

ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA DIDÁCTICO/PEDAGÓGICA DEL CURSO DE ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA IMPARTIDO EN EL TECNOLÓGICO DE MONTERREY, CAMPUS CIUDAD DE MÉXICO

Ricardo Aguayo González

División de Ingeniería y Arquitectura, Departamento de Arquitectura, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Calle del Puente No. 222, Ejidos de Huipulco, Tlalpan, C. P. 14380, México, D. F., Teléfono 54 83 22 08, raguayo@itesm.mx.

RESUMEN

¿Cómo debería enseñarse en un curso básico (cuarto semestre de la carrera de arquitectura) la llamada *arquitectura solar*, *ecoarquitectura*, *heliodiseño*, *green architecture*, *arquitectura bioclimática*, o más recientemente *arquitectura sustentable* en las escuelas de diseño?

¿Existe alguna *técnica didáctica* que se ajuste a la forma en que un arquitecto trabaja en su despacho en la vida real, que permita al cuerpo docente acercarse al alumno, desde el aula, a lo que será su práctica profesional futura?

¿Cómo debería estructurarse un *diplomado ejecutivo en arquitectura bioclimática* dirigido a profesionales que no han tenido nunca contacto formal con esta disciplina?

¿Es provechoso para el *proceso enseñanza-aprendizaje* de la arquitectura bioclimática el apoyarse en una *plataforma tecnológico/didáctica* como *Blackboard*?

En este artículo y, a través del *análisis del currículum* de la materia de *Sistemas Pasivos AR99827* (asignatura que forma parte de la carrera de arquitectura Plan 99 del Tecnológico de Monterrey, Campus Ciudad de México) y de una práctica docente de cinco años en esta área, se tratará de dar respuesta a estas cuatro preguntas fundamentales.

Palabras clave: arquitectura bioclimática, técnica didáctica, proceso enseñanza-aprendizaje, blackboard, y currículum.

ABSTRACT

How should topics like solar architecture, eco-architecture, green architecture, or sustainable architecture in design schools be taught in a basic course (4th period in Architecture)?

Is there any educational technique that shows how architects work in a firm, and helps professors to approach students to what their future professional practice would be?

How to structure a course in bioclimatic architecture conducted to professionals that have never had contact with this subject?

Is it useful for the teaching-learning process in bioclimatic architecture to use a techno-educational platform as Blackboard?

In this article, and through resume analysis of the subject Passive Systems AR99827, (subject that is part of Architecture program at Tecnológico de Monterrey, Campus Ciudad de México), and as a

teaching practice along 5 years, it will try to answer all this fundamental questions.

Key words: bioclimatic architecture, educational technique, teaching-learning process, Blackboard and resume.

TEMARIO DE LA MATERIA SISTEMAS PASIVOS AR99827

El temario de la materia de *Sistemas Pasivos AR99827* es el siguiente:

1. **Desarrollo Sustentable.**
 - 1.1. Energía Convencional.
 - 1.2. Energía no convencional.
 - 1.3. Desarrollo sustentable.
2. **Proceso perceptivo criostésico.**
 - 2.1. Fenómenos de transmisión de calor.
 - 2.2. Mecanismos termorreguladores.
3. **Confort térmico humano.**
 - 3.1. Diagramas bioclimáticos.
 - 3.2. Transmisión de calor en edificios.
 - 3.3. Arquitectura vernácula.
4. **Preexistencias ambientales.**
 - 4.1. Pautas de diseño.
 - 4.2. Herramientas solares.
 - 4.3. Gráficas solares.
 - 4.4. Temperatura.
 - 4.5. Humedad relativa.
 - 4.6. Viento.
 - 4.7. Iluminación natural.
 - 4.8. Radiación solar.
5. **Sistemas pasivos térmicos.**
 - 5.1. Sistemas pasivos de calefacción solar.
 - 5.2. Tecnología actual.
6. **Temas selectos de Heliodiseño.**
 - 6.1. Dimensionamiento por aporte directo.
 - 6.2. Dimensionamiento por aporte indirecto.
 - 6.3. Invernadero independiente.
 - 6.4. Sistemas combinados.
 - 6.5. Aislamiento móvil.
 - 6.6. Reflectores.
 - 6.7. Vivienda inteligente.
 - 6.8. Dimensionamiento fotovoltaico.
 - 6.9. Introducción a las coordenadas solares.
 - 6.10. Cálculo de coordenadas solares.
 - 6.11. Calculadores de radiación solar.
 - 6.12. Indicador de sombras.

ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE LA MATERIA SISTEMAS PASIVOS AR99827

La materia de Sistemas Pasivos AR99827 esta estructurada en base a ocho momentos didácticos:

1. Panorama mundial y nacional en el uso de la energía.

Uno de los puntos más relevantes dentro de la *Andragogía* (enseñanza de *alumnos adultos*) es **motivarlos** al aprendizaje. Dentro de mi práctica docente he descubierto que la mejor forma de lograrlo, en el ámbito de la arquitectura bioclimática, es mostrando inicialmente a los alumnos el panorama mundial y nacional en el uso de energías convencionales (como el petróleo) y no convencionales (como la solar, eólica, maremotriz, etc.), haciéndoles ver que *a través de su práctica profesional y del uso de los sistemas pasivos de climatización natural, no sólo pueden impactar de forma positiva el medio ambiente de su ciudad o de su país, sino del planeta entero.*

2. Proceso perceptivo criostésico.

Para poder comprender de una manera **integral** al ser humano, es necesario abordar el estudio de cualquiera de sus **procesos perceptivos** (como el **criostésico** o **térmico**) a tres niveles: **físico, fisiológico y psicológico.**

Esto cobra particular relevancia ya que con la arquitectura bioclimática los diseñadores tenemos el privilegio de satisfacer las necesidades generales de confort de nuestros usuarios (niveles físico y fisiológico), pero además, de tocarlos **espiritualmente** (nivel **psicológico**).

En este último punto, nivel psicológico, hago mención especial dentro de mis clases a las llamadas **sinestesias**, que no son otra cosa que **puentes de interconexión entre las distintas energías presentes en un espacio arquitectónico (acústica, lumínica y térmica)**. Dichas sinestesias actúan a través del impacto que el **color ambiental** tiene sobre los distintos sentidos de los usuarios de un espacio construido.

Finalmente se les presentan a los alumnos los **parámetros genéricos de confort térmico**, a través de los cuáles, es posible caracterizar totalmente un edificio desde el punto de vista térmico y de confort.

3. Confort térmico humano.

Una vez que los alumnos conocen y comprenden el proceso perceptivo criostésico humano así como sus parámetros genéricos, están preparados para conocer los estudios que, sobre confort térmico, se han realizado alrededor del mundo.

En este punto en particular se les hace ver a los alumnos que todos los parámetros genéricos de confort térmico actúan de manera **simultánea** (diagramas psicrométricos) y que existen **factores de confort individuales** que pueden hacer variar notablemente las zonas de confort térmico de verano e invierno.

4. Arquitectura vernácula.

Una vez que los alumnos ya han sido **motivados**, que conocen el **proceso perceptivo térmico humano** en sus tres niveles (físico, fisiológico y psicológico), sus **parámetros genéricos** y los **estudios** realizados sobre confort térmico, están en posibilidades de integrar todos estos conocimientos a través del análisis de las

cuatro **arquitecturas vernáculas climáticas** características del mundo: (a) **Polar**, (b) **Tropical**, (c) **Desértica**, y (c) **Mediterránea.**

Con ello se cierra un **primer gran ciclo de aprendizaje**. Se han sentado las bases para acceder a conocimientos más específicos y detallados dentro de la arquitectura bioclimática.

