

00163



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
FACULTAD DE ARQUITECTURA

PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN ARQUITECTURA

# T E S I S

## **LA ARQUITECTURA SOLAR: ESTRATEGIAS Y HERRAMIENTAS DIDÁCTICAS PARA EL DISEÑO**

*"Estudio de caso: Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Chiapas"*

QUE PARA OPTAR EL GRADO DE

**MAESTRO EN ARQUITECTURA**

PRESENTA

**Carlos Octavio Cruz Sánchez**

**MAESTRÍA EN ARQUITECTURA**

*(Diseño arquitectónico)*

CIUDAD UNIVERSITARIA

MAYO DEL 2004.



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.

ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA

*Director de tesis: Dr. David Morillón Gálvez*

*Sinodales: Dr. Jesús Aguirre Cárdenas*

*Dr. José Diego Morales Ramírez*

*Mtro. Miguel Hierro Gómez*

*Mtro. L. Franco Escamiroso Montalvo*

## ***Reconocimientos:***

### ***Al Dr. David Morillón Gálvez***

por su orientación en la elección del tema; por haberme facilitado el acceso a múltiples materiales y por el invaluable tiempo y dedicación que me brindó durante la realización de este trabajo. Su ejemplo es una guía para mi desempeño docente.

### ***Al Dr. Jesús Aguirre Cárdenas***

por su total disposición y apoyo. Sus opiniones y comentarios durante la elaboración del trabajo, me permitieron una mejor estructuración del mismo.

### ***Al Dr. José Diego Morales Ramírez***

por permitirme ser depositario de su confianza desde el inicio del proyecto y por su orientación continua durante el desarrollo de la tesis.

### ***Al Mtro. Miguel Hierro Gómez***

por sus atenciones y constante disposición de apoyo a través de sus acertados comentarios al trabajo.

### ***Al Mtro. Lorenzo F. Escamiroso Montalvo***

por su amplia disposición mostrada antes y durante la realización de este trabajo.

*A las Arquitectas: Paola Sánchez Sánchez y Maricela Sánchez Vallejo*

por su apoyo y demostración de compañerismo durante la realización de este trabajo

*A los Alumnos de la Facultad de Arquitectura de la UNACH*

por motivarme a la generación de ideas como la contenida en este trabajo y por su participación entusiasta en las tareas que implicaron la operación de esta tesis. Su dedicación me compromete a la superación académica constante.

## ***Agradecimientos:***

A mi madre, ***América Sánchez Gamboa*** quien ha servido de inspiración en mi camino. Su estímulo me motiva día a día para seguir adelante en la lucha diaria.

A ***Magaly, Karla Mery y Bryant*** por su comprensión y tolerancia durante las interminables horas dedicadas al trabajo.

A mis hermanos, ***Zoily Mery, Arcadio, Oscar y Alicia Yulieth*** de quienes he recibido su apoyo y permanente aliento para continuar en la búsqueda constante de la superación.

A mi cuñado ***Sergio*** y a mis sobrinos ***Sergio, Luis y Frida*** por su apoyo y colaboración en el trabajo de tesis.

## INDICE

<b>Resumen</b>	pág. 03
<b>Introducción</b>	05
<b>Capítulo I: Antecedentes</b>	10
1.1.- De la enseñanza del diseño solar	10
1.2.- Herramientas Didácticas	14
1.4.- Modelos físicos de simulación de la trayectoria solar	16
1.3.- Heliodón	17
1.5.- Programas computacionales de simulación solar	24
<b>Capítulo II: La arquitectura solar</b>	26
<i>"De la Arquitectura a la Arquitectura Solar"</i>	
2.1.- Definición, concepto y evolución	26
2.2.- Beneficios de la arquitectura solar	30
2.2.1.- Energéticos de la arquitectura solar	30
2.2.2.- Ambiental	31
2.2.3.- Económicos	31
2.2.4.- Confort térmico y lumínico	32
2.3.- La enseñanza de la arquitectura	33
2.3.1.- Geometría Solar	35
<b>Capítulo III: Desarrollo metodológico</b>	39
<i>"La estructura metodológica de base"</i>	
3.1.- Selección del método	40
3.2.- Delimitación del objeto de estudio	42
3.3.- Modelación del trabajo de campo para el estudio de caso	45
3.4.- Diseño y aplicación de los Instrumentos para evaluación de la propuesta didáctica	46



<b>Capitulo IV: Estrategias y herramientas didácticas</b>	50
4.1.- Planteamiento de la propuesta didáctica	50
4.1.1.- Sustento de la propuesta	50
4.1.2.- Modelos Pedagógicos	51
4.1.2.1.- Elección del Modelo	54
4.1.3.- Contenidos de aprendizaje para el ejercicio de diseño	56
4.1.4.- Estrategias didácticas	57
4.1.5.- Herramientas didácticas	65
4.2.- MDGH como herramienta didáctica	67
4.3.- Ejercicio de arquitectura solar proyectado para el "Taller de diseño arquitectónico III"	89
4.3.1.- Paso 1 "Plan del ejercicio de diseño"	89
4.3.2.- Paso 2 "Actividades y experiencias del aprendizaje"	92
4.3.3.- Paso 3 "Estrategias cognitivas para el aprendizaje"	93
4.4.- Propuesta de evaluación de los aprendizajes del ejercicio de diseño	95
4.4.1.- Elementos a evaluar	95
<b>Capitulo V: Estudio de caso: Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Chiapas</b>	97
<i>"Validación de la propuesta"</i>	
5.1.- De la Facultad de Arquitectura	97
5.2.- Contenidos a nivel enseñanza – aprendizaje	101
5.3.- Población en estudio	103
5.4.- Instrumentación	106
5.5.- Resultados	122
<b>Conclusiones y recomendaciones</b>	128
<b>Bibliografía y referencias</b>	131

## RESUMEN

La enseñanza – aprendizaje de la Arquitectura Solar, pasa por el desafío que implica la construcción conceptual de lo abstracto. Reflexionar en la construcción conceptual de los estudiantes en torno a *la ruta aparente del sol*, nos llevó a pensar en la manera de facilitar este proceso.

Bajo estas consideraciones, se propuso como objetivo: determinar las estrategias y herramientas didácticas para el aprendizaje de la arquitectura solar en los alumnos de la licenciatura: caso de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH).

Para ello, en este trabajo se diseña tanto una *estrategia de enseñanza - aprendizaje* como *herramientas didácticas*: Maqueta Didáctica Gráfico Heliodón (MDGH). Este diseño se estableció, a partir del modelo pedagógico cognoscitivista (constructivista) tanto en la propuesta como en su instrumentación.

Metodológicamente se hace uso de la **etnografía**, para el seguimiento y validación de la propuesta, estableciendo el estudio de caso en los primeros semestres y se apoya en técnicas como la observación, las fotografías, el diario de campo y la bitácora.

La validación de la propuesta se realiza en dos ciclos escolares (4º. semestre). La estrategia didáctica se implementó en cuatro grupos, con el fin de estandarizar los procesos educativos, dos en un ciclo escolar y dos en el ciclo siguiente; la herramienta didáctica (MDGH) como parte de la estrategia de la enseñanza de la arquitectura solar, se aplicó solo en uno de los grupos en cada ciclo y se revisó su incidencia en el proceso de aprendizaje.

Los resultados establecidos en términos cuantitativos y cualitativos indican que, tanto las estrategias como las herramientas didácticas que consideran la triada alumno – maestro – contenido, en el sentido establecido en este trabajo (cognoscitivista – constructivista), inciden significativamente de manera positiva, en la construcción conceptual de la abstracción *“ruta aparente del sol”*, *posibilitando con ello su comprensión y aplicación en el diseño de la arquitectura con enfoque en lo solar.*

Las conclusiones a las que se arriba, se orientan a señalar que se desarrollaron capacidades cognitivas en el alumno, para la construcción conceptual de lo abstracto, en relación con la ruta aparente del sol y su aplicación en el diseño en la arquitectura solar.

Así también, se concluye que para el logro de los objetivos señalados, la Maqueta Didáctica Gráfico Heliódón contribuye de manera significativa en el desarrollo del proceso de enseñanza - aprendizaje en el diseño de la arquitectura solar, del Taller de Diseño III, esto es, en lo inicios de la formación del futuro arquitecto.

## INTRODUCCIÓN

Una gran parte de la energía que usamos en la tierra, proviene del **sol**. El hombre en sus orígenes adaptó su hábitat al entorno, y guiado por un cúmulo de experiencia aprovechó la topografía, los materiales propios de la región donde se estableció y otros elementos que lo rodeaban para construir y hacer más confortable su morada.

En este sentido, se debe pensar – *hoy en día* - en aquella arquitectura que diseña para aprovechar el clima y las condiciones del entorno con el fin de conseguir una situación de confort térmico en su interior, la **arquitectura bioclimática**, la cual, juega exclusivamente con el diseño y los elementos arquitectónicos aprovechando los componentes del medio físico natural, sin necesidad de utilizar sistemas mecánicos complejos, aunque ello no implica que no se pueda compatibilizar.

Se puede decir, que gran parte de la arquitectura tradicional o vernácula, ha funcionado según los principios bioclimáticos, en el tiempo en que las posibilidades de climatización artificial son escasas y caras. Los ventanales orientados al norte en la región centro del estado de Chiapas, y los ventanales ubicados al sur, cuentan con volados que los protegen del sol, el uso de ciertos materiales con determinadas propiedades térmicas, como la madera o el adobe, el abrigo del suelo, el encalado de las casas , la ubicación de los pueblos... no es por casualidad, sino que cumplen una función específica.

Por otra parte, la **arquitectura sustentable** es, por su lado, un término muy genérico dentro del cual, se puede encuadrar la noción de reducir el impacto del consumo energético de las edificaciones o del edificio. Esta arquitectura, reflexiona sobre el impacto ambiental de todos los procesos implicados en una vivienda, desde los materiales de fabricación (obtención que no produzca desechos tóxicos y no consuma mucha energía), las técnicas de construcción (que supongan un mínimo deterioro ambiental), la ubicación del edificio y su impacto en el entorno, el consumo energético de la misma y su impacto, hasta el reciclado de los materiales cuando la casa ha cumplido su función y se derriba.

Íntimamente relacionada con la arquitectura bioclimática, está la **Arquitectura solar**, la cual, hace referencia al diseño del edificio para el aprovechamiento ó protección de la energía solar y, puesto que no utiliza sistemas mecánicos, ambas van hacia la sustentabilidad.

El hacer arquitectura solar, implica diseñar y construir espacios habitables funcionales y confortables para los usuarios. Dichos espacios deben responder integral y armónicamente a la acción de los factores naturales ambientales del lugar, fundamentalmente al aprovechamiento simple y natural de la energía solar.

Así pues, una construcción diseñada por la arquitectura solar reduce la energía convencional consumida y, por tanto, colabora de forma importante en la reducción de los problemas ecológicos que se derivan de ello, pues como señala Sabady (1982): *el 30% del consumo de energía primaria en los países industrializados proviene del sector de la edificación*. Por otro lado en México y de acuerdo a cifras contenidas en el Balance Nacional de Energía, en el año 2001 el consumo de energía fue: hidrocarburos 89.4%; electricidad 4.6%; biomasa 3.6%; carbón 2.4 % (Balance Nacional de Energía 2001)

Estos conocimientos debieran sensibilizarnos ante las necesidades del mundo presente, para así plantear una edificación con buena orientación, ventilación e iluminación, adaptando las modas y atendiendo al clima, las necesidades físicas y psicológicas de sus moradores, así como, a sus tradiciones y costumbres, para retomarlas y enriquecerlas. En este sentido, al final, el conocer el comportamiento solar para el diseño de edificios, sienta las bases para la *arquitectura bioclimática, sustentable, solar, etc.*

Esta sensibilización debiera generarse y desarrollarse durante el proceso de formación profesional del arquitecto, sin embargo, ésta depende de factores que no han sido analizados en tanto su orientación axiológica y filosófica, como elementos preeminentes en la conceptualización de la ciencia y la técnica. Generalmente, se propicia ésta sensibilización en los estudios de posgrado.

En este sentido y como se señala en el Programa Estatal de Educación, Chiapas, 2001 – 2006: *“la educación superior no responde a los retos que plantea la sociedad local y global, la sociedad del conocimiento y el desarrollo tecnológico – científico”*.

En este escenario de encontrados intereses, las instituciones se han preocupado por que los planteamientos pedagógicos específicos de los planes y programas de estudio puedan operar. Esta visión instrumentalista, del proceso de enseñanza - aprendizaje, deja de lado el carácter humanista del futuro Arquitecto.

Todo lo anterior, nos lleva a cuestionamientos como: ¿se orienta el estudio de la arquitectura a la generación y desarrollo de conceptos valorativos del ambiente?, ¿está el curso estructurado con una orientación formativa?, ¿se establecen en el programa, técnicas didácticas específicas para su enseñanza?, ¿cuáles son los resultados de aprendizaje que se tienen?, ¿podrían otras estrategias didácticas mejorar el aprendizaje?.

Estas y otras interrogantes conforman lo abordado en este trabajo: ***¿qué estrategias y herramientas didácticas mejoran el aprendizaje de la arquitectura solar en los alumnos de la licenciatura: caso de la Facultad de Arquitectura de la UNACH?***

El objetivo general de la tesis es: ***determinar estrategia y herramienta didáctica para el aprendizaje de la arquitectura solar en los alumnos de la licenciatura: caso de la Facultad de Arquitectura de la UNACH.***

A fin de alcanzar el objetivo señalado, se bosqueja un ejercicio de diseño que se lleva a la práctica durante el desarrollo del curso: *diseño arquitectónico III*, con los alumnos del cuarto semestre durante dos ciclos lectivos; dicho ejercicio, es el escenario de este trabajo y se analiza desde una perspectiva cualitativa, con el método denominado ***etnográfico***, mediante un “*estudio de caso*”, él que por su carácter holístico, permite el análisis de los indicadores en su propio contexto.

La **hipótesis** de trabajo es: una estrategia y herramientas didácticas que considere al *alumno – maestro – contenidos*, dentro de un contexto constructivista tendrá una incidencia significativa en los aprendizajes de la arquitectura solar.

A partir de ella, se revisan diversas orientaciones educativas, es decir, los modelos pedagógicos que permiten la explicación del fenómeno en estudio; se diseña una propuesta didáctica *ad hoc* para el ejercicio de diseño, compuesto de tres elementos: a).- *un conjunto de contenidos temáticos*, b).- *una estrategia didáctica* y c).- *una herramienta didáctica*:

- a) *conjunto de contenidos temáticos*, estos contenidos se proponen para el desarrollo del ejercicio de diseño, tomando como base el programa de la licenciatura en el que se encuentran.
- b) *estrategia didáctica*, siguiendo los principios generales del modelo pedagógico cognoscitivista, se proponen un conjunto de pasos o acciones integrados en una sola estrategia didáctica para el ejercicio de diseño. Esta estrategia, se propone para la enseñanza de los contenidos antes señalados y se apoya en la Maqueta Didáctica Gráfico Heliodón (MDGH) como herramienta didáctica.
- c) *herramienta didáctica*, denominada Maqueta Didáctica Gráfico Heliodón (MDGH) es el aporte de esta tesis y en este trabajo, se analiza su potencial didáctico para la enseñanza del diseño de la arquitectura solar.

El documento se estructura sobre la base de cinco capítulos:

### **Capítulo I: Antecedentes:**

En este apartado, se señalan diversos referentes conceptuales en torno al desarrollo de los instrumentos físicos de simulación solar en diseño y la enseñanza de la arquitectura.

## **Capítulo II: La Arquitectura Solar:**

*“De la Arquitectura a la Arquitectura Solar”.*

En este título, se abordan los referentes teóricos que sustentan el análisis tanto de la arquitectura solar como de las bases para su enseñanza – aprendizaje.

## **Capítulo III: Desarrollo metodológico:**

*“La estructura metodológica de base”.*

En el desarrollo de ésta sección, se establece y describe la metodología seguida para definir la estrategia y la herramientas didácticas, además de los procesos para el logro del objetivo planteado, validado mediante un estudio de caso.

## **Capítulo IV: Estrategias y herramientas didácticas:**

*“Planteamiento de la propuesta didáctica”.*

Se expone en este apartado, la propuesta didáctica como un modelo para la enseñanza de la arquitectura en general y del diseño con énfasis en la arquitectura solar en lo particular, comprende: el sustento de la propuesta, la estrategia y herramienta didácticas para su aplicación y una manera *ad hoc* para su evaluación.

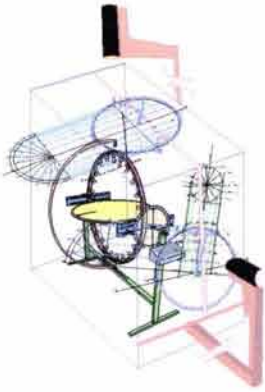
## **Capítulo V: Estudio de caso: Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH)**

*“Validación de la propuesta”.*

En este rubro, se explicita el trabajo sobre la práctica de la enseñanza - aprendizaje del diseño de la Arquitectura Solar de la licenciatura de la Facultad de Arquitectura de la UNACH. A partir de un ejercicio de diseño, se aplica la propuesta didáctica y se evalúa, además se establecen los resultados del uso de la herramienta didáctica Maqueta Didáctica Gráfico Heliódón (MDGH).

Finalmente, el trabajo se concluye con los apartados de conclusiones y recomendaciones y bibliografía y referencias.





# *Capítulo I*

## *Antecedentes*

*1.1.- De la enseñanza del diseño solar*

*1.2.- Herramientas Didácticas*

*1.4.- Modelos físicos de simulación de la trayectoria solar*

*1.3.- Heliodón*

*1.5.- Programas computacionales de simulación solar*

## CAPITULO I: ANTECEDENTES

### **1.1.- De la enseñanza del diseño solar**

Los orígenes de la arquitectura se pierden junto con los del ser humano y sólo se conocen por las escasas huellas que resisten el paso del tiempo. Sin embargo, es indudable que en la prehistoria el hombre empleó las artes constructivas y prueba de ello son los numerosos restos de monumentos funerarios, cavernas artificiales o recintos conmemorativos (Villagrán:1988)

Utilizando de nuevo el paralelismo con la historia de la humanidad, se podría considerar que la historia de la arquitectura se remonta a los restos conservados del *lenguaje arquitectónico*, es decir, *compositivo*. Así, se puede datar su inicio asociado al desarrollo de monolitos como los de: **Stonehenge**, monumento ritual prehistórico situado en la llanura de Salisbury, al suroeste de Inglaterra, fechado entre los últimos periodos del neolítico (finales de la edad de piedra) y los primeros de la edad del bronce. Es el más famoso de los monumentos megalíticos de Inglaterra y la estructura prehistórica más importante de Europa. Aunque se desconoce con exactitud su funcionalidad, es muy probable que hubiera sido un lugar de reunión de grupos primitivos o un centro religioso relacionado con la observación astronómica.

No podemos soslayar, que existen evidencias de edificaciones contemporáneas a las citadas líneas arriba, construidas con materiales de origen orgánico, tanto vegetal como animal, sin embargo, éstas son tan solo reseñadas por los trabajos de la antropología.

Por otro lado, en el campo de la enseñanza del diseño, inscrito en la orientación de la arquitectura solar se han hecho esfuerzos en diferentes momentos y orientaciones, es decir, ya en la época de los griegos, se hacían instrumentos como el reloj solar para medir el tiempo.

Hoy en día, el desarrollo científico (p. ej, teorías del uso racional de la energía) y tecnológico (p. ej, los sistemas de climatización artificial, el software para el diseño, etc) exigen de nuevas formas de entender la formación del arquitecto para el desarrollo de habilidades y aptitudes para la aplicación de las innovaciones científicas y tecnológicas.

En tanto, en la Facultad de arquitectura de la Universidad Autónoma de Chiapas, en el primer plan de estudios (1977), no se consideraba contenidos relativos a la arquitectura solar; en la reforma curricular de 1993, se incluyen contenidos temáticos generales relativos al medio físico natural, entre ellos: el clima, asoleamiento, iluminación. Quedando a criterio del docente que imparta la materia, la amplitud de estos temas hacia la arquitectura solar .

Es poco el tiempo transcurrido entre la idea de aprovechamiento racional de la energía solar y su efecto en acciones concretas como la formación profesional en el campo del diseño y la arquitectura en general; es en talleres y seminarios, en congresos y conferencias y sobretodo en los programas de posgrado en donde se está trabajando de manera insistente en la sensibilización y desarrollo de esta concepción holística de la arquitectura.

Así por ejemplo, Morillón: (2003) y otros especialistas, imparten cursos, seminarios, diplomados, maestrías y doctorados en **diseño bioclimático** en la Universidad Autónoma de México y otras instituciones del país.

Por otra parte, en las reuniones de la Asociación Argentina de Energías Renovables y Ambiente (ASADES) Sosa y Fushimi (2002) presentaron un trabajo sobre: "*La enseñanza del uso racional de la energía en las materias del área térmica en las carreras de ingeniería industrial y mecánica*", ellos relatan las experiencias sobre las actividades docentes de grado y los resultados que consideran en un área específica de la enseñanza de la ingeniería que apunta al correcto uso de los recursos en los procesos *termo – energéticos*.

El trabajo de Sosa y Fushimi (2002), se inscribe en la perspectiva educativa en tanto que, se plantea un método que además de motivar a los alumnos, les permite una manera más eficiente de desarrollar los cálculos necesarios para la ingeniería y sus procesos, aportando al presente estudio, los referentes que en el ámbito de la educación para la enseñanza de lo energético se realizan en diferentes espacios.

En ésta misma reunión Czajkowsky, Planas y Moralli (2002) presentaron la *Creación de un laboratorio ambientalmente conciente en el ámbito de una escuela técnica de enseñanza media*, en una provincia de Buenos Aires, Argentina. En ésta exposición, se discuten los resultados de las experiencias en la aplicación del proyecto “*casa popular sustentable*” y las dificultades presentadas durante su operación: auditoría en edificios de la región, desarrollo de sistemas constructivos su evaluación y medición y la construcción de un módulo de ensayo de sistemas de construcción en escala 1:1 entre otros.

Por otro lado, en lo que respecta al análisis de los procesos de enseñanza del diseño, se revisaron documentos orientados hacia este ámbito, encontrándose que en la publicación *Ámbito Arquitectónico*, revista nacional de difusión de la Asociación de Instituciones de Enseñanza de la Arquitectura (ASINEA) del 2001, incluye un artículo de Alvarez : “El taller de diseño en la formación de los arquitectos”, en el que establece la relación entre el ejercicio de una profesión como la arquitectura y sus formas de enseñanza. Se aborda desde la perspectiva de la transformación de modelos de enseñanza, pretendiendo plantear las posibilidades pedagógicas que guarda el sistema de taller de diseño arquitectónico. En este mismo documento, se encuentra publicado el trabajo de Machiavello: “el pensamiento Visual abstracto reflectivo y la representación gráfica del objeto”, en el que se analiza la problemática sobre la representación tridimensional de un objeto presentado en forma bidimensional.

Finalmente, se revisó las memorias de las 8th. International Solar Energy Education Conference que se llevó a cabo en Orlando, Florida US por the International Solar Energy Society; en donde se publican trabajos de diversos investigadores en el campo de la educación y la energía como el de Morillón, Harada y Estrada entre otros.

El trabajo de Estrada y Hernández (2002) "Educative Parabolic Solar Concentration" plantea las investigaciones desarrolladas en la UNAM, incluyendo los conceptos básicos de la concentración solar y algunos experimentos fáciles que se hacen con el instrumento; el propósito del proyecto entre otros, facilitar la educación de los conceptos básicos de la utilización de la energía haciendo que las personas tengan el uso del recurso solar como energía térmica suplementaria, así como las ventajas de su uso en el futuro próximo en México.

En el trabajo de Forgey, (2002) " How Ohio Theaches About Energy", se plantea una visión de la posibilidad de recursos para la educación energética por el Proyecto de Energía de Ohio (OEP) y los modelos en los cuales la OEP establecen los recursos en la universidad de Ohio. Ésta discusión, es en la línea del tiempo en lu largo trabajo con los estudiantes que están involucrados y en el desarrollo profesional de oportunidades para los profesores, para las escuelas y las prácticas innovadoras usadas por la OEP para formar estudiantes que sena lideres en conciencia de la energía en sus escuelas y comunidades.

Tanto el trabajo de Estrada y Hernández como en el de Forgey, abordan el campo de la educación de la energía solar, sin embargo, este acercamiento se hace desde un diferente ángulo del que se propone en este trabajo, en tanto que se propone, en principio, educar acerca del aprovechamiento responsable de la energía y las distintas formas de hacerlo.

Mención aparte, merece el trabajo de Morales (1993), cuya labor con los llamados "techos escudos", es un esfuerzo por dimensionar el uso racional de la energía solar en las edificaciones.

## **1.2.- Herramientas didácticas**

En México, se ha respondido a las exigencias educativas, concentrando los esfuerzos en la educación básica y media superior, no obstante, se ha optado por la masificación de la instrucción, quedando de lado la *calidad educativa*, medida a partir de los aprendizajes y conocimientos de los educandos. (Programa Estatal de Educación, Chiapas, 2001 – 2006).

La educación superior en el campo de la arquitectura, no ha sido la excepción en cuanto a la disociación entre lo concreto de la vida cotidiana y lo abstracto de la formación profesional en el espacio institucional (Álvarez , 2001).

En este sentido, un problema que se ha detectado en las escuelas de arquitectura, y sobretodo en las materias de representación gráfica, es el trabajo que le cuesta a la mayoría de los alumnos, el identificar un objeto gráfico geométrico cuando éste se le presenta en una posición diferente, o en un indistinto nivel de representación abstracta, ya sea tridimensional o bidimensional. Sin importar el grado académico en que se encuentre el alumno, ni lo brillante que éste sea. Cualquiera podría pensar que esta falta de habilidad, no es algo de importancia. Pero si lo analizamos detenidamente, notaremos que esta incapacidad no solo lo limita en este aspecto, sino que lo afecta también en otros aspectos propios del perfil de un arquitecto (Machiavelo, 2001).

La solución a este problema, podría plantearse de muchas maneras, pero, hay un aspecto que no puede ser dejado de lado por los maestros, y es el hecho de que el alumno aprende en función a sus propias capacidades.

Pero, aunque el alumno tenga un gran interés en desarrollar éstas capacidades de aprendizaje, una mala enseñanza puede eventualmente entorpecer su aprendizaje (Machiavelo, 2001).

La enseñanza del diseño para la arquitectura solar, enfrenta la misma problemática de representación abstracta, en la construcción conceptual de la ruta aparente del sol, la que cotidianamente se enseña en los talleres de diseño de manera bidimensional, a partir del uso de herramientas didácticas como la gráfica solar, el proyector de acetatos, el pizarrón y otros.

Para el diseño con el enfoque de la arquitectura solar, se requiere de la representación tridimensional para efecto del aprovechamiento adecuado del sol en los proyectos arquitectónicos.

Por ello, para la enseñanza del diseño en arquitectura solar, los maestros y alumnos necesitan de una **herramienta didáctica** tal, que les permita la enseñanza – aprendizaje conceptual, tanto en forma bidimensional como tridimensional de la ruta aparente del sol.

La necesidad entonces de *herramientas didácticas* para el diseño se vuelve preeminente, en tanto que sin ellas la tarea del diseño en relación a un concepto de gran abstracción como la ruta aparente del sol, resulta por demás complejo y en ocasiones frustrante, tanto para el profesor, como para el futuro arquitecto.

Existen diversas *herramientas didácticas* para la enseñanza del diseño en general (pizarrón, proyector de acetatos, rotafolio, maquetas arquitectónicas etcétera) sin embargo, en lo que respecta al diseño solar, estas *herramientas didácticas* resultan insuficientes, por ello, una *herramienta didáctica* como el **heliodón**, representa ampliar el potencial de aprendizaje.

### 1.3.- Modelos físicos de simulación de la trayectoria solar

La gran ventaja en la utilización de este tipo de modelos, es la posibilidad de simular cualquier orientación en ámbito controlado y la posibilidad de ser repetido  $n$  veces. Observar en maquetas el comportamiento de las sombras y los asoleamientos, de fachada es algo visual que puede ser interpretado rápidamente y que permite corregir o transformar fácilmente (Rodríguez et al, 2002).

Los modelos de simulación de trayectoria solar requieren de la utilización de una o varias fuentes luminosas representando el sol. Además la relación entre el modelo a escala del edificio y la fuente luminosa debe reproducir tres condiciones: latitud, declinación del sol y hora del día. Estas condiciones, cuando son ajustables pueden reproducir las variables de cualquier lugar (Rodríguez et al, 2002).

Además de lo señalado por Rodríguez et al (2002), para los modelos físicos de simulación de la trayectoria solar como herramientas de diseño, es decir, como instrumento/fuente de datos para el cálculo y el diseño de un proyecto arquitectónico, deberán reunir las características de una herramienta didáctica, si se quiere hacer uso de estos modelos para la enseñanza - aprendizaje, dicho de otro modo, deberán considerar al alumno, a los contenidos de aprendizaje y al profesor.

Si se logra conjuntar ambos requerimientos, el modelo de simulación, adquiere el status de "*laboratorio*" de análisis, cálculo y comprensión de la ruta aparente del sol, para el diseño, evaluación y adecuación de los proyectos arquitectónicos, inscritos en el enfoque de la arquitectura solar.



#### 1.4.- Heliodón

Se han hecho múltiples y variados esfuerzos por crear instrumentos que además de la precisión en sus mediciones, permitan establecer la noción del movimiento solar. Como producto de estos esfuerzos, se tiene el Heliodón.

Como destaca Rodríguez et al (2002), . . .“desde los años treinta del siglo veinte, se ha construido un número significativo de modelos físicos de simulación de la trayectoria solar bajo diferentes nombres: máquina solar, máquina de trayectoria solar, helioscopio, heliodón, solescopio, termoheliodón, solármetro, etcétera” (p. 56).

La primera noticia que se ha logrado detectar respecto a la construcción física de un simulador físico de la trayectoria solar (heliodón), corresponde al año 1931 y se refiere al que construyeron Dufton y Beckett del Centro de investigación de la Construcción del Reino Unido. El heliodón consiste en una plataforma inclinable en función de la latitud deseada, y que está colocada en una base giratoria que indica el tiempo horario. Por último la fuente luminosa se encuentra en un riel vertical y puede ser deslizada en función de la estación del año (Rodríguez et al, 2002).

Una de las características que distingue a los distintos instrumentos que simulan el recorrido del sol aparente, es su capacidad para establecer los indicadores necesarios para el diseño en relación con la trayectoria solar.

Por otra parte, la enseñanza del diseño orientado hacia la arquitectura solar, exige como referente a la geometría solar, sin embargo, como señala Machiavelo (2001), se debe reflexionar en la representación abstracta para la construcción conceptual de la ruta aparente del sol, como base conceptual para el desarrollo en otros aspectos propios del perfil de un arquitecto.

