

maría López de Asiain Alberich

DIRECTOR y tutor: RAFAEL SERRA FLORENSA
CODIRECTOR: JAIME LÓPEZ DE ASIAIN MARTÍN

ÁMBITOS DE INVESTIGACIÓN EN LA ENERGÍA Y EL MEDIOAMBIENTE EN LA
ARQUITECTURA

Escuela de arquitectura de Barcelona

DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES ARQUITECTÓNICAS I DE LA
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CATALUÑA

TESIS DOCTORAL:

“La Formación Medioambiental del Arquitecto”

Hacia un Programa de Docencia basado en la Arquitectura y el Medioambiente

Barcelona, octubre de 2005

Dedicatoria

A mi padre, Jaime, por ser un gran arquitecto y aún mejor persona,
A mi madre, Pilar por su cultura material que siempre me puso los pies en la tierra,
A mi hermana, Ana, por estar siempre cerca

Agradecimientos

Es difícil la tarea de recopilar las pasadas experiencias para poder agradecer a los compañeros y amigos toda la ayuda recibida, pues ésta es muy grande. Sin embargo, creo que resulta un ejercicio necesario para reflexionar sobre la trayectoria personal que me ha llevado al término de esta tesis y que igualmente, me llevará a partir de ahora por caminos paralelos.

He de comenzar mis agradecimientos para con el grupo de investigación con el que he realizado la tesis, 'Arquitectura i Energia'. Agradezco a todos sus miembros su ayuda y perseverancia para animarme en mi empeño, a Jaume Roset, a Toni Isalgué, a Helena Coch por su capacidad de síntesis y sobre todo a mi director de tesis, Rafael Serra Florensa, por su guía e infinita paciencia.

También quiero hacer extensivo mi agradecimiento a los numerosos miembros del Departamento de Construcciones Arquitectónicas I que igualmente me han ayudado y apoyado, principalmente a su director Jaume Avellaneda y a Marta Corberá, pues sin su ayuda no sólo mi tesis habría sido imposible, sino que ninguna otra habría podido seguir su curso.

He de agradecer especialmente su ayuda y apoyo al profesor Albert Cuchí, por tantas razones que no se por donde empezar, pero principalmente por haber depositado su confianza tanto en mí como en mis compañeras Cynthia y Karla. También a ellas quiero agradecerles su apoyo y ayuda durante los momentos 'flacos' del desarrollo de la tesis, por saberme comprender y animar cuando ha sido necesario.

Igualmente, la tesis habría sido tarea mucho más pesada sin el apoyo incondicional de mis compañeros de doctorado, desde Roberto hasta Marisa, más lejana ahora por haber vuelto a su país, pasando por todos ellos, Javier, Hasan, Marcela, María Antonieta, Judit, Jean Paul, los Alejandros todos, Paco, Carolina, etc...

Por otro lado, he de agradecer la colaboración que ha sido posible con otros centros de investigación extranjeros a sus directores. En el caso de la Facultad de Ingeniería Civil-Arquitectura de la Universidad de Lovaina, Lovaina la Nueva, al profesor André de Herde, director del centro de investigación 'Arquitectura y Clima' quien puso a mi disposición tanto información como infraestructura, y quien me ayudó en todo lo posible durante mi estancia en su Facultad. De esta estancia conseguí quedarme con una nueva amiga, la ahora doctora Natalia Escudero, quien estuvo pendiente en todo momento de cualquier ayuda que pudiera prestarme y a quien debo agradecer una muy amena estancia.

En el caso de la Facultad de Diseño, Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Buenos Aires he de agradecer todo su apoyo a la directora del centro de investigación 'Habitat y Energía' y amiga, Silvia de Schiller, bajo cuya dirección realicé también mi tesis de Master y quien dirigió mis pasos durante el periodo de investigación que realicé en dicha Facultad. También he de agradecer su gran ayuda al profesor Jonh Martin Evans, codirector del grupo de investigación, a Susana Eguía, a Claudio Delbene y en definitiva a todos sus miembros, por su ayuda y dedicación.

Igualmente, me gustaría agradecer su apoyo y ayuda a la Arquitecta Alicia Picción, directora del Departamento de Clima y Confort en la Arquitectura, de la Facultad de Arquitectura de la Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.

En relación al Plan de Medioambiente de la UPC, he de dar las gracias especialmente a Didac Ferrer, su director, por su apoyo y ayuda para comprender en todo momento las estrategias del mismo. También querría agradecer su ayuda y colaboración a Yazmin Cruz y a Jordi Segalás y en general, a todos los miembros del grupo.

En relación a la Escuela de Arquitectura de Sevilla, quiero agradecer su ayuda a todos aquellos profesores que me ayudaron para realizar esta tesis con su información y apoyo, al profesor Ricardo Huete Fuentes, Rafael Herrera Limones, Ana Prieto, Ignacio Capilla Roncero, Jose Ramón Moreno, J. Antonio López, Pablo Díaz Rubio, Jose M^a Raya Roman, Iñigo Ariza, Salvador Muñoz, Carmen Llatas Oliver, María Prieto, Jesus Martel, Carlos Paneque, Jose Pérez De Lama, y Manuel Olivares. Muy especialmente quiero agradecer su ayuda a dos personas, al profesor Rafael González Sandino, a quien admiro profundamente desde que fui su alumna, por sus consejos; y al profesor Jaime López de Asiain y Martin, por su amor a la enseñanza y porque sin él esta tesis jamás habría ni siquiera comenzado.

También quiero agradecer su apoyo a mis antiguos compañeros de escuela, todos aquellos sin los cuales nunca habría podido apreciar el valor y la belleza verdaderos de la arquitectura y sobre todo, de su sentido más humano. Sobre todo a David, Marta, Pedro, Rubén y Ana.

A los miembros de la asociación ide@sostenible, quiero agradecerles su iniciativa y perseverancia, pero sobre todo la confianza que han depositado en mí. Muchas gracias a Jordi, Yazmin, Sergi y Leonardo, espero firmemente que puedan resultar un camino abierto a seguir tras la tesis.

No puedo olvidarme de mis compañeros durante un par de años de trabajo del 'Servei de Aplicacions Informatiques' del Colegio de Arquitectos de Cataluña. Sin ellos, su apoyo y su ánimo, nunca podría haber estado en Barcelona estos años, gracias a Sergi, Laia, Roberto, Eli y especialmente a Beatriz García, su directora, que apoyó mi tesis desde un principio por encima incluso de mi trabajo con ellos; y a José Luis Montserrat, que ha hecho todo lo que esta en su mano, incluyendo esfuerzo y trabajo, por hacer realidad las iniciativas de cooperación y docencia que han ido surgiendo.

En cuanto a las Instituciones que me han prestado ayuda, quiero agradecer a la Universidad Politécnica de Cataluña su apoyo tanto docente como económico e igualmente al Ministerio de Educación y Ciencia Español su confianza depositada en mi persona a través de la beca de Formación de Personal Universitario que me ha sido otorgada desde el pasado año 2004.

Por último, y desde un punto de vista más personal que académico, he de agradecer su ayuda y apoyo a muchas personas.

A mis compañeros de piso en Barcelona, Maki, Marta, Luis y familia, de los que he aprendido mucho, sobre todo a Javi, con el que he pasado horas discutiendo sobre las cosas interesantes e importantes de la vida.

A mis familiares aquí, Beatriz García y Curro Sotomayor principalmente, con los que me he sentido como en casa en todo momento.

A mis familiares en Sevilla, mi padre Jaime, mi firme apoyo, ánimo y guía, mi madre Pilar, (es mi madre, que mas puedo decir...), mi hermana Ana, mi traductora personal (vale su peso en oro) y Miguel, que nos hace feliz a todos.

A mis amigas, todas, Piluca, Judit, Valme, Carmen, Matati, Ana Berenice y Ana Escacena, Ana Cristina, Marta, Eva, Beatriz, Clara, Olivia y Silvia principalmente, que me han ayudado a ser persona antes que arquitecta, algo que considero fundamental.

A todos aquellos amigos 'no españoles' que me han hecho aprender lo complejo que es el mundo y la gran diversidad de culturas existente, desde esta postura está planteada la tesis. No puedo nombrarlos a todos pero están en mi recuerdo y les agradezco su aportación.

Y por último a mi novio Gustavo, por su alegría diaria y su visión cero arquitectónica de la vida.

ÍNDICE

I. Introducción	09
I.1 Planteamiento general de la Tesis. Hipótesis de partida	11
I.2 Objetivos	12
I.3 Situación de partida, incógnitas iniciales y metodología de estudio	13
I.3.1 Análisis de los requerimientos legales en cuanto a contenidos para la docencia de la arquitectura en España	14
I.3.2 Análisis de los requerimientos determinados por el proceso de Bolonia. Directivas de adecuación a la normativa europea	19
I.3.3 Requerimientos mercantiles. Sistemas de Clasificación de Construcción Sostenible y Eficiencia Energética. Indicadores de sostenibilidad en la docencia	29
I.3.4 El medioambiente en la Universidad	33
I.3.5 Incógnitas iniciales	34
I.3.6 Metodología	35
II. Bases para la definición del enfoque	37
II.1 Introducción a una postura personal	39
II.2 Justificación de una investigación basada en la temática medioambiental	41
II.2.1 La problemática mundial del cambio climático y la destrucción del planeta	41
II.2.2 El concepto de sostenibilidad	43
II.2.3 Responsabilidad de la arquitectura en términos de sostenibilidad	44
II.2.4 Necesidad de formación medioambiental en las escuelas de arquitectura	44
III. Problemática medioambiental de la práctica y docencia arquitectónica actual	47
III.1 Evolución Histórica	50
III.2 Estado del Arte	65
III.2.1 Universidades con el currículum de la facultad de arquitectura con temas Medioambientales totalmente incorporados.	65
III.2.2 Universidades con algunas asignaturas del currículum de la facultad de arquitectura con temas Medioambientales incorporados.	67
III.2.3 Universidades Españolas con algunas asignaturas del currículum de la facultad de arquitectura con temas Medioambientales incorporados	69
III.2.4 Universidades con programas de postgrado en arquitectura sobre temas Medioambientales	70
IV. Desarrollo de la investigación	75
IV.1 Concepto de Arquitectura Medioambiental y contenidos relacionados	77
IV.2 El enfoque medioambiental. Formas de adoptarlo desde la docencia de la arquitectura. Casuística	81
IV.2.1 Casos Españoles	81
IV.2.1.1 Sevilla	81
IV.2.1.2 Barcelona	82
IV.2.1.3 Vallés	82
IV.2.2 Casos extranjeros	83
IV.2.2.1 Universidad Católica de Lovaina	83
IV.2.2.2 Universidad de Buenos Aires	83
IV.3 Experiencias	89
IV.3.1 Acercamiento a la docencia de temas medioambientales en la arquitectura, el curso "Acercamiento a Criterios Arquitectónicos Ambientales para Comunidades Aisladas en Áreas Naturales Protegidas de Chiapas"	89

IV.3.2 Desarrollo de un temario de contenidos con base en la “VI Maestría en Energías Renovables : Aplicaciones en la Edificación”, Universidad Internacional de Andalucía, Sede la Rábida	92
IV.3.3 Ambientalización Curricular, el Departamento de Construcciones Arquitectónicas I de la UPC de Barcelona	96
IV.4 Conclusiones parciales	101
V. PROPUESTA :	111
Desarrollo de un MODELO DE CONTENIDOS MEDIOAMBIENTALES jerarquizado, no cerrado, para introducción de dicha temática en las facultades de arquitectura europeas	
V.1 Desarrollo de una PROPUESTA PEDAGÓGICA TIPO de introducción de dichos contenidos en la asignatura de proyectos arquitectónicos	121
VI. Comprobación del Modelo.	127
VI.1 Validez: Relación del modelo de contenidos con las Directrices Generales propias de los planes de estudios conducentes a la obtención del Título Oficial de Arquitecto. Programación actual. Introducción de la nueva normativa europea. Bolonia	129
VI.2 Idoneidad: Amplitud del modelo	141
VI.2.1 Comparación con la maestría de la Rábida	141
VI.2.2 Comparación con la experiencia en Chiapas	141
VI.3 Utilidad: Relación directa con las asignaturas de los planes docentes	144
VI.3.1 Sevilla	144
VI.3.2 Barcelona	149
VI.3.3 Vallés	153
VI.4 Factibilidad : ambientalización curricular, Plan de Medioambiente de la UPC. Propuesta de línea medioambiental en la Facultad de arquitectura de Sevilla	157
VI.4.1 Propuesta de asignación de horas / créditos a los contenidos medioambientales	158
VII. Conclusiones finales	163

ANEXOS:

1. Investigación en la Facultad de Ciencias Aplicadas de la Universidad Católica de Lovaina, Lovaina la Nueva, Bélgica 169
2. Incorporación de la temática medioambiental en el curricula de las Facultades de Arquitectura Superior. El caso particular de la asignatura de Diseño Arquitectónico en la Facultad de Arquitectura de la Universidad de Buenos Aires
3. Experiencia docente de temas medioambientales en la arquitectura, el curso: “Acercamiento a Criterios Arquitectónicos para Comunidades Aisladas en Áreas Protegidas de Chiapas”, origen de modelo de contenidos
4. Temario de contenidos de la “VI Maestría en Energías Renovables : Aplicaciones en la Edificación” de la Universidad Internacional de Andalucía. Sede de la Rábida
5. Ambientalización Curricular, los Planes de Medioambiente de la UPC
6. La energía en la educación medioambiental arquitectónica, (estudio de casos particulares: la Facultad de Ingeniería Civil – Arquitectura de la Universidad Católica de Lovaina y la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad de Sevilla)
7. Artículos relacionados con la Tesis Doctoral presentados en Congresos y Seminarios
8. Bibliografía