5. Parámetros genéricos del confort térmico.

Aquí se estudian a detalle la **temperatura seca, humedad relativa, velocidad de viento, e impacto del color ambiental.**

Se estudian como temas especiales la **radiación solar** y la **iluminación natural.**

Se presentan **proyectos mundiales** que se hayan distinguido por cuidar alguno de estos parámetros genéricos en particular, aunque se les hace una vez más mención a los alumnos de que se deben cuidar todos ellos y de que finalmente actúan **simultáneamente.**

6. Pautas y herramientas de diseño bioclimático.

Sin duda uno de los objetivos fundamentales al impartir la materia de Sistemas Pasivos AR99827 es brindar a los alumnos **directivas de diseño arquitectónico sustentable** que puedan utilizar directamente al desarrollar sus proyectos, lo cuál se logra a través de la presentación de las **pautas** y de las **herramientas de diseño bioclimático.**

Las pautas de diseño bioclimático se refieren a la **ubicación** del edificio dentro del terreno, su **forma y orientación, fachada norte, distribución interior, protecciones de entrada y situación de ventanas.**

Es importante apuntar que las herramientas de diseño bioclimático usadas en este curso son deliberadamente **no informáticas**, debido a que se esta en un nivel básico de enseñanza de la disciplina.

7. Sistemas pasivos térmicos.

En este punto se estudian a detalle los **sistemas de calefacción solar pasivos**, tales como los **directos, indirectos e independientes**, sus principios de funcionamiento así como su tecnología actual.

8. Temas selectos de Heliodiseño.

Los temas tratados en este punto ya no son básicos sino **avanzados**, y pretenden dotar al alumno de conocimientos que le permitan acceder con éxito y en el futuro, a un curso de especialización, diplomado, especialidad, maestría, curso de doctorado o doctorado en el área de sustentabilidad.

De entre sus temas más destacados se tiene el **dimensionamiento de sistemas solares pasivos de calefacción y sistemas fotovoltaicos**, así como el **cálculo de coordenadas solares.**

TRABAJOS PARALELOS AL CURRÍCULUM DE LA MATERIA SISTEMAS PASIVOS AR99827

Los trabajos que, de forma paralela, deben realizar los alumnos de Sistemas Pasivos AR99827 son los siguientes:

1. Actividades de refuerzo.

Las actividades de refuerzo del módulo se refieren a **lecturas específicas** que debaten los alumnos en equipos colaborativos de tres personas, entregando una conclusión por escrito. Tienen como objetivo **apuntalar** y **enriquecer** los temas tocados en clase.

2. Avances de proyecto.

Los avances de proyecto se refieren a trabajos que los alumnos desarrollan a lo largo del semestre en grupos colaborativos y que están encaminados a **reforzar el proyecto del Taller de Arquitectura II AR99834** (vivienda, casa-habitación). Más adelante en este escrito se hablará sobre el **4º semestre en bloque** y la **técnica didáctica POL** (Project Oriented Learning).

3. Proyecto del Taller de Arquitectura II AR99834 (vivienda).

El proyecto del Taller de Arquitectura II AR99834 (vivienda) será reforzado con los conocimientos y trabajos de todas las materias del 4º semestre y será **evaluado**, entre otros, en base a **criterios de Sistemas Pasivos (bioclimatismo)**.

TÉCNICAS DIDÁCTICAS Y MODELO EDUCATIVO DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY (ITESM)

El **modelo educativo** del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) esta sustentado en cuatro **técnicas didácticas**: (1) aprendizaje colaborativo, (2) método de casos, (3) aprendizaje basado en problemas, y (4) **aprendizaje orientado a proyectos (POL)**.

Es precisamente la última técnica mencionada, aprendizaje orientado a proyectos (POL), la que se ha definido como oficial en el Campus Ciudad de México (CCM), para ser aplicada a las diferentes materias que conforman el 4º semestre del currículum plan 99 de la carrera de Arquitectura.

Su principal impacto en dicho semestre es que, a diferencia de lo que se venía haciendo en el pasado, los contenidos de las diferentes materias que lo conforman, se integran alrededor de un gran proyecto que se desarrolla en el Taller de Arquitectura II AR99834 (vivienda). De esta forma las materias no se imparten de manera aislada, sino conformando una unidad en lo que se ha denominado el **4º semestre en bloque de la carrera de arquitectura plan 99 con técnica didáctica POL**, y que ha despertado gran interés en los diferentes Campus de la República Mexicana que conforman el sistema ITESM.