En años recientes observamos dos tendencias en la construcción de heliodones, la primera se relaciona con el diseño y producción de **heliodones tipo**, generalmente de pequeñas dimensiones como instrumento de laboratorio escolar y con fines

pedagógicos, es decir como ***herramienta didáctica***, como ejemplo podemos mencionar al heliodón que ofrece comercialmente el Instituto Politécnico de Troy, Nueva York. Este instrumento, está diseñado para simular los rayos solares en latitud de 0 a 70 grados para cualquier día del año.

La segunda tendencia esta vinculada a los centros de investigación, universidades y fundaciones donde la necesidad de estudio, análisis y experimentación exigen niveles de alta precisión. En general son heliodones diseñados para un sitio específico (el laboratorio) y por tanto, sus características físicas son únicas. También el diseño tiene cierto grado de originalidad ya que se realiza a partir de las necesidades particulares de los autores – investigadores.

Un gran número de escuelas de arquitectura en el mundo y los centros especializados en investigación energética han desarrollado su propio heliodón. De entre ellos el diseñado por el profesor C. Benton, del Centro de Ciencias de la Construcción en Berkeley, Universidad de California, es un buen ejemplo. Fue diseñado para la Pacific Energic Center de San Francisco (Rodríguez et al, 2002).

Otro ejemplo reciente y significativo, es el heliodón de la Facultad de Arquitectura de la Universidad de Cardiff (1998) en País de Gales, Gran Bretaña. Un domo intenta simular la bóveda celeste y es utilizado como cielo artificial y heliodón. Es quizá la instalación más grande de este tipo. El objetivo es recrear los efectos de luz del día y de los rayos del sol con precisión, bajo distintas condiciones; con cielos claros y nublados en cualquier momento del día, para cualquier estación del año y cualquier parte del mundo.

Finalmente, mencionaremos también el heliodón del laboratorio de investigaciones en arquitectura bioclimática de la Universidad Autónoma Metropolitana que se construyó para disponer de una herramienta que permita observar el comportamiento de la arquitectura ante condiciones reales de asoleamiento (Rodríguez et al, 2002).

Se describen a continuación, algunos de los más significativos modelos físicos de simulación de la trayectoria solar, para efecto de su explicación y desarrollo:

- El diseñado por Balderas (1985) (figura no.1), tiene una base circular giratoria para colocar modelos y manejar la latitud del lugar, una lámpara (reflector 50 w) montada en un brazo del tubo de aluminio 1.27 cm. De diámetro con transportador para fijar la declinación, todo el brazo sujeto a un brazo despaciador diario. Este heliodón, simula el recorrido del sol aparente en su propuesta tridimensional pero no arroja los datos de los ángulos del diseño tanto en su posición vertical como horizontal ni simula las 24 horas del día.

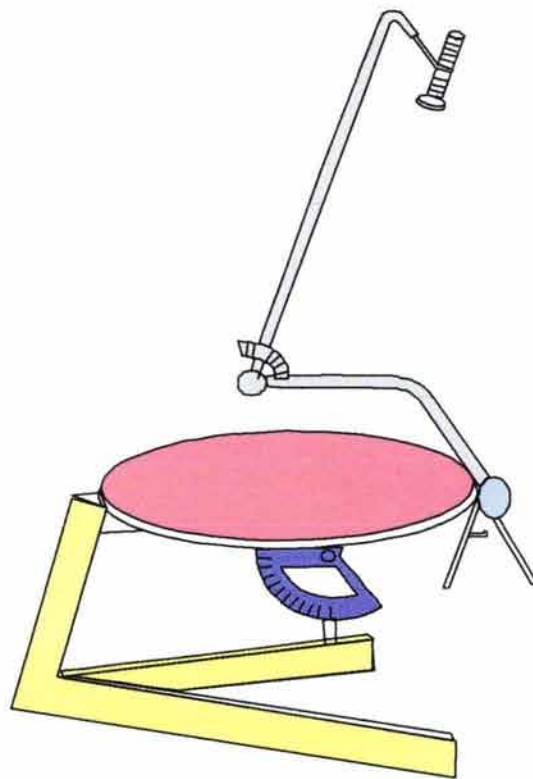
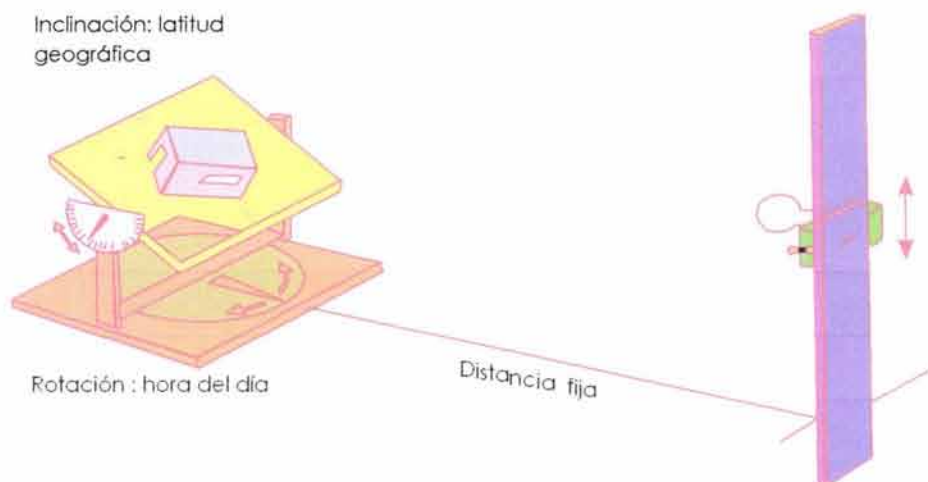


FIGURA 1

*Heliodón* diseñado por Balderas

- El que describe Tudela (1982) (figura no.2), la plataforma sobre la que se fija la maqueta puede girar respecto a un eje horizontal. Un cuadrante permite controlar la incidencia de la plataforma. Este mecanismo está montado sobre una base que a su vez puede pivotar en torno a un eje vertical. El mecanismo completo se sitúa frente a un foco cuya base puede deslizarse sobre unas guías verticales sujetas a una pared. La graduación del recorrido del foco permite seleccionar la declinación deseada; la inclinación de la plataforma se hará corresponder con la latitud del lugar. Bastará entonces, situar la maqueta sobre la plataforma y hacerla girar en torno a su eje vertical para reproducir el movimiento aparente del sol alrededor de la maqueta en el día correspondiente a la declinación que señala la posición del foco. Un círculo graduado permitirá controlar el movimiento horario, es decir, el giro del eje vertical de la plataforma. Simula el recorrido del sol aparente en tres dimensiones y por 24 horas del día, sin embargo, al tener el sol fijo, como herramienta didáctica es difícil de entender e interpretar el recorrido aparente del sol, ya que en la realidad observamos que el sol se mueve (aparentemente).



**FIGURA 2**  
*Heliodón descrito por Tudela*

- El Helioscopio desarrollado por la Commonwealth Experimental Building Station, Sydney Australia (figura No.3), tiene una plataforma horizontal y una lámpara o espejo montado en el extremo de un largo brazo que tiene ventajas: la plataforma permanece a nivel. Puede acomodar grandes modelos y las piezas pueden dejarse holgadas para su ajuste. Desventajas: producto de la ingeniería de precisión, caro y con limitado ajuste de latitud. (Morillón *et al*, 1991)

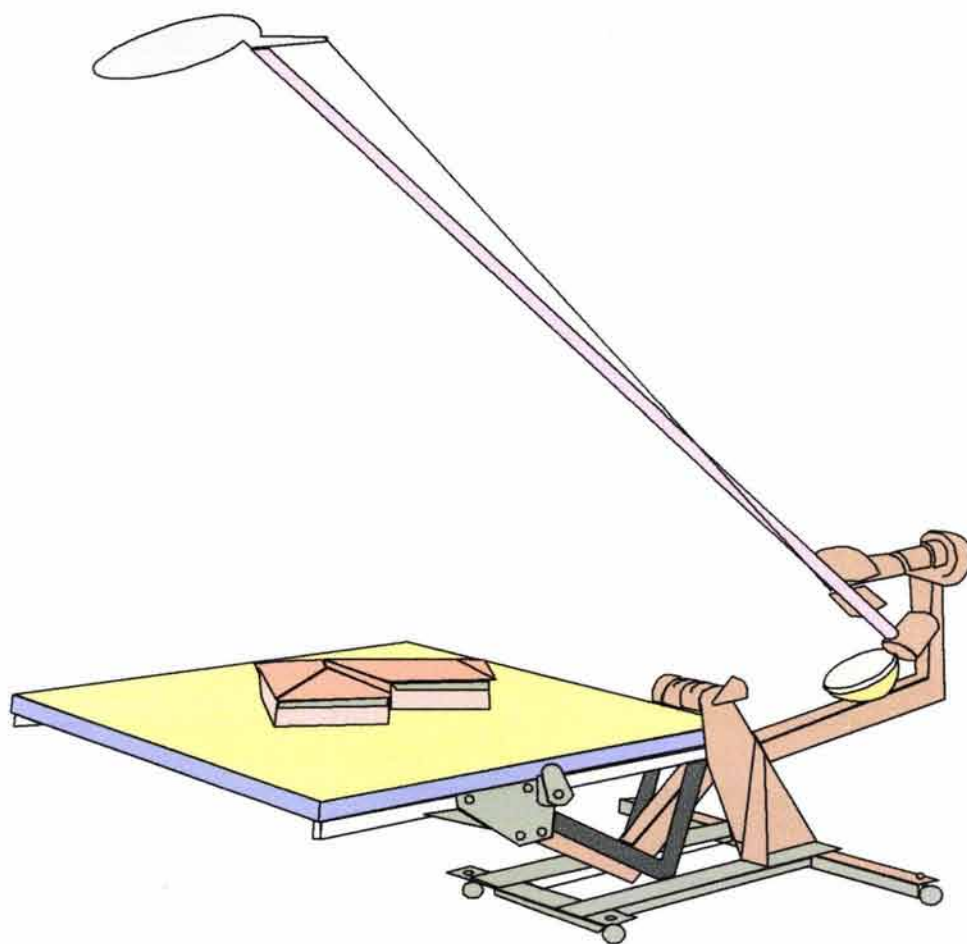
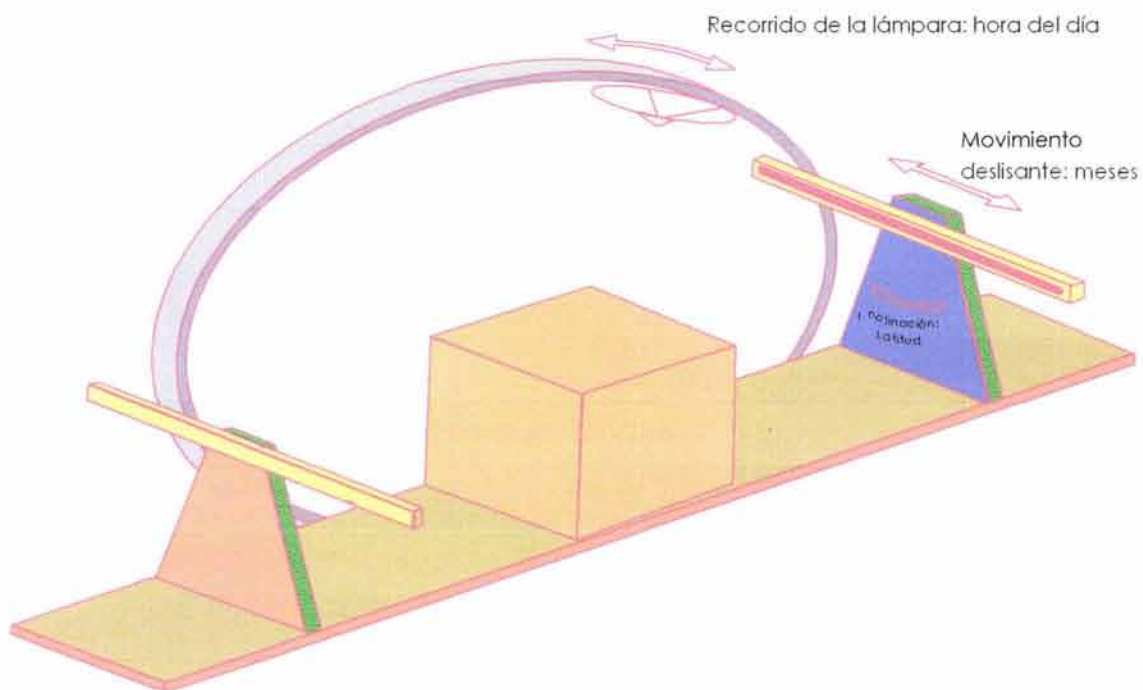


FIGURA 3

El Helioscopio desarrollado por la Commonwealth

- Helioscopio desarrollado por Szokolay en el Plytecnic of Central London (figura No.4), tiene un riel de tres cuartos de círculo, de gran radio, que representa la trayectoria del sol, con una inclinación (latitud) y un movimiento paralelo (época del año), sobre cuyo riel se desplaza una lámpara que sirve para ajustar la hora del día. Ventajas: como las anteriores a demás de la trayectoria solar representada por el riel, es fácil de comprender el mejor confines didácticos. Desventajas: requiere mucho espacio, estructura maciza y algo caro (Morillón *et al*, 1991)



**FIGURA 4**

Helioscopio desarrollado por Szokolay

- El Heliódón desarrollado por Morillón et al (1991), (figura No. 5) que consta de tres partes fundamentalmente: (A) mesa de maquetas. Dimensiones 1.2 x 1 mts. la plataforma donde se fija la maqueta puede girar respecto a un eje horizontal. En la parte lateral inferior se encuentra una graduación que nos permite controlar la inclinación de la plataforma (latitud del lugar a estudiar su incidencia solar). Este mecanismo esta montado sobre una base que se desplaza sobre el riel arqueado (B), para definir la trayectoria del sol durante el año (declinación). El mecanismo completo se sitúa frente a un arco que simula la trayectoria del sol (C), el arco tiene un radio de 1.5 mts. En el cual se encuentran los focos, cada uno de ellos representa la posición del sol desde la 06:00 hrs hasta las 18:00 hrs. Este heliódón tiene la ventaja de simular en tres dimensiones, desde la perspectiva didáctica, es favorable contar con sol en movimiento (aparente), permite la simulación hasta por 12 horas.

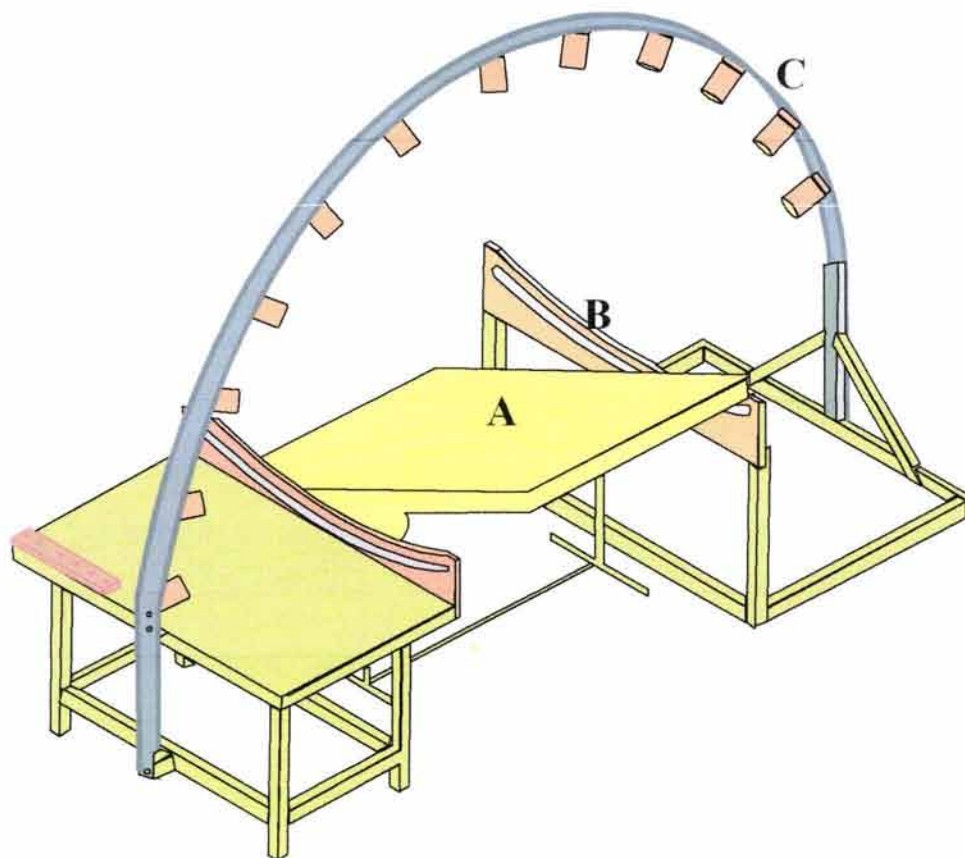


FIGURA 5  
Heliódón desarrollado por Morillón et al

## 1.5.- Programas computacionales de simulación solar

El desarrollo de las gráficas computacionales logrados en los años 50', dio inicio al diseño asistido por computadora, que durante las décadas de los 70' y 80' evoluciona dando por resultado los primeros programas de dibujo y pintura, así como algunos graficadores especializados. En la década pasada, es cuando se generaliza el uso de gráficos tridimensionales CAD – CAM (Diseño y Modelaje) y 3D ilustración y animación (Rodríguez et al, 2002)

Actualmente la incorporación de sistemas electrónicos como herramienta de apoyo para la actividad proyectual resulta de gran utilidad. Ya todos nos hemos acostumbrado al dibujo por computadora y a una serie de programas complementarios, de apoyo para la representación tridimensional ó para el análisis y evaluación de parámetros lumínicos, térmicos u otros. Encontramos abundancia de simuladores numéricos y gráficos, que resultan atractivos para los profesionistas y además permiten pronosticar de manera más eficiente (Fuentes, 2002).

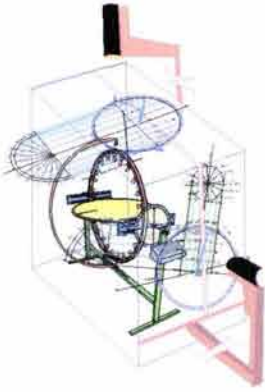
En el ámbito comercial aparecen una amplia gama de programas computacionales relacionados con la simulación de la trayectoria solar y la iluminación natural: **Sol, Sun Dial, MacHeliodón, Light Scape, 3d Max, Mac Architrion, Desingn Workshop, MiniCat, AutoCat, PC Solar, Archicat**, así como un software desarrollado por Gómez (2003) y probablemente muchos más diseñados para resolver e informar sobre incidencia solar, proyección de sombras y algunos aspectos de iluminación natural (Rodríguez et al, 2002).

El software es utilizado en la actualidad, de manera frecuente por los diseñadores, profesionistas y estudiantes, ya que ofrecen una solución a las necesidades de inmediatez y manejo de grandes volúmenes de información, así como la utilización de modelos informáticos de la aplicación de estrategias para el manejo adecuado de la energía solar (proyecciones de sombras, dispositivos pasivos, orientación etcétera).



Cuenta con un gran potencial para el diseño por su adaptabilidad a cualquier latitud y usos horarios, no obstante, su aplicación para la comprensión del movimiento aparente del sol por los usuarios, así como la verificación de los resultados dados por el programa, no es factible por ser una “caja negra”, es decir, se obtiene el resultado, pero no el proceso para la obtención y comprensión del mismo.

Sin la pretensión de ser exhaustivo, esta revisión aunque amplia, no abarca el total de los estudios, sabiendo que en diferentes partes del mundo se está trabajando en la construcción de modelos educativos, orientados hacia una relación mas armoniosa con la naturaleza, lo que hemos revisado, si bien, es orientador en tanto el uso racional de la energía solar, no se ha encontrado estudios semejantes, o que aborden la didáctica del diseño solar a partir de un simulador físico de la ruta aparente del sol (Heliodón y gráficas), y/o la construcción conceptual y de representación tridimensional de la misma. Esto lleva a proponer una herramienta que apoye al estudiante de arquitectura, en la comprensión de la ruta del sol aparente, como base para su aplicación en diseño de edificios orientados hacia la arquitectura solar.



## *Capítulo II*

### *La arquitectura solar*

*“De la Arquitectura a la Arquitectura Solar”*

*2.1.- Definición, concepto y evolución*

*2.2.- Beneficios de la arquitectura solar*

*2.2.1- Energéticos de la arquitectura solar*

*2.2.2.- Ambiental*

*2.2.3.- Económicos*

*2.2.4.- Confort térmico y lumínico*

*2.3.- La enseñanza de la arquitectura*

*2.3.1.- Geometría Solar*

## CAPITULO II: LA ARQUITECTURA SOLAR

### *“De la Arquitectura a la Arquitectura Solar”*

A partir de los referentes generales de la arquitectura, se revisará en principio, la definición de **Arquitectura** y sus antecedentes, para finalmente, establecer los principios de la **Arquitectura Solar**, su definición y elementos constitutivos.

#### 2.1.- Definición, concepto y evolución

Una de las definiciones que se mencionan con regularidad, es la que señala que la **Arquitectura** es: *el arte de proyectar y la ciencia de construir edificios perdurables, siguiendo determinadas reglas, con objeto de crear obras adecuadas a su propósito, agradables a la vista y capaces de provocar un placer estético, considerando dos coordenadas: su momento histórico y su situación geográfica* (Villagrán,1988)

En este sentido, podemos decir que la arquitectura se ha materializado según diferentes estilos a lo largo de la historia: gótico, barroco y neoclásico, entre otros. También se puede clasificar de acuerdo a un estilo más o menos homogéneo, asociado a una cultura o periodo histórico determinado: arquitectura griega, romana, egipcia. El estilo arquitectónico refleja unos determinados valores o necesidades sociales, independientemente de la obra que se construya (casas, fábricas, hoteles, aeropuertos o templos).

En cualquier caso, la arquitectura no depende sólo del gusto o de los cánones estéticos, sino que tiene en cuenta una serie de cuestiones prácticas, estrechamente relacionadas entre sí: la elección de los materiales y su puesta en obra, la disposición estructural de las cargas y el precepto fundamental del uso al que esté destinado el edificio.

Otra situación que ha incidido en algunas de las distintas perspectivas de la arquitectura, es la noción de que el hombre en sus orígenes adaptó su hábitat al entorno, y guiado por un cúmulo de experiencia aprovechó la topografía, los materiales y el clima propios de la región donde se estableció y otros elementos del ambiente que lo rodeaban para construir y hacer más confortable su morada.

En este orden de ideas, una especialidad de la arquitectura general denominada **Arquitectura Bioclimática** se ha caracterizado por ser una arquitectura que diseña para aprovechar el clima y las condiciones del entorno, con el fin de conseguir una situación de confort térmico en su interior, jugando exclusivamente con el diseño y los elementos arquitectónicos aprovechando los componentes del medio físico natural, sin necesidad de utilizar sistemas mecánicos complejos, aunque ello no implica que no se pueda compatibilizar.

Esta arquitectura, reflexiona sobre el impacto ambiental de todos los procesos implicados en una vivienda, desde los materiales de fabricación (obtención que no produzca desechos tóxicos y no consuma mucha energía), las técnicas de construcción (que supongan un mínimo deterioro ambiental), la ubicación de la vivienda y su impacto en el entorno, el consumo energético de la misma y su impacto, y el reciclado de los materiales cuando la casa ha cumplido su función y se derriba.

Los primeros especialistas en preocuparse por las relaciones que mantiene un edificio con el medio exterior, y en crear unos instrumentos teóricos destinados a una concepción arquitectónica que optimice las radiaciones y los intercambio térmicos fueron **Víctor y Aladar Olgay**, cuyas principales obras son: *Design With Climate y Solar Control and Shading Devices*, en las cuales, Víctor Olgay introduce y trabaja la noción de "bioclimático" (Olgay, 1973)

Los hermanos Olgay (Víctor y Aladar) han sido cronológicamente los primeros en profundizar sobre la idea de *confort térmico* y en intentar establecer relaciones con los ambientes interiores de los edificios (Olgay, 1973).

La *Arquitectura Solar* aparece como íntimamente relacionada a la arquitectura bioclimática, en tanto que la arquitectura solar hace referencia al diseño de edificaciones para el uso eficiente de la energía solar y, puesto que no utiliza sistemas mecánicos, ambas van en la misma dirección.

Tomando como referencia los trabajos de Vitruvio, (1955) podemos definir a la **Arquitectura Solar**: *como el arte de proyectar y la ciencia de construir espacios habitables para el hombre que deberá ser confortable enfatizando el estudio del sol y la energía que genera, tanto de la radiación directa como la aplicación de la energía generada por él.*

El hacer arquitectura solar, implica diseñar y construir espacios habitables funcionales y confortables para los usuarios. Dichos espacios deben responder integral y armónicamente a la acción de los factores naturales ambientales del lugar, fundamentalmente al aprovechamiento simple y natural de la energía solar.

Así pues, una construcción diseñada por la arquitectura solar reduce la energía consumida y, por tanto, colabora de forma importante en la reducción de los problemas ecológicos que se derivan de ello, pues como señala Sabady, (1982): *el 30% del consumo de energía primaria en los países industrializados proviene del sector de la edificación, y en México aproximadamente el 23% balance anual de energía* (Morillón, 2002)

Estos conocimientos debieran sensibilizarnos ante las necesidades del mundo presente, para así plantear una vivienda con buena orientación, ventilación e iluminación, pudiendo atender a las modas sin menoscabo de las necesidades físicas y psicológicas de sus moradores, así como, a sus tradiciones y costumbres, para retomarlas y enriquecerlas.

La consideración de la **arquitectura solar** dentro de la arquitectura bioclimática, no constituye hoy un simple aspecto técnico que sirve de apoyo a una práctica de diseño estable e incuestionable.

Precisamente, la estabilidad institucional y la operatividad de las prácticas de los diseños son las que se encuentran en crisis en la actualidad. Carecería de sentido, entonces, equiparar la consideración bioclimática a un surtido de recetas operativas que pretendieran traducir - en cuanto a diseño - unos requerimientos universales de confort.

Toda operatividad inmediata, no sometida a un control crítico, resultaría ilusorio si se pierde de vista la urgente necesidad de comprender los procesos históricos globales y sus profundas transformaciones contemporáneas, porque son precisamente esos procesos los que confieren sentido a las distintas prácticas de diseño y a sus posibles apoyos instrumentales.

## **2.2.- Beneficios de la arquitectura solar**

La arquitectura solar, reflexiona sobre el impacto ambiental de todos los procesos implicados en una edificación, desde los materiales de fabricación (*utilizando los materiales de la región que representen un aprovechamiento ad hoc de la energía solar*), las técnicas de construcción (*que supongan un máximo de eficiencia*), la orientación de los edificios, su distribución y forma interna así como, el consumo energético de la misma. Estableciendo estrategias del manejo adecuado de la energía solar a partir, por ejemplo, de los llamados *dispositivos pasivos de control solar* y otros.

### **2.2.1.- Energéticos de la arquitectura solar.**

Aplicando un diseño solar arquitectónico por sistemas pasivos, se pueden evitar erogaciones innecesarias en equipos de calefacción, ventilación y refrigeración que representan un consumo considerable de energía eléctrica.

En fin, con la aplicación del diseño arquitectónico solar en los edificios, se abatiría el consumo energético, sería en el orden de un 40 a un 60 % De Hoyos (1984).

A pesar de las esporádicas campañas de concientización, la publicidad se esfuerza todos los días en asociar el ahorro con incomodidad y bajo nivel de vida, y el consumo y derroche con el buen vivir y el prestigio. Y lo consiguen: muchos tienen la idea de que ahorro es sinónimo de privación.

### 2.2.2.- Ambientales

Hay varias razones para aplicar la **arquitectura solar**, rescatando viejas técnicas y adoptando nuevas: actualmente, la energía es escasa y su producción lleva aparejada muchos problemas. Por ejemplo, la electricidad, esa energía aparentemente limpia que llega a casa, es "sucia" en su origen se produce quemando combustibles como el petróleo, el carbón y el gas natural, con la consiguiente liberación de gases, como el dióxido de carbono, que provocan el temido y muy hablado efecto invernadero que está recalentando el planeta, o los óxidos de nitrógeno, que producen la lluvia ácida, que está acabando con los bosques; y otro importante porcentaje se produce en las centrales nucleares, con el conocido problema de los residuos radiactivos. Una construcción adecuada al ambiente como la *solar, sustentable ó ecológica* reducen la energía consumida y, por tanto, colabora de forma importante en la reducción de los problemas ecológicos que se derivan de ello.

### 2.2.3.- Económicos

Un edificio diseñado bajo el concepto de arquitectura solar, no tiene por qué ser más caro o más barato, más feo o más bonito, que uno convencional. Esta edificación (*solar*), no necesita de la compra y/o instalación de extraños y costosos sistemas, sino que juega con los elementos arquitectónicos de siempre para incrementar el rendimiento energético y conseguir confort de forma natural. Para ello, el diseño adecuado al ambiente (*solar, sustentable ó ecológico*) supone un conjunto de restricciones, pero siguen existiendo grados de libertad para el diseño.

Para ahorrar dinero en la factura de la electricidad o del gas. Para conseguir una mayor armonía con la Naturaleza. Podemos pasar de la casa "búnker" que no tiene en cuenta su entorno climático y utiliza potentes aparatos de climatización para resolver el problema, al edificio "solar" que se integra y utiliza el entorno y el clima para resolver sus necesidades.



En relación al costo - beneficio, podemos decir, que el costo del edificio puede ser igual o inclusive menor en la construcción, comparativamente con aquellos no diseñados bajo el concepto de la arquitectura solar; en lo referente al mantenimiento energético del edificio, el beneficio es mayor, cuando éste está inscrito en la corriente de la arquitectura solar.

#### **2.2.4.- Confort térmico y lumínico**

El concepto de confort, ha ido evolucionando de una manera curiosa. Al igual que la ropa de abrigo representa mucho más que la simple necesidad de abrigarse (y, de tal manera, se evoluciona hacia el concepto de moda), el edificio en general, representa más que la necesidad de tener un lugar confortable donde desarrollar parte de nuestra vida, y puede representar, por ejemplo, un símbolo de *estatus quo*. Como tal símbolo, debe adaptarse a ciertos cánones establecidos que representan este *estatus quo*. El ahorro energético y el aprovechamiento del sol como recurso, pueden no responder adecuadamente al modelo de *estatus quo*, y sí en cambio, el disponer de un costoso sistema de climatización que pueda mantener todos los espacios del edificio (aunque no se utilicen) por encima de la temperatura adecuada en invierno y por debajo en verano.

Para lograr el confort, se necesita aprovechar, modificar, controlar, o rechazar los elementos del medio físico – natural (terreno, vegetación y clima) del contexto en el cual se emplaza el edificio, mismos que nos dice como manejar la arquitectura bioclimática.

Como parte de la arquitectura bioclimática, la arquitectura solar contribuye a la generación de diseños arquitectónicos para lograr el **confort** (térmico y lumínico), a partir del uso racional de la energía solar, proponiendo sistemas de control y aprovechamiento del calor, luminosidad y rayos ultravioleta del sol.