ÍNDICE DE GRÁFICOS, TABLAS E IMÁGENES

Gráf.1 - Relación entre grupos de asignaturas y contenidos medioambientales	13
Tabla 1 - Título Oficial de Arquitecto	17
Gráf.2 - Calentamiento del planeta. (1950 – 2000) ¹	42
Fig. 1 - Reconstrucción de una casa griega clásica, de las excavaciones de Theodore Wiegand en la ciudad de Priene. Las habitaciones tras el pórtico se abrían al lado sur del patio. ²	51
Fig. 2 - Tras la reubicación de la antigua ciudad de Priene en la falda meridional del monte Micala y pese a la dificultad del terreno, casi todas las viviendas podían beneficiarse del sol de invierno. La planta de la ciudad muestra como sus casas se orientaban al sur. ³	52
Fig.3 - Constelaciones del Equinoccio vernal al del otoño, y algunas constelaciones boreales y australes.	53
Fig. 4 - Cuencas del Parque Güell	54
Fig. 5 - Casa Gropius. Boston	55
Fig. 6 - Secciones urbanas a nivel o en terreno en declive, con centro urbano abovedado para el Círculo Polar Antártico	57
Fig. 7 - Dibujos de una ventana y contraventana variable para el Ártico	57
Fig. 8 - Esquemas de Ralph Erskine, dibujos que ilustran el aislamiento de la nieve, los problemas con diversos tipos de techo y la evacuación de la nieve de los caminos.	59
Fig. 9 - Upper Lawn, Alison y Peter Smithson (primavera, otoño, invierno).	60
Fig. 10 - Boceto inicial y plano planta baja de la casa Vila Erica, cerca de Turín Italia. Proyecto 1967. ⁴	61
Fig. 11 - No es el viento quien ha inclinado los árboles; es que han respondido a la llamada de la luz.	62
Fig. 12 - El día solar de 24 horas. ⁵²	62
Fig. 13 - Sol, espacio, verdor, 'alegrías esenciales'. En las cuatro estaciones, los árboles, amigos del hombre. Grandes bloques de inmuebles se colocan en la ciudad. ¡Que importa! están tras la fronda de los árboles. ⁵²	63
Fig. 14 - El pacto extiende sus efectos a los lugares de trabajo. La Naturaleza ilumina las horas de labor.	64
Tabla 2 - Cuadro resumen del estado del arte	71
Gráf. 3 - Carga Lectiva de la Escuela de Arquitectura de la Universidad Católica de Louvain. Bélgica.	72
Gráf. 4 - Carga Lectiva de las Escuela de Arquitectura de Madrid y Barcelona	73
Gráf. 5 - Contenido docente del curso	90
Gráf. 6 - Implicaciones de la sostenibilidad en la edificación	92
Tabla 3 - Efectos y aplicaciones de las energías renovables	93
Gráf. 7 - Estructura del esquema de contenidos de la maestría	94
Gráf. 8 - Contenidos medioambientales	95
Tabla 4 - Fases de la integración de la sostenibilidad en las universidades, según el método AISHE.	99
Tabla 5 - Agrupación en asignaturas de los contenidos del temario medioambiental	102
Tabla 6 - Agrupación de asignaturas y relación con las áreas de conocimiento de la normativa española	103

¹ Cuadro tomado del artículo para la revista Medi Ambient. Tecnologia i Cultura, "Síntomas biológicos del cambio climático", de Josep Peñuelas. *Unidad de Ecofisiología CSIC-CREAF, CREAF (Center for Ecological Research and Forestry Applications) Universidad Autónoma de Barcelona.*

² *Arquitectura Solar en la Antigua Grecia. Historia de la Energía Solar.* K. Butti, J. Perlin, Revista Era Solar nº 65 páginas de 19 a 27.

³ *Arquitectura Solar en la Antigua Grecia. Historia de la Energía Solar.* K. Butti, J. Perlin, Revista Era Solar nº 65 páginas de 19 a 27.

⁴ Alvar Aalto, proyecto y obras de los últimos años. A.V. Editorial Gustavo Gili, Barcelona 1982.

Gráf. 9 - Relación entre las áreas de Conocimiento de la Normativa Española ⁵ y los contenidos del temario de la VI Maestría en Energías Renovables: Aplicaciones en la Edificación.	104
Gráf. 10 - Consideración en la arquitectura de los flujos de materia, energía e información	105
Gráf. 11 - Tres maneras de entender la arquitectura	106
Gráf. 12 - Concepto de arquitectura (espacio – tiempo)	106
Gráf. 13 - Campos de la docencia de la arquitectura	107
Gráf. 14 - Proceso de diseño arquitectónico	108
Gráf. 15 - Relación entre las tres maneras de entender la arquitectura	109
Gráf. 16 - Relaciones cognitivas entre los campos materia, energía e información	114
Gráf. 17 - Aspectos pertenecientes a los tres campos que configuran la arquitectura, materia, energía e información ⁶	115
Tabla 7 - Esquema de relación entre la estructura de enseñanza de la arquitectura y los campos de flujos de energía, materia e información	116
Gráf. 18 - Relación entre asignaturas y el proceso de diseño arquitectónico	124
Gráf. 19 - Metodología y proceso del diseño arquitectónico	125
Gráf. 20 - Relación entre asignaturas de los programas de estudios de arquitectura y los aspectos relativos a la materia, energía e información	130
Tabla 8 - Relación entre los contenidos medioambientales y los grupos de asignaturas de los planes docentes de arquitectura españoles	131
Tabla 9 - Relación entre la estructura propuesta y las Directrices Generales propias del Título Oficial de Arquitecto	132
Tabla 10 - Relación entre la estructura propuesta desarrollada y las Directrices Generales propias del Título Oficial de Arquitecto	135
Tabla 11 - Esquema de relación de la estructura propuesta con el Plan de Estudios de la Facultad de Arquitectura de Lovaina la Nueva	139
Gráf. 21 - Cuadro relación entre el esquema de contenidos propuesto y los contenidos desarrollados en la maestría de la Rábida	142
Gráf. 22 - Cuadro relación entre el esquema de contenidos propuesto y los contenidos desarrollados en el curso de capacitación en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas	143
Tabla 12 - Esquema relación programa Sevilla y modelo de estructura de contenidos medioambientales	147
Tabla 13 - Esquema relación programa Barcelona y modelo de estructura de contenidos medioambientales	151
Tabla 14 - Esquema relación programa Vallés y modelo de estructura de contenidos medioambientales	155
Tabla 15 – Propuesta de asignación de créditos a los contenidos medioambientales	159
Tabla 16 – Resumen propuesta de asignación de créditos a los contenidos medioambientales en los tres casos de estudio de Escuelas de Arquitectura Españolas	162

⁵ Directrices Generales propias de los planes de estudios conducentes a la obtención del Título Oficial de Arquitecto

⁶ "...El buen comportamiento bioclimático de la arquitectura ha de pasar por entender y optimizar, en relación con el edificio, los ciclos de materia, energía e información." Medi Ambient i Tecnologia. Guia ambiental de la UPC. Universitat Politècnica de Catalunya. EDICIONS UPC (pag. 160).

INTRODUCCIÓN -



I - INTRODUCCIÓN

I.1 - Planteamiento general de la Tesis. Hipótesis de partida

La presente Tesis Doctoral se incorpora, dentro del pensamiento filosófico actual, desde la preocupación por la naturaleza, la ecología, y en general, la vida en el planeta tierra. Pretende aportar una ayuda desde la docencia de la arquitectura para la "construcción" de una sociedad y una urbanidad respetuosa con la naturaleza y confortable para el ser humano.

Para ello, es necesario ahondar en el grado de responsabilidad de la construcción en particular y la arquitectura en general en la destrucción del planeta, planteando una docencia basada en la concepción de la arquitectura desde criterios medioambientales. Esta tarea es realmente ambiciosa y debe plantearse desde un exhaustivo análisis de las nuevas necesidades profesionales del arquitecto en relación al nuevo paradigma actualmente en desarrollo de la sostenibilidad. Este nuevo paradigma implica una manera diferente de entender la arquitectura y sus consecuencias tanto medioambientales como sociales y económicas. La dimensión tanto social como económica de la arquitectura podemos considerar que actualmente esta incorporada en los planes de estudios de las Escuelas de Arquitectura Españolas (en mayor o menor medida), y a pesar de que estos planteamientos requerirían también una revisión exhaustiva desde el nuevo paradigma, se considera perentorio el estudio desde la óptica medioambiental ya que esta es muy poco considerada actualmente en dichos planes de estudios.

Para acometer este estudio de manera práctica y realista hemos de considerar que la actual estructura docente española, consolidada durante el último siglo es de difícil cambio y por ello, de complicada mejora, aunque, con la ayuda de numerosos profesionales comprometidos con el nuevo reto de la profesión y los requerimientos que la vida profesional cada vez exige en mayor medida, se considera que el cambio tendrá lugar muy poco a poco, pero inevitablemente.

Desde este punto de vista, la presente tesis doctoral pretende ser una herramienta para el cambio. Pretende iniciar un debate sobre una nueva manera de entender la arquitectura y al mismo tiempo incorporar unos conocimientos que actualmente si quedan definidos por la realidad como absolutamente necesarios, los conocimientos medioambientales relacionados con la arquitectura.

Ello se plantea desde la definición de un esquema de contenidos medioambientales que deben estar incluidos en la docencia de la arquitectura y éstos, se relacionan con las diferentes Áreas de Conocimiento que componen la estructura de los programas docentes de las distintas facultades de arquitectura españolas, teniendo en cuenta los cambios propuestos por el proceso de integración en el Espacio Europeo de Enseñanza Superior.

Hipótesis de partida

Desde este contexto previamente mencionado, la hipótesis de partida de esta tesis puede concretarse como:

"Es posible crear una estructura o sistema organizativo abierto y flexible de temas y contenidos medioambientales para cualquier programa de estudios de una facultad de arquitectura española."

I.2 - Objetivos

El objetivo principal de esta tesis doctoral es la concreción de la temática medioambiental que debe conocer el arquitecto como profesional, tanto en relación al conocimiento de contenidos como en relación a la adopción de una postura respetuosa con el medioambiente en términos proyectuales y constructivos que tienda hacia una sostenibilidad arquitectónica.

Se entiende como sostenibilidad arquitectónica el control sobre el cierre de ciclos materiales⁷ en todos los procesos arquitectónicos. En términos más corrientemente arquitectónicos esto implicaría desde la correcta apropiación de los principios de minimización y correcta elección en la utilización de recursos, rehabilitación cuando sea posible de zonas urbanas, edificaciones o espacios arquitectónicos y en último caso, hasta reutilización y reciclaje de elementos constructivos o materiales: ***“hacia una arquitectura medioambiental en términos de habitabilidad y sostenibilidad”***.

En función de ésta temática medioambiental se desarrollará una propuesta de incorporación de la misma en los planes de estudio de las escuelas de arquitectura españolas.

Objetivos generales

- Impulsar el debate y crítica sobre el modelo profesional actual del arquitecto y la necesidad de cambio hacia un modelo que incorpore la sensibilidad medioambiental en relación al paradigma de la sostenibilidad.
- Impulsar y fortalecer los cambios en materia de medioambiente propuestos por las distintas iniciativas Europeas desde la formación medioambiental del profesional, en este caso, el arquitecto.
- Elaborar un **MODELO en CONTENIDOS MEDIOAMBIENTALES** con una estructura claramente jerarquizada no cerrada que proporcione a cualquier Escuela de Arquitectura Española la base y herramienta necesaria para introducir los temas medioambientales en la enseñanza de la arquitectura.
- Proponer la introducción de dichos conocimientos creando una conciencia y mentalidad medioambiental que englobe todos y cada uno de los aspectos arquitectónicos.
- Estudiar la aplicación de dicho modelo dentro del marco metodológico existente en las escuelas de Sevilla, Barcelona y Vallés, proponiendo una estrategia de aplicación.

Objetivos particulares

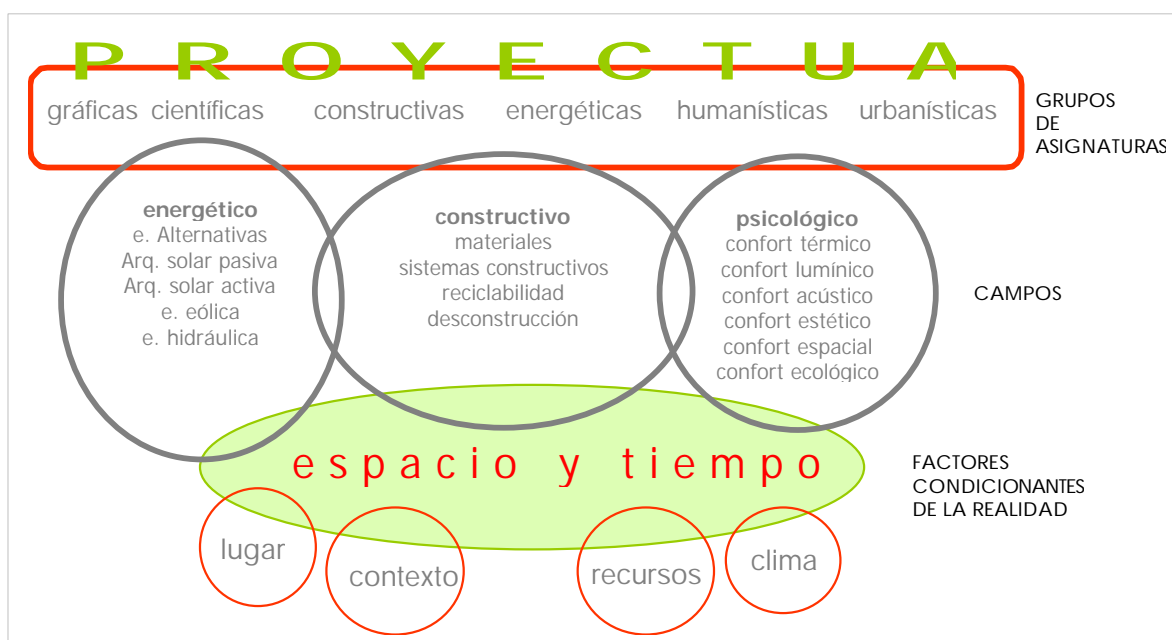
- Desarrollar los contenidos medioambientales teniendo en cuenta que cualquier programa docente de una escuela de arquitectura se desarrolla a grandes rasgos según asignaturas englobadas en los siguientes grupos:
 - GRÁFICAS (geometría, procedimientos de expresión, análisis de elementos arquitectónicos, etc...)
 - HUMANÍSTICAS (historia, teoría de la arquitectura, estética, composición arquitectónica, etc...)
 - CIENTÍFICAS (física, óptica, matemáticas, etc...)
 - CONSTRUCTIVAS (materiales de construcción, tecnología del proyecto, construcción, estructuras, mecánica del suelo, etc...)
 - ENERGÉTICAS (instalaciones, electrotecnia y luminotecnia, técnicas de acondicionamiento, etc...)
 - URBANÍSTICAS (urbanismo, jardinería y paisaje, etc...)