SISTEMAS PASIVOS AR99827 Y CUARTO SEMESTRE EN BLOQUE DE LA CARRERA DE ARQUITECTURA PLAN 99 CON TÉCNICA DIDÁCTICA POL

La materia de Sistemas Pasivos AR99827 forma parte del 4o. Semestre de la carrera de arquitectura plan 99. En el cuarto semestre, junto con la materia de Sistemas Pasivos AR99827, los estudiantes toman otras cuatro: Historia de la Arquitectura y la Ciudad II AR99842, Taller de Arquitectura II AR99834, Dibujo Asistido por Computadora AR99846 y Sistemas Estructurales CV99850.

Es bien conocido el hecho de que en el currículum de la carrera de arquitectura, los talleres de diseño conforman su columna vertebral y que las demás materias giran a su alrededor con la consigna de proveerles de conocimientos y recursos para el desarrollo de sus proyectos. Sin embargo y, hasta antes de la

implantación de la técnica didáctica POL, NUNCA trabajaban realmente en conjunto. Es decir, tradicionalmente las materias que conforman un semestre trabajaban de forma independiente unas con otras, no como una unidad, y mucho menos tenían una relación estrecha con los talleres de diseño.

Esto último es la razón principal de rediseñar la materia de Sistemas Pasivos AR99827, de hecho todo el 4o. semestre de la carrera de arquitectura plan 99, como un bloque y bajo los principios de la técnica didáctica POL.

CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DE LA TÉCNICA DIDÁCTICA POL

De entre las características de la técnica didáctica POL caben destacar las siguientes: (1) basado en un proyecto. (2) desarrollado en un periodo de tiempo específico, (3) dirigido a resolver la necesidad de un espacio físico específico a través de la aplicación de tareas y uso efectivo de recursos, (4) aplicando una metodología de resolución de problemas, (5) promoviendo el aprendizaje colaborativo, (6) ayudando a los estudiantes a enfrentar sus problemas profesionales futuros, (7) a través de la aplicación de conocimientos interdisciplinarios, (8) ajustándose a un modelo de aplicación, (9) el rol del estudiante es el de “organizador, planeador y administrador de su tiempo, sus recursos y aprendizajes, y practicante de habilidades de comunicación, relación interpersonal y de trabajo en equipo”, (10) el rol del profesor es el de “tutor, supervisor, administrador de proyectos, diseñador, evaluador-examinador, consejero, maestro y experto”.

Es importante mencionar que de acuerdo a la técnica didáctica POL, al principio del semestre las clases son más teóricas que prácticas debido a que se esta impartiendo el ABC de las mismas. Al final del mismo el protagonismo lo toma el Taller de Arquitectura II AR99834 con lo cuál los conocimientos teóricos del principio se vuelven eminentemente prácticos.

Los roles involucrados en el 4o. semestre en bloque-POL son los siguientes: (1) organización (Directores de departamento y carrera de arquitectura), (2) principales (maestros del Taller de Arquitectura II AR99834 y cada uno de los profesores en su curso), (3) tutores (cada uno de los profesores en su curso), (4) expertos (cada uno de los profesores en su curso, cuerpo académico y staff del departamento de arquitectura), y (5) jurados (Arquitectos externos invitados).

Las habilidades específicas desarrolladas en el 4o. semestre en bloque-POL son: (1) planeación (definición del problema, planeación de recursos humanos, físicos y de tiempo), y (2) organización (división de tareas, organización de grupos, ajustes).

Algunas ideas importantes a tener en mente en el 4o. semestre en bloque-POL son: (1) que en las primeras cuatro semanas del semestre, cuando en el Taller de Arquitectura II AR99834 están desarrollando el proyecto corto, en las demás materias, incluida Sistemas Pasivos AR99827, se esta dando el ABC de las mismas, (2) que a partir de la quinta semana del semestre se empieza a desarrollar en el Taller de Arquitectura II AR99834 el proyecto principal (casa-habitación) sobre el cuál girarán los apoyos de las demás materias del 4º semestre en bloque-POL, y (3) de acuerdo al esquema administrativo del ITESM hay tres parciales y un final. El primer parcial se refiere a trabajos, avance de proyecto y examen de conocimientos específicos de cada materia. El segundo y tercero son reportes de progreso del proyecto del Taller de

Arquitectura II AR99834. El final se refiere a la entrega final con arquitectos externos invitados fungiendo como jurados.