### 2.3.- La enseñanza de la arquitectura

La **arquitectura solar**, como concepto, se remonta a tiempos inmemoriales, sin embargo, en épocas muy recientes, y como consecuencia del deterioro ambiental, se ha vuelto los ojos a las energías renovables como el sol, de tal suerte que su aplicación ha trascendido al campo de la *formación profesional* de los nuevos especialistas de la arquitectura, con el objetivo de prepararlos para enfrentar de mejor manera, el diseño de edificios que armonicen con las condiciones del medio físico natural y fundamentalmente el aprovechamiento racional de la energía.

La *formación profesional*, es la enseñanza de habilidades directamente relacionadas con la preparación para una profesión o actividad laboral concreta, incorporando en el proceso educativo aspectos teóricos y prácticos. La naturaleza de la formación profesional ha variado de forma considerable a lo largo de los años, al estar en estrecha relación con el cambio social, con el papel del trabajo en la sociedad y con la percepción de los diferentes tipos de profesión.

En líneas generales, los gobiernos y los centros educativos han sido lentos en sus respuestas a los rápidos cambios, en la identificación de las nuevas estructuras socioeconómicas y en las formas de educación y de formación para atender a la sociedad emergente.

Por otro lado, hoy se desarrollan nuevos métodos de enseñanza - aprendizaje utilizando las ventajas de la moderna tecnología, lo que permite perfeccionar la educación a distancia y estimular el estudio individual. De ésta manera, está desapareciendo la línea de separación entre la "Formación" Profesional y la académica, que podría considerarse como una "*reliquia*" de las exigencias de la sociedad industrial inicial, con sus necesidades laborales asociadas y una estructura de clases resultante (cuya raíz establecía una línea divisoria entre el trabajo intelectual y el trabajo manual).

El campo de la arquitectura no ha sido la excepción, en cuanto a la disociación entre la vida cotidiana y la educación institucional. En su propio proceso histórico, la enseñanza de la arquitectura ha tenido también puntos de coincidencia y diferenciación entre sus distintas etapas.

Por su parte, en Chiapas se crea la escuela de Arquitectura en 1976, influenciada por la línea de formación de la UNAM.

En 1993, se autoriza el actual plan de estudios orientado hacia las exigencias de la población y del avance sociocultural, incorporando nuevas materias relacionadas con la región, comprendiendo aspectos como: el medio físico natural (*entre ellos, el sol*) entre otros (proyecto Académico de la Facultad de Arquitectura 2002 – 2006).

La formación profesional, se han orientado hacia el campo del diseño arquitectónico, la construcción y el urbanismo. La formación de los arquitectos ha sido predominantemente práctica. (Escamirosa 2001).

En la actualidad, en la Facultad se le confiere mayor atención a la docencia, dejando prácticamente de manera secundaria la investigación y la extensión. El **diseño orientado hacia la arquitectura solar** se ha expresado a instancias de intereses individuales, profesores que cursan tanto diplomados como maestrías en diseño arquitectónico. (proyecto Académico de la Facultad de Arquitectura 2002 – 2006).

Una de la herramientas didácticas utilizadas en la enseñanza de la arquitectura solar para explicar el recorrido aparente del sol, han sido y son las graficas solares como elemento central de la geometría solar.

### 2.3.- Geometría Solar

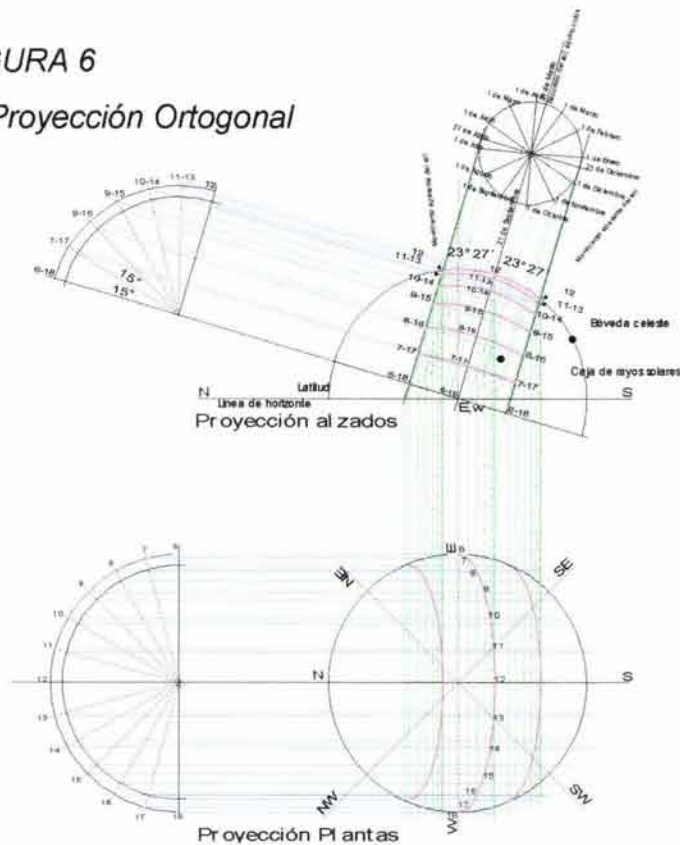
Como parte de la Geometría solar, tenemos a los métodos de proyecciones (gráficas solares), mismos que dan una información sobre el recorrido aparente del sol.

Los diagramas de la ruta del sol han sido empleados desde tiempos remotos por los astrónomos esto implica la proyección de un hemisferio en un plano, ahora bien, existen muchas formas de proyectar en un plano la ruta del sol en la bóveda celeste, pero los métodos mas usados son tres:

- **Gráfica de proyección Ortogonal**

Esta es una proyección geoméricamente correcta de la bóveda celeste aunque este método presenta la desventaja de registrar las líneas representativas de las diversas trayectorias del sol durante el año con severas contradicciones hacia las orillas de la gráfica dificultando la lectura y la representación gráfica, notándose más cuando la altitud es mas al norte.

FIGURA 6  
Grafica solar de Proyección Ortogonal



- **Gráfica solar Estereográfica**

Este método es muy usado en las rutas solares, son proyectadas de la bóveda celeste al plano horizontal tendiendo el nadir como centro y punto de referencia por debajo de dicho plano. Este método tiene la ventaja de no producir distorsión en el contorno.

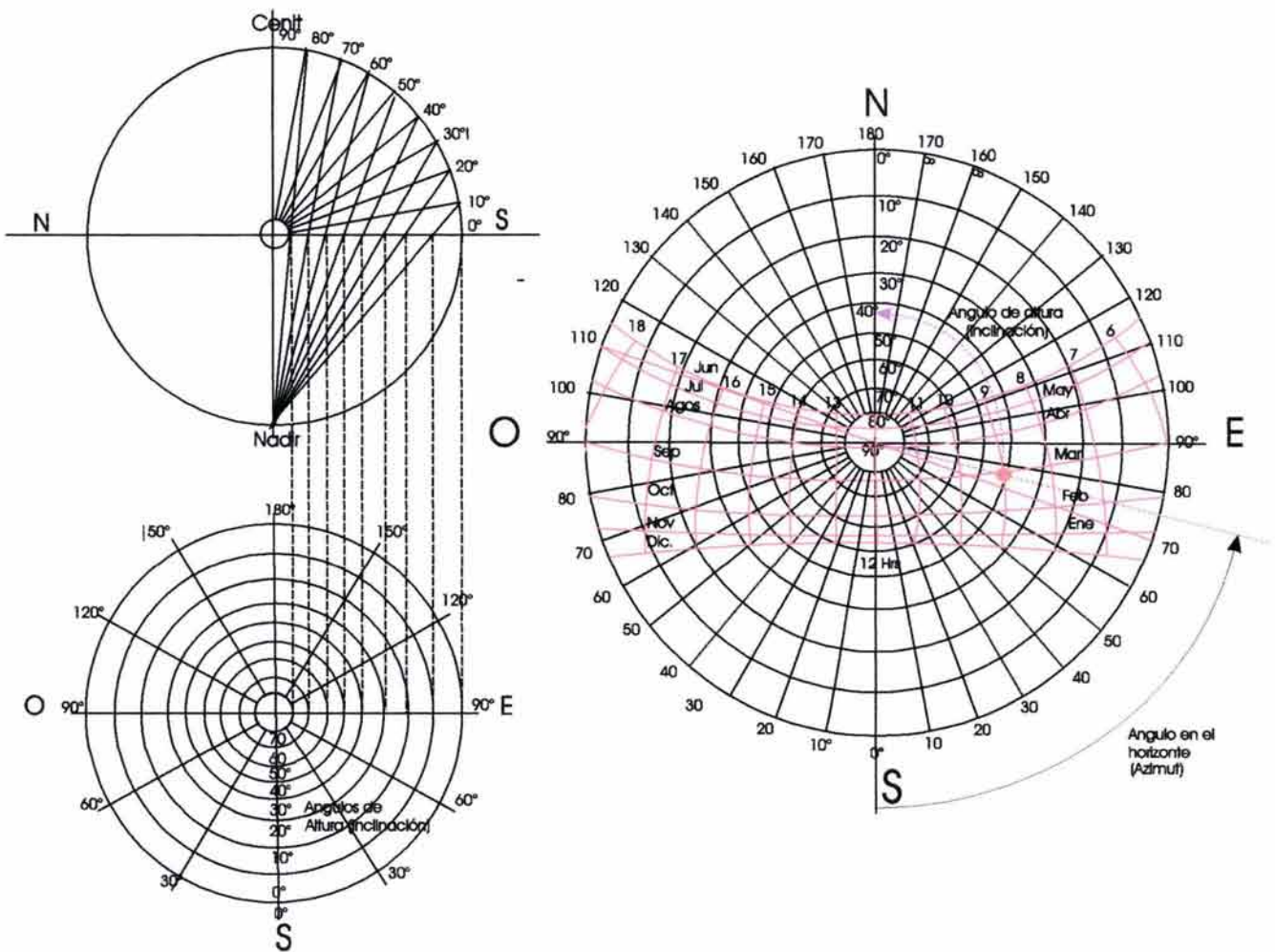


FIGURA 7  
Gráfica solar Estereográfica

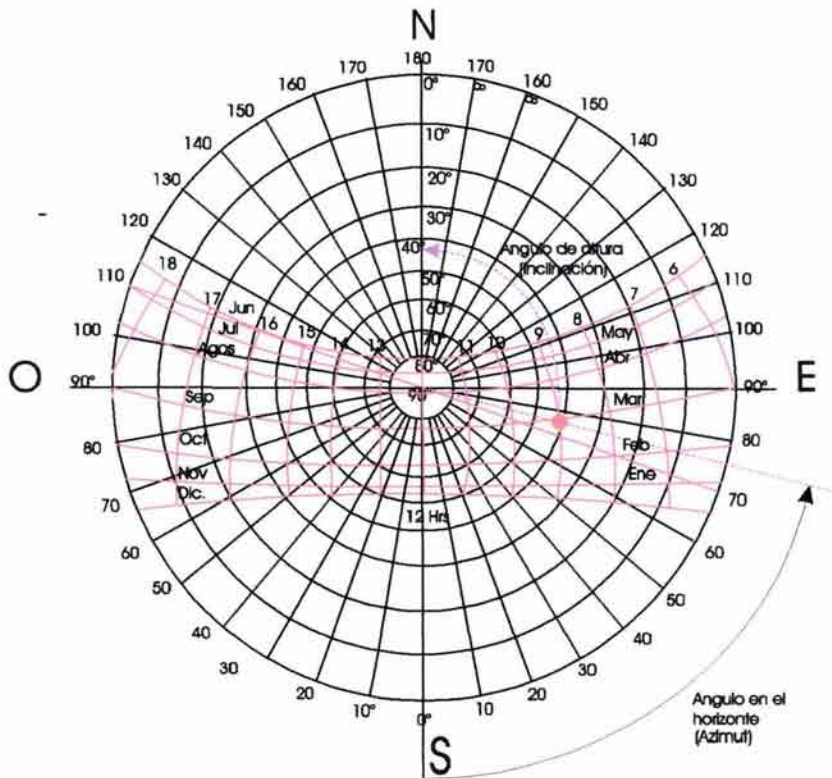
- **Gráfica solar Equidistante**

Este es el método más recomendable para conocer la ruta aparente del sol puesto que en el quedan descritas las alturas y direcciones que guarda este.

Se trata de la proyección de una bóveda en la cual conocemos la posición de cada uno de los puntos de superficie (Angulo formado y la dirección del sol con respecto al observador). Consiste en una proyección de varios planos horizontales los cuales vistos en planta guardan una separación equidistante. Estas separaciones representan en el ángulo formado entre el horizonte, la dirección con respecto al observador y un punto sobre la superficie de la bóveda.

Podemos dividir en 360 grados en el que se marca el acimut siendo este, el ángulo horizontal. Ahora bien como decíamos, conociendo la localización de todos los puntos de la bóveda se procede a vaciar los datos de la ruta aparente del sol, localizados previamente en la grafica ortográfica:

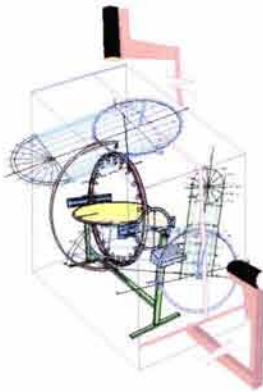
FIGURA 8  
Gráfica solar Equidistante



A manera de recapitulación, se puede señalar que los referentes teóricos que sustentan el análisis tanto de la arquitectura solar como de las bases para su enseñanza – aprendizaje, establecen elementos que conceptualmente orientan a pensar en tres aspectos fundamentales:

1. la arquitectura solar deriva de una arquitectura general que la sustenta y da viabilidad a su desarrollo,
2. los conceptos sustantivos de la arquitectura solar, se sustentan en el conocimiento y uso racional de la energía proveniente del sol y
3. las tradiciones en la formación del arquitecto han evolucionado al mismo tiempo que la ciencia misma, en tanto su aplicación y desarrollo (tecnología) como de su conceptualización (ciencia).

Estos elementos, son uno de los sustentos de la propuesta metodológica para el estudio del potencial didáctico de la herramienta didáctica (propuesta en este trabajo), teniendo como escenario del análisis, un ejercicio de diseño como se establece de manera puntual en el siguiente capítulo.



## *Capitulo III*

### *Desarrollo metodológico*

#### *"La estructura metodológica de base"*

*3.1.- Selección del método*

*3.2.- Delimitación del objeto de estudio*

*3.3.- Modelación del trabajo de campo para el estudio de caso*

*3.4.- Diseño y aplicación de los Instrumentos para evaluación*

*de la propuesta didáctica*



## CAPITULO III: DESARROLLO METODOLÓGICO

### *“La estructura metodológica de base”*

El objetivo de este apartado, es establecer las bases metodológicas para el diseño y validación en un estudio de caso, de las estrategias y herramientas didácticas para la enseñanza del diseño de la arquitectura solar.

En un primer momento, se revisó la metodología a fin de realizar la **selección del método** que posibilite la explicación del fenómeno en estudio, optándose por el método denominado **Etnográfico**; en un segundo paso se considera necesario saber que es lo que se va a estudiar es decir, la **delimitación del objeto de estudio** que para este trabajo es el proceso de **enseñanza - aprendizaje**; en un tercer tiempo se realizó la tarea de **modelación del trabajo de campo**, es decir, el diseño de la logística del trabajo de recuperación de la información y finalmente se realizó el **diseño y aplicación de los Instrumentos** para la recolección de la información.

Por otra parte, el método en su relación concreta con el objeto y la dinámica propia de éste, dictan las formas específicas de organizar la investigación, más o menos imperativas; específicas, completas y sistemáticas.

Como tal, la metodología es un instrumento para guiar todo el proceso de investigación, desde la definición del objeto de estudio, incluyendo el diseño del proyecto de investigación, pasando por el proceso de investigación hasta la forma de presentar los resultados (Rincón, 2002).

### 3.1.- Selección del Método

Para la realización del trabajo de seguimiento y tomando como base las características del objeto de estudio, se opta por el **método etnográfico**, con apoyo del estudio de caso, los que por sus particularidades, posibilitan alcanzar el objetivo planteado para el seguimiento y validación de la propuesta.

Ésta elección se basa en el hecho de que la etnografía es un método de investigación a través del cual, el investigador hace su labor específicamente sobre un grupo social en particular con características heterogéneas como: diverso origen socioeconómico, geográfico, político, etcétera, con inferencias de lo que le rodea.

Por otra parte, los **estudios de caso**, se hacen cuando el objeto de estudio es tan complicado, que el investigador debe centrar todas sus energías en el estudio del objeto singular para revelar sus múltiples atributos y relaciones complejas con el contexto.

En el estudio de caso, el investigador suele apuntar a adquirir la percepción más completa posible del objeto, considerándolo como una entidad holística, cuyos atributos podemos entender en su totalidad solamente en el momento en que examinemos todos simultáneamente, en otras palabras: *el objeto como un todo*. Con esto, no se seleccionan algunas características, ni se construye un modelo general con ellas. Cualquiera que sea el informe del estudio de caso, se puede entonces, evaluar cual conclusión es aplicable quizá, a su propio problema.

El blanco más usual en los estudios de caso, es describir el objeto o el fenómeno, no solamente en su aspecto externo sino también su estructura interna. Si el objeto del estudio consiste en una clase de objetos o fenómenos similares la meta estará en encontrar una estructura, es decir, encontrar la relación que hay entre cada uno de los miembros (alumnos) en investigación; su formas de comunicación y socialización así como la manera de construir su conocimiento.

Es conveniente señalar que para el diseño de la propuesta didáctica (contenidos temáticos, estrategia y herramienta didáctica para el ejercicio de diseño) para la enseñanza del diseño en la Arquitectura Solar se tomaron los principios generales del *“modelo pedagógico cognoscitivista”*, denominado también desarrollista, (Flores,1994).

En resumen, para el diseño y validación del estudio se hizo uso del método etnográfico y para el diseño de la propuesta didáctica del modelo pedagógico cognoscitivista, por tanto en este trabajo, en términos metodológicos solo se trabajó con el método etnográfico.

### 3.2.- Delimitación del objeto de estudio

El propósito de este apartado, es el identificar y delimitar lo que se quiere estudiar es decir, delimitar el objeto de estudio.

En principio, es importante indicar que en las investigaciones de las ciencias sociales y de la educación, no existen posiciones dogmáticas ni mucho menos esquemas rígidos. Es decir, la constante movilidad de los *hechos socioeducativos*, generada por la intervención de múltiples campos en diversos escenarios, impiden concretar una propuesta única para la metodología de la investigación científica (Rincón, 2000).

En este sentido, *el proyecto, el proceso de investigación y sus resultados* están en relación directa con las características del **objeto de estudio**, por lo tanto, **la etnografía**, siendo una de las perspectivas metodológicas de la investigación científica, que se inscribe en el paradigma de la investigación cualitativa y que, permite abordar tanto *el análisis de problemas macro como micro educativos*, asume como elemento medular el objeto de estudio.

Siendo el eje de ésta investigación, la problemática en torno **a la enseñanza de la Arquitectura solar**, delimitaremos como categoría de análisis y *objeto de estudio* al **proceso de enseñanza - aprendizaje**.

Habiendo delimitado conceptualmente el eje de la investigación, es conveniente caracterizarlo como un primer momento del trabajo de análisis, estableciendo con ello las bases teórico metodológicas para su estudio durante el ejercicio de diseño como escenario del presente estudio.

## ***El proceso enseñanza – aprendizaje como objeto de estudio***

La enseñanza y el aprendizaje, dentro del modelo pedagógico cognoscitivista – constructivista, forman parte de un único proceso que tiene como fin la formación del estudiante.

La referencia etimológica del término enseñar, puede servir de apoyo inicial: enseñar, es señalar algo a alguien. No es enseñar cualquier cosa; es mostrar lo que se desconoce. Esto implica que hay un sujeto que conoce (el que puede enseñar), y otro que desconoce (el que puede aprender). El que puede enseñar, quiere enseñar y sabe enseñar (**el profesor**); El que puede aprender quiere y sabe aprender (**el alumno**). Ha de existir pues, una disposición por parte del alumno y del profesor, es decir, el alumno desea aprender y el profesor quiere enseñar.

Para el caso de las Universidades, cuando la mayoría son profesionistas especializados en arquitectura o ingeniería, pero no profesores o pedagogos, se puede decir que si reúnen el supuesto de poder y querer enseñar ante unos alumnos que quieren aprender, se da el proceso de enseñanza – aprendizaje, sin embargo el conocer de didáctica y pedagogía potencializa el resultado del trabajo docente.

Por otro lado, aparte de éstos agentes (**profesor y estudiante**), están los contenidos (para el caso de esta tesis, ver inciso 5.2), esto es, lo que se quiere enseñar o aprender (**elementos curriculares**) y las estrategias y herramientas didácticas son los dos elementos que componen los **medios** que sirven para enseñar o aprender dichos contenidos.

Cuando se enseña algo, es para conseguir alguna meta (**objetivos**). Por otro lado, el acto de enseñar y aprender acontece en un marco determinado por ciertas condiciones físicas, sociales y culturales (**contexto**).

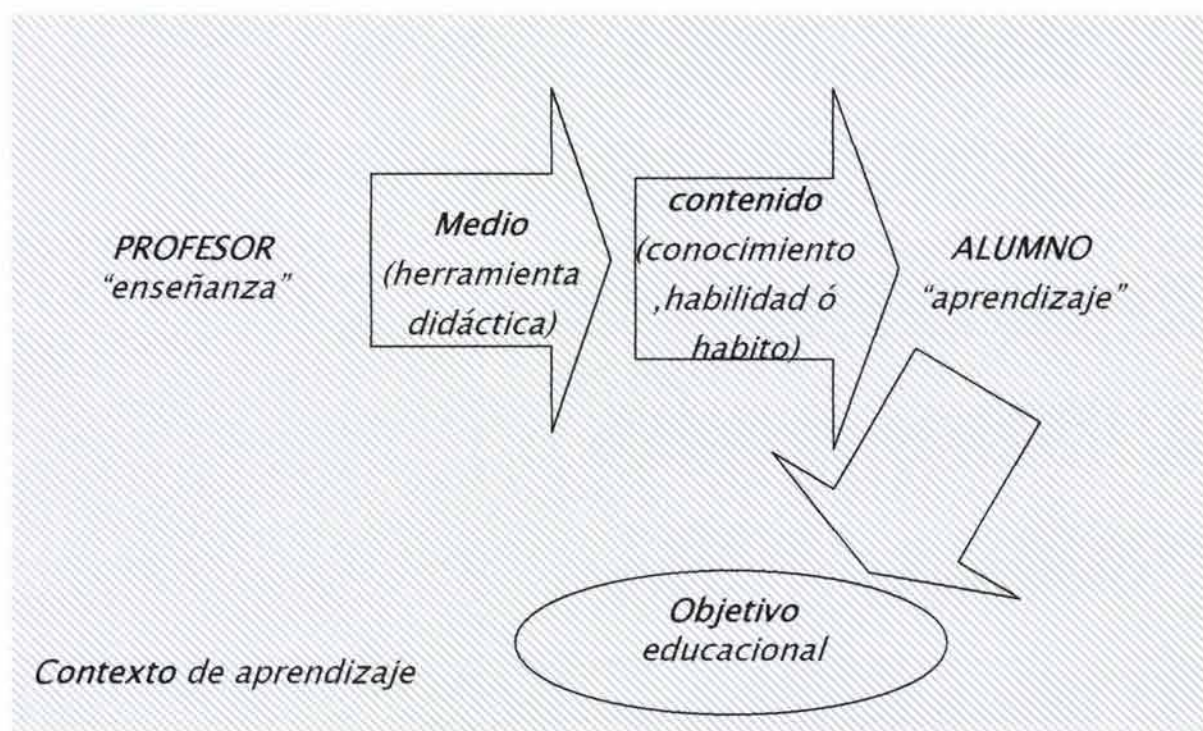
De acuerdo con lo expuesto, podemos considerar que el **proceso de enseñar**, es el acto mediante el cual, el profesor muestra o suscita contenidos educativos (conocimientos, hábitos, habilidades) a un alumno, a través de unos medios, en función de unos objetivos y dentro de un contexto.

El **proceso de aprender** es el proceso complementario de enseñar. Aprender es el acto por el cual, un alumno intenta captar y elaborar los contenidos expuestos por el profesor, o por cualquier otra fuente de información. Él lo alcanza a través de unos medios (técnicas de estudio o de trabajo intelectual). Este proceso de aprendizaje es realizado en función de unos objetivos, que pueden o no identificarse con los del profesor y se lleva a cabo dentro de un determinado contexto.

En conclusión, los elementos básicos del proceso enseñanza - aprendizaje son: *el profesor, el medio, el contenido, el alumno, el objetivo educativo y el contexto*:

FIGURA 9

*Elementos básicos del proceso enseñanza - aprendizaje*



Como se detalla en la "FIGURA 9", el **profesor** se vale de un **medio** (herramienta didáctica) para suscitar el conocimiento al mostrar un **contenido** (conocimiento, habilidad, hábito) al **alumno**, el cual, capta y elabora su saber, logrando con ello el **objetivo** educativo. Todo este proceso se desarrolla en un **contexto** determinado (físico, social, cultural, etc).

### 3.3.- Modelación del trabajo de campo para el estudio de caso

Se tiene como objetivo de ésta sección, señalar la fundamentación de las acciones que metodológicamente se establecen para la determinación del campo de investigación, como se señala en el apartado 3.4.

Se toman como principios – guía las siguientes preguntas rectoras: ¿se orienta el estudio de la arquitectura solar a la generación y desarrollo de conceptos valorativos del ambiente?, ¿está el curso Taller de Diseño Arquitectónico III estructurado con una orientación formativa? (plan de estudios, apartado 5.2), ¿se establecen en el programa, técnicas didácticas específicas para la enseñanza de contenidos generales de la materia?, ¿cuáles son los resultados de aprendizaje que se esperan?, ¿podrían otras estrategias didácticas mejorar los aprendizajes?.

Por otra parte, se considera que el *taller de Diseño Arquitectónico* representa un caso especial en el modelo actual de enseñanza, reconociendo con los Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior (CIEES), que en general, el esquema de enseñanza de la arquitectura se desarrolla en torno a:

- a. Un taller de diseño que ocupa el 50% del tiempo de los estudiantes y,
- b. Un grupo de asignaturas agrupadas, por lo general, en áreas de teoría, tecnología y urbanismo, a las que el alumno dedica el tiempo restante del taller.

Para validar la propuesta didáctica, se somete a evaluación mediante su aplicación con grupos comparativos en los cuales, uno de ellos será el referente y el otro la muestra. Dicha evaluación se realiza, a partir del uso de instrumentos de medición, fundamentalmente por la observación sistemática.

Es importante señalar que se seleccionaron instrumentos seguros de medición con el propósito de cuantificar los comportamientos y atributos que se estudiaron. (Donald, 1997).

### 3.4.- Diseño y aplicación de Instrumentos para la evaluación de la propuesta didáctica.

Durante el seguimiento del estudio, se empleó "**la técnica de observación**", con una orientación cualitativa, por lo que siguiendo las recomendaciones de Bizquera, (2000), se planificó la observación de manera sistemática, relacionándola con las proposiciones generales y los objetivos de la investigación. Se elaboró un sistema de codificación para el registro y sistematización de las observaciones, éstas se realizaron al final de cada clase (en el diario de campo) y posteriormente, se revisó, analizó, clasificó y sistematizó la información al final de la semana (en la bitácora) (CUADRO 1 y 2).

Cabe recordar que, la observación, es una técnica de recogida de datos, y como tal, se puede utilizar en distintos métodos de investigación. Para Selltiz *et al*, (1976) "la observación se convierte en técnica científica en la medida en que: 1) sirva a un objetivo ya formulado en la investigación; 2) es planificada sistemáticamente; 3) es controlada sistemáticamente y relacionada con proposiciones más generales en vez de ser presentada como una serie de curiosidades interesantes; 4) está sujeta a comprobación y controles de validez y fiabilidad", Para este trabajo, estos elementos se concretan tanto en el diario de campo como en la bitácora (CUADRO 1 y 2) .

Finalmente, en la observación puede haber diversos niveles de sistematización, desde la observación sistemática hasta la observación ocasional. En la observación sistemática existe un proyecto preciso. La tipología de las informaciones a recoger se fija previamente. Se utilizan instrumentos adecuados en la recogida de datos: **inventarios, fotografías, magnetófono, filmación, diario de campo, bitácora**, etcétera. Generalmente la observación recogida es cuantificable. Por el contrario, la observación ocasional no sistemática o no controlada, no obedece a ninguna regla (Anguera, 1985).

Así, para *evaluar el conocimiento declarativo o conceptual*: se diseñaron y aplicaron dos exámenes escritos con items de opción múltiple, de correlación, y de



descripción. Se contempló la participación individual en las discusiones grupales y su participación en las exposiciones por equipo, considerando aspectos como: la profundidad de la investigación, el dominio del tema y el manejo de los conceptos.

Para *evaluar el conocimiento procedimental*: se diseñó y aplicó un examen teórico - práctico, consistente en 10 preguntas de las partes, funciones y características conceptuales de la MDGH (FIGURA 55). Así también, se diseñaron y aplicaron tres evaluaciones a la propuesta arquitectónica. La primera, basada en la pertinencia de la propuesta en relación con la solución solicitada. La segunda, consistente en la revisión de los avances pertinentes y congruentes, tanto con la simulación solar que se realizó en la MDGH, para obtener los requerimientos idóneos como con los requisitos de presentación. Por último, una evaluación final en la que se revisa la presentación del proyecto arquitectónico (utilizando el diseño solar pasivo), compuesta de: bitácora del desarrollo del ejercicio, planos arquitectónicos esc. 1:50, cortes esc. 1:50, fachadas esc. 1:50 y maqueta esc. 1:50.

Y , para *evaluar el conocimiento actitudinal*: se elaboró un sistema de codificación para el registro y sistematización de las observaciones, éstas se realizaron al final de cada clase (en el diario de campo) y posteriormente, se revisó, analizó, clasificó y sistematizó la información al final de la semana (en la bitácora), considerando el desempeño del equipo, las disposición individual al trabajo colaborativo y la demostración cotidiana de respeto y compromiso por su formación profesional y por los principios inherentes a la arquitectura solar.

Como se señala en los dos primeros párrafos de este apartado, se recogió y sistematizó la información en los cuadros 1 y 2 como instrumentos de validación de la propuesta didáctica. Ambos cuadros contienen los mismos apartados, el cuadro número 1 o Diario de campo, sirvió para capturar la información de cada clase, mientras que el cuadro número 2 Bitácora se usó para el acumulado de cada semana. Los códigos B, R y M fueron de suma importancia en tanto la facilitación de la captura de la información y su posterior cuantificación.

### CUADRO 1

Codificación y sistematización de las observaciones (diario de campo)

Bueno = B, Regular = R y Malo = M

Nombre del alumno	Participación individual	Exposición por equipo	Dominio del tema y manejo de conceptos	Trabajo colaborativo	Respeto y compromiso

Al término de cada semana, se tabula, revisa, analiza, clasifica y sistematiza la información, en un documento que de manera similar al diario de campo, se estructura, en tanto las codificaciones de las observaciones.