⁷ Albert Cuchí Burgos, Ambientallització Curricular del Departament de Construccions Arquitectòniques I de la UPC

PROYECTUALES (proyectos arquitectónicos, integran todas las anteriores) Cada uno de estos grupos es susceptible de incorporar contenidos medioambientales, todos están directa o indirectamente relacionados con los campos:

- ENERGÉTICO, energías alternativas: Arq. solar pasiva, Arq. solar activa, energía eólica, energía hidráulica, biomasa, etc...
- CONSTRUCTIVO, materiales, sistemas constructivos, reciclabilidad, desconstrucción, residuos, etc..., en general, ciclo de materiales,
- PSICOLÓGICO, confort térmico, confort acústico, confort estético, confort espacial, confort ecológico⁸.

Estos, constituyen la base desde la que se plantean los criterios medioambientales, directamente desarrollados a partir de los factores condicionantes de "*espacio y tiempo*" (lugar, recursos, contexto, entorno y clima).



Gráf.1 - Relación entre grupos de asignaturas y contenidos medioambientales

- Desarrollo de una propuesta TIPO de introducción de dichos contenidos según materias docentes y carga horaria (créditos).
- Desarrollo del caso de la Escuela de Sevilla. Propuesta de línea Medioambiental en base a ciertas asignaturas con contenidos medioambientales.
 - Introducción de todos los contenidos propuestos en el modelo desarrollado según materias docentes.
 - Propuesta metodológica de implantación del modelo

⁸ Jaime López de Asiain. Definición: Si entendemos por confort que se den las condiciones para "sentirse a gusto o estar cómodo" en un lugar y lo referimos a la ecología, éste lugar debe ser ecológicamente válido, natural, adecuado al medioambiente en que se encuentra, etc. Esas condiciones no son físicas, o intelectuales o espirituales, sino naturales, es decir correspondientes a la percepción que se tiene de la naturaleza en ese lugar. "El confort ecológico se produce cuando en un lugar se da el equilibrio de la naturaleza propia del lugar y éste se percibe como tal por el habitante."

-
- Comprobación de la aceptación del mismo por el profesorado y en última instancia el alumnado.
 - Desarrollo de los casos en la UPC, las escuelas de arquitectura del Vallés y de Barcelona. Propuesta de introducción de los contenidos medioambientales globalmente, en todos los campos. Estudio del desarrollo de la actual línea medioambiental existente.
 - Introducción de todos los contenidos propuestos en el modelo desarrollado según materias docentes.
 - Propuesta metodológica de implantación del modelo desde una conciencia medioambiental en todas las materias docentes.
 - Estudio de la aceptación del mismo por el profesorado y en última instancia el alumnado.

Desde una postura personal, se pretende comprobar la hipótesis de que la propuesta pedagógica desarrollada en la Escuela de Barcelona de la UPC es más adecuada.

- Desarrollo de una propuesta pedagógica TIPO de introducción de dichos contenidos en la asignatura de proyectos arquitectónicos

I.3 - Situación de partida, incógnitas iniciales y metodología de estudio

Para comenzar el desarrollo de la presente tesis doctoral se han de tener en cuenta los siguientes puntos de partida:

- Los requerimientos legales en cuanto a contenidos para la docencia de la arquitectura en España y la postura de la Universidad Española frente a los temas medioambientales.
- Las directivas de adecuación a la normativa europea para la integración al Espacio Europeo de Educación Superior⁹ proponen un sistema docente cuya estructura cambia totalmente respecto a la actual. Esta situación favorece un replanteamiento de los contenidos que actualmente se desarrollan en la carrera de arquitectura, ya que una de las razones primordiales de dicho cambio estructural reside en la adecuación profesional a las nuevas tendencias de la sociedad.

Sin lugar a dudas, los temas medioambientales se requieren en general en todos los campos profesionales cada vez más, y en particular, en el campo arquitectónico, están adquiriendo gran relevancia en materia de concursos y edificación de carácter público.

- La comparación y estudio de la actual normativa europea nos permite comprobar como en materia de energía y medioambiente se ha avanzado mucho en las últimas décadas. Se han ido introduciendo numerosas normativas de carácter energético en la edificación, se han redactado cartas, recomendaciones, etc...

El hecho de que aún no se haya planteado la obligatoriedad del conocimiento de estos temas específicamente en la formación arquitectónica, puede ser debido a las diferencias en cuanto a competencias y atribuciones del arquitecto en los diferentes países europeos.

⁹ Real Decreto por el que se Establece la estructura de las Enseñanzas Universitarias y se regulan los Estudios Universitarios Oficiales de Grado.

Sin embargo, observando la normativa, queda patente la importancia y relevancia de los temas medioambientales en general y en la arquitectura en particular. Es por ello, que resulta indispensable aprovechar la oportunidad de reorganización de los planes de estudios y de la integración en el Espacio Europeo de Educación Superior para la introducción de dichos temas.

- Las actuales necesidades del sector de la construcción de obtener un respaldo crítico sobre los temas medioambientales en general, está provocando la aparición en numerosos países de Sistemas de Clasificación de Construcción Sostenible y Eficiencia Energética.

Éstos, controlan de manera objetiva las características medioambientales de la edificación y mediante indicadores de sostenibilidad, evalúan su idoneidad.

La aparición de estas entidades demuestra las actuales necesidades del mercado laboral y justifica la necesidad de formación medioambiental de los futuros arquitectos.

1.3.1 - Análisis de los requerimientos legales en cuanto a contenidos para la docencia de la arquitectura en España

Los requerimientos legales en cuanto a contenidos para la docencia de la arquitectura en España permiten la incorporación de los temas medioambientales de manera sencilla y directa, puesto que las disciplinas reconocidas como base de la docencia arquitectónica incorporan intrínsecamente la totalidad de dichos temas.

El contenido docente de cualquier plan de estudios de arquitectura español viene específicamente regulado por el Real Decreto 4 /1994, de 14 de enero, del cual se han extraído los aspectos más significativos para el estudio que se esta realizando.

Directrices generales propias de los planes de estudios conducentes a la obtención del título oficial de arquitecto.

Según el Real Decreto 4 /1994, de 14 de enero, que establece el título universitario oficial de Arquitecto y las directrices generales propias de los planes de estudios conducentes a su obtención , podemos resumir:

- Las enseñanzas conducentes a la obtención del título oficial de Arquitecto deberán proporcionar una formación adecuada en las bases teóricas y en las tecnologías propias de esta titulación.
- De acuerdo con lo establecido por la Directiva 85/384/CEE (LCEur 1985\734), de la Comunidad Económica Europea, las enseñanzas conducentes a la obtención del título oficial de Arquitecto deberán mantener el adecuado equilibrio entre los aspectos teóricos y prácticos de la formación en arquitectura y garantizar la adquisición de:
 - a) La aptitud para elaborar proyectos arquitectónicos que satisfagan a la vez las exigencias estéticas y técnicas.
 - b) Un conocimiento adecuado de la historia y de las teorías de la arquitectura, así como de las artes, tecnologías y ciencias humanas relacionadas.
 - c) Un conocimiento de las bellas artes en tanto que factor susceptible de influir en la calidad de la concepción arquitectónica.
 - d) Un conocimiento adecuado del urbanismo, la planificación y las técnicas aplicadas

en el proceso de planificación.

e) La capacidad de comprender tanto las relaciones entre las personas y las creaciones arquitectónicas y entre éstas y sus entornos, como la necesidad de armonizar entre éstos las creaciones arquitectónicas y los espacios, en función de las necesidades y de la escala humana.

f) La capacidad de comprender la profesión de arquitecto y su función en la sociedad, en particular elaborando proyectos que tengan en cuenta los factores sociales.

g) Un conocimiento de los métodos de investigación y preparación del proyecto de construcción.

h) El conocimiento de los problemas de concepción estructural, construcción e ingeniería civil vinculados con los proyectos de edificios.

i) Un conocimiento adecuado de los problemas físicos y de las tecnologías, así como de la función de los edificios, de forma que se dote a éstos de todos los elementos para hacerlos internamente confortables y para protegerlos de los factores climáticos.

j) Una capacidad técnica que le permita concebir edificios que cumplan las exigencias de los usuarios, respetando los límites impuestos por los imperativos presupuestarios y las regulaciones en materia de construcción.

k) Un conocimiento adecuado de las industrias, organizaciones, reglamentaciones y procedimientos necesarios para realizar los proyectos de edificios y para integrar los planos en la planificación.

En el cuadro adjunto se relacionan las materias troncales de obligatoria inclusión en todos los planes de estudios conducentes a la obtención del título oficial de Arquitecto, con una breve descripción de sus contenidos, los créditos que deben corresponder a las enseñanzas, y la vinculación de las mismas a una o más áreas de conocimiento.

TÍTULO DE ARQUITECTO¹⁰

Relación de materias troncales (por orden alfabético)	Créditos	Áreas de Conocimiento
PRIMER CICLO		
Construcción. Materiales de Construcción. Proyecto y ejecución de sistemas constructivos en la arquitectura y el urbanismo. Normativa de la construcción.	15	Construcciones arquitectónicas. Ingeniería de la construcción.
Expresión Gráfica en la arquitectura. Dibujo arquitectónico. Geometría descriptiva. Análisis de formas arquitectónicas. Dibujo asistido por computador. Representación del terreno.	21	Composición arquitectónica. Expresión gráfica arquitectónica.
Fundamentos físicos en la arquitectura. Mecánica general. Mecánica de fluidos. Acústica. Termodinámica. Electricidad. Electromagnetismo. Teorías de la luz y el color. Bases teóricas del medio físico.	6	Electromagnetismo. Física aplicada. Mecánica de medios continuos y Teoría de estructuras. Óptica.
Fundamentos matemáticos en la arquitectura. Álgebra. Cálculo. Ecuaciones diferenciales. Geometría métrica, diferencial y analítica. Cálculo numérico. Estadística.	9	Análisis matemático. Ciencia de la computación e Inteligencia artificial. Estadística e investigación Operativa. Matemática Aplicada.
Introducción a las estructuras de edificación. Mecánica. Mecánica de sólidos. Elasticidad y plasticidad. Resistencia de materiales. Tipos estructurales.	9	Construcciones arquitectónicas Mecánica de Medios Continuos Y Teoría de estructuras.
Proyectos arquitectónicos. Introducción a la teoría y práctica de la arquitectura.	18	Proyectos arquitectónicos.
Teoría e Historia de la arquitectura. Introducción a la arquitectura. Historia de la arquitectura. Teorías de la arquitectura. Arquitectura Contemporánea. Historia del Arte.	15	Composición arquitectónica.
Urbanística. Introducción al planeamiento territorial y al proyecto urbano: medio físico, medio social y teoría e historia de los trazados urbanos.	9	Urbanística y Ordenación del territorio.

¹⁰ Real Decreto 4/1994, de 14 de enero, que establece el título universitario oficial de Arquitecto y las directrices generales propias de los planes de estudios conducentes a su obtención.

SEGUNDO CICLO		
Acondicionamiento y servicios. Proyecto y ejecución de instalaciones. Técnicas de acondicionamiento ambiental en la arquitectura y el urbanismo. Acústica. Instalaciones eléctricas. Electrotecnia. Luminotecnia. Instalaciones hidráulicas. Patología. Control de calidad y costos.	12	Construcciones arquitectónicas. Ingeniería eléctrica. Ingeniería hidráulica.
Composición arquitectónica. Teoría de la Composición arquitectónica. Estética. Historia de la arquitectura y el urbanismo.	12	Composición arquitectónica
Construcciones arquitectónicas. Sistemas constructivos en arquitectura: proyecto, dimensionamiento, programación, puesta en obra, seguimiento, control, costos, patología e intervención.	21	Construcciones arquitectónicas
Estructuras de edificación. Mecánica del suelo. Estructuras de edificación y cimentaciones: tipos, análisis, proyecto, ejecución. Normativas. Control de calidad y patología.	12	Construcciones arquitectónicas. Ingeniería de la construcción. Ingeniería del terreno. Mecánica de medios continuos y teoría de estructuras.
Proyectos arquitectónicos. Teoría y práctica de la arquitectura, integrando las disciplinas que concurren en el proyecto. Proyecto de ejecución. Metodología, organización y gestión de proyectos. Normativas.	33	Proyectos arquitectónicos.
Urbanismo. Planeamiento territorial y proyecto urbano. Legislación urbana. Arquitectura Legal. Valoraciones. Economía urbana. Medio ambiente. Impactos ambientales. Jardinería y paisaje.	15	Composición arquitectónica. Urbanística y ordenación del territorio.
Proyecto fin de carrera. Elaboración de un proyecto de arquitectura que se realizará integrando los conocimientos de todas las disciplinas cursadas.	3	Composición arquitectónica. Construcciones arquitectónicas. Expresión gráfica arquitectónica. Mecánica de medios continuos y teoría de estructuras. Proyectos arquitectónicos. Urbanística y ordenación del territorio.