EXPERIENCIAS EDUCATIVAS DE LOS SISTEMAS PASIVOS AR99827 DENTRO DE LA MISIÓN DEL ITESM HACIA EL 2005

Los 6 módulos que conforman la materia de Sistemas Pasivos AR99827 se adhieren a la misión del ITESM de la siguiente forma: (1) Estudio del desarrollo sustentable (Módulo I) como marco teórico de referencia donde se insertan los sistemas pasivos de climatización natural, tema central de la asignatura, (2) Estudio del proceso perceptivo criostésico (Módulo II), como base para lograr el fin último de los sistemas pasivos: el confort térmico humano (Módulo III), (3) Estudio de las preexistencias ambientales (Módulo IV), para usarlas en la climatización natural de los espacios construidos, contribuyendo con esto al ahorro energético y la disminución de la contaminación, (4) Estudio de los sistemas pasivos térmicos (Módulo V) y temas selectos de Heliodiseño (Módulo VI) para, a partir de la asimilación de su esencia, poder innovar propositivamente en su desarrollo y aplicaciones futuras.

MÉTODO DIDÁCTICO PROPUESTO EN LA MATERIA DE SISTEMAS PASIVOS AR99827

Desarrollo de un proyecto arquitectónico de casa-habitación en la materia de Taller de Arquitectura II AR99834, emplazado en un punto de la República Mexicana, cuyo objetivo primordial, desde el punto de vista de los Sistemas Pasivos AR99827, es su sustentabilidad energética, a través de la aplicación práctica de los conocimientos teóricos expuestos en clase.

Con dicho proyecto de casa-habitación y, una vez más desde el punto de vista de los Sistemas Pasivos AR99827, se persigue que el alumno: (1) se vincule con la realidad y las necesidades de México, (2) se comprometa con el desarrollo sostenible del país y sus comunidades, (3) participe del desarrollo urbano sostenible, y (4) respete la naturaleza a través del uso y aprovechamiento racional de los recursos naturales siendo de esta forma, actor del cambio en pro del mejoramiento y preservación del medio ambiente.

EVALUACIÓN DE LA CLASE DE SISTEMAS PASIVOS AR99827 EN EL CUARTO SEMESTRE EN BLOQUE POL

Al estar insertada la clase en el 4º Semestre en bloque-POL, además de tomar en cuenta criterios de sustentabilidad energética (Sistemas Pasivos AR99827) se tomarán en cuenta también criterios de presentación (Dibujo Asistido por Computadora AR99846), de evolución histórica (Historia de la Arquitectura y la Ciudad II AR99842), estético-funcionales (Taller de Arquitectura II AR99834) y estructurales (Sistemas Estructurales I CV99850). Adicional a todo lo anterior, se tomarán en cuenta las intenciones (actitudes) y los valores vertidos en los proyectos, tomando muy en cuenta su embebe con la misión del ITESM. De este modo el mundo de las ideas en el proyecto, en relación a la sustentabilidad energética, el respeto a la naturaleza y el medio ambiente, el uso racional de recursos energéticos, así como la capacidad de adaptación e innovación de los sistemas pasivos de climatización natural propuestos, serán determinantes en la evaluación.

DIPLOMADO EJECUTIVO EN ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA

En el verano de 2003 el autor de este escrito lanzó al mercado educativo un **diplomado ejecutivo** en “*Arquitectura Solar*” de 96

horas presenciales y 6 módulos, dirigido a aquellos profesionales de la construcción (particularmente arquitectos) que nunca antes habían tenido contacto formal con la Arquitectura Bioclimática.

En la **justificación** del diplomado se decía lo siguiente: “*En un momento crucial de la historia como el actual, en que la humanidad se halla en un proceso cada vez más acelerado hacia la sustentabilidad, el trabajo de los profesionales que diseñan, construyen, autorizan obras, y aplican normas y programas ambientales, tanto de la esfera pública como del sector privado, debe estar encaminado al ahorro energético y de insumos materiales no renovables a través del uso efectivo de energías limpias, lo cual lleva también a la reducción en la emisión de agentes contaminantes a la atmósfera, la tierra y el agua.*”

Las energías limpias se integran en el ámbito de la construcción en la llamada Arquitectura Solar cuya misión principal es aprovechar las condiciones meteorológicas del sitio donde se emplaza una obra para climatizarla de forma natural consiguiendo con ello el confort integral de sus ocupantes, todo ello en armonía con su entorno y sin agredir al medio ambiente.