### CUADRO 2

Codificación y sistematización de las observaciones de cada semana (Bitácora)

Bueno = B, Regular = R y Malo = M

Nombre del alumno	Participación individual	Exposición por equipo	Dominio del tema y manejo de conceptos	Trabajo colaborativo	Respeto y compromiso

En resumen, los pasos que en términos metodológicos se siguieron en el presente trabajo, después de establecer el problema, el objetivo y la hipótesis se pueden sintetizar en:

Paso 1.- se seleccionó el método etnográfico

Paso 2.- se estableció a la enseñanza aprendizaje como el objeto de estudio

Paso 3.- se caracterizó el campo de investigación, es decir, los grupos de alumnos y todas sus particularidades y el curso o materia que en este caso es el taller de diseño III.

Paso 4.- se diseñaron los instrumentos de validación o de recogida de datos, en este caso diario de campo (cuadro 1) y Bitácora (cuadro 2) como apoyo a la técnica de observación sistemática. Es necesario mencionar que para este trabajo, se tomó también los cuadros de calificaciones como instrumentos de acopio de datos cuantitativos.

Paso 5.- se realizó una crónica fotográfica del ejercicio de diseño, como registro de los eventos ahí realizados.

Paso 6.- se tabuló la información obteniéndose los resultados cuantitativos

Paso 7.- se analizó lo observado obteniéndose los resultados cualitativos

Paso 8.- se realizaron las conclusiones y sugerencias.

Cabe hacer hincapié en que para evitar sesgos metodológicos, se diseñó una propuesta didáctica que nivelara a los cuatro grupos, dicha propuesta como se explica puntualmente en el siguiente apartado, esta integrada por : contenidos, estrategia y herramienta didáctica para el ejercicio de diseño.



## Capítulo IV: Estrategias y herramientas didácticas

### *4.1.- Planteamiento de la propuesta didáctica*

#### *4.1.1.- Sustento de la propuesta*

#### *4.1.2.- Modelos Pedagógicos*

##### *4.1.2.1.- Elección del Modelo*

#### *4.1.3.- Contenidos de aprendizaje para el ejercicio de diseño*

#### *4.1.4.- Estrategias didácticas*

#### *4.1.5.- Herramientas didácticas*

### *4.2.- MDGH como herramienta didáctica*

### *4.3.- Ejercicio de arquitectura solar proyectado para el "Taller de diseño arquitectónico III"*

#### *4.3.1.- Paso 1 "Plan del ejercicio de diseño"*

#### *4.3.2.- Paso 2 "Actividades y experiencias del aprendizaje"*

#### *4.3.3.- Paso 3 "Estrategias cognitivas para el aprendizaje"*

### *4.4.- Propuesta de evaluación de los aprendizajes del ejercicio de diseño*

#### *4.4.1.- Elementos a evaluar*

## **CAPÍTULO IV: ESTRATEGIAS Y HERRAMIENTAS DIDÁCTICAS**

### **4.1.- Planteamiento de la propuesta didáctica**

En éste apartado se hace el planteamiento de la "Propuesta Didáctica" como un modelo para la enseñanza de la arquitectura en general y del diseño con énfasis en la arquitectura solar en lo particular.

Esta "Propuesta Didáctica" como unidad pedagógica, comprende: *los contenidos temáticos, la estrategia y herramienta didácticas para su aplicación en el ejercicio de diseño.*

Se elaboró, con el objetivo de nivelar las variables tanto de contenidos como de estrategias de enseñanza en los cuatro grupos con los que realizó este estudio, aunque finalmente solo se validó la herramienta didáctica como aporte de esta tesis, a partir de su evaluación en el estudio de caso construido en torno a un ejercicio de diseño.

#### **4.1.1- Sustento de la propuesta**

Para establecer la propuesta didáctica, se analizaron diversas corrientes teórico – metodológicas que se han venido desarrollando en el ámbito de la pedagogía. Dichas orientaciones o corrientes teóricas, se abordan a partir de la *noción de Modelos Pedagógicos.*

#### **4.1.2.- Modelos Pedagógicos**

Siendo la educación un fenómeno social, los modelos pedagógicos constituyen modelos propios de la pedagogía, reconocidos no sólo como un saber, sino también, pueden ser objeto de crítica conceptual y de revisión de los fundamentos en los que se hayan construido (Gallegos, 1990)

Los cuadernos del educando, los textos que se usan, un pizarrón con anotaciones, la forma de utilizar el salón o los recursos didácticos, nos indican sobre los enfoques pedagógicos, ya que son una huella inocultable de la concepción pedagógica (De Zubiría, 1994).

Flores (1994) afirma, que los modelos pedagógicos representan formas particulares de interrelación entre los parámetros pedagógicos. El sentido de parámetros pedagógicos es, en la perspectiva de este autor, el trasfondo de las explicaciones acerca de una concepción del ser humano específica y de una idea claramente determinada de la sociedad. De igual, hay la necesidad de análisis rigurosos con métodos sistemáticos en el estudio de los modelos pedagógicos.

Los anteriores aspectos, se consideran invariantes (recursos didácticos, concepción del ser humano, y la idea de sociedad) para el análisis de los modelos pedagógicos, sin embargo, las variantes (diversas rasgos de cada aspecto en sí mismo) de éstas invariantes se presentan en la propuesta característica de cada enfoque pedagógico. Vale la pena aclarar que el término, modelo pedagógico, ha sido utilizado indistintamente como sinónimo de tendencias pedagógicas, escuelas pedagógicas y enfoques pedagógicos.

Batista (1983), estableció que. . . *“los parámetros que se interrelacionan para el continua de un modelo pedagógico deben ser: a).- las metas educativas, b).- los contenidos de enseñanza, c).- el estilo de relación entre el profesor y el alumno, d).- los métodos de enseñanza, e).- los conceptos básicos de desarrollo y f).- el tipo de institución educativa”* .

El modelo pedagógico expresa aquellas continuidades y acciones, más o menos sistematizadas que, constituyen distintas alternativas de continuación del proceso de enseñanza para hacerlo más efectivo (Canfú, 1996). En la definición anterior, aparece un elemento nuevo en conceptualización de modelo pedagógico: *la efectividad de los procesos de enseñanza*.

Esta efectividad, se refiere al logro de los fines educativos que una sociedad predetermina, para transmitir los valores de su cultura y para formar el ideal de persona bien educada, que se pretende formar como prototipo de hombre o mujer en un determinado contexto histórico, social y cultural.

El concepto de tipo de sujeto que se pretende educar, según Zuluaga (1987), indica con qué concepción de hombre se trabaja, qué papel es asignado a la escuela en la *“formación del hombre”*, cómo se le piensa en relación con el trabajo, la sociedad, la cultura y el saber.

Para el análisis en la enseñanza – aprendizaje de la arquitectura solar se revisaron cinco orientaciones o modelos pedagógicos: tradicional, *progresista*, *crítico – radical*, *conductista* y *cognoscitivista*: optándose por el modelo pedagógico cognoscitivista el se describirá a continuación.

### ***Modelo pedagógico cognoscitivista***

El enfoque cognoscitivista, denominado también desarrollista, tiene como meta educativa que cada individuo acceda progresiva y secuencialmente, a la etapa de desarrollo intelectual, de acuerdo con las necesidades y condiciones de cada uno (Flores, 1994).

Los fundamentos teóricos del modelo cognoscitivista se originaron en las ideas de la Psicología Genética de Jean Piaget, sin embargo, existe la posición teórica que considera que ésta corriente pedagógica, es una variante de la escuela nueva y del progresismo pedagógico (Mones, 1988).

Este modelo, es más una **teoría del conocimiento** que del aprendizaje ó de la enseñanza, cuya divulgación entre la comunidad educativa, alcanzó una gran dimensión en especial desde los años setenta. Teniendo como referencia el anterior concepto, se estima que los seres humanos utilizan procesos cognitivos que son diferentes en los niños y en los adultos. De igual manera, se explica el aprendizaje como una manifestación de los procesos cognoscitivos ocurridos durante el aprendizaje.

El maestro está precisado a tener en cuenta, el nivel de desarrollo y el proceso cognitivo de los alumnos. El docente debe orientar a los estudiantes a desarrollar aprendizajes por recepción significativa y a participar en actividades exploratorias, que puedan ser usadas posteriormente en formas de pensar independiente.

El enfoque cognoscitivista considera el aprendizaje, como modificaciones sucesivas de las estructuras cognitivas que son causa de la conducta del hombre, a diferencia del conductismo, que se orienta al cambio directo de la conducta (Corral, 1966).

Lo importante, no es el resultado del proceso de aprendizaje en términos de comportamientos logrados y demostrados, sino los indicadores cualitativos que permiten inferir acerca de las estructuras de conocimientos y los procesos mentales que las generan.

De una manera similar a la *escuela nueva*, la propuesta cognoscitiva enfatiza la importancia de la experiencia en el desarrollo de los procesos cognitivos. En este sentido, un aporte que destaca, es el carácter activo del sujeto en sus procesos de conocimiento y de desarrollo cognitivo.



Las aplicaciones de los aportes de Piaget a la educación (Mones,1988), pueden expresarse desde tres puntos de vista, a saber:

1. como un elemento teórico que ofrece instrumentos muy definidos para evaluar,
2. en el establecimiento de los niveles de desarrollo cognitivo y moral de los individuos y,
3. en la clarificación de algunos métodos de enseñanza tales como el aprendizaje por descubrimiento (Flavell, 1994).

Otro aporte significativo de las ideas de Piaget, ha sido su teoría de desarrollo moral. La aplicación pedagógica de los dilemas morales, ha sido relevante en el desarrollo de programas, tendientes a desarrollar el juicio moral y los razonamientos que orientan las decisiones morales de los individuos.

#### **4.1.2.1.- Elección del modelo:**

Se optó por el modelo pedagógico cognoscitivista, con orientación constructivista, en función de su potencial capacidad de explicar el proceso de construcción del pensamiento abstracto, habilidad importante en la formación para el diseño en la arquitectura solar, a partir de la comprensión de la ruta aparente del sol y su dificultad didáctica de objetivación (Flores,1994). Dicho modelo, como se explica anteriormente, es una corriente ampliamente trabajado por los teóricos de la educación; así mismo, a partir de una perspectiva epistemológica, este modelo considerado como un paradigma de la psicología cognoscitivista y constructivista en lo social, deriva en un conjunto de métodos para su aplicación. Para este trabajo se retoman los principios fundamentales del modelo o paradigma y se diseña la propuesta didáctica para la enseñanza de la arquitectura solar.

En este sentido, el maestro debe tener en cuenta el nivel de desarrollo y el proceso cognitivo de los alumnos. El docente debe orientar a los estudiantes a desarrollar aprendizajes por recepción significativa y a participar en actividades exploratorias, que puedan ser usadas posteriormente en formas de pensar independiente, destacando el carácter activo del sujeto en sus procesos de conocimiento y de desarrollo cognitivo.

#### 4.1.3.- Contenidos de aprendizaje para el ejercicio de diseño.

Se proponen, en principio con base en los contenidos temáticos de la materia "taller de diseño arquitectónico III", enriqueciéndolos con tópicos relacionados con la energía solar y estructurándolos de una manera lógica como se observa líneas abajo.

1. Introducción al diseño solar
2. El sol
  - 2.1.- El sol como fuente de energía
  - 2.2.- El sol y la arquitectura
3. El recorrido aparente del sol.
  - 3.1.- Geometría solar
  - 3.2.- Modelos físicos de simulación de la trayectoria solar
  - 3.3.- Heliodón
  - 3.4.- Maqueta Didáctica Gráfico Heliodón
4. Requerimientos energéticos
  - 4.1.- El sol en los diferentes climas
  - 4.2.- Captación o calentamiento
  - 4.3.- Protección o evitar sobrecalentamiento
5. Dispositivos pasivos de control solar
  - 5.1.- Volados
  - 5.2.- Parteluces
6. La volumetría del diseño como aprovechamiento solar
  - 6.1.- Distribución de los espacios dentro del proyecto arquitectónico
    - 6.1.1.- Espacios amortiguadores
  - 6.2.- El volumen como regulador del aprovechamiento solar.

#### 4.1.4.- Estrategias didácticas

El objetivo de ésta sección, es en principio analizar teóricamente las estrategias didácticas, es decir, establecer las bases de manera general del trabajo educativo inscrito en el modelo pedagógico cognoscitivista, y que se sintetizan en las **bases conceptuales de las estrategias didácticas**, para en un segundo momento, establecer el conjunto de acciones que integrarán la propuesta de la **estrategia didáctica para su aplicación en el ejercicio de diseño**.

Así, el diseño de la propuesta en lo que se refiere a la estrategia didáctica, parte de la idea de que:

- Los contenidos por enseñar , deben estar organizados en una estructura lógica, para facilitar la asimilación de la nueva información ..., que el aprendiz debe estar motivado hacia el nuevo aprendizaje, es decir, debe estar dispuesto a asimilar los nuevos conocimientos y ..., que exista una base previa de conocimientos que proporcione una plataforma que permita la comprensión del nuevo material y su conexión con el existente (Ausubel, 1997).
- La experiencia vicaria; o el aprendizaje por observación, modelamiento o imitación, pueden afectar la auto-eficacia de un individuo cuando éste observa como se realizan las actividades, ve lo que son capaces de hacer, y genera sus propias expectativas para sus propias acciones y consecuencias. Es importante entender que el aprendizaje puede ser optimizado cuando el aprendizaje ocurre con otros. Esta visión de colaboración, apoya la creencia que el aprendizaje es un proyecto de construcción continuo. Los estudiantes aprenden más cuando colaboran con otros (Bandura, 2001).

- No toda la gente aprende de la misma manera o tienen la misma capacidad para aprender. Los individuos deben utilizar sus inteligencias naturales en aprender, y los profesores deben procurar entender inclinaciones naturales de los estudiantes y colocar actividades educacionales para apoyar las diversas formas de inteligencia (Gardner, 2002).
- La gente tiene una capacidad finita de la memoria a corto plazo, y la memoria a largo plazo depende del proceso y del trabajo de la memoria a corto plazo. Mucha información se procesa inconscientemente (Flores,1994).
- El aprendizaje requiere de un contexto en donde fijar las características de ese conocimiento, es un aprendizaje social más que individual, basado en herramientas u objetos tangibles y no simbólicos, que permite que el aprendiz reconozca sus experiencias vividas para extender nuevos conocimientos (Flavell, 1994).
- Los individuos tienen una diversa preferencia por cómo aprenden, y que cuando los introducen al material de acuerdo a su estilo preferido para aprender, los estudiantes la realizan mejor ( Dunn, 1999).
- El alumno tiene los siguientes conocimientos previos:
  1. **de dibujo:** geometría, línea, punto, coordenadas ...;
  2. **de diseño:** ubicación espacial, dimensiones, relaciones, proporciones, criterios ...;
  3. **de componentes constructivos:** tipologías, relaciones estructurales, uso ...;
  4. **adquiridos en cursos previos:** conocimiento sobre los elementos del medio físico natural y su influencia en la arquitectura...

5. **y experiencias básicas para diseñar:** elaboración de dibujos y maquetas a escala.

Tomando como base, los criterios epistemológicos considerados como objetivistas, es decir, la realidad es externa, objetiva y singular, lo que permite reconocer, que el conocimiento es adquirido a través de la experiencia, así como el análisis de las referencias teóricas señaladas en las paginas anteriores, se establecen a nivel general, las **bases conceptuales de las estrategias didácticas**, sintetizándolas en cada uno de los siguientes puntos:

- a. estructurar una síntesis de la teoría personal de aprendizaje
- b. elaborar los objetivos instruccionales
- c. identificar el contexto del aprendizaje.
- d. establecer las bases previas de conocimiento.
- e. estructurar los conocimientos en una secuencia lógica.
- f. diseñar motivadores para el estudiante con las metas a lograr profesionalmente.
- g. diseñar estrategias de aprendizaje por sucesivas etapas de reconocimiento de patrones.
- h. diseñar estrategias de aprendizaje por imitación.
- i. incorporar actividades prolongadas de experimentación con **herramientas didácticas** como el **heliódón**.
- j. establecer el respeto a los tiempos individuales para aprender.
- k. diseñar estrategias para fomentar el aprendizaje colaborativo (diseño colaborativo) y,
- l. diseñar múltiples formas de evaluación del aprendizaje.

Este conjunto de acciones, se derivan del modelo pedagógico cognoscitivista a un nivel previo al operativo propiamente dicho, por tanto, aplicable a cualquier tarea educativa.

La propuesta de *estrategia didáctica para el ejercicio de diseño*, es el nivel operativo de la propuesta como se explicita en el siguiente apartado.

### ***Estrategia didáctica para el ejercicio de diseño.***

De las bases conceptuales de las estrategias didácticas, se deriva la siguiente propuesta de estrategia didáctica para el ejercicio de diseño:

#### ***a. estructurar una síntesis de la teoría personal de aprendizaje,***

Este ejercicio se realizará con la siguiente noción de aprendizaje: “. . . el aprendizaje se explica, como una manifestación de los procesos cognoscitivos ocurridos durante el aprendizaje, por lo que los estudiantes deben orientarse a desarrollar aprendizajes por recepción significativa y a participar en actividades exploratorias, que reafirmen su carácter activo, como sujetos de sus procesos de conocimiento y de desarrollo cognitivo. . .”

#### ***b. elaborar los objetivos instruccionales,***

Se proponen los objetivos instruccionales en tres niveles del conocimiento: *declarativo o conceptual, procedimental y actitudinal.*

##### *Objetivo declarativo o conceptual:*

El alumno será capaz de explicar el diseño y emplazamiento un edificio, hacia un rango de orientación heliotérmica en concordancia con su requerimiento, inscrita en la arquitectura solar y podrá exponer los cálculos y el diseño de dispositivos pasivos de control solar.

##### *Objetivo procedimental:*

El alumno preparará de manera individual, una maqueta que pueda ser analizada desde diversos puntos de vista. Diseñará en tres dimensiones la organización funcional, formal y espacial, además de proyectar a escala el edificio, tomando en cuenta la estructura y, hará diversas auto - evaluaciones para desarrollar **valores arquitectónicos**. (tanto el tema como el ejercicio serán de baja complejidad).

*Objetivo actitudinal:*

El alumno manifestará disposición al trabajo colaborativo, respeto y compromiso por su formación profesional y por los principios inherentes a la arquitectura solar.

*c. identificar el contexto del aprendizaje,*

El contexto de aprendizaje se inscribe en el marco del tradicionalismo, con un precedente de escolarización en esa misma línea y con la noción instrumentalista de mejoramiento de la infraestructura, como respuesta a las exigencias de mejora de la calidad educativa.

*d. establecer las bases previas de conocimiento,*

El ejercicio de diseño iniciará con tres premisas fundamentales: a).- establecer las reglas del juego b).- generar interés y motivación por la arquitectura solar y c).- establecer las bases previas de conocimiento,

*e. estructurar los conocimientos en una secuencia lógica,*

Al inicio del tema, se les dará a los alumnos el programa del ejercicio, incluyendo contenidos, alcances, sistemas de evaluación, bibliografía citada en este trabajo y se establecerá conjuntamente con el docente, los objetivos que se espera alcanzar .

Se propone que mediante la técnica didáctica, conocida como "*lluvia de ideas*", se introduzca al grupo en las nociones de la arquitectura solar, abordando tópicos como: "*el asoleamiento, el sol como fuente de energía, la importancia del asoleamiento, el sol y la arquitectura y el sol en los diferentes climas*". Estos temas serán expuestos en "*conferencia magistral*" por el profesor, apoyado con el proyector de acetatos y la video - reproductora. Al final de cada tema, se abrirá un espacio de preguntas y respuestas, misma que se cerrará, con las conclusiones que a un alumno por vez, le corresponda realizar.



Se cuidará el ambiente de confianza y de mutuo respeto. Se permitirá "bromear en tono amistoso" (el profesor estará conciente de su papel, como promotor de los ambientes de aprendizaje).

*f. diseñar motivadores para el estudiante con las metas a lograr profesionalmente,*

Se propone la exhibición de las mejores propuestas, tanto en la semana científica y cultural de la Facultad, como en los foros que ofrece la Universidad y los colegios de Arquitectos y de Ingenieros Civiles en Chiapas.

*g. diseñar estrategias de aprendizaje por sucesivas etapas de reconocimiento de patrones,*

Se propone que el desarrollo del ejercicio de diseño, se realice apoyado en tareas de asesoría individual o por equipos, ya sea durante la clase como en trabajo de gabinete, estableciendo con ello, una estrategia de aprendizaje por sucesivas etapas de reconocimiento de patrones.

*h. diseñar estrategias de aprendizaje por imitación,*

Se animará a los alumnos a organizarse en equipos de 4, estableciendo como principio de los mismos, el "trabajo colaborativo", favoreciendo con ello el aprendizaje por imitación.

Estos equipos tendrán como tarea, la investigación y preparación de una temática para exposición. Durante la realización de las exposiciones, los alumnos se harán cargo de la coordinación de la actividad, el profesor ahondará en el tema y aclarará las dudas que se presentan.

*i. diseñar estrategias para fomentar el aprendizaje colaborativo (diseño colaborativo),*

También por equipo, desarrollarán en el salón de clases, sus propuestas individuales, apoyados en el trabajo colaborativo. Además, experimentarán alternadamente con la MDGH y discutirán sus puntos de vista, en torno a las propuestas individuales.

Los principios que se seguirán en la conformación de los equipos, serán la “afinidad” y reconocer como “valor”, la disposición a trabajar en pro del colectivo, todo ello, como sustento de una estrategia para fomentar el aprendizaje colaborativo.

*j. incorporar actividades prolongadas de experimentación con herramientas didácticas como el heliodón,*

Las tareas de experimentación se realizarán dos veces por semana, organizadas de tal suerte que todos los alumnos tengan la oportunidad de ejercitarse con la MDGH de manera frecuente y amplia.

Un alumno trabajará con la MDGH, y el resto observará, realizando rotación cada 6 minutos y comentarán otros 6 minutos lo realizado; posteriormente, otro miembro del equipo trabajará con la MDGH y comentará con el equipo su trabajo y así sucesivamente. Después de pasar todos los miembros del equipo, cada uno hará un registro de sus observaciones y conclusiones una vez comentadas con el grupo.

*k. establecer el respeto a los tiempos individuales para aprender,*

Cada actividad educativa se establecerá con base en el respeto a los tiempos individuales para aprender. Así por ejemplo, aunque se anime a la participación y discusión, no se obligará a la misma.

## *I. diseñar múltiples formas de evaluación del aprendizaje,*

Se proponen las siguientes formas de evaluación del aprendizaje en correspondencia con el conocimiento: *declarativo o conceptual, el procedimental y el actitudinal*:

- *declarativo o conceptual*: se propone dos exámenes escritos con items de opción múltiple, de correlación y de descripción. La evaluación de la participación individual en las discusiones grupales y participación en las exposiciones por equipo, considerando aspectos como: *la profundidad de la investigación, el dominio del tema y el manejo de los conceptos*.
- *procedimental*: se propone un examen teórico - práctico, consistente en 10 preguntas de las partes, funciones y características conceptuales de la MDGH; tres evaluaciones a la propuesta arquitectónica. La primera, basada en la pertinencia de la propuesta en relación con la solución solicitada. La segunda, consistente en la revisión de los avances pertinentes y congruentes, tanto con la simulación solar que se realizó en la MDGH, para obtener los requerimientos idóneos como con los requisitos de presentación. Por último, una evaluación final en la que se revisa la presentación del proyecto arquitectónico (utilizando el diseño solar pasivo), compuesta de: bitácora del desarrollo del ejercicio, planos arquitectónicos esc. 1:50, cortes esc. 1:50, fachadas esc. 1:50 y maqueta esc. 1:50.
- *actitudinal*: elaborar un sistema de codificación para el registro y sistematización de las observaciones, considerando el desempeño del equipo, las disposición individual al trabajo colaborativo y la demostración cotidiana de respeto y compromiso por su formación profesional y por los principios inherentes a la arquitectura solar.

#### 4.1.5.- Herramientas didácticas

El enfoque cognoscitivista, denominado también desarrollista, tiene como meta educativa que cada individuo acceda progresiva y secuencialmente, a la etapa de desarrollo intelectual, de acuerdo con las necesidades y condiciones de cada uno (Flores, 1994). Este modelo cognoscitivista, es más una **teoría del conocimiento** que del aprendizaje ó de la enseñanza y explica el aprendizaje, como una manifestación de los procesos cognoscitivos ocurridos durante el mismo.

Por ello, el docente debe orientar a los estudiantes a desarrollar aprendizajes por recepción significativa y a participar en actividades exploratorias, que puedan ser usadas posteriormente en formas de pensar independiente. (Corral, 1966).

En este sentido, se destaca el carácter activo del sujeto en sus procesos de conocimiento y de desarrollo cognitivo, así como, de algunos métodos de enseñanza tales como el aprendizaje por descubrimiento. (Flavell, 1994).

Esta forma de visualizar el proceso de enseñanza aprendizaje, señala que las herramientas didácticas juegan un papel preponderante en el desarrollo de aprendizajes significativos, posibilitando la interacción y construcción del conocimiento.

Contar con una herramienta didáctica que de manera integral aporte los elementos necesarios para la objetivación, plantea la necesidad de pensar en alternativas como la que se propone en este trabajo y se describe en el siguiente apartado.

Es en este contexto, tanto el heliodón como las gráficas solares como herramientas didácticas, cumplen una función de gran trascendencia, sin embargo, con todo y sus potencialidades, existen limitaciones como apoyo en la construcción conceptual de los principios fundamentales del diseño solar, es decir la objetivación de la ruta aparente del sol, por lo que es necesario contar con una herramienta que integre las dos herramientas, esto es el eje central y aportación de esta tesis.

Reflexionar en la construcción conceptual de los estudiantes en torno a la ruta aparente del sol, llevó a pensar en la manera de fusionar dos herramientas didácticas: el *heliodón didáctico universal* y la *gráfica solar de proyección ortogonal* (se optó por la gráfica ortogonal, por la facilidad que presenta para su conversión a universal, la claridad para su visualización al incorporarla a la MDGH y la necesidad de ver a través de ella)

Estos dos instrumentos, se escogieron en función de su potencial capacidad de superponerse y así lograr una nueva y práctica herramienta didáctica: "*Maqueta Didáctica Gráfico Heliodón (MDGH)*", para el trabajo de aprendizaje del estudiante, relativo al recorrido aparente del sol.

## 4.2.- MDGH como herramienta didáctica

El *heliódón didáctico universal*, es un dispositivo tridimensional que permite simular la ruta del sol aparente y su efecto, en modelos físicos arquitectónicos o urbanísticos de determinado proyecto en estudio. Por su parte, la *gráfica solar de proyección ortogonal* es la representación de la bóveda celeste y la ruta del sol en montea biplanar. En ésta proyección, se puede localizar la posición del sol, en cualquier hora y día del año del lugar determinado por la latitud, en que se haya realizado la gráfica.

Se trabajó en el diseño de la superposición de un *heliódón* con sol móvil, que cumpliera con el propósito de mostrar objetivamente el recorrido aparente del sol en cualquier latitud, con la *gráfica solar de proyección ortogonal*, misma que se modificó para darle movilidad y versatilidad, lo que permite obtener todas la latitudes (lugares) de manera inmediata y en forma tridimensional (aporte del autor de esta tesis).

La MDGH nos facilita la visualización e identificación de los ángulos de diseño, tales como la altura del sol y el acimut (ángulo horizontal de la posición del sol) y representar en planos (bidimensional) ésta información (aporte del autor de esta tesis).

Finalmente, se instaló un par de *visores*, en una distancia tal que permiten ver el punto de coincidencia que establece la posición del sol del heliódón en la gráfica universal.

**Concepto:**

La MDGH es un modelo físico de simulación de la trayectoria solar, que se construye a partir de la adecuación e integración de un heliodón y una grafica solar de proyección ortogonal, se compone de cuatro elementos fundamentales: heliodón universal; grafica solar de proyección ortogonal universal, seccionada en dos: vertical y horizontal; visor, en posición vertical y posición horizontal; por último una escuadra paralela para proyecciones. Diseñado como herramienta didáctica.

**Función:**

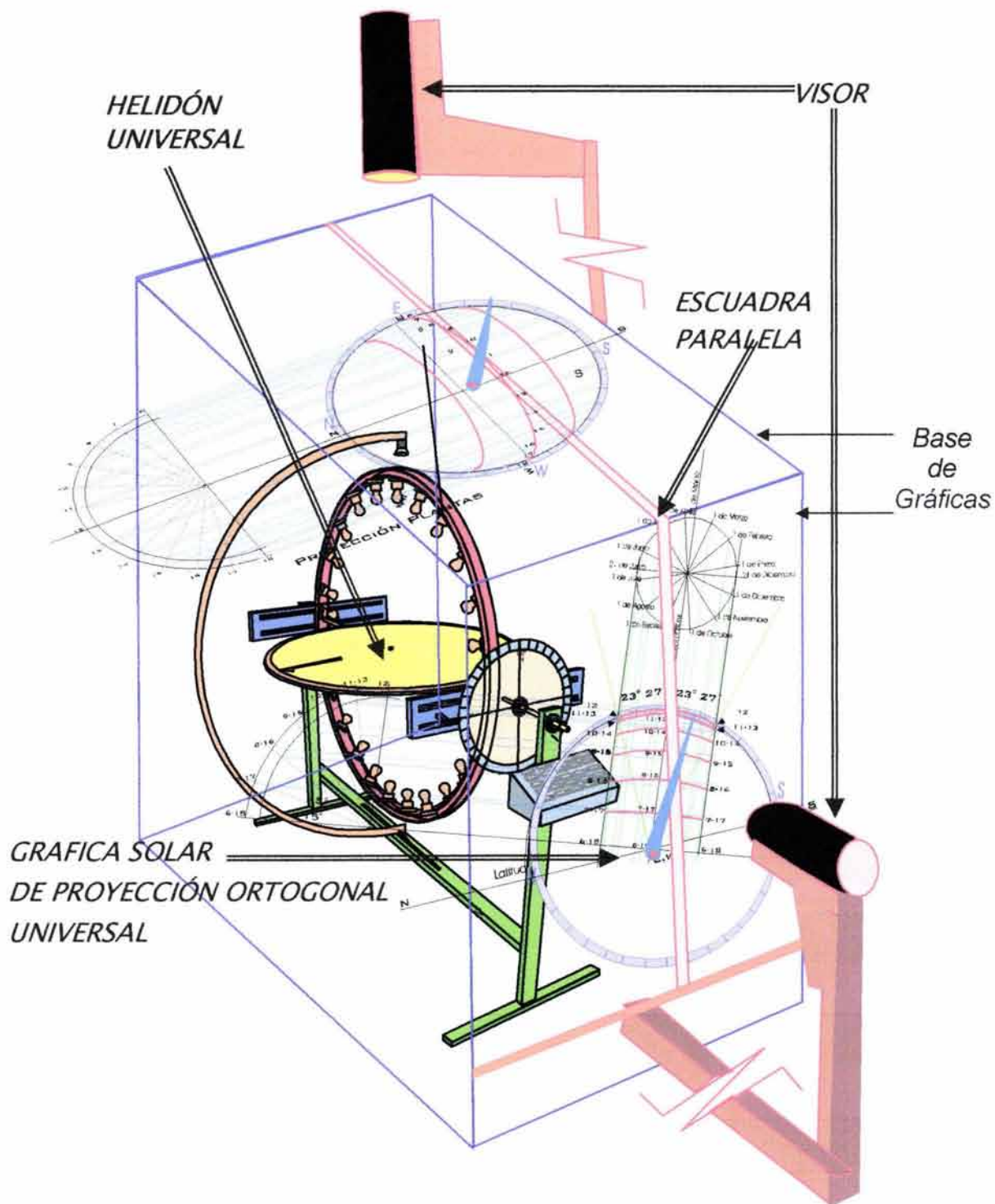
La Maqueta Didáctica Gráfico Heliodón opera manualmente, simula la trayectoria del recorrido del sol aparente, permite visualizar e identificar los ángulos de diseño verticales y horizontales (acimut) de la posición del sol y sirve para experimentar, proponer y evaluar los proyectos arquitectónicos inscritos en la arquitectura solar.