Tabla 1 - Título Oficial de Arquitecto

Teniendo en cuenta las áreas de conocimiento según la normativa española, la propuesta de modelo de esquema de contenidos tendrá que adaptarse a las especificaciones de dicha normativa, es decir, tanto a áreas de conocimiento como a asignaturas troncales específicas.

1.3.2 - Análisis de los requerimientos determinados por el proceso de Bolonia. Directivas de adecuación a la normativa europea

Actualmente, España está viviendo un cambio educativo significativo motivado por el proceso de Construcción del Espacio Europeo de Educación Superior.

Desde la Declaración de La Sorbona de 1998 con la que se inicia el proceso y su consolidación posterior con la Declaración de Bolonia de 1999, se insta a los Estados Miembros de la Unión Europea a “adoptar un sistema de titulaciones comparable que promueva oportunidades de trabajo para los estudiantes y una mayor competitividad internacional del sistema educativo europeo”.¹¹

En este sentido, La Ley Orgánica 6/2001 de Universidades realiza el primer paso contemplando una serie de medidas para posibilitar las modificaciones que hayan de realizarse en las estructuras de los estudios en función de las líneas generales que emanen del espacio europeo de enseñanza superior.

Dice expresamente, “En el ámbito de sus respectivas competencias el Gobierno, las Comunidades Autónomas y las Universidades adoptarán las medidas necesarias para la plena integración del sistema español en el espacio europeo de enseñanza superior “. Y autoriza al Gobierno, a proceder en la reforma y adaptación de las modalidades cíclicas de las enseñanzas y de los correspondientes títulos ¹².

Actualmente, han sido presentados en la sede del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, varios proyectos de reales decretos de desarrollo de la Ley Orgánica 6/2001 de Universidades (LOU) y de adaptación del sistema universitario español al Espacio Europeo de Enseñanza Superior, que han sido enviados al Consejo de Coordinación Universitaria para su análisis, debate e informe. Finalmente, los Reales Decretos de Grado y Postgrado han sido aprobados en enero de 2005.¹³

El nuevo sistema de titulaciones ha de basarse en dos niveles. Los proyectos de reales decretos regulan la nueva estructura de los estudios universitarios oficiales tras la implantación de la LOU; el primero de ellos establece la estructura de las enseñanzas universitarias y regula los estudios universitarios oficiales de Grado que capacitan a los estudiantes a integrarse directamente en el mercado de trabajo europeo con una cualificación profesional adecuada, y el segundo regula los estudios universitarios oficiales de Postgrado y la obtención y expedición de los títulos oficiales de Master y de Doctor.

La normativa española está actualmente en pleno proceso de adecuación y acercamiento al Espacio Europeo de Educación Superior.

Los cambios que se están produciendo en materia de contenido de los planes de estudio afectan directamente a la organización en ciclos docentes y realización de créditos correspondientes a las materias troncales de las distintas titulaciones. La nueva propuesta docente impuesta por Bolonia repercute en la manera de entender la docencia, es un cambio estructural de base que podrá ser adoptado poco a poco aunque inicialmente suponga tan sólo pequeñas reorganizaciones de temática y contenidos, es decir, de créditos.

Respecto a la docencia de la arquitectura, la reducción en créditos de las materias troncales supone la necesaria reestructuración de las actuales directrices generales propias de los planes

¹¹ Declaración de Bolonia de 1999.

¹² Artículos 37 y 88, Ley Orgánica 6/2001 de Universidades.

¹³ REAL DECRETO 55/2005, de 21 de enero, por el que se establece la estructura de las enseñanzas universitarias y se regulan los estudios universitarios oficiales de Grado.

REAL DECRETO 56/2005, de 21 de enero, por el que se regulan los estudios universitarios oficiales de Posgrado.

de estudios conducentes a la obtención del título oficial de arquitecto, ya que actualmente los créditos acumulados por las materias troncales suponen 242,7 frente a los de 180 a 240 que se proponen en el Proyecto de Real Decreto por el que se Establece la estructura de las Enseñanzas Universitarias y se regulan los Estudios Universitarios Oficiales de Grado.

Esta situación favorece un replanteamiento de los contenidos que actualmente se desarrollan en la carrera de arquitectura, ya que una de las razones primordiales de dicho cambio estructural reside en la adecuación profesional a las nuevas tendencias de la sociedad.

Sin lugar a dudas, en general, los temas medioambientales se requieren en todos los campos profesionales cada vez más, y en particular, en el campo arquitectónico están adquiriendo gran relevancia en materia de concursos y edificación de carácter público.

Es interesante destacar ciertos aspectos tanto de la Ley Orgánica 6/2001 de Universidades como de los Reales Decretos que regulan los estudios de Grado:

“...De la integración en el espacio europeo de enseñanza superior. En el ámbito de sus respectivas competencias el Gobierno, las Comunidades Autónomas y las Universidades adoptarán las medidas necesarias para la plena integración del sistema español en el espacio europeo de enseñanza superior...”

“...con el fin de cumplir las líneas generales que emanen del espacio europeo de enseñanza superior, el Gobierno, previo informe del Consejo de Coordinación Universitaria, establecerá, reformará o adaptará las modalidades cíclicas de cada enseñanza y los títulos de carácter oficial y validez en todo el territorio nacional correspondiente a las mismas...”

“...Asimismo, el Gobierno, previo informe del Consejo de Coordinación Universitaria, establecerá las normas necesarias para que la unidad de medida del haber académico, correspondiente a la superación de cada una de las materias que integran los planes de estudio de las diversas enseñanzas conducentes a la obtención de títulos de carácter oficial y validez en todo el territorio nacional, sea el crédito europeo o cualquier otra unidad que se adopte en el espacio europeo de enseñanza superior, y para que las Universidades acompañen a los títulos oficiales que expidan, en desarrollo de lo dispuesto en el artículo 34 de la presente Ley, el suplemento europeo al título...”¹⁴

...” El primer nivel, o de Grado, comprende las enseñanzas universitarias de primer ciclo y tiene como objetivo lograr la capacitación de los estudiantes para integrarse directamente en el ámbito laboral europeo con una **calificación profesional apropiada** [...] Las enseñanzas oficiales del ciclo de Grado se regulan con un objetivo formativo claro, que no es otro que el de propiciar la consecución por los estudiantes de una formación universitaria que aúne conocimientos generales básicos y conocimientos transversales relacionados con su formación integral, junto con los conocimientos y capacidades específicos orientados a su incorporación al ámbito laboral...”¹⁵

Del contenido destacado podemos subrayar tanto la intención de integración a nivel europeo de las titulaciones académicas como el interés en que estas se desarrollen orientadas específicamente hacia el mercado de trabajo, es decir, hacia los nuevos requerimientos profesionales.

Nuestra sociedad está en proceso de cambio, los requerimientos medioambientales en todos los sectores profesionales son cada vez mayores y más específicos. La arquitectura también ha de asumir el reto medioambiental como consecuencia del cambio social que se está produciendo frente a la sostenibilidad del planeta.

¹⁴ Artículo 87. LEY ORGÁNICA 6/2001, DE 21 DE DICIEMBRE, DE UNIVERSIDADES

¹⁵ Real Decreto por el que se Establece la estructura de las Enseñanzas Universitarias y se regulan los Estudios Universitarios Oficiales de Grado.

La normativa tanto Europea como española no sólo permite este acercamiento a los temas medioambientales sino que indirectamente podemos verlos implícitos en las referencias concretas al mercado de trabajo y necesidades de la sociedad.

Por otro lado, desde la ANECA, Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación se ha realizado un estudio¹⁶ completo de la situación actual de los planes de estudios de Arquitectura superior y su posible reconversión en relación a las prescripciones de Bolonia. Dicho estudio y la consecuente propuesta de nuevo plan de estudios para arquitectura ha sido aprobado y hecho público por el Consejo Superior de Arquitectos de España.

En este estudio se puede comprobar como los temas medioambientales se consideran de gran importancia en la formación arquitectónica y se plantea su existencia en las nuevas propuestas.

Por todas las razones expuestas, la propuesta de la presente tesis doctoral se enmarcará en la nueva realidad estructural docente que incorpora las prescripciones propuestas por el proceso de Bolonia y las nuevas necesidades del mercado europeo laboral, incluyendo específicamente las necesidades consideradas por el estudio mencionado .

Requerimientos de la normativa Europea. La normativa Europea en cuestión de Medio Ambiente

El estudio de la actual normativa europea nos permite comprobar como en materia de energía y medioambiente se ha avanzado mucho en las últimas décadas.

Aunque aún no se haya planteado la obligatoriedad del conocimiento de estos temas específicamente en la formación arquitectónica, si se han ido introduciendo numerosas normativas de carácter energético en la edificación, se han redactado cartas, recomendaciones, incluso un grupo de trabajo fue creado en 1991 sobre medioambiente urbano. Este grupo fue creado por el Consejo de Ministros para desarrollar las principales ideas del '1990 Green Paper on the Urban Environment'¹⁷ y desde entonces realiza numerosas actividades en relación al Medioambiente Urbano.

La falta de legislación concreta puede ser debida a las diferencias en cuanto a competencias y atribuciones del arquitecto en los diferentes países europeos. Sin embargo, observando la normativa existente, queda patente la importancia y relevancia de los temas medioambientales en términos generales, y en la arquitectura en particular. Por lo que resulta indispensable aprovechar la oportunidad de reorganización de los planes de estudios y de la integración en el Espacio Europeo de Educación Superior para la introducción de los mismos.

Desde la crisis energética de los años setenta la Unión Europea ha ido desarrollando progresivamente numerosas políticas ambientales y energéticas cada vez más acordes con la problemática energética y sostenible mundial.

Uno de los acuerdos iniciales y más importantes energéticos es el tratado y protocolo de la **Carta Europea de la Energía**, iniciados en el año 1991 y firmados el 17 de diciembre de 1994, en Lisboa, por las comunidades Europeas y sus estados miembros.

¹⁶ Proyecto de Plan de Estudios y Título de Grado de Arquitecto, Coordinado por la Universidad Politécnica de Madrid. Aprobado por la ANECA, Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación y aceptado y publicado por el Consejo Superior de Arquitectos de España.

¹⁷ http://www.europa.eu.int/comm/environment/urban/pdf/councilresolution_91c3302.pdf (última visita 24/03/2005)
Council Resolution of 28 January 1991 on the Green Paper on environment.

El objetivo del Tratado es establecer un marco legal para fomentar la cooperación a largo plazo en el campo de la energía, basado en los principios enunciados en la Carta Europea de la Energía.

El Protocolo se adoptó con arreglo a lo dispuesto en el Tratado; sus objetivos son los siguientes:

- el fomento de políticas de eficacia energética compatibles con el desarrollo sostenible;
- la creación de condiciones que induzcan a los productores y consumidores a utilizar la energía de la forma más económica, eficaz y ecológica posible;
- el estímulo de la cooperación en el campo de la eficacia energética.

El Tratado sobre la Carta de la Energía y el Protocolo de la Carta de la Energía sobre la eficacia energética y los aspectos medioambientales relacionados, entraron en vigor el 16 de abril de 1998.¹⁸

La Carta Europea de la Energía es uno de los documentos europeos más importantes por los que se pone explícitamente de manifiesto la importancia del sector de la edificación y la arquitectura en el contexto de la gestión energética global europea. Dicha carta expone las recomendaciones constructivas y arquitectónicas a tener en cuenta respecto al diseño y al consumo energético en la edificación; podría considerarse un ABC energético para la construcción.

Este fue quizás la primera aproximación a la problemática de la arquitectura y la construcción y su responsabilidad energética, pero tras ella, la Unión Europea ha seguido desarrollando directrices y normativas que han ido ampliando su campo de actuación hacia una concepción más medioambiental del problema y con un carácter más amplio que abarca los criterios de desarrollo sostenible.¹⁹

Algunos ejemplos son:

- Desde Mayo de 2003 ha sido presentado y editado uno de los últimos trabajos realizados por el Grupo de Expertos en Medioambiente Urbano de la Unión Europea²⁰, 'European Common Indicators.
- El 9 de septiembre de 2003, en Bruselas, la Comisión Europea ha promovido la adopción de medidas para la producción de elementos electrónicos o relacionados con la generación de frío-calor, relevantes a su diseño ecológico y consumo de energía, tanto en producción como funcionamiento.
- Final de 2003. Dentro del '6th Environment Action Programme'²², se crean cuatro grupos de trabajo que deberán determinar una Estrategia temática urbana (Urban Thematic

¹⁸ Referencia tomada de: Decisión 98/181/CE, CECA y Euratom del Consejo y de la Comisión, de 23 de septiembre de 1997, relativa a la conclusión, por parte de las Comunidades Europeas, del Tratado sobre la Carta de la Energía y el Protocolo de la Carta de la Energía sobre la eficacia energética y los aspectos medioambientales relacionados. <http://europa.eu.int/scadplus/leg/es/s14000.htm> (6-10-2003)

¹⁹ Referencia tomada de: Comunicación de la Comisión, de 14 de octubre de 1998: reforzar la integración de la dimensión del medio ambiente en la política energética europea. <http://europa.eu.int/scadplus/leg/es/s14000.htm> (6-10-2003)
Decisión 1999/170/CE del Consejo, de 25 de enero de 1999, por la que se aprueba un programa específico de investigación, desarrollo tecnológico y demostración sobre «Energía, medio ambiente y desarrollo sostenible» (1998-2002) [Diario Oficial L 64 de 12.3.1999]. <http://europa.eu.int/scadplus/leg/es/s14000.htm> (6-10-2003)

²⁰ EU Expert Group on the Urban Environment

http://www.europa.eu.int/comm/environment/urban/expert_group_urban_env.htm (última visita 24/03/2005)

²¹ European Common Indicators (ECI). Final Project Report. Development, Refinement, Management and Evaluation of European Common Indicators Project (ECI). Prepared by Ambiente Italia Research Institute, Milano, Italy. May 2003

http://www.europa.eu.int/comm/environment/urban/pdf/eci_final_report.pdf (última visita 24/03/2005)

²² DECISIÓN No 1600/2002/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO, de 22 de julio de 2002 por la que se establece el Sexto Programa de Acción Comunitario en Materia de Medio Ambiente

Strategy) es los campos: transporte urbano sostenible, gestión urbana sostenible, construcción urbana sostenible y diseño urbano sostenible. Éstos deberán presentar sus informes a finales de 2003.²³

- En marzo de 2002 el Grupo de trabajo sobre implementación legislativa medioambiental urbana presenta un documento a la Comisión Europea con recomendaciones sobre dicha implementación, 'Towards More Integrated Implementation Of Environmental Legislation In Urban Areas'²⁴
- También se introduce una directiva en diciembre de 2002 referente a la eficiencia energética de edificios que deberá entrar en vigor por parte de los estados miembros a partir del 4 de enero de 2006 y que actualiza la directiva existente sobre el sistema energético de certificación de edificios.²⁵
- El 25 de enero de 1999 se aprueba el Programa temático: Energía, incluida la energía nuclear, medio ambiente y desarrollo sostenible (1998-2002); cuyo objetivo es promover la investigación y el desarrollo tecnológico en el ámbito del medio ambiente y la energía con el fin de mejorar la calidad de vida y favorecer el crecimiento, la competitividad y el empleo. Este enfoque permite desarrollar el concepto de «eco-eficiencia», es decir, producir bienes y servicios de mejor calidad con menos materiales, energía y residuos. Se trata, de reconciliar el crecimiento económico y la protección del medio ambiente.