Si tomamos en cuenta que del total de energía utilizada en el mundo el 50% se utiliza en algún tipo de edificio (industrial, comercial, de servicios o habitacional) se comprenderá fácilmente por qué gran parte de las políticas sobre sustentabilidad de la mayoría de los países del orbe se hallan dirigidos a la arquitectura y a la industria de la construcción, y por qué las estrategias de la Arquitectura Solar se han convertido en requisitos indispensables de proyecto erigiéndose como estándares de calidad y competitividad a nivel internacional”.

El **objetivo general** del diplomado decía: “*Dentro del marco actual de sustentabilidad a nivel mundial, el participante conocerá el proceso perceptivo térmico en sus tres escalas (física, fisiológica y psicológica), las condiciones y parámetros genéricos del confort térmico humano, las pautas de diseño arquitectónico solar, el dimensionamiento de sistemas arquitectónicos solares, así como el proceso de análisis de datos climáticos de un sitio, a través de clases, trabajos colaborativos de investigación y presentación de proyectos de arquitectura solar aplicada, con la finalidad de que elija las estrategias de climatización natural más adecuadas a sus diseños, optimizando sus consumos energéticos y materiales, coadyuvando con ello al mejoramiento de la calidad del medio ambiente natural”.*

En el **perfil de egreso** del diplomado se apuntaba que: “*Después del diplomado el participante obtendrá una visión completa de la sustentabilidad a nivel mundial desde la perspectiva de la arquitectura solar así como los conocimientos y habilidades necesarias para efectuar un análisis climático del sitio donde emplazará una obra con la finalidad de insertar en sus proyectos las estrategias de climatización natural más adecuadas a los mismos logrando con ello el confort integral de sus usuarios”.*

El **segmento del mercado** al que estaba dirigido el diplomado era: (1) Nivel educativo (licenciados y pasantes de Arquitectura, Ingeniería civil y áreas afines); (2) Nivel jerárquico (funcionarios, responsables y técnicos del área de diseño, construcción, autorización de obras y programas ambientales); (3) Experiencia profesional (no indispensable en el caso de arquitectos e ingenieros civiles); y (4) Sector empresarial (público y privado del ramo de la construcción).

La descripción académica del diplomado es la siguiente:

Módulo I. Desarrollo Sustentable

Temas: (1) Energía convencional, (2) Energía no convencional, (3) Desarrollo sustentable.

Objetivo específico del módulo: Conocer cuáles son las energías convencionales, no convencionales, su producción y usos, así como las principales definiciones del desarrollo sustentable.

Módulo II. Proceso Perceptivo Criostésico

Temas: (1) Física del calor, (2) Transferencia térmica, (3) Fisiología del calor, (4) Mecanismos termorreguladores, (5) Psicología del calor, (6) Sinestesia cromotérmica.

Objetivo específico del módulo: Identificar los fenómenos de transmisión de calor desde los tres ángulos de la percepción humana: Físico, Fisiológico y Psicológico.

Módulo III. Confort térmico humano

Temas: (1) Principales definiciones del confort térmico humano, (2) Diagramas de confort térmico humano, (3) Transmisión de calor en edificios, (4) Arquitectura vernácula.

Objetivo específico del módulo: Conocer las investigaciones referentes al confort humano, el ábaco de Givoni y el funcionamiento de las arquitecturas vernáculas de los climas más característicos del planeta.

Módulo IV. Energía natural y arquitectura solar

Temas: (1) Parámetros genéricos del confort térmico (TS, HR y v), (2) Iluminación natural, (3) Radiación solar, (4) Sistemas arquitectónicos solares.

Objetivo específico del módulo: Identificar las cuatro principales preexistencias ambientales desde el punto de vista de la climatización natural: temperatura, humedad relativa, viento y radiación solar, así como la iluminación natural, derivada de la última.