**Como material didáctico:**

La MDGH, facilita el proceso enseñanza – aprendizaje en lo referente a conceptualización y percepción objetiva de la ruta aparente del sol, estableciendo de manera tridimensional el concepto de las trayectorias solares, pasando de la forma bidimensional de representar la ruta aparente del sol por medio de la grafica universal a la forma tridimensional que muestra el simulador de la MDGH es decir, la noción de alto, ancho y fondo para su posterior aplicación en el diseño solar.

**FIGURA 10**  
**Maqueta Didáctica Gráfico Heliodón**

La MDGH (FIGURA 10) consta de 4 elementos: *Heliodón universal*, *Gráfica solar de proyección ortogonal universal* (soportada por una base de gráficas), *Visor* y *escuadra paralela*.

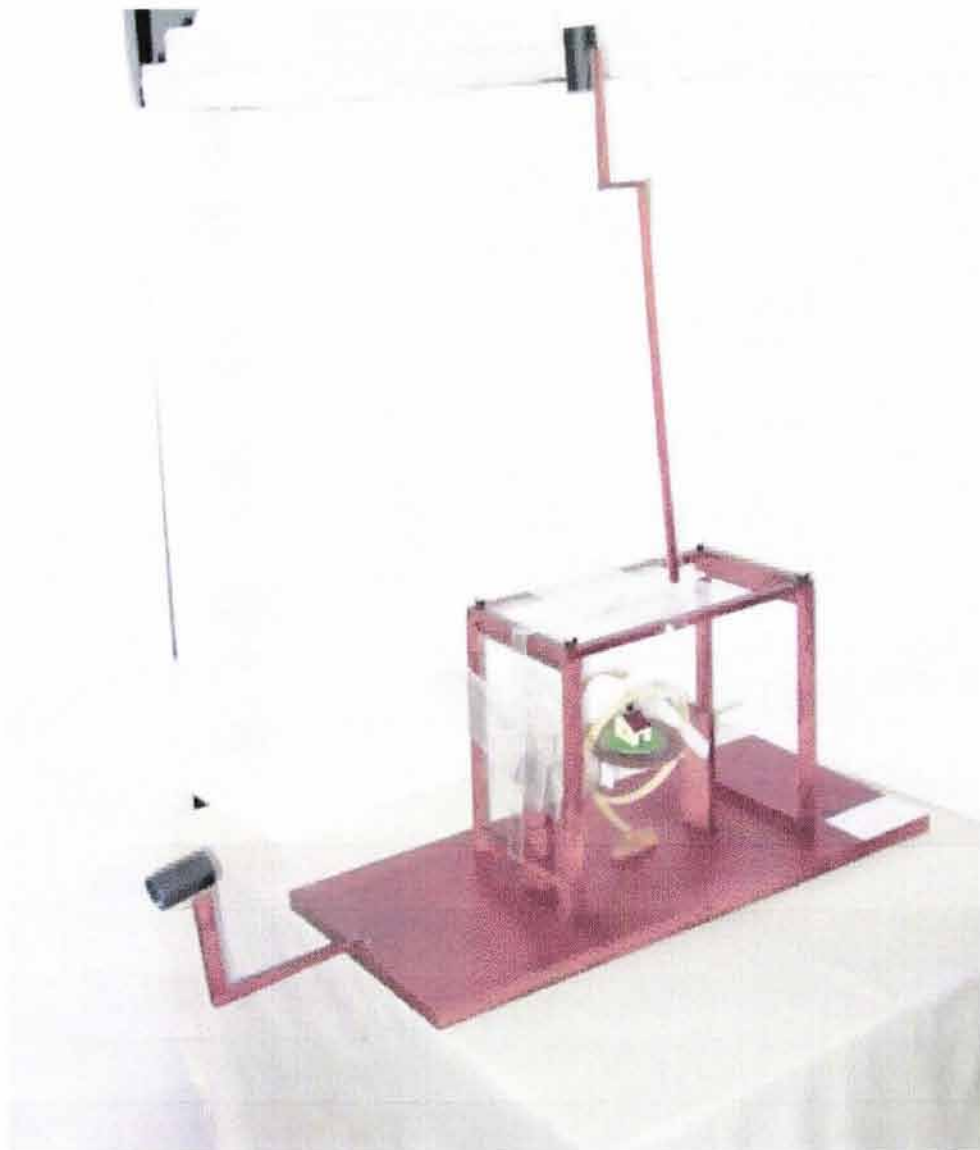




Esta maqueta (FIGURA 11) consta de 4 elementos: ***Heliodón universal, Gráfica solar de proyección ortogonal universal, Visor y escuadra paralela.***

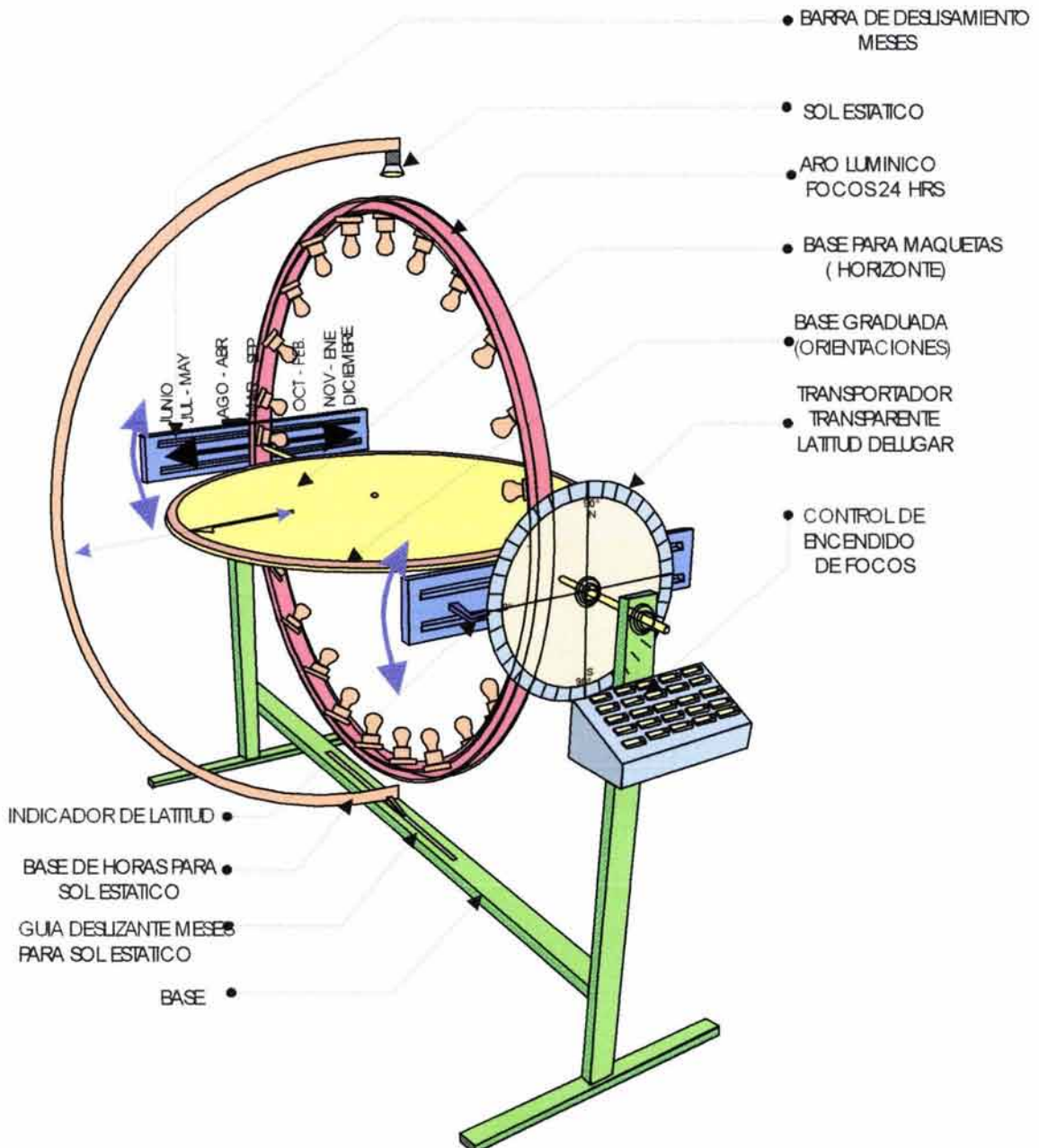
FIGURA 11

*Descripción de los elementos que la componen*



1.- El primer elemento se denomina **Heliodón Universal** (Figura 12 a') y está ubicado en la parte central de la Maqueta, sirve para simular la trayectoria del sol aparente.

FIGURA 12 a'  
Heliodón Universal



En la figura 12 a y 12 a', se muestran dos ejemplos del mismo heliodón universal.



FIGURA 12 a



FIGURA 12 a'

El heliodón universal (FIGURA 12 a) se utiliza en la MDGH como prototipo para la conceptualización de la ruta aparente del sol y ubicación de los ángulos de la posición del sol.

La FIGURA 12 a' es hasta el momento de la terminación de este trabajo, un heliodón universal como primer paso para su integración a una MDGH de mayor escala; por el momento se utiliza como "laboratorio de prueba" en la evaluación de las propuestas de diseño a partir de las maquetas arquitectónicas

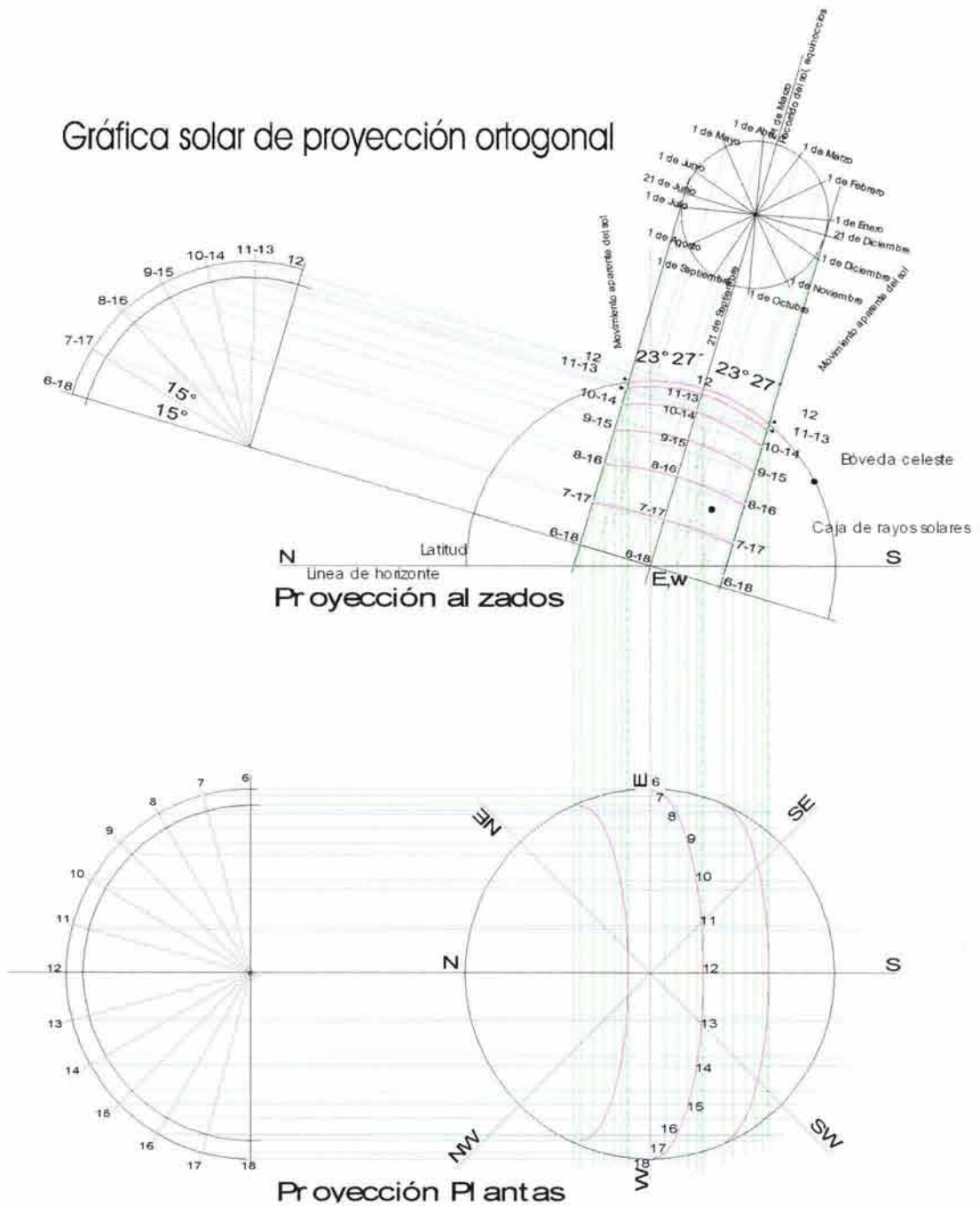
El segundo elemento es la llamada **Gráfica solar de proyección ortogonal universal** (FIGURA 13), sirve para ubicar y/o calcular los ángulos de la posición del sol en cualquier momento de su recorrido. Las adecuaciones que se hicieron a la gráfica para volverla de carácter universal fueron:

- se seleccionó e imprimió en un medio transparente (acrílico) la bóveda celeste, acompañada de todas las proyecciones que indican la trayectoria aparente del sol en posición vertical (FIGURA 14), anclada por medio un perno en su centro (punto de origen ó centro de la bóveda celeste) sobre una base que coincide con otra bóveda celeste graduada en ángulos.
- se seleccionó e imprimió en un medio transparente (acrílico), la bóveda celeste de igual dimensión que la anterior, en posición horizontal (FIGURA 15), con sus proyecciones de las horas auxiliares del día, anclándola con un perno en su centro (punto de origen ó centro de la bóveda celeste) sobre una base que coincide con otra bóveda celeste graduada en ángulos.
- En los dos casos anteriores se le agregó en el centro de anclaje un indicador (manecilla) de una longitud igual al radio de la bóveda celeste (figura 14 y 15), para facilitar la ubicación del ángulo de la posición del sol (cuyo movimiento se realiza de manera manual así como el del resto de las estructuras articuladas).
- Estas dos gráficas y sus proyecciones se transportan por medio de una escuadra paralela (FIGURA 18), de manera que al ubicar la posición en la grafica vertical se puede proyectar la posición de ésta hacia la gráfica horizontal por medio de la escuadra paralela, encontrando la intersección de ésta proyección con la proyección de la hora impresa en la gráfica vertical (FIGURA 34).

Seccionada en dos partes: *posición vertical y posición horizontal.*

FIGURA 13

Gráfica solar de proyección ortogonal universal



- 2 .- *Gráfica solar de proyección ortogonal universal, sección posición vertical* (FIGURA 14), para indicar o localizar el ángulo de diseño de la altura de la ubicación del sol (p ej. como base para diseñar dispositivos de protección solar en corte, o alzado).

FIGURA 14

*Gráfica solar de proyección ortogonal universal, sección posición vertical*



- 2' .- En posición horizontal (FIGURA 15), para indicar o localizar el ángulo de diseño horizontal de la posición del sol, con respecto al sur ó norte (acimut) (para el diseño del dispositivo solar en planta) en la parte superior izquierda, misma que, sirve para el análisis de ubicación y orientación de espacios.

FIGURA 15

*Gráfica solar de proyección ortogonal universal En posición horizontal*



El tercer elemento: es el **Visor para del observador**. (FIGURA 16 y 17) Permite relacionar la gráfica con el heliodón, visualizando y reconociendo los ángulos de la ubicación del sol (vertical y horizontal). Este sirve para enfocar y direccionar la mirada, no cuenta con lentes de ningún tipo; la base para su diseño, es que se debe situar un punto a una distancia tal que la gráfica solar transparente, se traslape en la visual divergente desde el visor hasta el aro de iluminación del MDGH. Este tiene dos ubicaciones:

- 3 .- Para observar la simulación del recorrido del sol a través de la gráfica posición vertical (FIGURA 16).

FIGURA 16

*Visor para el observador*



- 3' .- Para observar la simulación del recorrido del sol a través de la gráfica posición horizontal (FIGURA 17).

FIGURA 17

*Visor para el observador*





4 .- **Escuadra Paralela** (FIGURA 18), para transportar la ubicación del sol de la gráfica posición vertical a la grafica posición horizontal. Las dos gráficas y sus proyecciones se transportan por medio de la escuadra paralela (FIGURA 18), de manera que al ubicar la posición en la grafica vertical se puede proyectar la posición de ésta hacia la gráfica horizontal por medio de la escuadra paralela, encontrando la intersección de ésta proyección con la proyección de la hora impresa en la gráfica vertical (FIGURA 34).

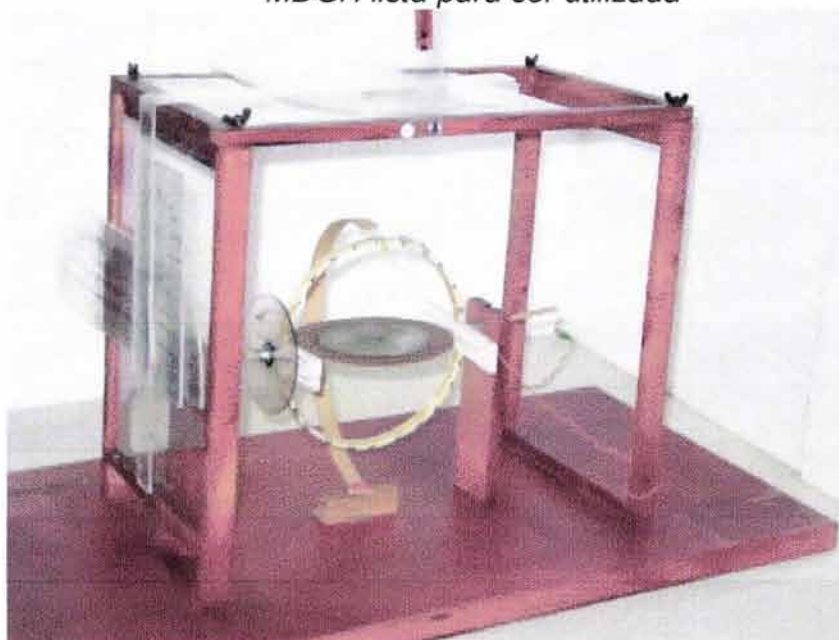
FIGURA 18  
*Escuadra Paralela*



## Pasos para la utilización de la MDGH

FIGURA 19

*MDGH lista para ser utilizada*



Colocar en el horizonte o base (FIGURA 20) , el objeto arquitectónico a escala para su estudio o evaluación.

FIGURA 20

*Maqueta arquitectónica colocada sobre la plataforma de horizonte de la MDGH*



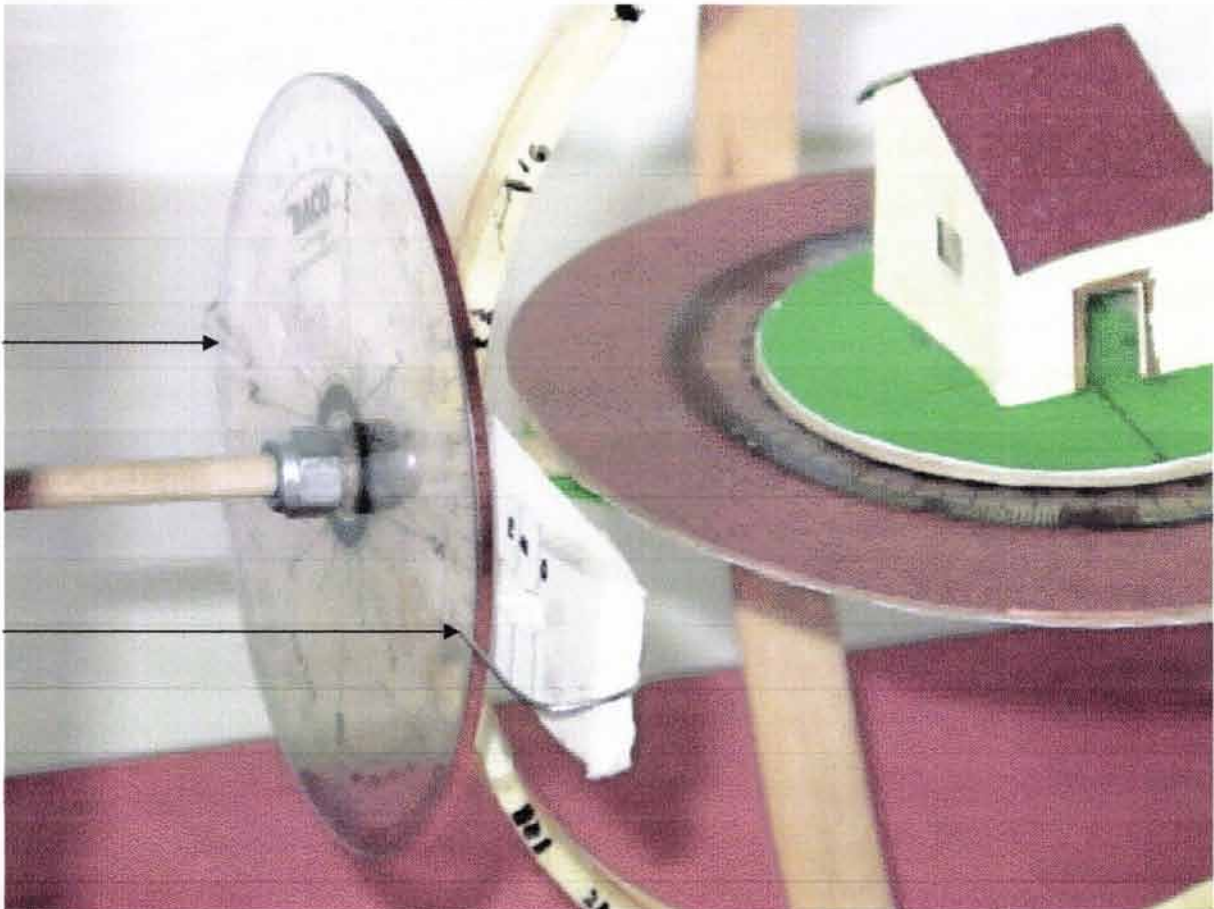
Se puede continuar en dos vías:

**Opción 1:** Cuando se tiene ubicado la fecha a estudiar lugar (FIGURA 21), hora (24 y 25) y mes (FIGURA 23).

- Ubicar el indicador de latitud (FIGURA 21) tanto en el heliodón como en la gráfica solar de acuerdo con la latitud del lugar, ejemplo: Tuxtla Gutiérrez, Chiapas  $16^{\circ}42''$ .

FIGURA 21

*Acercamiento sobre el indicador de latitud*



- Colocar en el heliodón, el aro de iluminación (FIGURA 22) (parte de la bóveda celeste) en el mes, y en la gráfica (FIGURA 23), la manecilla de color azul en las figuras, en el mes y hora correspondiente, tanto en la presentación vertical (FIGURA 23), como en la horizontal (FIGURA 24 y 25).

FIGURA 22

*Aro de iluminación*



FIGURA 23

*Gráfica presentación vertical*



FIGURA 24

*Gráficas posición Horizontal*



FIGURA 25



- Ubicar o prender el foco de la hora indicada a simular en el heliodón (FIGURA 26), y en la gráfica universal posición vertical, proyectar con la escuadra paralela (FIGURA 27), la hora indicada en la manecilla del mes y hora previamente ubicada, hacia la grafica universal posición horizontal.

FIGURA 26

*El heliodón ubicado con el foco prendido indicando la hora a simular*



- Transportar la proyección de la hora del punto anterior, con la paralela que se encuentra en la gráfica solar universal posición horizontal (FIGURA 27).

FIGURA 27

*La escuadra paralela proyectando la ubicación del sol de la posición vertical a la horizontal.*



- Ubicar la manecilla de la Gráfica Universal posición horizontal (FIGURA 28) a la intersección de los dos puntos anteriores, situando de ésta manera el ángulo horizontal de la posición del sol (acimut).

FIGURA 28

*Gráfica Universal posición horizontal*

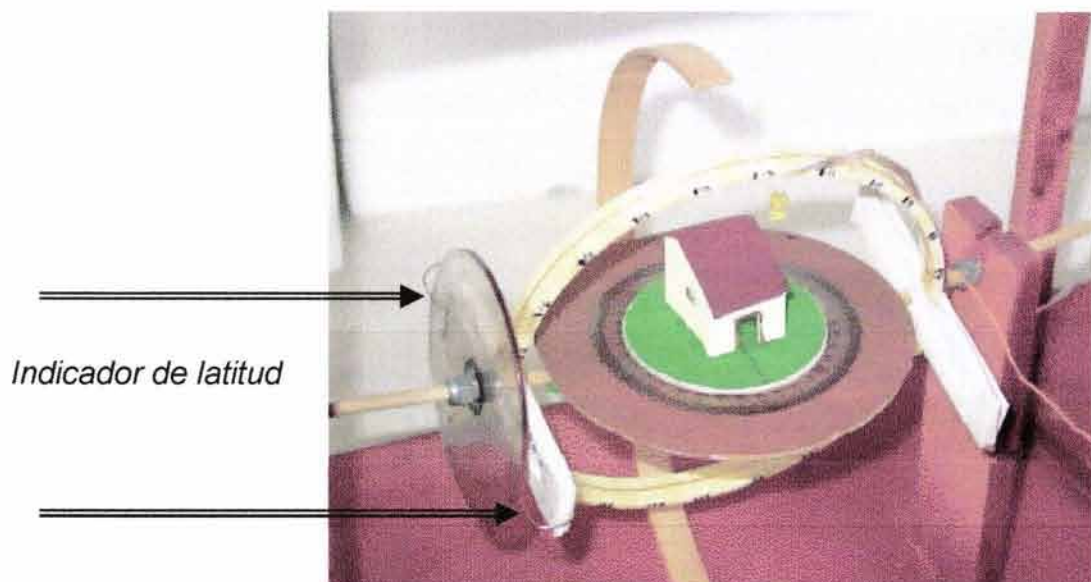


**Opción 2:** *Cuando no se tiene ubicado la fecha a estudiar (lugar, hora y mes).*

- Ubicar el indicador de latitud del heliodón (FIGURA 29), en el ángulo del lugar a simular; ejemplo: Tuxtla Gutiérrez, Chiapas  $16^{\circ} 45''$ .

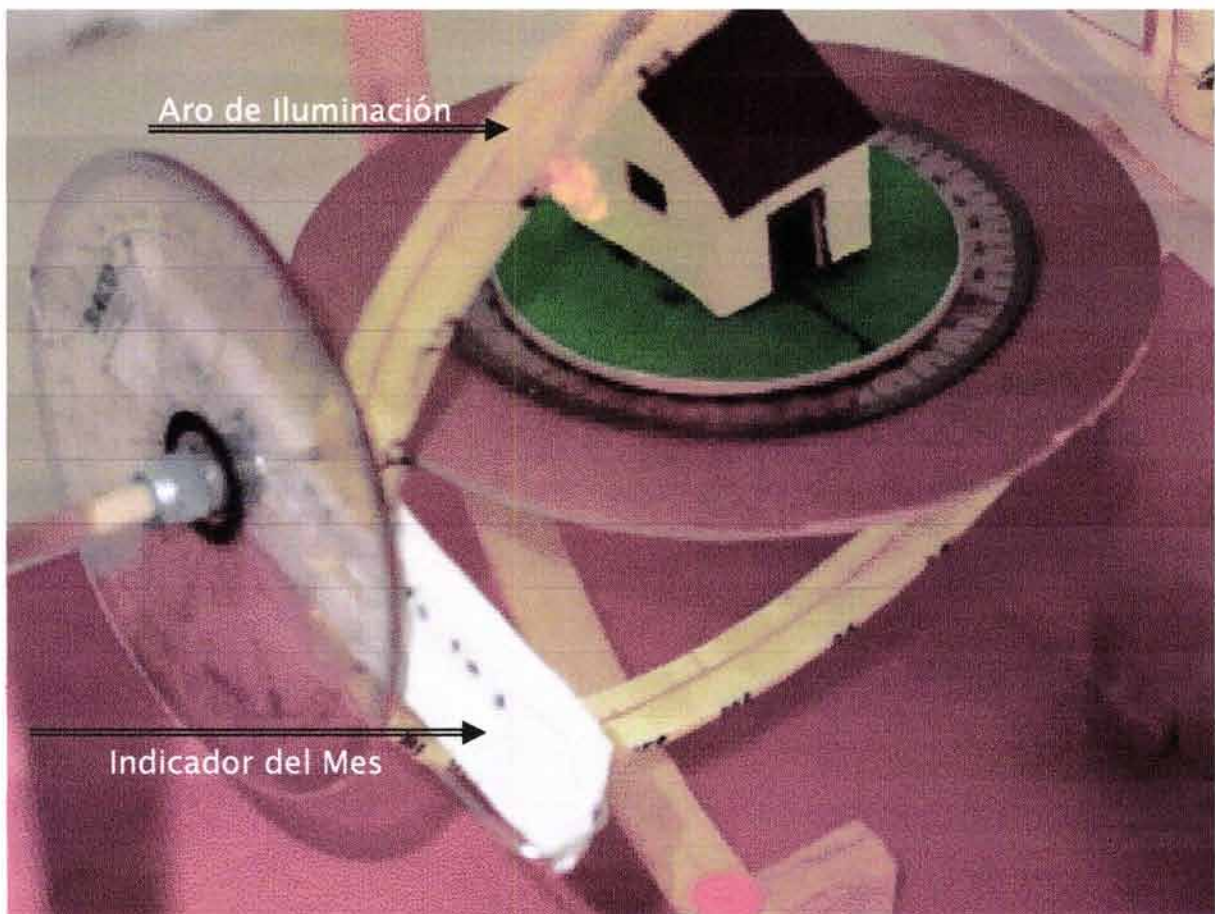
FIGURA 29

*Indicador de latitud del heliodón*



- Hacer coincidir el indicador del mes a estudiar, desplazando el aro de iluminación (FIGURA 30) (*parte de la bóveda celeste*).