En conjunto, las acciones desde la Unión Europea en cuestión de construcción, arquitectura y medioambiente, son cada vez más numerosas y también más específicas.²⁶

El modelo propuesto por esta tesis deberá por ello incorporar todos los aspectos medioambientales considerados en la normativa europea y deberá ser suficientemente flexible como para permitir la incorporación de posteriores normativas que vayan ampliando el campo actual.

La educación no puede quedarse atrás en la evolución europea. Según las directrices para la conformación del Espacio Europeo de Enseñanza Superior, los profesionales deberán formarse en un espacio que promueva la competitividad a través del conocimiento, y dentro del marco de las nuevas necesidades de nuestra sociedad actual; entre las cuales esta sin duda la tendencia hacia la adecuación medioambiental y el desarrollo sostenible.

A continuación se incorpora la traducción española²⁷ de la Carta Europea de la Energía en la que queda de manifiesto la importancia de los temas tratados según la Comunidad Europea.

²³ Communication COM(2004)60 "Towards a Thematic Strategy on the Urban Environment" - Preparatory Work

http://www.europa.eu.int/comm/environment/urban/thematic_strategy.htm (última visita 24/03/2005)

Working Group Sustainable Construction Methods & Techniques. *Final Report*, October 2003. "Service contract to assist an EU Expert Working Group supporting the development of the thematic Strategy on the Urban Environment"

Urban Design For Sustainability. Final Report of the Working Group on Urban Design for Sustainability to the European Union Expert Group on the Urban Environment. 17 December 2003.

Working Group on Sustainable Urban Transport. *Final report*. November 2003

Working Group on Sustainable Urban Management. *Final Report*

²⁴ TOWARDS MORE INTEGRATED IMPLEMENTATION OF ENVIRONMENTAL LEGISLATION IN URBAN AREAS. *Working Group on Integrated Implementation of Environmental Legislation - WG/IIEL. FINAL REPORT, March 2002*

<http://www.europa.eu.int/comm/environment/urban/pdf/0302finalreport.pdf> (última visita 24/03/2005)

²⁵ Referencia tomada de: Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2002, relativa al rendimiento energético de los edificios [Diario Oficial L 001 de 4.1.2003]. <http://europa.eu.int/scadplus/leg/es/s14000.htm> (6-10-2003)

²⁶ Más información: Community activities in the urban environment

http://www.europa.eu.int/comm/environment/urban/policy_initiatives.htm (última visita 24/03/2005)

Promotion of Sustainable Urban Development: Funding Opportunities

http://www.europa.eu.int/comm/environment/funding/urban_en.htm

²⁷ Jaime López de Asiain. Seminario de Arquitectura y Medioambiente. Universidad de Sevilla. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Av. Reina Mercedes, 2. 41012 Sevilla.

CARTA EUROPEA PARA LA ENERGÍA SOLAR EN LA ARQUITECTURA Y EL URBANISMO

PREÁMBULO

Aproximadamente la mitad de la energía consumida en Europa se invierte en el funcionamiento de edificios y más de un 25% adicional se dedica al transporte. Para disponer de esta energía se emplea un gran volumen de combustibles fósiles no recuperables de los que las generaciones futuras carecerán. Su producción supone procesos de conversión cuyas emisiones repercuten de forma duradera y negativa en el medio ambiente. Además las explotaciones intensivas indiscriminadas, la destrucción asociada a la extracción de materias primas, así como la reducción en todo el mundo de las superficies agrícolas, están causando la desaparición progresiva de los hábitats naturales.

Esta situación exige un cambio rápido y radical de forma de pensar, sobre todo de los profesionales e instituciones implicados en el quehacer de la construcción. Un acercamiento responsable a la naturaleza y el aprovechamiento del potencial inagotable del sol como fuente de energía deben ser principios básicos a la hora de dar forma en el futuro a nuestro entorno construido.

En este contexto, la función de la arquitectura, como profesión responsable, adquiere un significado especial. Más que nunca los arquitectos han de influir decisivamente en la concepción y disposición de las estructuras urbanas y de los edificios, sobre la utilización de materiales y sistemas constructivos y, consecuentemente, sobre la cantidad de energía consumida.

Esta carta que hoy presenta FIDAS en su versión española por primera vez, "no se llegó a confeccionar como resultado de la iniciativa de un grupo de arquitectos europeos comprometidos, sino por encargo oficial a un pequeño grupo de gente, dirigidos por el profesor Thomas Herzog, para elaborar el texto durante el periodo de dos años dentro del Proyecto READ de la DG XII y consensuar su contenido y redacción. Con unos cuantos arquitectos que se designaron individualmente con la conformidad de la Comisión Europea".

"La redacción del texto definitivo requirió varias reuniones y generó una considerable correspondencia dentro del grupo. En el Congreso Europeo de Arquitectura de Berlín, en 1996, la CARTA fue aceptada oficialmente y como consecuencia adquirió el carácter de documento oficial adoptado por la Unión Europea, editándole sus versiones inglesa, alemana e italiana." Creo que el hecho mismo de su encargo así como la rigurosa elaboración de que fue objeto nos indican claramente la importancia del tema y nos hace pensar en la enorme trascendencia que su difusión y aplicación ha de tener.

Por ello debemos felicitarlos por esta iniciativa de la Delegación de Sevilla del Colegio de Arquitectos de Andalucía Occidental que, a través de su fundación FIDAS nos ofrece su versión española.

"Esta versión se llevó a cabo en 1998 y los arquitectos españoles firmantes de la CARTA se encargaron de revisarla, necesitando algunos ajustes para asegurar su conformidad absoluta con el texto original".

Hasta aquí los antecedentes -hemos entrecorrido lo que el profesor Herzog nos dice acompañando el envío de la versión oficial-, pero de una lectura atenta y una revisión precisa del lenguaje se desprenden algunas ligeras rectificaciones que pueden mejorar su redacción y hacer más fácil y eficaz su comprensión.

Se refieren estas ligeras rectificaciones a matices de sintaxis, algunas faltas leves de ortografía, precisión en el uso de algunos términos y nombres, fundamentalmente, pero también debemos señalar algunas omisiones de aspectos muy importantes, en nuestra opinión, tales como la reivindicación del "derecho al sol" en los edificios y en el espacio urbano; como la ausencia de prohibiciones o recomendaciones de no utilizar materiales de construcción contaminantes como el PVC, el amianto, el formaldehído, los disolventes tóxicos, refrigerantes con CFC o maderas sin el F.S.C., etc, como la omisión del factor de humedad del aire entre los datos climáticos básicos; o como el olvido de establecer una preferencia por los dispositivos de producción y servicios de carácter colectivo.

Le hemos hecho llegar al profesor Herzog estas sugerencias pero, naturalmente, su inclusión o corrección en la CARTA, si se producen, sufrirá un largo proceso y tardará mucho tiempo en concretarse, por lo que en la versión que presentamos no se incluye ninguna de las aportaciones mencionadas, aunque sí hemos corregido las faltas de ortografía y de sintaxis así como algunos términos que no eran correctos, y todo ello se señala en cursiva para no producir equívocos.

También se publicó la versión inglesa que puede servir de referencia para aquel que lo desee, y en el libro "Solar Energy in Architecture and Urban Planning", de Prestel-Verlag, Munich-Nueva York, 1996, están disponibles las versiones alemana e italiana.

Nos resta decir por último, que este documento, lleno de contenido y expresado con plena claridad se constituirá probablemente en la referencia obligada para la contemporaneidad que aporte nuevos elementos a la realidad arquitectónica y urbana y sugiera nuevos modos de lenguaje y formas de expresión para su diseño.

La sensibilidad ecológica y el conocimiento bioclimático, incorporados profundamente a la formación del arquitecto, han de producir la nueva ciudad y la nueva arquitectura correspondientes al nuevo siglo, en el que la calidad del medio ambiente y la sostenibilidad se constituyan en los grandes objetivos de los asentamientos humanos.

El objetivo de nuestro trabajo futuro debe ser, por lo tanto, concebir los espacios urbanos y los edificios de forma que se respeten los recursos existentes y se aprovechen al máximo las energías renovables, - en especial la energía solar, - corrigiendo de esta manera la situación anteriormente expuesta.

Alcanzar este objetivo exige ajustar los planes de estudios, los sistemas de abastecimiento energético y los modelos de financiación y reparto, así como las leyes y normativas, a las nuevas metas.

LOS PROYECTISTAS

Arquitectos e ingenieros realizarán sus proyectos conociendo a fondo las circunstancias locales, los recursos presentes y los criterios decisivos a la hora de utilizar las energías y materiales renovables. Considerando la responsabilidad que han de asumir, debe reforzarse su papel social ante los intereses de las empresas. Deben desarrollarse nuevos conceptos de diseño, que pongan de manifiesto el papel del sol como fuente de luz y calor, ya que una aceptación pública general de la tecnología solar solo se alcanzará mediante realizaciones concretas de edificios que incluyan estas tecnologías.

Esto significa:

- Las ciudades, los edificios y sus elementos deben interpretarse como sistemas complejos de flujos energéticos y materiales.
- El empleo de energías de bajo impacto medioambiental debe ser previsto con una visión de conjunto. El conocimiento profesional de todas las relaciones, condiciones y posibilidades funcionales, técnicas y formales es condición necesaria para poder crear una arquitectura adecuada a nuestro tiempo.
- El amplio y creciente conocimiento de los factores que intervienen en el acondicionamiento de los edificios, del desarrollo tecnológico de los sistemas de aprovechamiento de la energía solar y de las posibilidades de simulación, cálculo y medida debe presentarse sistemáticamente y hacerse accesible de manera clara, comprensible y aplicable.
- Los estudios y formación de postgrado de los arquitectos e ingenieros deben adaptarse en sus diversos niveles a las necesidades, mediante sistemas coordinados y aprovechando las posibilidades de los nuevos medios de comunicación. Las universidades y asociaciones profesionales están llamadas a desarrollar y ofrecer en este sentido los programas correspondientes.

EL LUGAR

La situación específica local, la vegetación y edificación existente, las características climáticas y topográficas del lugar, la oferta de energías medioambientales, según la duración e intensidad con que actúan y según las limitaciones locales, deben ser factores básicos para la planificación y analizarse y valorarse en cada caso particular.

Los recursos naturales disponibles en el lugar, especialmente la energía solar, el viento y el calor geotérmico, deben ser activados, utilizados en el acondicionamiento y reflejados por la forma de los edificios.

Dependiendo de la situación geográfica, forma física y materiales que la componen, así como del tipo de uso que albergan, los modelos de edificación existentes y futuros deben relacionarse recíprocamente con diversos aspectos locales, como son:

- Los datos climáticos (orientaciones del sol, distribución de la luz solar, temperatura del aire, humedad relativa, dirección, fuerza y duración de los periodos de viento, cantidad de precipitaciones, etc.)
- El soleamiento y orientación de los espacios exteriores y de las superficies del terreno (pendiente, forma, relieve, proporción y medida, etc.)

- La situación, geometría, dimensiones y masa de los edificios colindantes, formaciones topográficas, elementos hidrológicos y vegetación (variación en las sombras arrojadas, reflejos, volumen, emisiones, etc.)

- El almacenamiento térmico del suelo.
- Las rutinas en los desplazamientos de personas y máquinas.
- La tradición constructiva y la herencia arquitectónica existente.

LOS MATERIALES

Los edificios y espacios exteriores anexos deben concebirse de tal forma que se reduzca al mínimo posible la cantidad de energía consumida en la iluminación, en la obtención de calor para calefacción y agua caliente, en la refrigeración y ventilación y en el aprovechamiento de energía fotovoltaica. El resto de necesidades se cubrirá mediante soluciones que, según los criterios dictados por un balance energético general, estén de acuerdo con el nivel más avanzado de la técnica en cuanto al uso de energías de bajo impacto medioambiental.

La utilización de materiales, sistemas constructivos, tecnologías de producción, transporte, montaje y desmontaje de elementos constructivos debe tener en cuenta las cantidades de energía a consumir y las posibilidades de reciclaje.

- Se preferirán las materias primas abundantes y regenerables y las construcciones que requieran un mínimo de energía primaria y energías grises.

- Se ha de garantizar el reciclaje de los materiales, su posible reutilización y su eliminación de una forma neutra para el medio ambiente.