Módulo V. Diseño arquitectónico solar

Temas: (1) Pautas de diseño arquitectónico solar, (2) Dimensionamiento de sistemas arquitectónicos solares, (3) Elementos especiales en arquitectura solar, (4) Vivienda inteligente, domótica y arquitectura solar, (5) Herramientas de arquitectura solar.

Objetivo específico del módulo: Identificar los sistemas pasivos de calefacción solar directos, indirectos y de aportes independientes, su dimensionamiento, la tecnología actual que se aplica en este rubro, así como las pautas de diseño de un anteproyecto arquitectónico solar.

Módulo VI. Arquitectura solar aplicada

Temas: (1) Análisis climático del sitio, (2) Elección de estrategias de climatización natural, (3) Revisión y análisis de proyectos con arquitectura solar aplicada.

Objetivo específico del módulo: Identificar los datos meteorológicos útiles desde el punto de vista de la arquitectura

solar, obteniendo de su análisis las estrategias de climatización natural más apropiadas para el sitio donde se emplazará una obra. Revisión y análisis de proyectos con arquitectura solar aplicada en la República Mexicana.

PLATAFORMA DIDÁCTICO/TECNOLÓGICA BLACKBOARD

El programa informático *Blackboard*, es actualmente la plataforma didáctico/tecnológica oficial en el modelo educativo del ITESM.

Este programa funciona como una página WEB a la que cualquier alumno matriculado o profesor puede acceder a través de Internet.

Sus secciones principales son: (1) Announcements, (2) Course Information, (3) Staff information, (4) Course documents, (5) Assignments, (6) Communication, (7) Discussion board, (8) External links, (9) Tools, (10) Books, (11) Course Map, y (12) Control panel.

En el caso específico de la clase de **Sistemas Pasivos AR99827**, Blackboard sirve como apoyo didáctico de la siguiente manera: (1) En la sección **Announcements**, el profesor titular de la materia coloca los anuncios de la semana tales como trabajos a entregar, exámenes, etc.; (2) En la sección **Course Information** el alumno puede encontrar toda la documentación referente al 4º Semestre de Arquitectura en Bloque POL como introducción, intención educativa, objetivo general, temarios, encuadre, esquema del curso, calendario general de actividades, estrategia global, ¿qué se espera de los profesores y el alumno?, políticas del curso, sistema general de evaluación, y referencias generales; de la misma forma tiene acceso a la información específica de la materia Sistemas Pasivos AR99827 tales como análisis del curso, introducción, intenciones educativas, objetivos generales del curso, temario, contenidos, encuadre, mapa conceptual, calendario de actividades, calendario de entregas, estrategia global del curso, ¿qué se espera del profesor y del alumno?, políticas del curso, sistema de evaluación, y referencias para todo el curso; (3) En la sección **Staff Information** puede ver el Currículum Vital sintético y extenso de cada uno de los profesores que conforman el 4º semestre en bloque POL; (4) En la sección **Course Documents** se encuentran, entre otros, las guías de estudio, indicaciones de proyecto, tablas de evaluación, documentos de avance de proyecto, documentos generales del curso; (5) En la sección **Assignments** puede acceder a información específica de cada uno de los 6 módulos que conforman el curso como objetivos de aprendizaje, desarrollo del contenido, actividades de refuerzo del módulo, avances de proyecto, evaluación y referencias; (6) En la sección **Discussion Board** se llevan a cabo foros de discusión sobre algún tema propuesto por el profesor y que tiene relación directa con alguno de los temas tratados en los módulos y en clase; (7) Finalmente y, a través del **Control Panel**, el profesor puede recibir las tareas de los alumnos vía electrónica, enterándose de quién se la envió, día y hora de la entrega, y dar, por la misma vía, la retroalimentación y calificación al alumno.

CONCLUSIONES

Desde mi particular punto de vista y, después de cinco años de impartir la materia de Sistemas Pasivos AR99827 en el Tecnológico de Monterrey, Campus Ciudad de México, con plataforma tecnológica Blackboard y técnica didáctica POL, puedo decir que la mejor forma de enseñar Arquitectura Bioclimática en cursos básicos es:

1. **Motivando** al alumno (**Andragogía**).