FIGURA 30  
*Aro de iluminación*



Encender el foco (sol) de manera secuencial hasta encontrar e identificar la hora y el mes de diseño de la proyección buscada para el mejor aprovechamiento de la energía solar para el edificio, p, ej. si queremos evaluar un proyecto arquitectónico se somete la maqueta – producto, al simulador y se determina la incidencia del sol, esta evaluación se puede realizar en dos momentos de manera general: a).- en el proceso de desarrollo del proyecto y b).- y como proyecto terminado (FIGURA 31, 32 y 33).

*Simulación en diferentes horas*

FIGURA 31 (9 horas)

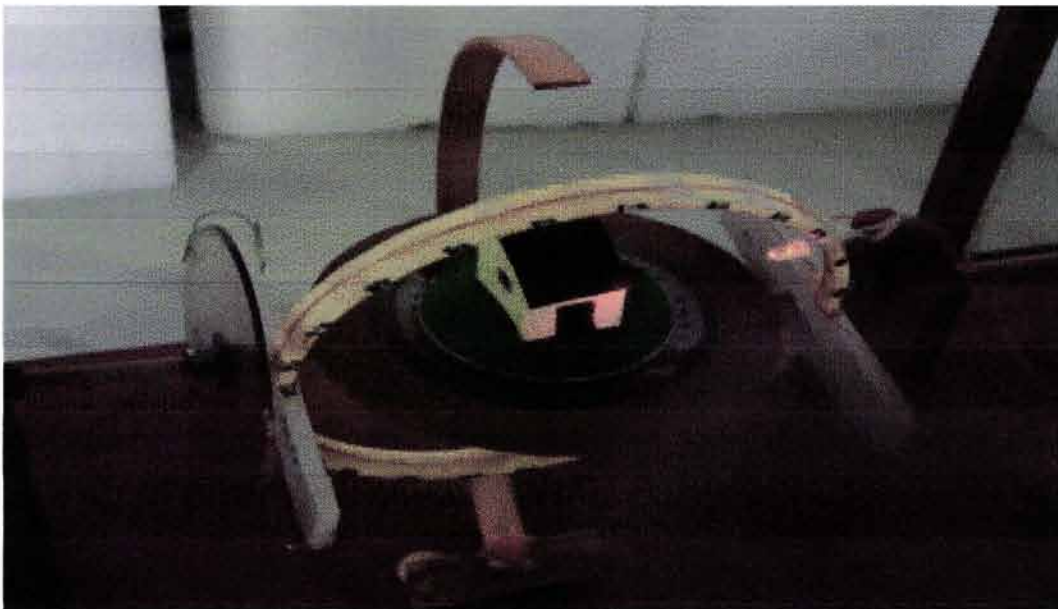


FIGURA 32 (16 horas)

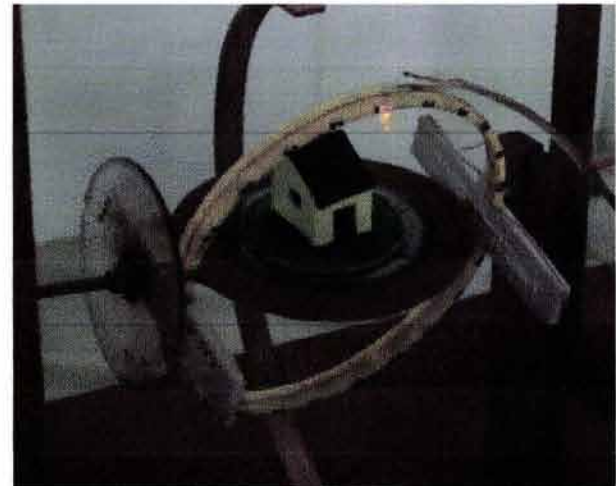


FIGURA 33 (12 horas)



- Después de encontrada la posición buscada, ubicar la hora de la altura del sol de diseño (FIGURA 34), con la gráfica universal vertical (el observador, se coloca en el visor lo que le permite visualizar el punto de coincidencia que establece la posición del sol del heliodón en la gráfica universal), moviendo y colocando la manecilla de la gráfica con la posición del sol, ubicado en el heliodón. Obteniendo el ángulo de la altura del sol.

FIGURA 34

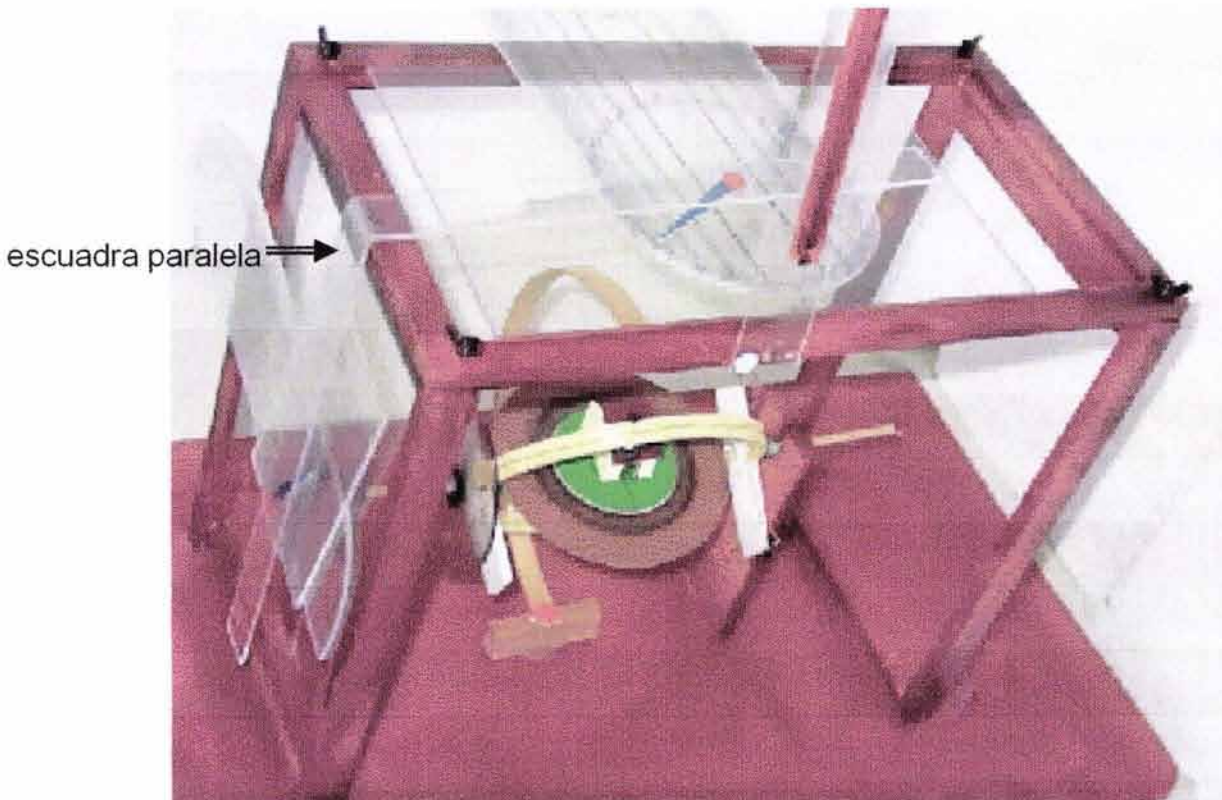
*Punto de coincidencia que establece la posición del sol del heliodón en la gráfica universal*



- Transportar por medio de la escuadra móvil de unión de las dos partes de la gráfica universal, que se encuentran fijadas por un perno al soporte de gráficas que le da opción de movimiento (vertical y horizontal) la posición del sol de la vertical a la horizontal, cruzando la línea de ésta escuadra paralela, con la proyección de la línea paralela de la hora de la gráfica horizontal (FIGURA 35). De esta manera obtenemos el acimut del sol. Cuando está encendido el foco se puede obtener de manera directa los ángulos de la posición del sol tanto verticales como horizontales.

FIGURA 35

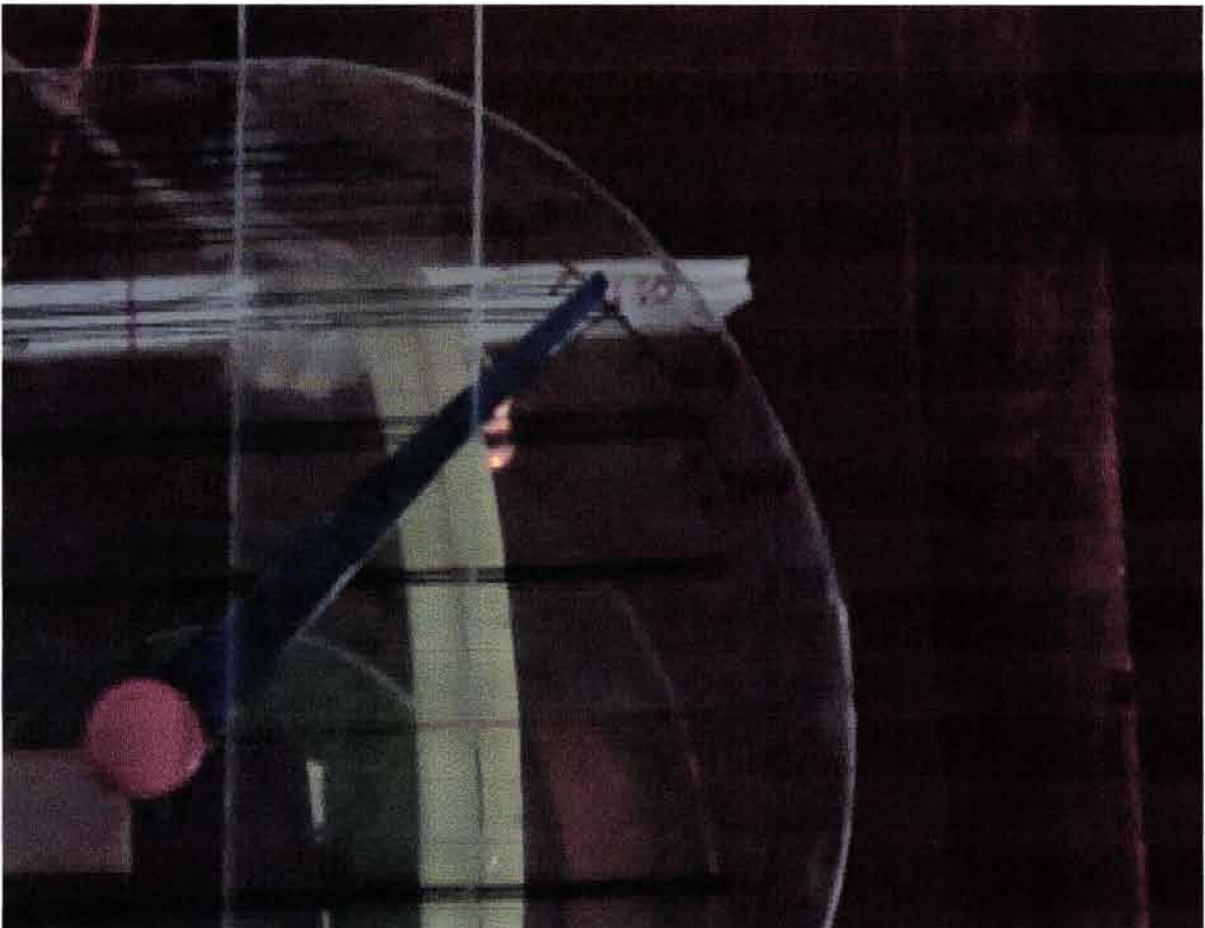
*Utilización de la escuadra paralela*



- Mover la manecilla de la grafica solar universal posición horizontal (FIGURA 36), hacia la intersección del punto anterior, para darle lectura al ángulo de acimut, que indica la proyección de la manecilla hacia la bóveda celeste con respecto al norte o sur.

FIGURA 36

*Gráfica Solar Universal posición horizontal*



#### **4.3.- Ejercicio de Arquitectura solar, proyectado para el “taller de diseño Arquitectónico III”.**

En este apartado, se tiene como propósito establecer los pasos para la aplicación de la propuesta didáctica, es decir, se explicita de manera precisa la manera en que la estrategia didáctica deberá ser instrumentada paso a paso en un ejercicio de arquitectura solar y particularmente en un ejercicio de diseño.

##### **4.3.1- Paso 1. “Plan del ejercicio de diseño”**

###### *a).- contenidos temáticos del ejercicio de diseño*

Como se ha señalado con anterioridad, se retoman los contenidos temáticos de la asignatura de diseño arquitectónico III, impartido en el 4º. Semestre de la licenciatura en arquitectura; a partir de estos contenidos se establece un ejercicio de diseño con orientación hacia el diseño solar.

###### *b).- Objetivo del ejercicio de diseño*

A partir de ésta propuesta didáctica (estrategia y herramienta), se pretende alcanzar el siguiente objetivo: *“el alumno será capaz de entender y aplicar el diseño de un edificio, hacia un rango de orientación térmica en concordancia con su requerimiento, inscrita en la arquitectura solar y, podrá calcular y diseñar **dispositivos pasivos de control solar**”.*

*c).- Meta para el ejercicio de diseño*

El objetivo del ejercicio de diseño, se espera concretar con la siguiente meta: “. . .el alumno expondrá la representación de un diseño o proyecto arquitectónico (maqueta) de baja complejidad, dicho producto será diseñado en tres dimensiones: la organización funcional, formal y espacial, además de proyectar a escala el edificio, tomando en cuenta la estructura”.

La presentación del proyecto arquitectónico (*utilizando el diseño solar pasivo*) se hará, cumpliendo con los siguientes requerimientos: bitácora del desarrollo del ejercicio, planos arquitectónicos esc. 1:50, cortes esc. 1:50, fachadas esc. 1:50 y maqueta esc. 1:50”.

Ésta maqueta, será el fruto del trabajo con la **MDGH** (como base) durante el desarrollo del diseño, como eje orientador en el manejo de los elementos de la arquitectura solar.

Así mismo la evaluación de la maqueta se realizará con la MDGH. La maqueta – producto es sometida a la MDGH y se verifica los ángulos de diseño y su correspondencia con los elementos arquitectónicos que inciden en la arquitectura solar (orientación, volumen, dispositivos pasivos, etc.)

*d).- Procedimiento para la implementación del ejercicio de diseño:*

Para la implementación de la estrategia didáctica como ejercicio de la arquitectura solar y particularmente en un ejercicio de diseño, se proponen los pasos que a continuación se explican, para aplicarse en el estudio de caso.

1. Al inicio del tema, se les dará a los alumnos el programa del ejercicio, incluyendo contenidos, alcances, sistemas de evaluación, bibliografía citada en este trabajo y se establecerán conjuntamente con el docente, los objetivos que se espera alcanzar (señalados al inicio de ésta pagina)

2. Una vez establecido lo anterior, se realizarán ejercicios en donde, por medio de la actividad lúdica, los estudiantes se integran como grupo y se sensibilizan en la importancia del trabajo grupal.
3. Se propone utilizar dos técnicas, durante el desarrollo del ejercicio de diseño: a).- la exposición por equipos apoyados por el maestro, utilizando material didáctico: transparencias, Maqueta Didáctica Gráfico Heliodón, programas de cálculo de radiación y trayectorias solares y, b).- la técnica de grupo operativo (técnica de cartel), basada en la producción individual como eje de discusión, la cual concluye en una plenaria .
4. Como antecedente del ejercicio, el docente explicará la importancia del sol en la arquitectura, propiciando que los alumnos utilicen más de uno de sus sentidos (vista, oído, tacto etc.) con el apoyo de medios didácticos, como acetatos, videos, cañón de proyección, etc.
5. Se establece como tarea, el diseño de una propuesta de solución arquitectónica, que incluya el cálculo y diseño de dispositivos pasivos de control solar para una vivienda básica, considerando los requisitos de presentación ya señalados.
6. Durante el desarrollo del ejercicio, el maestro describirá la herramienta didáctica: "Maqueta Didáctica Gráfico Heliodón (MDGH)": su funcionamiento, sus componentes, cómo y en dónde, se registran los datos a utilizar (latitud, mes, hora) para ser usados por los estudiantes para llevar a cabo, la simulación del recorrido aparente del sol, utilizando un volumen u objeto arquitectónico.
7. El grupo se organizará en equipos para experimentar en la MDGH durante el ejercicio de diseño, en relación a las sombras, las proyecciones solares y posibles obstrucciones de las mismas, para obtener los requerimientos idóneos a partir de los cuales, realizarán una propuesta arquitectónica.

#### 4.3.2.- Paso 2 “Actividades y experiencias del aprendizaje”

Con base en el modelo pedagógico que sustenta este trabajo, se propone de manera general, un conjunto de actividades y experiencias de aprendizaje cuya característica principal es buscar, mediante diversas orientaciones, un abanico de posibilidades didácticas que incidan en la mayor parte de los alumnos y de sus particulares formas de aprender:

Para aplicar la estrategia didáctica, se proponen las siguientes actividades y experiencias de aprendizaje:

- El Profesor instala la clase, guía, orienta y aclara las dudas durante el ejercicio de diseño.
- Los alumnos se organizan en equipos de 3 ó 4 integrantes, exponen y discuten los aspectos generales del ejercicio de diseño.
- Los alumnos investigan los elementos teórico – prácticos de su propuesta y trabajan en casa en el diseño de la misma.
- Los alumnos trabajan en el salón de clase con su propuesta, apoyados por el profesor.
- Los *alumnos experimentan por equipos en la MDGH* durante el desarrollo de su propuesta.
- Los alumnos someten su propuesta arquitectónica a la autoevaluación, a la evaluación de sus compañeros (coevaluación) y a la evaluación del profesor, durante el desarrollo del ejercicio y al final del mismo.

### 4.3.3.- paso 3 “Estrategias cognitivas para el aprendizaje”

El enfoque cognoscitivista, tiene como meta educativa que cada individuo acceda progresiva y secuencialmente, a la etapa de desarrollo intelectual, de acuerdo con las necesidades y condiciones de cada uno, considerando el aprendizaje, como modificaciones sucesivas de las estructuras cognitivas y enfatizando la importancia de la experiencia en el desarrollo de los procesos cognitivos, lo que nos lleva a pensar, en el *aprendizaje por descubrimiento*, como una estrategia cognitiva para el aprendizaje.

Por todo ello, se proponen las siguientes estrategias cognitivas para el aprendizaje:

- El profesor organiza los contenidos en una estructura lógica, para que el estudiante se motive hacia el nuevo aprendizaje.
- El profesor, establece a partir de una sesión introductoria, una base previa de conocimientos que proporciona una plataforma que permita la comprensión del nuevo material y su conexión con el existente.
- Los alumnos se organizan en equipos, investigan, exponen y discuten los elementos del ejercicio de diseño, permitiendo con ello, el aprendizaje por observación, generando sus propias expectativas para sus propias acciones y consecuencias, así mismo, los estudiantes aprenden más cuando colaboran con otros.
- El profesor establece las tareas con un carácter flexible, considerando las inclinaciones naturales de los estudiantes y colocando las actividades educacionales para apoyar las diversas formas de inteligencia.
- Se establecen repasos periódicos, mediante discusiones grupales, lluvias de ideas, ejercicios de evaluación, etcétera, considerando la capacidad finita de la memoria a corto plazo, y el que la memoria a largo plazo, depende del proceso y del trabajo de la memoria a corto plazo. Recordando que mucha información se procesa inconscientemente.



- El profesor propone, que los conceptos base del ejercicio de diseño, estén relacionados con los estudiantes, reflexionando en que el aprendizaje, requiere de un contexto en donde fijar las características de ese conocimiento, basado en objetos tangibles y no simbólicos, que permitan que el aprendiz, reconozca sus experiencias vividas para entender nuevos conocimientos.
- Se organizan conjuntamente (alumnos y maestro) las estrategias didácticas del curso de manera alternativa: sesión grupal, exposición, trabajo con la MDGH, etcétera, considerando que, los individuos tienen una diversa preferencia por cómo aprenden, y que cuando se les permite trabajar con material de acuerdo a su estilo preferido para aprender, los estudiantes la realizan mejor la tarea de aprender.

#### **4.4.- Propuesta de evaluación de los aprendizajes del ejercicio de diseño**

El modelo de evaluación que se propone, se puede entender como el conjunto tanto de elementos a evaluar como, los criterios de evaluación y sus formas sumativas de cuantificarlos, sin ser un método en tanto que son directrices que se adecuan en su aplicación.

El propósito de esta sección, es la de establecer tanto los elementos como las formas para evaluar la propuesta didáctica: el aprendizaje de los contenidos que se instrumentaron con la estrategia didáctica aquí sugerida y apoyada en la MDGH, es decir, el proceso de evaluación de los aprendizajes.

##### **4.4.1. Elementos a evaluar**

Tanto los contenidos programáticos, como objetivos particulares de la asignatura (ver inciso 5.2), señalan el conjunto de elementos que... *”como parte de la formación del profesional de la arquitectura en el área del diseño”*, deberá dominar el estudiante. En ésta propuesta didáctica se retoman, con énfasis en la perspectiva de la arquitectura solar, es decir, se abordan todos los contenidos, pensando en la formación integral del futuro arquitecto: *conocimiento declarativo, procedimental y actitudinal*.

Las bases para conocer los resultados de la instrumentación tanto de la estrategia como de la herramienta didáctica aplicados en el taller de diseño arquitectónico III, son las establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad Autónoma de Chiapas, en tanto sistemas de evaluación de los aprendizajes en la licenciatura.

A partir de ello, se propone evaluar en los tres niveles del conocimiento:

**a).- Declarativo:**

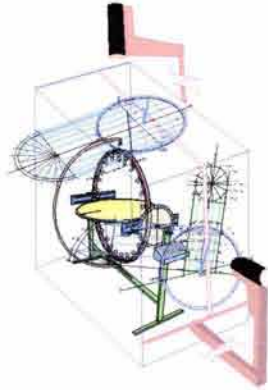
- 2 exámenes escritos de los conceptos básicos del diseño en la arquitectura solar.
- Participación individual en la discusión de grupo.
- Dominio del tema en las exposiciones por equipo

**b).- Procedimental:**

- Examen práctico del dominio y manejo de la MDGH.
- 2 evaluaciones parciales y una final de la propuesta arquitectónica.

**c).- Actitudinal:**

- Trabajo en equipo
- Disposición al trabajo colaborativo
- Demostración cotidiana de los principios de la arquitectura solar - bioclimática.



## Capitulo V

### Estudio de caso: Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Chiapas

#### *“Validación de la propuesta”*

*5.1.- De la Facultad de Arquitectura*

*5.2.- Contenidos a nivel enseñanza - aprendizaje*

*5.3.- Población en estudio*

*5.4.- Instrumentación*

*5.5.- Resultados*

# CAPITULO V: ESTUDIO DE CASO: FACULTAD DE ARQUITECTURA UNACH

*“Validación de la propuesta”*

## **5.1.- De la Facultad de Arquitectura**

El 19 de junio de 1976, se crea la escuela de Arquitectura (proyecto Académico de la Facultad de Arquitectura 2002 – 2006).

En 1983 se traslada a las instalaciones de la hoy Facultad de Arquitectura, que desde entonces imparte la Licenciatura en Arquitectura. En el mes de septiembre de 1993, se pone en marcha el actual plan de estudios con base en los requerimientos de la población y del avance sociocultural, el cual, contempla la incorporación de nuevas materias relacionadas al aspecto regional del estado, esto es, que comprenden aspectos del medio físico natural (*entre ellos, el sol*) y socioeconómicos de la Entidad (proyecto Académico de la Facultad de Arquitectura 2002 – 2006).

### **Enfoque.-**

La Facultad de Arquitectura, desde su creación, ha formado profesionales que se han desempeñado principalmente en el campo del diseño arquitectónico, la construcción y el urbanismo. La formación de los arquitectos ha sido predominantemente práctica, basada en la experiencia de los profesores, con nivel de licenciatura y escasa formación docente (Escamiroso, 2002).

En la actualidad, en la Facultad se le confiere mayor atención a la docencia, dejando prácticamente de manera secundaria la investigación y la extensión, el diseño orientado hacia la arquitectura solar se ha expresado a instancias de intereses individuales, profesores que cursan tanto diplomados como maestrías en diseño arquitectónico. (proyecto Académico de la Facultad de Arquitectura 2002 – 2006).

Los alumnos, como parte medular del proceso de enseñanza-aprendizaje, requieren atención esmerada para reencauzar sus ideales y disminuir el efecto de la indefensión aprendida, que lejos de ayudarles los reprime y aniquila; así también, de una formación integral que les permita afrontar los retos generados por el alto desarrollo de los sistemas de comunicación y los efectos y causas de la globalización.

Las condiciones socioculturales de los estudiantes de ésta Facultad, propician una baja permanencia de alumnos que no cuentan con recursos económicos suficientes para lograr dedicarse de tiempo completo a su formación profesional, quienes se ven obligados por necesidad a trabajar, lo cual incide significativamente en su rendimiento académico, además, los imposibilita para alcanzar los indicadores de aprovechamiento que exigen las instancias otorgadoras de apoyos extraordinarios como las becas (proyecto Académico de la Facultad de Arquitectura 2002 – 2006).

En cuanto a la actividad docente y, como se señala en el Programa Estatal de Educación, Chiapas 2001 – 2006, *“un porcentaje aproximado al 75 % de los profesores de educación media superior y superior no han cursado estudios formales en el campo de las ciencias de la educación”*. . . .

Así mismo, las formas de evaluar a los alumnos son tradicionalmente rígidas, subjetivas, poco claras, sin considerar los distintos saberes (conceptual, procedimental y actitudinal), lo cual, queda de manifiesto en las estadísticas que en este sentido muestran los índices de aprovechamiento de los últimos 25 años en la Facultad: las calificaciones, como parámetro del nivel de aprovechamiento de los alumnos: fluctúan entre 6 y 8 en una escala de 0 al 10, y solo el 5 % alcanza o rebasa el límite superior señalado.

En la actualidad, en la Facultad, del personal docente que ha cursado tanto especialidades, diplomados como maestrías, muy pocos son los que se han dedicado a la enseñanza de **la arquitectura solar**.

## Plan de estudios

El Plan de Estudios de 1993 surgió del seno de la Facultad, con el firme propósito de superar las deficiencias del Plan de Estudios de 1977, procurando una estructura curricular propia.

Actualmente se encuentra en proceso la evaluación de dicho plan vigente (1993), con miras a su adecuación a las exigencias que los diversos sectores sociales demandan.

Destaca la cantidad sobrada de contenidos en las asignaturas, los que por los tiempos marcados en cada ciclo lectivo, cotidianamente no son abordados en su totalidad (proyecto Académico de la Facultad de Arquitectura 2002 – 2006).

La ANUIES ha propuesto desde hace algunos años una **metodología para el seguimiento de egresados** que permita establecer la pertinencia del programa a partir del análisis de los contenidos y el mercado laboral, así como las características de formación profesional de nuestros egresados, sin embargo, es aún incipiente el trabajo que se ha realizado en este sentido.

A continuación se presentan el total de las asignaturas contempladas en el Plan de Estudios y en el mapa curricular distribuidas por semestre, dentro del cual como se puede observar, no existe materia alguna con una orientación específica de la arquitectura solar, sin embargo, en las materias de: **análisis del medio físico natural, diseño arquitectónico III y IV** (FIGURA 37), en los programas correspondientes, existen contenidos aislados que se pueden relacionar con la arquitectura solar (siempre y cuando el docente que imparte las materias así lo considere).

FIGURA 37 Mapa Curricular

PLAN DE ESTUDIOS 1993, DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS										
AREA DE CONOCIMIENTO	SEMESTRE 1	SEMESTRE 2	SEMESTRE 3	SEMESTRE 4	SEMESTRE 5	SEMESTRE 6	SEMESTRE 7	SEMESTRE 8	SEMESTRE 9	SEMESTRE 10
HUMANÍSTICA	APRECIACIÓN ESTÉTICA	ANÁL. HIST. ARQ. I	ANÁL. HIST. ARQ. II	ANÁL. HIST. ARQ. III	ANÁL. HIST. ARQ. IV	ANÁL. HIST. ARQ. V			ÉTIC. PROF. DEL ARQ.	SEMINARIO DE TESIS Y SERVICIO SOCIAL
	T. DE EXP. ESCRITA	MÉT. Y TEC. DE INV.	T. DE DIAG. DE LA COM.							
DISEÑO	INT. TEOR. ARQ.	LENGUAJE DE LA ARQ.	ANÁL. MED. FIS. NAT	ANÁL. MED. FIS. ART	VALORES Y MED. ARQ.	CONCEP. ARQ. CONT.			TALLER INTEGRAL DE ARQ.	
	ELEM. DIB. Y EXP. GRAF.	DIBUJO ARQ. I	DIBUJO ARQ. II	TÉC. DE REP. GRÁFICA I	TÉC. DE REP. GRÁFICA II	TÉC. DE REP. GRÁFICA III				
		GEOMETRÍA DESCRIPTIVA	PERSPECTIVA							
	INTROD. AL DISEÑO	TALLER DIS. ARQ. I	TALLER DIS. ARQ. II	TALLER DIS. ARQ. III	TALLER DIS. ARQ. IV	TALLER DIS. ARQ. V	TALLER DIS. ARQ. VI	TALLER DIS. ARQ. VII		
EDIFICACIÓN	GEOMETRÍA ANALÍTICA	MATEM. I	MATEM. II						TALLER INTEGRAL DE ARQ.	
	ESTÁTICA	RES. DE MAT. I	RES. DE MAT. II	CONCRETO REFORZADO	TALLER DE CONST. I	TALLER DE CONST. II	TALLER DE CONST. III	TALL. TEC. Y MAT. REG.		
		TOPOGRAFÍA	MAT. Y PROC. DE CONST. I	MAT. Y PROC. DE CONST. II	ARQ. LEGAL Y FINANCIERA	ADMÓN. DE OBRAS I	ADMÓN. DE OBRAS II			
				LABORATORIO DE MAT. I	LABORATORIO DE MAT. II					
				INSTALAC. EN EDIF. I	INSTALAC. EN EDIF. II					
URBANISMO						URBANISMO I	URBANISMO II	TALLER DIS. URB.		



## 5.2.- Contenidos a nivel enseñanza – aprendizaje

Se seleccionó el taller de diseño arquitectónico III, que se encuentra dentro del área de formación de diseño, situada en el cuarto semestre, con una carga horaria de 9 hrs/sem/mes, sumando un total de 135 hrs. al semestre.

Esta elección se realizó desde el punto de vista metodológico, por la posibilidad de acceder al campo de investigación, es decir, los espacios de trabajo del docente – investigador.