- Las construcciones portantes y los cerramientos de los edificios deben ser de gran durabilidad, de forma que puedan ajustarse eficientemente los gastos de material, trabajo y energía y puedan reducirse al mínimo los gastos de puesta en obra. La relación entre la energía empleada y la durabilidad debe ser la óptima.

- Se deben desarrollar y favorecer aquellos elementos constructivos relacionados con el aprovechamiento de energía solar de forma directa o indirecta (aprovechamiento activo o pasivo) y fácilmente integrables de acuerdo con criterios constructivos, formales, Modulares y dimensionales.

- Los nuevos productos y sistemas en el campo de las tecnologías energéticas y constructivas deben ser fácilmente intercambiables, por los existentes, integrables y renovables.

EL USO

Energéticamente deben entenderse los edificios como sistemas globales que, para satisfacer diversas necesidades, aprovechan de forma óptima las energías presentes en el medio ambiente. Deben desarrollarse como sistemas duraderos y capaces de acoger posibles variaciones del uso.

- El programa de funciones se distribuirá en planta y sección considerando las graduaciones de temperatura según el uso y las diferentes zonas térmicas.

- La forma en que se estructura el edificio y la elección de los materiales deben estar planteadas y ejecutadas con la suficiente flexibilidad de manera que sea posible llevar a cabo cambios de uso con el menor gasto material y energético posible.

- La permeabilidad del cerramiento del edificio a la luz, al calor, al aire y a las vistas debe ser variable y regulable, de forma que se pueda reaccionar a los cambios en las condiciones climáticas locales (pantallas solares y contra el deslumbramiento, sistemas de

desviación de la luz y sombreado, aislamiento térmico temporal, ventilación natural variable.

- Las exigencias de confort deberían quedar satisfechas en su mayor parte gracias a la configuración del edificio, a través de medidas pasivas y directamente eficaces. El resto de necesidades de calefacción, refrigeración, electricidad, ventilación e iluminación se cubrirán con sistemas activos de aprovechamiento de energías de bajo impacto medioambiental.

El gasto en tecnología y energía debe ser adecuado al uso concreto del edificio. Se han de reconsiderar y, en caso necesario, modificar las necesidades características de las diversas clases de uso. Así se han de tratar aparte los edificios con usos especiales, como museos, bibliotecas, clínicas, etc., ya que presentan exigencias de confort específicas.

LA CIUDAD

El uso de las energías renovables nos ofrece la oportunidad de hacer más atractiva la vida en las ciudades. Para la infraestructura del suministro energético y de transporte, así como a través del tipo de edificio debe aumentarse al máximo el empleo de energías renovables. Siempre que sea posible y practicable térmica y económicamente se aprovechará la edificación preexistente. Debe reducirse drásticamente la combustión de materias primas fósiles.

La relación entre ciudad y naturaleza debe transformarse en una simbiosis. Las intervenciones y alteraciones a llevar a cabo en el espacio público y en los edificios existentes o bien aquellas ocasionadas por las nuevas construcciones tendrán en cuenta tanto la identidad histórica y cultural del lugar como las condiciones geográficas y climáticas del paraje.

La ciudad debe entenderse como un organismo global y duradero. Se ha de regular la transformación continua de los usos, tecnologías y aspecto de las ciudades evitando en lo posible la degradación de lo existente y conservando los recursos.

Las ciudades son reservas edificadas de gran contenido en energías primarias. Sus barrios, edificios y espacios libres, sus infraestructuras, rutinas de funcionamiento y transporte deben estar sujetos a un constante proceso de modificación y reconstrucción conforme a los ciclos de renovación naturales.

Deben considerarse como factores bioclimáticos y medioambientales determinantes para la forma de los paisajes y estructuras urbanas creadas por el hombre:

- La orientación con respecto al sol (orientación de las calles, estructuración de los edificios, eliminación de obstáculos para el soleamiento, regulación de la temperatura, utilización de la luz natural en los espacios públicos).
- La topografía (forma del terreno, soleamiento, situación general)
- La dirección e intensidad del viento (orientación de las calles, espacios públicos protegidos, ventilación controlada, corredores de aire frío).
- La vegetación y la distribución de las superficies verdes (suministro de oxígeno, retención de partículas, regulación de la temperatura, producción de sombra, barreras contra el viento).
- La hidrogeología (referencia a los sistemas hidráulicos).

Las funciones de la ciudad: la residencia, la industria, los servicios, la cultura y el ocio, deberán coordinarse siempre que sea funcional y socialmente factible, consiguiendo así una reducción del tráfico de vehículos. Al complementarse mutuamente, se podrán utilizar con mayor intensidad y provecho los dispositivos de producción y servicios colectivos.

Los vehículos que no consuman combustibles fósiles y los peatones deben gozar de privilegios en las áreas urbanas. Debe fomentarse el transporte público. Se debe reducir el

número de plazas de aparcamiento necesarias y minimizar el consumo de carburantes.

Una densidad ponderada en el planeamiento de nuevos barrios, con un aprovechamiento razonable del suelo disponible, y unido a un programa de desarrollo puede reducir el gasto en infraestructura y transporte y la cantidad de suelo construido. Se han de prever medidas de restauración del equilibrio ecológico.

En los espacios urbanos debe recurrirse a aquellas medidas que sirvan para mejorar el clima de la ciudad, para controlar la temperatura, para proteger del viento, regular la humedad o para calentar y enfriar controladamente los espacios libres.

Berlín, marzo 1996.

Este documento, de gran importancia por su relevancia tanto histórica como práctica, es fundamental para el desarrollo de esta Tesis. Se adopta como la referencia más explícita de la importancia de temas medioambientales en arquitectura promulgada por la Unión Europea y por ello se tendrá en cuenta e incorporará en su propuesta las recomendaciones del mismo.

I.3.3 - Requerimientos mercantiles. Sistemas de Clasificación de Construcción Sostenible y Eficiencia Energética. Indicadores de sostenibilidad en la docencia

En el sector de la construcción, han aparecido a nivel no sólo europeo sino también mundial, numerosas organizaciones que promueven y apuestan por una construcción sostenible.

Nuestra sociedad actual tiene aún que incorporar los criterios de sostenibilidad en su desarrollo urbanístico y constructivo. Existen muchos equívocos respecto a los términos y criterios ambientales, ecológicos y sostenibles. Por ello, la creación del Consejo de la Construcción Verde de España²⁸ supone una ayuda en la incorporación de los nuevos planteamientos dentro del mercado económico y social español.

“...La misión del Consejo de la Construcción Verde de España es el inicio, desarrollo e implantación acelerada de los conceptos de construcción verde, tecnologías y principios en una base nacional. Los conceptos de construcción verde incluyen la conservación y eficiencia energética, calidad del aire interior, eficiencia de recursos y materiales y capacidad medio ambiental...”²⁹

El Consejo ofrece una combinación de investigación de construcción relacionada con el medio ambiente, desarrollo de normas, demostración in situ y programas educacionales. En el sector constructivo, promueve la edificación del llamado Edificio Verde (o edificio sostenible), y que define como:

“...un Edificio Verde es una estructura (de cualquier tipo) que es eficiente en los recursos que emplea, saludable y productiva para sus ocupantes, maximiza el retorno sobre la inversión en su ciclo de vida, y a través de su rendimiento, produce una ligera huella en el planeta...”³⁰

Existen una serie de sistemas internacionales de clasificación de edificios que establecen criterios específicos para los edificios verdes. Un ejemplo de esto es el LEED³¹ (Líder en Diseño Energético y Medioambiental), sistema americano que se pretende introducir en España.

Es un sistema de adjudicación voluntario para edificios de oficinas nuevos y para rehabilitaciones importantes. Proporciona créditos por rendimiento en 6 categorías o indicadores:

- Parcelas Sostenibles (14 puntos)
- Eficiencia en Agua (5 puntos)
- Energía & Atmósfera (17 puntos)
- Materiales & Recursos (13 puntos)
- Calidad del Ambiente Interior (15 puntos)
- Innovación & Proceso de Diseño (5 puntos)

El número total de puntos LEED es 69. El rango de adjudicación de LEED va desde: Certificado (26 puntos), a Plata (33 puntos), Oro (39 puntos) y Platino (52 puntos). LEED ha sido introducido en el mercado justamente a principios del año 2000.

Existen actualmente alrededor de 400 edificios que están admitidos al programa de certificación LEED, en todos los niveles de adjudicación, unos 20 edificios en todo el mundo han completado el proceso de certificación. De entre los cuales 2 son españoles, estando en proceso de entrada

²⁸ Consejo Construcción Verde España es miembro del World Green Building Council y del US Green Building Council. Asociación sin ánimo de lucro inscrita en el Registro de Asociaciones del Ministerio del Interior el 03.10.00 con el número de protocolo No. 166967 y CIF.: G-82749664.

²⁹ y ¹⁷ Un Diseño para un Edificio Verde. Consejo Construcción Verde España.

³¹ <http://www.usgbc.org/LEED> (última revisión 22/03/2005)
U.S. GREEN BUILDING COUNCIL. Green Building Rating System For Core and Shell Development (LEED-CS)
Unballoted Draft for Pilot Version. (Based on LEED-NC v2.1). September 2003

algunos edificios españoles más. Muchos organismos gubernamentales están usando actualmente LEED para algunos o todos sus proyectos.

La existencia de este sistema de clasificación es un ejemplo de las distintas iniciativas del mercado actual en relación a los aspectos medioambientales y sostenibles del sector de la construcción española.

Esta tesis deberá también entonces incorporar las nuevas expectativas edificatorias en su planteamiento a través de los temas tratados desde el sistema de clasificación y valoración propuesto por el Consejo.

Los sistemas de indicadores como el sistema LEED, proporcionan unos criterios objetivos desde los que poder juzgar la sostenibilidad de las actuaciones arquitectónicas y urbanísticas.

Sería interesante incorporar este sistema de medida de la "sostenibilidad" en la docencia actual para poder promover cambios en la mejora medioambiental de la misma.

Los criterios de clasificación y evaluación experimentados en la construcción de edificios bien podrían servir para regular y controlar la existencia de estos criterios en la docencia de las distintas asignaturas de los programas de estudios de la escuelas.

Se plantea esta idea desde una perspectiva a largo plazo que permita concretar y estudiar el desarrollo de los nuevos programas de estudio con los temas medioambientales incorporados, con la intención de que pueda servir como motivo de alguna otra tesis doctoral ya que no es tema a desarrollar en esta misma que nos ocupa.

Resulta interesante comentar algunas de las ventajas que según el CCV incorpora la introducción de criterios medioambientales y de sostenibilidad a la producción constructiva y arquitectónica, ya que algunos de ellos suelen obviarse o desconocerse y sin embargo, aportan ventajas considerables para todos los sectores de la construcción, no únicamente el arquitectónico.

El Consejo de la Construcción Verde intenta promover la edificación sostenible no atendiendo simplemente a los beneficios medioambientales del proceso sino también atendiendo a los intereses económicos y productivos del sistema actual.

Esto es fundamental para realizar una incorporación de los criterios de sostenibilidad dentro de una realidad social, económica y productiva concreta. Estos beneficios caen en las áreas; financiera, salud y productividad, eficiencia y preservación de los recursos y el medioambiente global.

"Lo que sigue es una relación de estos beneficios:³²

Beneficios Financieros

- o Aumento en las rentas de alquiler
- o Periodos de recuperación del Leasing mas rápidos
- o Tasas de retención de los inquilinos mayores debido al incremento del confort.
- o Costes de funcionamiento menores para; energía, agua, residuos y mano de obra.
- o Costes de renovación mas reducidos
- o Potencial plazo de ejecución de la obra mas acelerado
- o Ordenes de cambio menores, durante la construcción
- o Menores obligaciones y riesgos, que llevan a menores primas de seguros
- o Mayor valor de los prestamos y menores requisitos de capital
- o Mayor valor del edificio a la hora de la venta y la tasación
- o En general un mayor rendimiento de la inversión

³² Fuente: Un Diseño para un Edificio Verde. Consejo Construcción Verde España

Salud & Productividad

- Calidad ambiental interior aumentada
- Control y confort térmico de los usuarios aumentado
- Menores quejas en relación con los usuarios del edificio.
- Absentismo de los empleados menor (14% - 48% de reducción)
- Menores riesgos de salud con los empleados
- Productividad de los empleados aumentada

Eficiencia & Preservación de los Recursos

- Menor coste de la obra, al reducir las cargas y al empleo mas eficiente de los materiales (hasta el 30%)
- Menor consumo de energía (electricidad 30% - 70%, iluminación 40% - 70% y gas natural, hasta 7%)
- Menor consumo de agua (hasta el 65%)
- Menos residuos generados durante la construcción y funcionamiento del edificio.
- Utilización de recursos renovables, menor uso de los no renovables
- Utilización de materiales con contenido en reciclados
- Vida mas larga para; materiales, sistemas electromecánicos y el edificio en si.
- Reciclabilidad de los materiales del edificio y del edificio en si mismo (2ª vida)
- Factor de la mano de obra mejorado a través de la productividad y la optimización del capital intelectual del equipo de redacción del proyecto.

Nota: Los edificios consumen cerca del 40% de nuestra energía, contribuyen con el 30% de los residuos que van a nuestros vertederos, consumen el 30% de nuestras materias primas y el 25% de nuestro agua.

Medioambiental

- Se reduce el impacto que producen sobre el transporte
- Se preservan el hábitat y los ecosistemas de los entornos en donde se implantan
- Se reducen las necesidades de tratamiento de aguas y de los sistema de abastecimiento y saneamiento
- Contaminación reducida en – aire, agua y suelos, incluyendo las contribuciones al ozono y al calentamiento globales.
- Menos escorrentía superficial generada y mas infiltración al terreno
- Huellas de los edificios menores

Otros Beneficios

- Cambio en el estándar y en la mejor practica para añadir otra dimensión al rendimiento del ciclo de vida y a la creación de valor en el ciclo de vida
- Posibilita unas mejores relaciones públicas y el tener una mejor atención por los medios de comunicación
- Beneficios de marketing al diferenciar fuertemente su producto respecto a los competidores.
- Aprobaciones por las autoridades locales y regionales mas rápidas y eficientes.
- Oportunidades pedagógicas asociadas con el edificio como ejemplo y con la evidencia que supone el alto nivel del rendimiento conseguido respecto al sector, a la comunidad en la que esta situado y a los entes gubernamentales relacionados.
- Difusión como ejemplo en congresos, conferencias y simposios nacionales e internacionales."