2. Estudiando el **proceso perceptivo criostésico humano** de manera **integral** (niveles físico, fisiológico y psicológico) así como las **sinestesias** entre **energías** y **sentidos**.
3. Analizando los **factores de confort térmico humano** de manera **simultánea**.
4. Enseñando, a través de las **arquitecturas vernáculas climáticas** características del planeta, las bases del **diseño arquitectónico bioclimático**.
5. Conociendo a detalle los **parámetros del confort térmico humano**.
6. Aplicando las **pautas y herramientas de diseño bioclimático** en un proyecto de vivienda (**Taller de Arquitectura II AR99834 / 4º semestre en bloque POL**).
7. Comprendiendo los principios de funcionamiento de los **sistemas de calefacción solar directos, indirectos e independientes**.
8. Introduciéndose al conocimiento de temas selectos de Heliodesign tales como **dimensionamiento de sistemas solares pasivos de calefacción** y **sistemas fotovoltaicos**, así como el **cálculo de coordenadas solares** con la finalidad de preparar al alumno para su posible entrada a postgrados en esta área de conocimiento.

En lo que respecta a la **técnica didáctica POL** aplicada al 4º semestre de la carrera de arquitectura plan 99 del ITESM-CCM, puedo afirmar que permite a los alumnos de la clase de Sistemas Pasivos AR99827 tener: (1) un marco **interdisciplinario** de aprendizaje, (2) un espacio de **aplicación práctica** de los conocimientos teóricos de **sustentabilidad** vertidos a lo largo del curso a través del **proyecto de vivienda** desarrollado en el **Taller de Arquitectura II AR99834**, (3) una experiencia de trabajo y aprendizaje **colaborativo**, fundamental en el modelo educativo del ITESM-CCM, (4) un simulacro de lo que será el trabajo en su **vida profesional futura**, (5) un rol en el que él es “*organizador, planeador y administrador de su tiempo, sus recursos y aprendizajes, y practicante de habilidades de comunicación, relación interpersonal y de trabajo en equipo*”, y (6) una oportunidad de comprometerse con el “*desarrollo sostenible del país y sus comunidades*” así como con el “*respeto a la naturaleza*” lo cual es absolutamente congruente con la Misión del ITESM hacia el 2005.

Decir también que el diseño de un **diplomado** o un **postgrado sobre arquitectura bioclimática** dirigido a profesionales que no han tenido capacitación formal en esta área, es muy parecido al esquema de Sistemas Pasivos AR99827 presentado en este artículo, pero con la particularidad de ser menos teórico y más aplicado.

Apuntar también que el contar con una **plataforma tecnológica** como **Blackboard** es sin duda una gran ventaja desde el punto de vista de manejo de información, logística del curso y control del grupo, además de que acerca al alumno al manejo de nuevas tecnologías educativas que se están haciendo, cada día más, de uso corriente en nuestro mundo globalizado.

Finalmente puntualizar el hecho de que en el curso de Sistemas Pasivos AR99827, deliberadamente no se usan sistemas informáticos de cálculo, y si **aparatos tecnológico/didácticos mecánicos** construidos por el autor de este artículo, con la finalidad de acercar a los alumnos, de manera **intuitiva**, a los conocimientos básicos de la arquitectura bioclimática.

BIBLIOGRAFÍA

Aguayo R. (2003). *Apuntes del Rediseño de la Clase de Sistemas Pasivos AR99827 a Nivel Sistema*. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Ciudad de México. México, D. F.

Aguayo R. (2004). *Enseñanza de la Materia de Sistemas Pasivos en el Cuarto Semestre de la Carrera de Arquitectura Plan 99 bajo la Técnica Didáctica Project Oriented Learning (POL) en el Campus Ciudad de México del Tecnológico de Monterrey*. Libro de Actas del XII Congreso Ibérico y VII Congreso Iberoamericano de Energía Solar, CIES 2004. Volumen 2. Páginas 1321 a 1326. Vigo, Galicia, España.

ITESM (1996). *Misión del Sistema Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey*. Centro de Efectividad Institucional del Sistema Tecnológico de Monterrey. México.

Martín M. (2002). *El Modelo Educativo del Tecnológico de Monterrey*. ITESM. Monterrey, México.