Por otra parte, desde una perspectiva teórica de la formación del arquitecto, de acuerdo con el plan de estudios de la licenciatura (Plan de estudios, 1993), es en éste taller, donde inicia la orientación hacia la aplicación del conocimiento del medio físico - natural en el diseño arquitectónico.

Este recorte teórico – metodológico, no implica que tanto la propuesta de estrategia como la herramienta didáctica no pueda ser aplicada a otros semestres de la carrera.

### *“El Taller de Diseño Arquitectónico III”*

La importancia de la asignatura dentro de la formación profesional, es la de capacitar al alumno para integrar y aplicar gradualmente los conocimientos adquiridos en otras materias, mediante propuestas de diseño de espacios arquitectónicos. El papel que cumple la asignatura en el área de formación a la que pertenece, es el de establecer un eje articulador entre el resto de las materias que integran el área ( anexo, mapa curricular y asignaturas del plan de estudios, 1993).

## **Objetivo general de la asignatura:**

El alumno interpretará mediante temas de diseño arquitectónico de fácil comprensión y fácil manejo los aspectos formales, funcionales y de contexto; aplicando los conocimientos anteriores haciendo énfasis en el análisis y evaluación de los elementos del medio físico natural; así como de las formulas resultantes de los diversos sistemas de estructuras, sin resolver su tecnología constructiva sino únicamente sus principios, asimismo aplicará los conceptos del proceso de diseño arquitectónico (plan de estudios, 1993).

## **Contenidos temáticos:**

De acuerdo con el plan de estudios vigente, (1993) el *“Taller de Diseño Arquitectónico III”* se conforma de 6 unidades, de las cuales se seleccionó las temáticas relacionadas con la arquitectura solar, a fin de establecer la propuesta y validación de la misma.

*Unidad 2.- objetivo particular:* el alumnos analizará y evaluará a través de los temas del curso lo elementos del medio físico natural que intervienen o condicionan el proceso de diseño arquitectónico, haciendo énfasis en las determinantes climáticas (climatización pasiva):

- 2.1.- Terreno
- 2.2.- Clima
- 2.3.- Aspectos ecológicos

Tanto los contenidos programáticos, como objetivos particulares de la asignatura, señalan el conjunto de elementos que. . . *“como parte de la formación del profesional de la arquitectura en el área del diseño”*, deberá dominar el estudiante, considerando los diversos elementos generales del mismo.

En ésta propuesta didáctica, se enfatiza la perspectiva de la **arquitectura solar**, para la estructuración y aplicación del ejercicio de diseño, es decir, se abordan los contenidos con una orientación didáctica y conceptual, pensando en la formación integral del conocimiento: *declarativo, procedimental y actitudinal* (Díaz Barriga, 1998 ).

### 5.3 Población en estudio

La validación de la propuesta, se trabajó con cuatro grupos del 4º. semestre en el área de Diseño Arquitectónico III, de la Facultad de arquitectura (FIGURA 39) de la Universidad Autónoma de Chiapas (FIGURA 38).

FIGURA 38

*Edificios de la Universidad Autónoma de Chiapas*



Durante el ciclo lectivo (ene-jul 2003), se operó con dos grupos, un grupo en el que se aplicó la propuesta didáctica con apoyo de la MDGH y otro, en el que solo se aplicó la propuesta didáctica sin el apoyo de la MDGH, como grupo de referencia. Este trabajo se repitió, con otros dos grupos en el siguiente ciclo lectivo (ago-diciembre 2003).

Con base en el diagnóstico que realiza la Facultad (PIFI 2), se establece que, las características de los grupos son similares en cuanto a número, proporcionalidad de género, edad, escuelas preparatorias de las que provienen, promedios de calificación y nivel socio económico.

FIGURA 39

*Edificios de la Facultad de Arquitectura*



Así también, los grupos comparten a los mismos catedráticos y similares horarios de clase durante el semestre. Los espacios de clase (FIGURA 40) en cuanto a infraestructura, mobiliario y medios didácticos, en ambos grupos es similar

Por último y considerando lo anterior, la elección del grupo para la validación, se realizó de manera aleatoria, evitando con ello el sesgo por preferencia del profesor.

FIGURA 40

*Aulas de Talleres de diseño Arquitectónico de la Facultad de Arquitectura UNACH*



#### 5.4.- Instrumentación

Se siguieron de manera puntual, en ambos grupos, los apartados señalados en la propuesta didáctica para el ejercicio de diseño (FIGURA 41), estableciendo en primer término, la siguiente noción de aprendizaje: *“ . . . el aprendizaje se explica, como una manifestación de los procesos cognoscitivos ocurridos durante el aprendizaje, por lo que los estudiantes deben orientarse a desarrollar aprendizajes por recepción significativa y a participar en actividades exploratorias, que reafirmen su carácter activo, como sujetos de sus procesos de conocimiento y de desarrollo cognitivo. . . ”*

FIGURA 41

*Grupo de alumnos trabajando en grupo, el análisis de las gráficas*



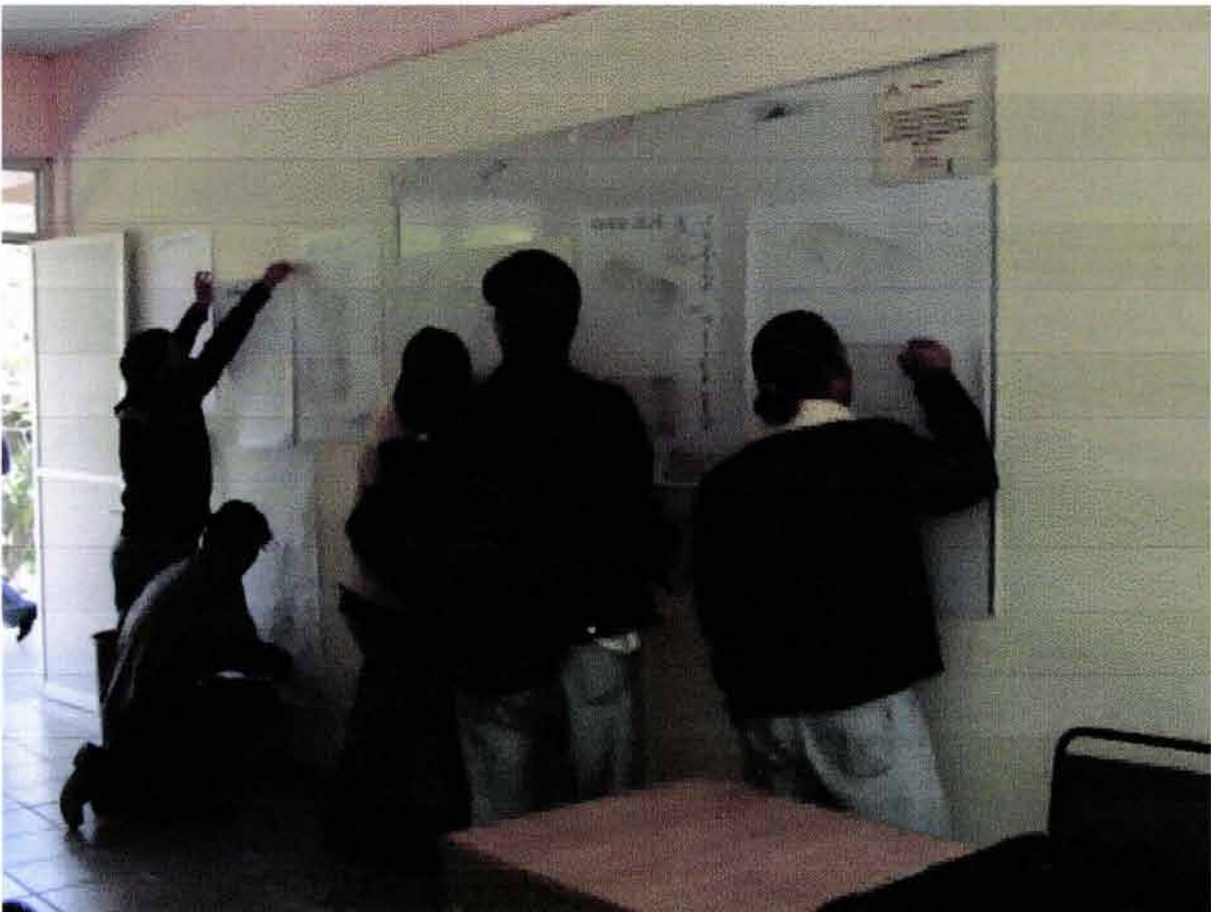
Asimismo, como parte de la estrategia didáctica, se establecieron los objetivos instruccionales en tres niveles del conocimiento: *declarativo o conceptual, procedimental y actitudinal*.

*Objetivo declarativo o conceptual:*

El alumno será capaz de explicar el diseño y emplazamiento de un edificio, hacia un rango de orientación heliotérmica en concordancia con su requerimiento, inscrita en la arquitectura solar y, podrá exponer los cálculos y el diseño de dispositivos pasivos de control solar (FIGURA 42).

FIGURA 42

*Grupo de alumnos exponiendo en equipo sus temáticas*



*Objetivo procedimental:*

El alumno preparará de manera individual, una maqueta que pueda ser analizada desde diversos puntos de vista (FIGURA 43). Diseñará en tres dimensiones la organización funcional, formal y espacial, además de proyectar a escala el edificio, tomando en cuenta la estructura y, hará diversas auto - evaluaciones para desarrollar **valores arquitectónicos**. (tanto el tema como el ejercicio serán de baja complejidad).

FIGURA 43

*Grupo de alumnos trabajando con sus maquetas en el taller de diseño III*





*Objetivo actitudinal:*

El alumno manifestará disposición al trabajo colaborativo, respeto y compromiso por su formación profesional y por los principios inherentes a la arquitectura solar (FIGURA 44).

FIGURA 44

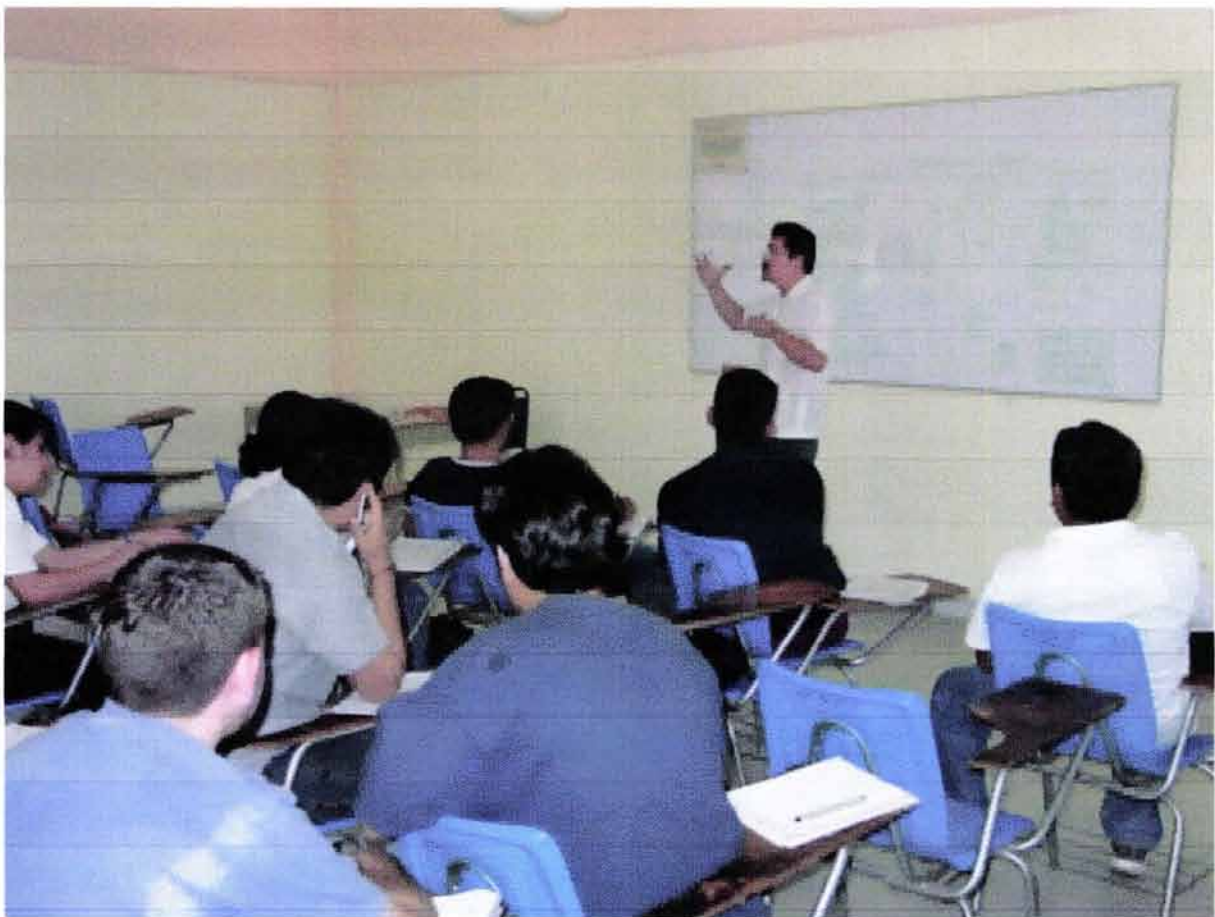
*Grupo de alumnos discutiendo los elementos y operatividad de la MDGH.*



Por su lado, el contexto de aprendizaje se inscribe en el marco del tradicionalismo (FIGURA 45), con un precedente de escolarización en esa misma línea y con la noción instrumentalista de mejoramiento de la infraestructura, como respuesta a las exigencias de mejora de la calidad educativa.

FIGURA 45

*Clase expositiva de un docente (modelo Tradicional)*



El ejercicio de diseño inicia con tres premisas fundamentales: a).- establecer las reglas del juego (FIGURA 46), b).- generar interés y motivación por la arquitectura solar y c).- establecer las bases previas de conocimiento. Estas dos tareas se realizaron en las primeras clases.

FIGURA 46

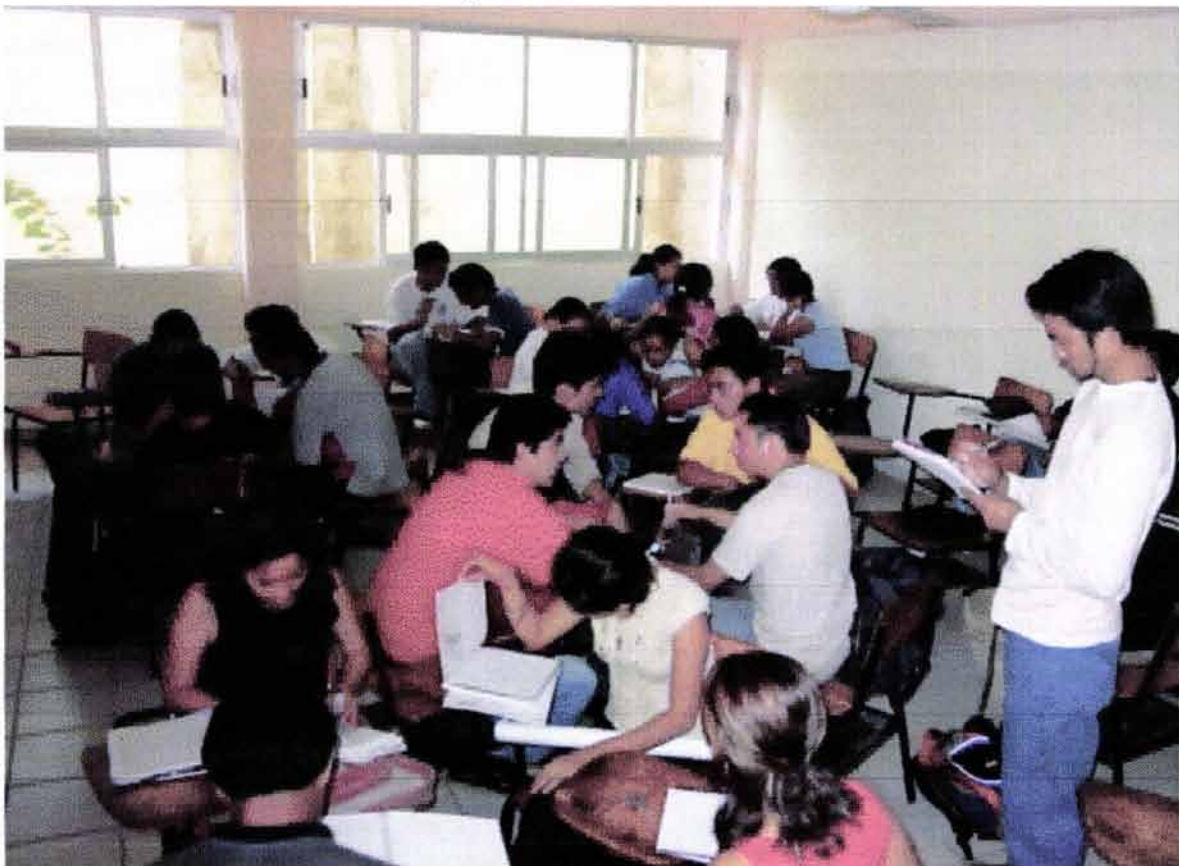
*Inducción al manejo de la MDGH*



Al inicio del tema, se les dio a los alumnos el programa del ejercicio, incluyendo contenidos, alcances, sistemas de evaluación, bibliografía citada en este trabajo y se establecieron conjuntamente con el docente, los objetivos que se espera alcanzar (FIGURA 47).

Mediante la técnica didáctica, conocida como *"lluvia de ideas"*, se introdujo al grupo en las nociones de la arquitectura solar, abordando tópicos como: *"el asoleamiento, el sol como fuente de energía, la importancia del asoleamiento, el sol y la arquitectura y el sol en los diferentes climas"*. Estos temas fueron expuestos en *"conferencia magistral"* por el profesor, apoyado con el proyector de acetatos y la video-reproductora. Al final de cada tema (FIGURA 47), se abrió un espacio de preguntas y respuestas, misma que se cerró, con las conclusiones del tema tratado en la clase, que a un alumno por vez, le correspondió realizar.

FIGURA 47  
*Trabajo colaborativo del diseño*



De manera permanente, se cuidó el ambiente de confianza y de mutuo respeto (FIGURA 48), . Se permitió “bromear en tono amistoso” (el profesor está conciente de su papel, como promotor de los ambientes de aprendizaje).

FIGURA 48

*Grupo de alumnos durante la dinámica “del Cieguito” (percepción de factores microclimáticos, inducción al uso de los sentidos)*

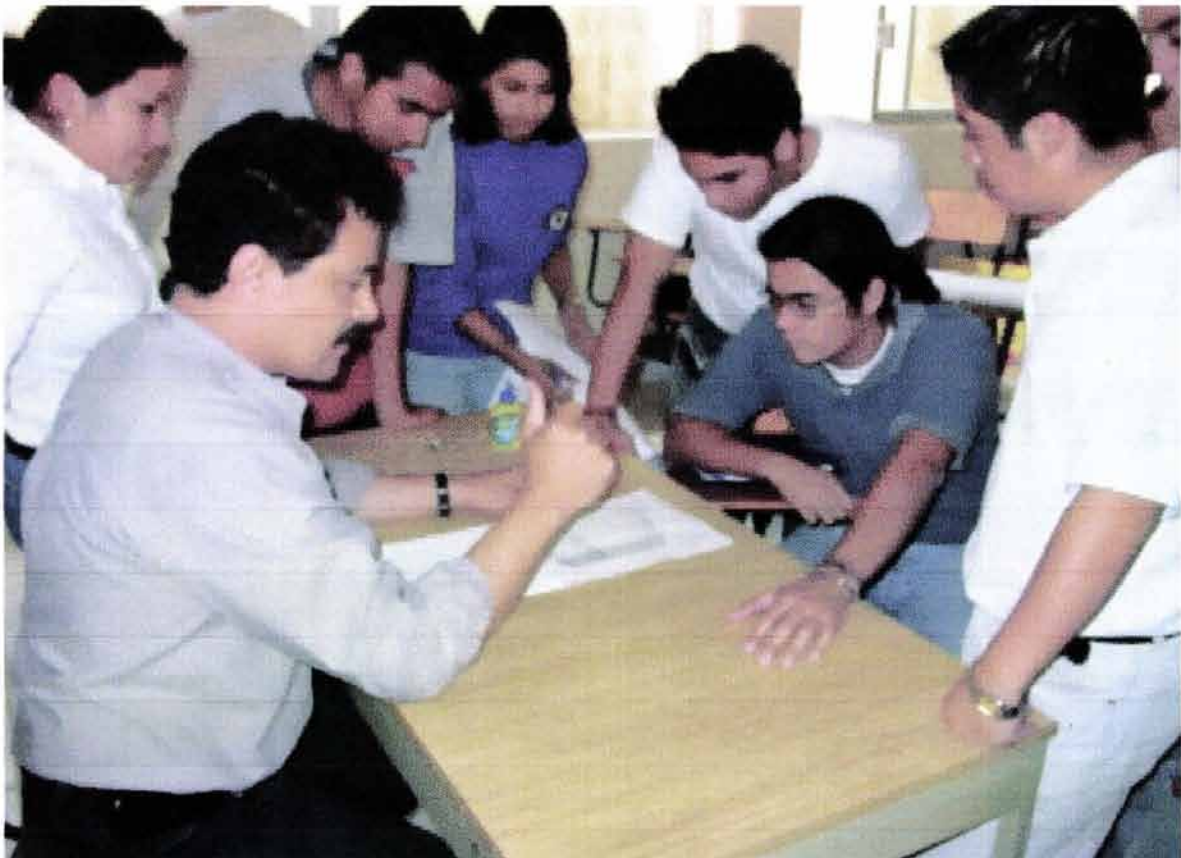


Por otro lado, para este ejercicio no se modificó la estructura de los contenidos temáticos del programa de estudios, en tanto que, presentan en el análisis, una secuencia lógica en la estructura de los conocimientos.

En lo referente a la motivación para el estudiante, con miras al logro de metas profesionales, se resolvió la exhibición de las mejores propuestas, tanto en la semana científica y cultural de la Facultad, como en los foros que ofrece la Universidad y los colegios de Arquitectos y de Ingenieros Civiles en Chiapas.

Asimismo, el desarrollo del ejercicio de diseño, se realizó apoyado en tareas de asesoría individual o por equipos (FIGURA 49), ya sea durante la clase como en trabajo de gabinete, estableciendo con ello, una estrategia de aprendizaje por sucesivas etapas de reconocimiento de patrones.

FIGURA 49  
*Tareas de asesoría individual o por equipos (trabajo de gabinete)*



En este mismo sentido, se animó a la organización de los alumnos en equipos de 4, estableciendo como principio de los mismos, el “trabajo colaborativo” (FIGURAS 44 y 51) , favoreciendo con ello el aprendizaje por imitación.

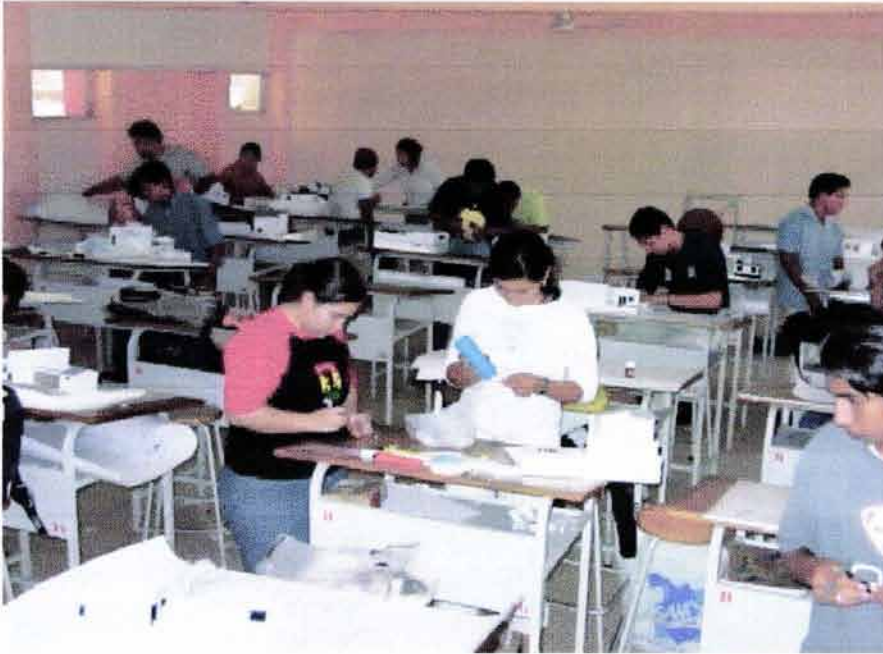
FIGURA 50

*Grupo trabajando una exposición con la MDGH*



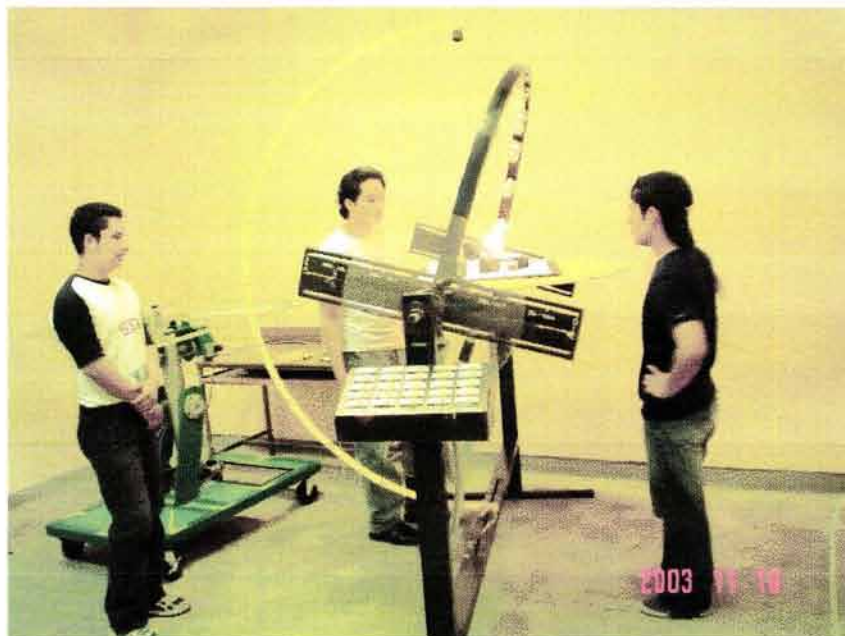
Estos equipos tuvieron como tarea, la investigación y preparación de una temática para exposición (FIGURA 50). Durante la realización de las exposiciones, los alumnos se hicieron cargo de la coordinación de la actividad, el profesor ahonda en el tema y aclara las dudas que se presentan.

FIGURA 51  
*El diseño colaborativo en el taller*



También por equipo, desarrollaron en el salón de clases, sus propuestas individuales, apoyados en el trabajo colaborativo (FIGURA 51). Además, experimentaron alternadamente con la MDGH y discutieron sus puntos de vista, en torno a las propuestas individuales.

FIGURA 52  
Alumnos experimentando con la MDGH





Las tareas de experimentación se realizaron dos veces por semana, organizadas de tal suerte que todos los alumnos tienen la oportunidad de ejercitarse con la MDGH de manera frecuente y amplia (FIGURA 52).

FIGURA 53

*Discusión por equipo del proceso operativo del Heliodón en el diseño con la MDGH*



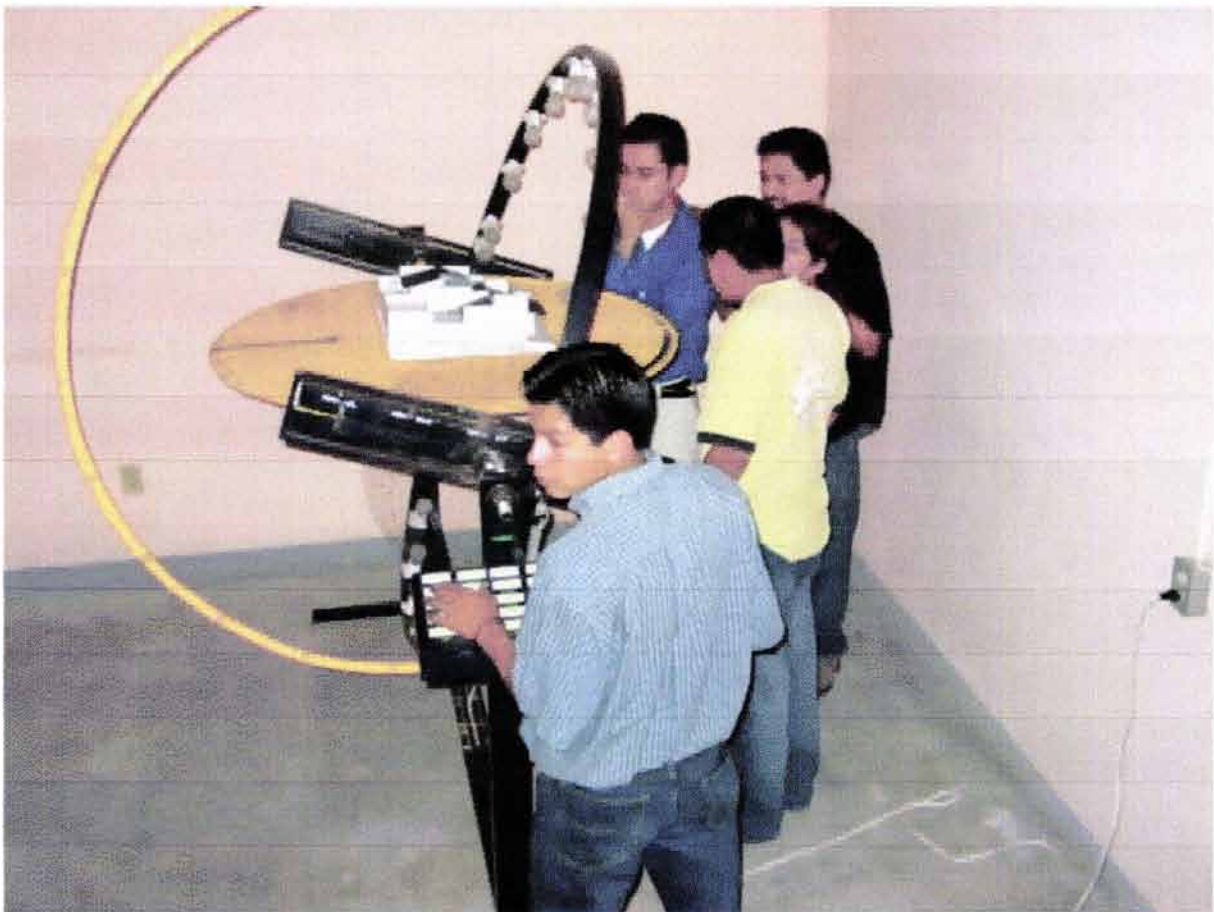
Un alumno trabaja con la MDGH, y el resto observa, realizando rotación cada 6 minutos y comentan otros 6 minutos lo realizado; posteriormente, otro miembro del equipo trabaja con la MDGH y comenta con el equipo su trabajo y así sucesivamente (FIGURA 53). Después de pasar todos los miembros del equipo, cada uno hace un registro de sus observaciones y conclusiones una vez comentadas con el grupo.

