Ed. Hyden Books, USA, 1995

Matila Ghyka, "*Estética de las proporciones en la naturaleza y en las artes*", Ed. Poseidon, España, 1977

Manuel Herrera Bonilla, "*El diseño total*", en DX Estudio y experimentación del diseño, No.1, 1998

Roy Latham, "*The Dictionary of Computer Graphics Technology and Applications*", Springer-Verlag, New York, 1991