Otro sistema de evaluación medioambiental para los edificios es el método BREEAM de Reino Unido. Este sistema es igualmente interesante y conocido, por ello ha sido también considerado en la presente tesis como referencia y base de contenidos medioambientales.³³

Es un hecho que la implantación de esta clase de criterios de eficiencia medioambiental ha de provocar a largo plazo una necesidad formativa en los profesionales de nuestro país. Si los edificios han de cumplir esta serie de requisitos y han de ser evaluados al respecto, los arquitectos habrán de conocer en profundidad estos temas.

Por ello, esta tesis tendrá en cuenta todos los aspectos a los que hace referencia el sistema de acreditación propuesto por el Consejo de la Construcción Verde de España.³⁴

³³ <http://www.breeam.org/> (ultima visita 22/03/2005)
Building Research Establishment. BREEAM Retail 2005. Scope of the Method.

³⁴ Un Diseño para un Edificio Verde. Consejo Construcción Verde España

1.3.4 - *El medioambiente en la Universidad*

Las diferentes normativas energéticas y en materia de medioambiente se han ido introduciendo progresivamente primero, en el mercado energético y constructivo de los diferentes países de la Unión Europea y en segundo término, se han comenzado a reflejar en la actitud que algunas Universidades presentan frente al tema.

En el caso de las Universidades Españolas, el medioambiente y el desarrollo sostenible se van teniendo cada vez más en cuenta. En algunas, incluso su aplicación se desarrolla tanto en los modelos de gestión como en su integración en los temarios de las asignaturas de todas las escuelas, en el desarrollo de proyectos de investigación y, en general, en toda la vida universitaria.

Éste es el caso de la UPC, aunque habría que comentar que el proceso de introducción de los temas medioambientales aún no ha sido completado, y se sigue desarrollando a través del 2º Plan de Medioambiente de la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC).

Debido a la demostración de la creciente importancia de estos temas, en septiembre de 2002 la CRUE (Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas) aprueba la propuesta de creación de un Grupo de Trabajo sobre Calidad Ambiental y Desarrollo Sostenible en las Universidades Españolas.

Este grupo, que preside la Universidad Autónoma de Madrid, ha empezado a funcionar con ciertas jornadas y seminarios organizados en distintas universidades. Y en otoño de 2003, se organizó el primer encuentro del Grupo de Trabajo de la CRUE sobre Calidad Ambiental y Desarrollo Sostenible.

El planteamiento que motiva la creación de dicho grupo de trabajo es esencialmente la importancia del papel que juegan las universidades, y todo el sistema educativo en general, en la concienciación medioambiental.

Al entenderlo así, los organismos de educación superior han promovido tanto programas de gestión para proteger el medioambiente en el entorno universitario, como propuestas de integración del punto de vista medioambiental en las asignaturas y en general programas docentes de todas las escuelas de algunas Universidades.

De esta forma, la propuesta de esta tesis doctoral se incorpora dentro del planteamiento propuesto por la CRUE desde el Grupo de Trabajo sobre Calidad Ambiental y Desarrollo Sostenible.

"...Porque no sólo los físicos, biólogos o químicos deben saber de esta temática. También existe una normativa, una arquitectura, una economía, una comunicación o una historia del medio ambiente.

Por otro lado, la simple vivencia en un entorno que muestra su compromiso con el medio ambiente, transfiere unas actitudes, habilidades y comportamientos a los miembros de la comunidad universitaria extrapolables a otros medios vitales...." ³⁵

También con motivo del reto de 'Bolonia', la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación, ha encargado el Proyecto de Plan de Estudios y Título de Grado de Arquitecto (Proyecto ANECA-Arquitectura) a las principales Universidades españolas. Desde la Universidad de Madrid se ha recibido el estudio y nueva propuesta de planes de estudio que ha sido aceptado por el Consejo Superior de Arquitectos de España, en el que se pone de manifiesto la complejidad de los estudios de Arquitectura Superior.

³⁵ El medioambiente en la Universidad. Boletín número: 26 | Febrero - Marzo de 2003. Elaborado por la Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas (CRUE) en colaboración con la Cátedra UNESCO de Dirección Universitaria de la UPC y Universia.net

Lo que se propone en dicho documento es, en esencia, tres títulos de grado: uno de arquitecto de cinco años y 300 créditos europeos (el más parecido al título europeo), otro de ingeniero de edificación de cuatro años y 240 créditos europeos y otro de arquitecto ingeniero de seis años y 360 créditos europeos (que sería el equivalente al arquitecto español actual), al cual se llegaría con un año más para los arquitectos y con dos más para los ingenieros de edificación.

Esta propuesta coincide con la que ha hecho pública el Consejo Superior de Colegios de Arquitectos.

De este estudio podemos destacar dos aspectos de interés:

- Por un lado, se pone de manifiesto la dificultad de reducir los programas de estudio de Arquitectura Superior por lo que se proponen diferentes licenciaturas.
- Por otro lado, el estudio pone de manifiesto cómo los temas medioambientales han de incorporarse en dichos programas. De hecho, estos temas no sólo son considerados como indispensables para la completa docencia de la arquitectura sino que son incorporados en cada uno de los tres planes de estudios, incluido el plan de estudios consecuente en ingeniero de edificación.

Por todo ello llegamos a la conclusión de la importancia y oportunidad que presenta esta tesis doctoral como herramienta base para la puesta en práctica inicial del nuevo reto consistente en la incorporación al Espacio europeo de educación Superior.

1.3.5 - Incógnitas iniciales

Teniendo en cuenta las situaciones de partida descritas se nos plantean entonces las siguientes incógnitas:

- **Si es posible plantear un esquema modelo jerarquizado, no cerrado que permita la introducción de todos los contenidos medioambientales actualmente requeridos en la formación arquitectónica y los que posteriormente pudieran añadirse desde los nuevos campos de investigación y cambios socio – político -económicos.**
- **Si este modelo podrá funcionar correctamente según los preceptos de la normativa española y podrá ajustarse a los requerimientos que puedan surgir del proceso de Bolonia, incluida una nueva manera de entender la docencia de la arquitectura y de la profesión arquitectónica.**
- **Si el modelo podrá igualmente responder a la normativa europea actual y venidera sobre temas tanto energéticos como medioambientales en general.**
- **Si existen modelo precedentes similares que puedan avalar la propuesta del mismo.**
- **Si es posible la aplicación práctica del modelo en los programas de estudios de las escuelas de arquitectura españolas y de qué manera.**
- **Si el modelo se ajusta a los nuevos requerimientos que puedan surgir del mercado económico actual.**

La presente tesis doctoral pretende responder a todas estas incógnitas y dar solución justificada al mayor número posible de ellas. Para ello se utilizará la metodología que sigue.

1.3.6 - Metodología

La metodología que se utilizará en el desarrollo de esta investigación se basa en un estudio previo de la situación en las escuelas de arquitectura españolas, europeas e incluso mundiales. En función de este estudio se designarán y concretarán los casos docentes que interesa investigar en profundidad para adoptar criterios tanto metodológicos como conceptuales.

Por otro lado, se estudiarán ciertas experiencias concretas en las que se ha desarrollado una docencia de la arquitectura con carácter medioambiental aunque no correspondan a los actuales estudios de grado españoles.

En base a todas estas experiencias y estudios se procederá a definir y proponer el modelo de estructura de contenidos medioambientales objeto de esta tesis.

A continuación se procederá a comprobar dicho modelo para adecuarlo a las necesidades de los planes de estudios españoles y se confirmará su idoneidad y validez.

Finalmente se sacarán las conclusiones finales de la investigación así como las conclusiones colaterales que hayan surgido sobre temas relacionados a lo largo de la misma.

**BASES PARA LA
DEFINICIÓN DEL ENFOQUE - ||**

II – BASES PARA LA DEFINICIÓN DEL ENFOQUE

II.1 - Introducción a una postura personal

Con esta pequeña introducción se pretende de alguna manera explicar cual es mi punto de vista frente a la arquitectura y el medioambiente. Es obvio que en desarrollo de la tesis primarán aspectos objetivos, pero los aspectos seleccionados para la investigación no dejarán de estar relacionados con mi postura personal frente al tema. Por ello considero importante exponer, o más bien divagar sobre mi pensamiento con relación al tema.

Introducción a una postura personal

La realidad y el momento histórico que vivimos, al inicio de un nuevo milenio, nos hace plantearnos el sentido de la arquitectura que hasta hace poco se llamó bioclimática y que ahora preferimos adjetivar como medioambiental. ¿De qué estamos hablando?, ¿tiene realmente sentido colocarle un apellido a la arquitectura? ¿en qué consiste lo medioambiental?.

Quizás el problema consiste en que, durante los dos últimos siglos, los arquitectos hemos olvidado algunos de los aspectos más importantes de la propia arquitectura, aquellos que la crearon, conceptos como por encima de todo el de habitabilidad.

La habitabilidad, que en tiempos pudo ser algo bien sencillo, se ha convertido, en nuestra sociedad, en un concepto complejo y en muchos casos interpretable, lo que le ha conducido a desviarse a veces de conceptos tan simples como la naturalidad en la manera de vivir. (Entendiendo como naturalidad lo casi instintivo, no aprehendido socialmente, lo que es agradable por naturaleza, por sensibilidad). La habitabilidad entendida como naturalidad es lo que nos conduce hacia el bienestar y la calidad de vida.

Debido a la complejidad de la arquitectura nos planteamos realmente si hoy tiene sentido hablar de lo medioambiental. A lo largo del siglo XX nos perdimos en la búsqueda de un desarrollo arquitectónico más rico y dejamos atrás algunos aspectos que, por superados o solucionados, creímos menos importantes. La tecnología como afán humano de superación ha tenido serias consecuencias en el desarrollo de la arquitectura y ha provocado, hasta cierto punto, una desnaturalización de la misma.

Esto no quiere decir que el desarrollo tecnológico no haya contribuido a su mejora sino que la manera de aprovecharlo sustituyó en muchos casos, cuando solo debía completar, algunos aspectos esenciales de ésta.

No se trata por tanto de una vuelta a los orígenes o a las formas de vida ancestrales sino de un mejor aprovechamiento de los recursos tecnológicos que nos permita seguir realizando arquitectura "naturalizada", es decir habitable. Se trata realmente de volver a plantearse cómo debe ser la arquitectura y no hasta dónde puede llegar... La medioambientalidad no debe verse sólo como un nuevo reto sino como una necesidad lógica y sobre todo muy humana.

La arquitectura es mediadora entre el ser humano y el clima, el medio natural que le rodea; hacer arquitectura medioambiental será entonces perseguir una relación entre el ser humano y su entorno basada en la búsqueda del confort, reduciendo cualquier tipo de impacto ambiental, es decir, no agrediendo al medio y asegurando un ahorro energético que nos permita no agotar los recursos de nuestro planeta.

Una vez concienciados de la necesidad de retomar el tema medioambiental puesto que lo hemos ido perdiendo por el largo camino recorrido, entiendo que **la medioambientalidad como finalidad abarca todos los campos de la arquitectura. No es un concepto más a incluir, sino una manera de entenderla.**

Por ello para acometer su introducción en la enseñanza de la arquitectura no deberá imponerse, sino absorberse desde todos los ámbitos de la arquitectura, reintroducirse con naturalidad como una simple vuelta a la lógica en busca de una habitabilidad en último término, no sólo local, parcial, sino incluso planetaria.

En términos globales, es necesaria una sensibilización, una reflexión que nos conduzca hacia una nueva sociedad más habitable y sostenible.

En términos particulares, es necesaria la introducción de la mentalidad ambiental en aspectos tanto técnicos como científicos o humanísticos.

Postura ideológica defendida

La presente tesis intenta posicionarse desde la reconsideración del sentido de la arquitectura y desde la propia condición humana, es decir, desde la búsqueda de una calidad de vida.

La arquitectura constituye en sí una apropiación del medio que nos rodea. Una forma de entenderlo y relacionarnos con él, tanto de protegernos frente a él, de aislarnos y crear nuestro propio medio como de recrear las condiciones del mismo que más nos gustan y mantenerlas en el tiempo para poder disfrutarlas.

Así mismo, la arquitectura y su natural desarrollo, la ciudad, es el medio en el que los seres humanos nos relacionamos. Creado por el hombre y para el hombre, sus relaciones, sus actividades, su vida.

La estructura organizativa de la ciudad tiene grandes ventajas, permite el desarrollo de todo tipo de actividades con gran facilidad, es generadora de sociabilidad y por ello la tendencia actual continúa siendo la vida en las ciudades.

De esta forma, las ciudades y su arquitectura son una manera de relacionarnos con el entorno, con el medio, con la naturaleza. Son una manera de apropiarnos de ella y transformarla, acondicionarla, mejorarla y controlarla para nuestra comodidad y disfrute. Entonces, cabe preguntarse ¿por qué desde la ciudad actual añoramos la naturaleza? ¿por qué no encontramos en ella esas condiciones mejoradas que la arquitectura persigue? ¿por qué la tendencia del pensamiento actual de considerar que vivir en el campo es calidad de vida?

Las ciudades y su arquitectura nos pueden proporcionar cobijo, protección, comodidad, calidad estética, cultural y social en definitiva, confort en todos sus aspectos. Quizás el problema está entonces en cómo la arquitectura proporciona o responde a estas necesidades humanas. El problema está en los medios y no el fin que se persigue.