Es menester subrayar, que cada actividad educativa se estableció con base en el respeto a los tiempos individuales para aprender. Así por ejemplo, aunque se anima a la participación y discusión, no se obliga a la misma.

Algunos de los principios que se siguieron en la conformación de los equipos, fueron la “*afinidad*” y reconocer como “*valor*”, la disposición a trabajar en pro del colectivo (FIGURA 54), todo ello, como sustento de una estrategia para fomentar el aprendizaje colaborativo.

FIGURA 54

*Alumnos organizados en equipos para la experimentación (proceso de construcción de sus propuesta arquitectónica) con la MDGH*

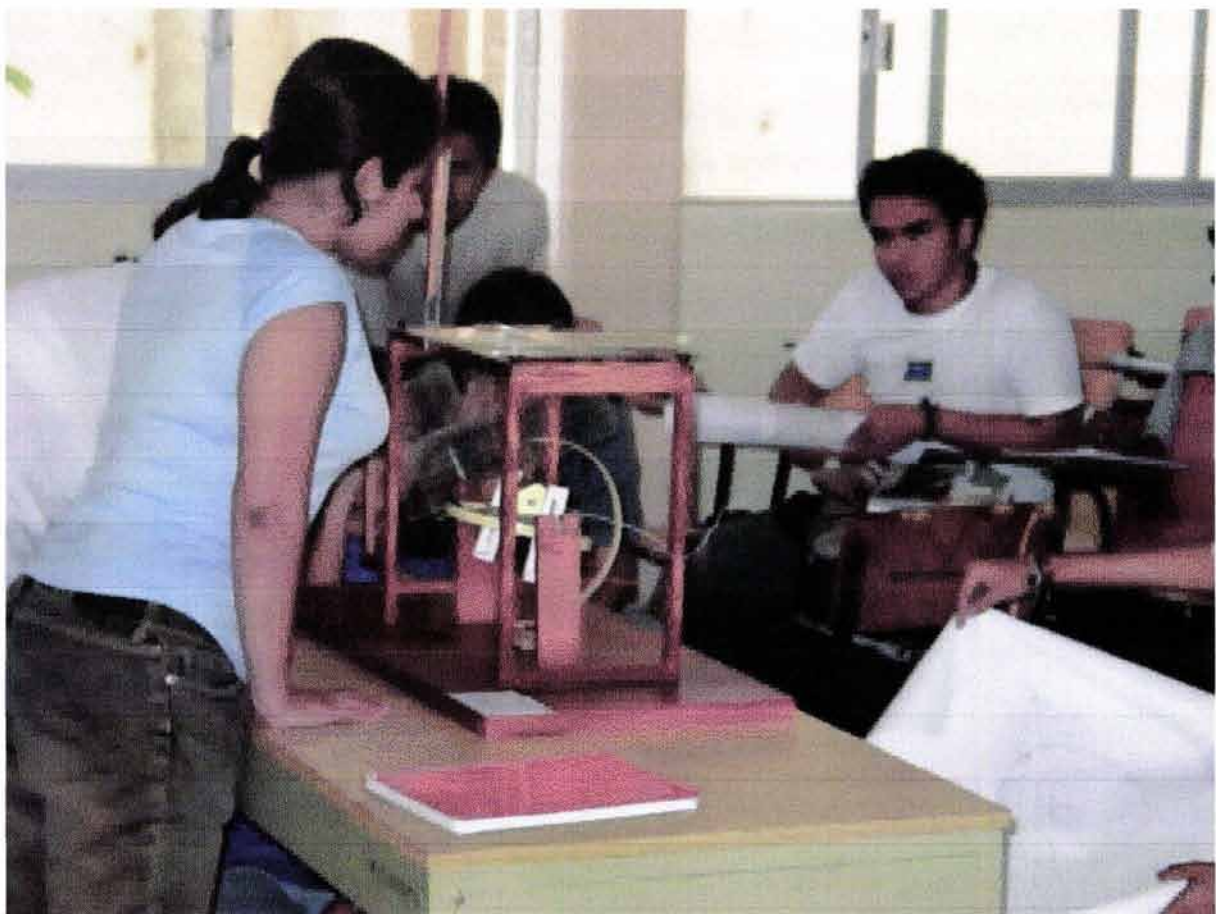


Se aplicaron las formas de evaluación propuestas en la estrategia didáctica (ver inciso 4.4 de este trabajo) para la evaluación de los aprendizajes del ejercicio de diseño, correspondiendo con: *el conocimiento declarativo o conceptual, el procedimental y el actitudinal.*

Así, para *evaluar el conocimiento declarativo o conceptual:* se diseñaron y aplicaron dos exámenes escritos con ítems de opción múltiple, de correlación, y de descripción. Se contempló la participación individual en las discusiones grupales y su participación en las exposiciones por equipo, considerando aspectos como: la profundidad de la investigación, el dominio del tema y el manejo de los conceptos.

FIGURA 55

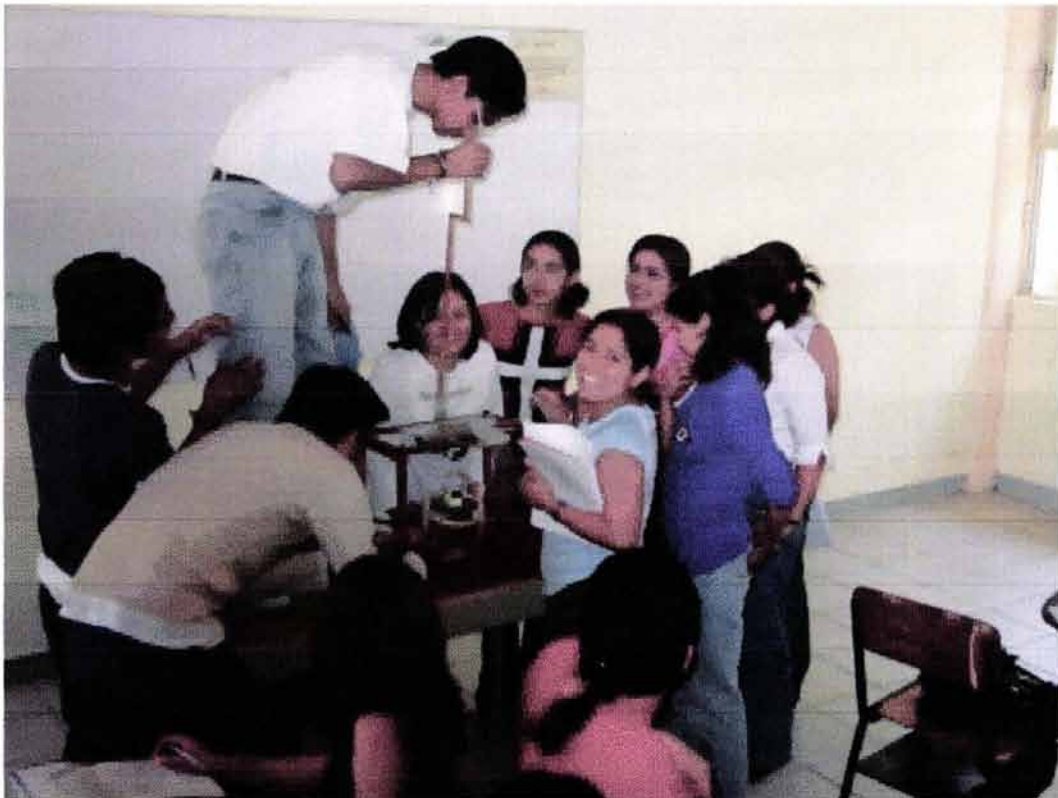
*Alumnos durante el proceso de evaluación de los aprendizajes en relación con la operación de la MDGH*



Para *evaluar el conocimiento procedimental*: se diseñó y aplicó un examen teórico - práctico, consistente en 10 preguntas de las partes, funciones y características conceptuales de la MDGH (FIGURAS 55 y 56). Así también, se diseñaron y aplicaron tres evaluaciones a la propuesta arquitectónica. La primera, basada en la pertinencia de la propuesta en relación con la solución solicitada. La segunda, consistente en la revisión de los avances pertinentes y congruentes, tanto con la simulación solar que se realizó en la MDGH, para obtener los requerimientos idóneos como con los requisitos de presentación. Por último, una evaluación final en la que se revisa la presentación del proyecto arquitectónico (utilizando el diseño solar pasivo), compuesta de: bitácora del desarrollo del ejercicio, planos arquitectónicos esc. 1:50, cortes esc. 1:50, fachadas esc. 1:50 y maqueta esc. 1:50.

FIGURA 56

*Equipo de alumnos haciendo observaciones en la MDGH.*

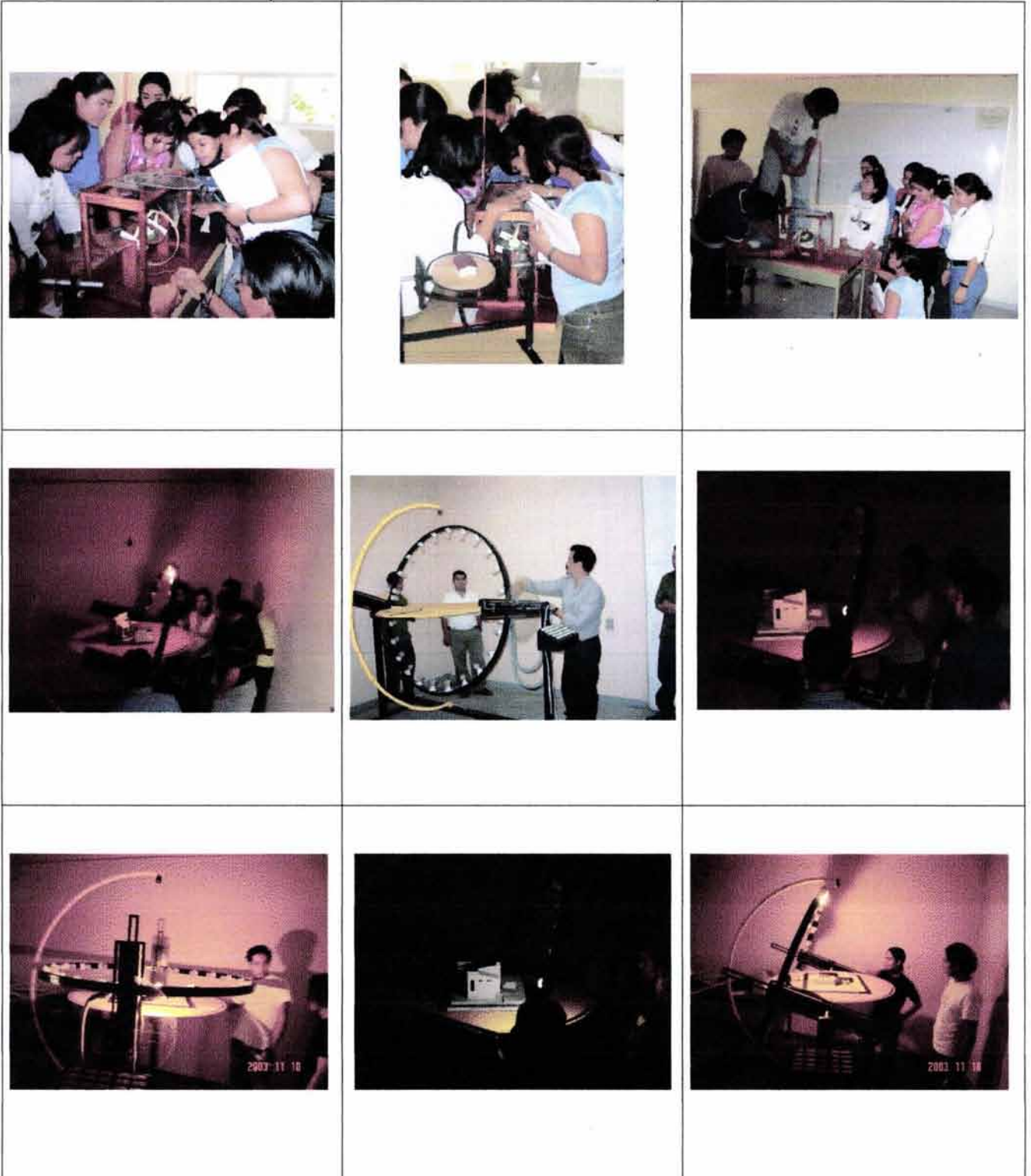


Para *evaluar el conocimiento actitudinal*: se elaboró un sistema de codificación para el registro y sistematización de las observaciones, éstas se realizaron al final de cada clase (en el diario de campo) y posteriormente, se revisó, analizó, clasificó y sistematizó la información al final de la semana (en la bitácora), considerando el desempeño del equipo, la disposición individual al trabajo colaborativo y la demostración cotidiana de respeto y compromiso por su formación profesional y por los principios inherentes a la arquitectura solar.

## 5.5.- Resultados

FIGURA 57

*"La experiencia en la enseñanza de la Arquitectura solar"*



La secuencia fotográfica (FIGURA 57) denominada, "*La experiencia en la enseñanza de la Arquitectura solar*", registra gráficamente una síntesis de la utilización de la MDGH en el desarrollo del ejercicio de diseño; en las primeras tres imágenes (superiores), se puede observar a los alumnos aprendiendo de forma objetiva la trayectoria del recorrido del sol aparente para cualquier latitud. En las siguientes tres imágenes centrales (horizontales), permite visualizar la inducción del profesor a la utilización de la MDGH para la simulación solar y su utilización por parte de los alumnos en las propuestas arquitectónicas (maquetas a escala). Por último, en las tres imágenes inferiores se observa que los alumnos se encuentran evaluando el resultado de sus propuestas arquitectónicas utilizando la MDGH para tal efecto.

Por otra parte, el análisis de los resultados, se establece a partir de dos referentes teórico – metodológicos y epistemológicos de distinta orientación, pero con carácter complementario.

En el primero de ellos, de orientación cuantitativa, se toma como base, los cuadros de calificaciones que se emiten como resultado de la evaluación del curso. Considerando los cuadros de calificaciones de los cuatro grupos, tanto los del ciclo lectivo: ene/jul 2003, como los del ciclo lectivo: ago/dic 2003.

Mientras que en el segundo, se analiza desde una perspectiva cualitativa, la tarea de observación concentrada en la bitácora, es decir, se revisa la evaluación cualitativa de los eventos registrados durante la validación de la propuesta didáctica.

Durante la instrumentación de la propuesta didáctica, se emplearon técnicas complementarias de evaluación, tales como, la auto evaluación y la coevaluación, mismas que no se reportan en los cuadros de calificaciones que la institución establece, sin embargo, se registraron como un elemento de análisis para la determinación, en términos numéricos, de la percepción que los alumnos tienen acerca de su propio aprendizaje.

Metodológicamente, se evita sesgar los resultados en tanto la percepción valorativa del docente (investigador), en aras de la corroboración *a priori* de sus hipótesis.

Para el cálculo de los resultados, se obtuvieron las medias aritméticas ( $\bar{x}$ ):

$$\bar{x} = \frac{\sum N}{n}$$

*“La media aritmética es igual a la sumatoria de N sobre n”;*

donde:

**N** = representa el total de las calificaciones del los estudiantes que aplicaron el ejercicio y

**n** = es el número de estudiantes que aplicaron el ejercicio.

El resultado de estas estimaciones, se presenta en las tablas de calificaciones No. 1 y No. 2.

Tabla No. 1.

*Promedios de calificaciones del ejercicio de diseño.*

	Grupo de referencia	Grupo MDGH	Diferencia en %
Auto Evaluación	<b>8.20</b>	<b>9.33</b>	<b>11.30</b>
Coevaluación	<b>7.83</b>	<b>8.72</b>	<b>8.90</b>
Evaluación	<b>8.10</b>	<b>9.50</b>	<b>14.00</b>

Ciclo lectivo: ene/jul 2003



Tabla No. 2.

*Promedios de calificaciones del ejercicio de diseño.*

	Grupo de referencia	Grupo MDGH	Diferencia en %
Auto Evaluación	<b>8.15</b>	<b>9.25</b>	<b>11.00</b>
Coevaluación	<b>7.93</b>	<b>8.80</b>	<b>8.70</b>
Evaluación	<b>8.00</b>	<b>9.40</b>	<b>14.00</b>

Ciclo lectivo: ago/dic 2003

Como se puede observar, las tablas No.1 y No. 2 de promedios de calificaciones, indican una diferencia en la evaluación de un 14 % mayor en el grupo en donde se trabajo con la MDGH.

Asimismo, en el apartado de coevaluación, se obtuvo un resultado mayor en el grupo de operación de la MDGH de un 8.9% en el primer ciclo y de un 5.9 % en el segundo ciclo.

Finalmente, la autoevaluación refleja una diferencia favorable al grupo donde se apoyo en la MDGH de un 11.3 % en el primer ciclo y de un 11.0 % en el segundo.

**Los resultados numéricos indican un 10.22 % en promedio de mejoramiento de los aprovechamientos donde se utilizó la herramienta didáctica MDGH**, lo que resulta verdaderamente significativo en tanto que, como se señala en el apartado 5.1.- De la Facultad de Arquitectura en el punto denominado "Enfoque" de este mismo documento: . . . *"las estadísticas muestran que los índices de aprovechamiento de los últimos 25 años en la Facultad, en el nivel de aprovechamiento de los alumnos fluctúa entre 6 y 8 en una escala de 0 al 10 y solo el 5 % alcanza o rebasa el límite superior señalado"*.

Por otra parte, el método de análisis observacional se apoyó en fotografías, en el diario de campo y en la bitácora.

Los elementos de observación, fueron las conductas tanto individuales como grupales, como indicadores del aprendizaje. Estos se determinaron a partir de tres categorías de estandarización : malo. regular y bueno.

Así, para establecer **aprendizajes conceptuales o declarativos**, se consideró la explicitación de los conceptos, durante las exposiciones grupales o individuales así como, en las sesiones de preguntas y respuestas.

**Resultados:** Los resultados señalan que, los grupos que trabajaron con el apoyo de la MDGH lograron altos niveles de explicitación, en tanto que los grupos que no trabajaron con la MDGH, siguieron de manera general en el nivel de lo implícito, es decir, *“a la pregunta de explique, describa o defina . . . la respuesta fue, si lo entiendo, no se lo puedo explicar pero, déjeme se lo dibujo”*, lo que demuestra que no lograron llegar a la explicitación conceptual.

Por lo que toca a los **aprendizajes procedimentales**, se contempló la destreza para el manejo de la MDGH, para la elaboración de su propuesta y para el uso de las herramientas de diseño.

**Resultados:** Naturalmente, solo los grupos que operaron la MDGH lograron desarrollar destreza en su manejo; en la elaboración de la propuesta, los grupos que se apoyaron en la MDGH encontraron menos dificultades para lograr su objetivo. Por último, no se encontró diferencia significativa en el manejo de los útiles para el diseño: restirador, juego geométrico, exacto, escalímetro, lápices.

Finalmente, en relación con los **aprendizajes actitudinales** se examinó la motivación a partir del estado de atención, puntualidad y disposición al trabajo escolar; su disposición al trabajo colaborativo y su actitud de respeto hacia la relación con la naturaleza a partir de lo expresado en clase y la concreción de sus actitudes en la propuesta.

**Resultados:** Los resultados establecen, que no hay diferencia significativa en cuanto a los aprendizajes actitudinales en los grupos, en tanto que, en los cuatro grupos se instrumentó la estrategia didáctica, misma que homogeniza los aprendizajes en torno a las actitudes frente al conocimiento, al entorno y a su grupo social.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

### **Conclusiones**

La realización de la Maqueta Didáctica Gráfico Heliodón MDGH), fue el resultado, de la búsqueda por lograr una mejor comprensión y construcción conceptual del recorrido del sol, en tanto la dificultad que tiene el estudiante, de analizar el recorrido del sol a través de una gráfica solar ( en la que se lee en dos dimensiones: *planta* y *corte*) y trasponerlo, imaginando la ruta solar en tres dimensiones. Logrando un resultado significativo en cuanto a la abstracción, conceptualización y explicitación de la ruta aparente del sol, como se demuestra en los comentarios de los alumnos al final del ejercicio de diseño.

En torno a los aprendizajes, se establece que están en relación directa con: las estrategias y herramientas didácticas, así como con el coordinador del curso. La hipótesis inicial de la relación alumno – contenido – profesor, se comprueba en tanto los grupos con los que se trabajo de manera integral, mostrar un desarrollo significativamente mayor de los aprendizajes.

*Podemos decir entonces, que la estrategia y el material didáctico inciden directa y significativamente en el aprendizaje de la arquitectura solar, en los alumnos de la licenciatura en la Facultad de Arquitectura de la UNACH; no solo en cuanto a un mayor número de habilidades y destrezas producto del aprendizaje, sino, el desarrollo de habilidades cognitivas y de construcción del conocimiento, así como, de trabajo colaborativo en aras de la construcción social de conocimiento.*

Un indicador que merece mención aparte, es el de los valores construidos a partir de la comprensión del papel del sol en el desarrollo humano, y la necesidad de una relación de respeto con la naturaleza; dicho resultante es también el producto final del trabajo conjunto del modelo constructivista es decir, la construcción del conocimiento por experimentación propia: (insight) “les cae el veinte”.

Así mismo, se concluye que el curso taller de diseño arquitectónico III del programa de licenciatura en arquitectura, está estructurado con una orientación formativa, y que a pesar de que en el programa, no se establecen técnicas didácticas específicas para su enseñanza, si se abre a la posibilidad de la implementación de técnicas alternativas.

### ***Recomendaciones***

Incluir en las nuevas propuestas curriculares, estrategias de organización transversal que permitan incidir de manera indirecta en la formación de los futuros arquitectos, es decir, que desde el primer semestre, se tenga un conjunto de principios filosóficos que permeen todo el proceso de formación profesional. Dichos principios filosóficos serán orientados en principio, al uso racional de los energéticos, así como a una relación de respeto de la arquitectura con la naturaleza.

Fomentar las tareas de investigación en áreas diversas, preferentemente en las que permitan el fortalecimiento de la actividad del arquitecto como formador de nuevos profesionales en campos como el diseño, arquitectura solar, arquitectura bioclimática etcétera.

Establecer espacios de difusión tanto al interior de la Facultad como al exterior de la misma, de los trabajos que se desarrollan en las institución en el área del diseño solar como estrategia de aprovechamiento racional de los energéticos.

Generar convenios de colaboración con instancias interesadas en el mejor aprovechamiento de los energéticos, constructoras, asociaciones de arquitectos e ingenieros civiles, SEMARNAP, etcétera.

Desarrollar tareas de formación docente en el área del diseño solar con los profesores de la Facultad, así como la revisión de las actividades cotidianas de enseñanza aprendizaje.

Construir el prototipo de la MDGH en función de las necesidades operativas de los diferentes centros de educación superior, para ofertar el instrumento como una herramienta didáctica operativa y funcional para el mejoramiento de las habilidades en el diseño solar.

Se recomienda para el prototipo de la MDGH, que su iluminación sea lineal y no difusa, y contenga los 24 focos para que la colocación del foco que señala la hora no sea manual, sino opere con un circuito eléctrico de control individual.

Finalmente, en este capítulo, además del análisis de los instrumentos físicos de simulación de la ruta aparente del sol, se dibujan los indicadores fundamentales que permiten establecer los referentes del espacio (Facultad de la Facultad de Arquitectura de la UNACH), en donde se llevó a cabo el estudio y el campo de recolección de la información (*metodología cualitativa inductivo – natural*) que sustenta la validación de la propuesta, dicha propuesta, incluye un conjunto de estrategias didácticas de aplicación en la enseñanza de la Arquitectura así como, el apoyo sustantivo de la **Maqueta Didáctica Gráfico Heliodón** como herramienta para el diseño en la Arquitectura solar.

## **Bibliografía y referencias.-**

- Álvarez Quiñónez, Angélica** (2001) "El taller de diseño en la formación de los arquitectos" en revista *Ámbito Arquitectónico*, no. 4, ASINEA Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
- Ausubel, David P.** (1997) "Adquisición y retención del conocimiento, una perspectiva cognitiva", ed. Mc. Graw. Hill, México D. F.
- Baca, Urbina Gabriel**, (1996) "Evaluación de Proyectos", ed. Mc. Graw. Hill, Segunda edición, México, p. 333.
- Secretaría de Energía** (2002) "Balance Nacional de Energía 2001", oficina del subsecretario de política energética y desarrollo tecnológico, México D. F.
- Balderas, Romero Gabriel** (1985) "Procedimientos Simplificados de Proyecciones Solares" DIAU – ICUAP, Puebla.
- Bandura, Albert** (2001) "Autoeficacia: como afrontamos los cambios en la sociedad actual", ed. Paidós, México, D. F.
- Batista, Enrique, Flórez, Rafael.** (1983) "El pensamiento pedagógico de los maestros". Medellín: Universidad de Antioquia, p. 12.
- Canfux, Verónica.** (1996) "Tendencias pedagógicas contemporáneas". Ibagué: Corporación Universitaria de Ibagué, p.15.
- Corral, Roberto.** (1996) "La Pedagogía cognoscitiva". Ibagué: El Poira Editores, p. 107.

**De Hoyos, Gilberto** (1987) "Arquitectura Bioclimática y Energía Solar" (Energía solar y sus usos), U.A.M. Azcapotzalco división de ciencias y artes para el diseño departamento de medio ambiente para el diseño, Arquitectura Bioclimática y energía solar, memorias del primer curso de actualización a nivel posgrado, Tomos I, II, III y IV..1987

**De Zubiría, Julián.** (1994) "Tratado de Pedagogía Conceptual: Los modelos pedagógicos". Santa fe de Bogotá: Fundación Merani. Fondo de Publicaciones Bernardo Herrera Merino, p. 8.

**Dewey, John.** (1997) "La educación de hoy". Buenos Aires, Argentina. Ed, Losada.

**Díaz Barriga Arceo, Frida** (1993) "Iniciación a la Practica Docente", Colegio nacional de educación profesional técnica, Sep. Editorial patria.

**Díaz Barriga Arceo, Frida** y Gerardo Hernández Rojas (1998) "Estrategias docentes para un aprendizaje significativo". Editorial McGraw Hill, impreso en México.

**Escamirosa L. Franco (2001)** "Sistemas de investigación de la Facultad de arquitectura". Revista arq. No. 11 de la Facultad de arquitectura de la Universidad Autónoma de Chiapas. Abril 2001

**Estrada C. A. y Laura Hernández** (2002) "Educative Parabolic Solar Concetrator" en memorias del 8th. International Solar Energy Education Conference. On Orlando Florida US.

**Flavell, J.** (1990) "La psicología evolutiva de Jean Piaget". México: Paidós.

**Flores Ochoa, Rafael.** (1994) "Hacia una pedagogía del conocimiento". Santa fe de Bogotá: McGraw-Hill, p. 57.



- Forgey, Sandra** (2002) "How Ohio Teaches About Energy" en memorias del 8th. International Solar Energy Education Conference. Orlando, Florida US.
- Fry, E. B.** (1998) "Máquinas de enseñar". Editorial Pueblo y Educación. p. 18.
- Gardner, Howard** (2002) "inteligencias múltiples, la teoría en la práctica", ed. Mc Graw Hill. México D. F.
- Gallego - Badillo, Rómulo.** (1990) "Saber pedagógico". Santa fe de Bogotá: Mesa Redonda Magisterio,. p. 11.
- Giroux, Henry.** (1990) "Los profesores como intelectuales". Barcelona: Paidós, p. 31
- Gómez Azpeitia, G.** (2003) GRAFISOL. Software para determinar la geometría y la radiación solares. Universidad de Colima. Prototipo de prueba.
- Gobierno de Chiapas** (2001) Programa Estatal de Educación 2001 – 2006, Resumen ejecutivo, Visión de la educación para el 2004, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
- Izard Jean-Louis/ Alain Guyot,** (1980) "Arquitectura Bioclimática, Tecnología y Arquitectura". Edit. G.G.,
- Mclaren, Peter.** (1996) Pedagogía crítica. en Corrientes pedagógicas. Manizales: CINDE.
- Mones, Jordi.** (1988) "Los modelos pedagógicos". en enciclopedia práctica de la pedagogía. Barcelona: Editorial Planeta.
- Morales Ramírez, José D.** (1993) "Estudio de techos de edificios construidos para operar en forma pasiva", Tesis doctoral en arquitectura / tecnología, UNAM, México D. F.

- Morillón Gálvez, David et al** (1991) "El Heliodón como herramienta de diseño" en memorias del 1er encuentro nacional de diseño y medio ambiente, Universidad de Colima. Colima, Colima.
- Oglyay, Victor.** (1951) " The Temperate House" Architectural Forum, vol .94 March.
- Oglyay , Victor,** (1963) "Desing With Climate". Princeton University Press. Princeton, New Jersey.
- Rincón, Ramírez Carlos,** (2002) "Construcción del Objeto de Estudio: punto de partida del Proyecto de investigación", Talleres Gráficos del gobierno del estado de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.
- Rodríguez, Ada Gloria,** Sanz, Teresa. (1996). "La escuela nueva". La Habana: Centro de estudios para el perfeccionamiento de la educación superior. CEPES, p. 17.
- Rodríguez Gómez, Gregorio,** Javier Gil Flores y Eduardo García Jiménez. (1996) "Metodología de la investigación cualitativa", Aljibe, Malaga, España, p.p 23 – 59
- Rodríguez Viqueira, Manuel et al** (2002) "Introducción a la arquitectura bioclimática" editorial LIMUSA, México D. F.
- Rodríguez Viqueira, Manuel** (2002) "Estudios de Arquitectura Bioclimática" en Anuario 2002, Vol. IV. Editado por LIMUSA y la UAM Azcapotzalco
- Rojas, Ana R. y Corral, Roberto.** (1996) "La tecnología educativa". Ibagué: Corporación Universitaria de Ibagué, p. 27.
- Tedechi Enrrico** (1983) "Teoría de la arquitectura", nueva visión, Buenos Aires.

**Tudela, Fernando** (1982) "Ecodiseño", Universidad Autónoma Metropolitana – Xochimilco. México D. F.

**Universidad Autónoma de Chiapas** (2002) "Proyecto Académico 2002 – 2006" de la Facultad de Arquitectura, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

**Villagrán García, José** (1988) "Teoría de la Arquitectura" Universidad Autónoma de México, Impreso en México.

**Vitruvio Polión, Marco Lucio** (1955) "Los diez libros de Arquitectura" traducidos directamente del latín por Agustín Blánquez, edit. Marco Lucio Iberia S. A. Barcelona, España.

**Yelon, Stephen y Weinstein, Grace.** (1988) La psicología en el aula. México: Trillas, p. 133.

**Zuluaga, Olga Lucía.** (1987) "Pedagogía e historia". Bogotá: Ediciones Fondo Nacional por Colombia, p. 238.

**Zarzar Charur Carlos,** (1993) "Habilidades básicas para la docencia", México, Editorial Patria. P.p. 69-90