La tendencia actual de conseguir confort creando medios excesivamente artificiales, es decir, totalmente ajenos e independientes a las condiciones del medio natural, provoca, a largo plazo, un rechazo desde la condición natural del propio ser humano. Esta manera de concebir la arquitectura como algo ajeno al medio natural promueve la concepción de espacios con supuestas condiciones de confort que sin embargo no solucionan las necesidades y anhelos humanos, que no satisfacen su condición natural.

La incorporación en la concepción arquitectónica de la relación con la naturaleza en cuanto al medio permite al usuario un contacto directo y constante con el mismo que satisface su condición de ser humano.³⁶

Tras miles de millones de años de evolución el ser humano pertenece a la naturaleza, necesita vivirla de alguna manera y sentirla en su espacio, en su mundo. Si la arquitectura de nuestras ciudades no se lo permite tendrá que buscarlo fuera de ellas, en el exterior, en el campo, en los lugares lejanos a su hogar.

Por ello se considera que la arquitectura necesita tener en cuenta y relacionarse con el medio, con la naturaleza, con el clima, con la realidad física que le rodea si pretende ser arquitectura para la mejora de la calidad de vida.

Para ello, es necesario por un lado que los arquitectos tengan los conocimientos necesarios en el tema y, por otro, que participen de una mentalidad medioambiental que les permita incorporarlos en la propia concepción arquitectónica.

II.2 – Justificación de una investigación basada en la temática medioambiental

II.2.1 - *La problemática mundial del cambio climático y la destrucción del planeta*

“... No tratan a la tierra como hermana sino como enemiga. Ustedes conquistan territorios y luego los abandonan, dejando ahí sus muertos sin que les importe nada. La tierra secuestra a los hijos de los Caras Pálidas, a ella tampoco le importan ustedes. Los Caras Pálidas tratan a la Tierra Madre y al Cielo Padre como si fueran simples cosas que se compran, como si fueran cuentas de collares que intercambian por otros objetos. El apetito de los Caras Pálidas terminará devorando todo lo que hay en las tierras hasta convertirlas en desiertos...”³⁷

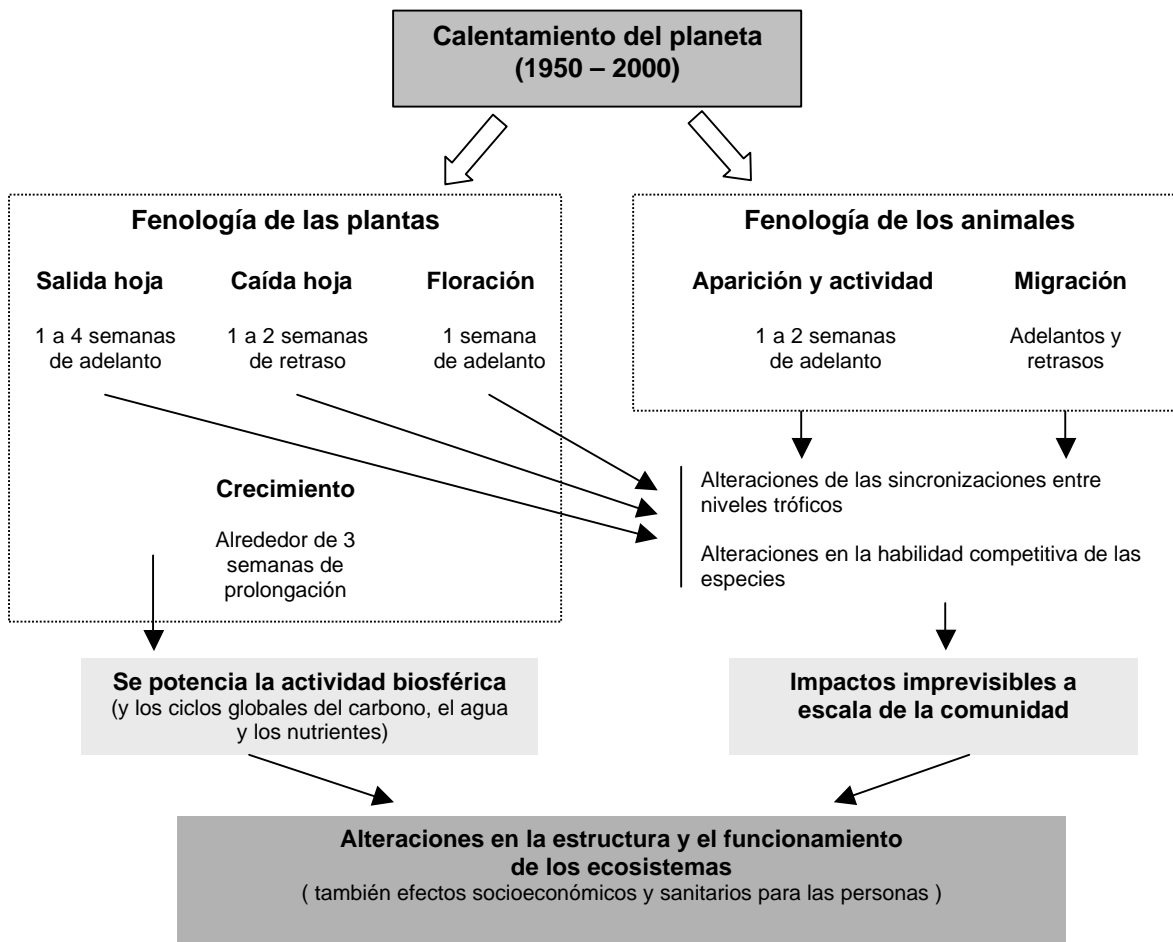
En las últimas décadas el planeta Tierra se ha ido calentando en un promedio de 0,6-0,7 °C pero, en muchos lugares de nuestro país el aumento ha superado con creces 1 °C; síntoma de que el planeta acentúa su actividad biogeoquímica. Muchos de los estudios científicos realizados al respecto indican que la razón más probable es la actividad humana y el uso que esta especie hace de los recursos y de la energía en sus actividades como el transporte o la industria, que han seguido creciendo exponencialmente. En consecuencia, se han producido y siguen produciéndose una serie de cambios de carácter mundial entre los que destaca, por sus efectos sobre los organismos y los ecosistemas, el mencionado calentamiento.

El último informe del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC 2001), auspiciado por la ONU, comenta que las dos últimas décadas han sido las más cálidas del último milenio. La superficie helada del Ártico ha disminuido un 15 % en cincuenta años, el nivel del mar ha ascendido unos 15 cm durante el siglo pasado, ha cambiado el régimen de precipitaciones en algunas regiones, y ha aumentado la frecuencia y la intensidad de ciertos fenómenos climáticos como «El Niño». La actividad humana sigue creciendo exponencialmente y sigue basándose en la combustión de materiales fósiles, debido a ello es probable que todos estos fenómenos se vayan acentuando en las próximas décadas. Se prevé un aumento de 1 a 5 °C durante este siglo, dependiendo de la evolución de las emisiones de los gases invernadero.

³⁶ Ver: McHarg, Ian L., *Proyectar con la Naturaleza*. Gustavo Gili, Barcelona 2000.

³⁷ Carta del Jefe Piel Roja de Seattle, como respuesta a la petición de compra de sus tierras que le hizo el presidente de los Estados Unidos en 1854. *La Ecología y la Concepción de la Naturaleza*. Introducción a la Educación Ambiental y a la salud Ambiental. Secretaría de Educación Pública, de Desarrollo Urbano y Ecología, y de Salud; dentro del Programa Nacional de educación ambiental. 1987. México.

El cambio climático afecta directamente a la vida. La actividad de todos los organismos vivos se encuentra sumamente influida por la temperatura, el calentamiento ha producido ya cambios significativos en los ciclos vitales de plantas y animales tal y como demuestran numerosos registros fenológicos (la fenología es la ciencia que estudia los ciclos vitales de los organismos) en distintas regiones del mundo. Incluso en el mar se han observado cambios en los ciclos vitales de algunos organismos, como el incremento en la duración y la abundancia de fitoplancton en zonas donde ha habido un progresivo calentamiento del agua.



Gráf.2 - Calentamiento del planeta. (1950 – 2000)³⁸

Todos estos cambios tienen una importancia ecológica crítica, ya que afectan a la habilidad competitiva de las distintas especies, a su conservación y, por lo tanto, a la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas. Esto podría producir que, en las próximas décadas sea cada vez más fácil encontrar ecosistemas en fases sucesionales tempranas y de menor complejidad ecológica.³⁹

El cambio climático afecta a la especie humana en la medida en que afecta a los ecosistemas y al entorno en el que vivimos. Afecta de forma distinta, dependiendo de nuestra exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación. Por lo tanto, el efecto varía con la localización geográfica y las condiciones sociales, económicas y ambientales.

³⁸ Cuadro tomado del artículo para la revista Medi Ambient. Tecnologia i Cultura, "Síntomas biológicos del cambio climático", de Josep Peñuelas. Unidad de Ecofisiología CSIC-CREAF, CREAF (Center for Ecological Research and Forestry Applications) Universidad Autónoma de Barcelona.

³⁹ Más información: Teoría de los sistemas ecológicos, Ramón Margalef. Barcelona 1993.

Como siempre, los más perjudicados son los países más pobres. Por un lado, porque sus economías dependen sobre todo de actividades como la agricultura, que son muy sensibles al cambio climático. Por otro lado, porque tienen poca capacidad para adaptarse a cambios como el aumento del nivel del mar o la sequía y, además, no poseen recursos sanitarios adecuados para poder reducir el riesgo creciente de enfermedades relacionadas con el cambio climático, como la malaria,⁴⁰ ni pueden competir en la obtención de recursos lejanos.

No hay duda de que el cambio de las condiciones climáticas del planeta nos afecta, directa e indirectamente y en gran medida tenemos la responsabilidad de conocer cómo las actividades humanas contribuyen a dicho cambio y cómo podemos cuando menos controlar esta contribución y paliarla en la medida en que sea necesario.

Los ecosistemas están siendo modificados, los recursos naturales, el agua, la materia y la energía, se ven afectados por estos cambios y estos cambios afectan a su vez a los seres vivos. Las ciudades, generadoras de la actividad humana deben ser conscientes de este cambio y actuando en consecuencia, aminorar su efecto negativo sobre la explotación de la naturaleza, controlando las actividades humanas y su efecto particular y global sobre el planeta Tierra.

II. 2 . 2 - *El concepto de sostenibilidad*

La interacción entre el hombre y la naturaleza hoy en día ha originado lo que llamamos la problemática medioambiental. Definimos problemática medioambiental como *"el deterioro cualitativo del entorno del hombre causado por la industrialización y la urbanización, por el agotamiento de los recursos de energía y materias primas, el aumento continuo de presión demográfica sobre la naturaleza, el desequilibrio de los balances ecológicos naturales, el exterminio de especies de plantas y animales y las consecuencias genéticas negativas de la contaminación de la naturaleza con los desechos de las actividades productivas del hombre."*⁴¹

Ante la problemática medioambiental se plantea, desde nuestra sociedad, una postura alternativa, la postura sostenible. El concepto de sostenibilidad que originalmente nace desde la disciplina económica, tras el informe Bruntland²³ pasa a entenderse como un concepto sociopolítico.

Desde la necesidad de nuestra sociedad de continuar en un proceso continuo y sin medida de un desarrollo económico mal entendido como "progreso", es decir, calidad de vida para el hombre; se plantea la finitud de este proceso, finitud del deterioro que conlleva intrínseco por el simple hecho de desarrollarse al margen del medio del que se sustenta, la naturaleza.

Este desarrollo económico solo supondrá un "progreso", una mejora en la calidad de vida humana, siempre y cuando permita una igualdad suprageneracional y supraregional en la utilización de los recursos naturales. Es decir, cuando permita la utilización de los recursos por todos y para todos (en el espacio y el tiempo) sin agotarlos, sin degradarlos, dentro del equilibrio natural del planeta Tierra.

*"El desarrollo sostenible es el desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades."*⁴²

⁴⁰ Referencias tomadas del artículo para la revista Medi Ambient. Tecnologia i Cultura , "Síntomas biológicos del cambio climático", de Josep Peñuelas. *Unidad de Ecofisiología CSIC-CREAF, CREAM (Center for Ecological Research and Forestry Applications) Universidad Autónoma de Barcelona*

⁴¹ La Ecología y la Concepción de la Naturaleza. Introducción a la Educación Ambiental y a la salud Ambiental. Secretaría de Educación Pública, de Desarrollo Urbano y Ecología, y de Salud; dentro del Programa Nacional de educación ambiental. 1987. Mexico.

⁴² Informe 'Nuestro futuro común' (Informe Bruntland). Comisión Mundial para el medio ambiente y el desarrollo. Naciones Unidas. 1987

*"En un món finit, el creixement no pot ser sostingut i, segurament, ni tan sols és desenvolupament. El desenvolupament és i serà sostenible o no serà (desenvolupament)."*⁴³

II. 2.3 - Responsabilidad de la arquitectura en términos de sostenibilidad

Ahora bien, la sociedad, la sociedad en el medio físico se refleja en la ciudad y en su apropiación del territorio. La ciudad es la forma actualmente genérica del ser humano para apropiarse del medio.

Pero la ciudad no ocupa únicamente el espacio determinado por sus calles, plazas, avenidas y polígonos industriales. La ciudad se extiende en el territorio, se lo apropia, se expande en terrenos productivos agrícolas, en vías de comunicación, en parajes naturales utilizados para el turismo, en espacio aéreo, en puertos, .. y en un sinfín de espacios que acogen las actividades más variadas e imaginables que el ser humano pueda necesitar.

La representación física de estas actividades, su implantación en el territorio, su modelado formal es realizado por arquitectos e ingenieros. La responsabilidad de éstos frente al medio es por ello alta y deben ser por tanto paradigma de la postura sostenible.

El desarrollo de las ciudades y el territorio es competencia de numerosos colectivos y por lo general deriva principalmente de las decisiones políticas; pero no se debe olvidar que los técnicos responsables últimos del desarrollo físico de estas son los arquitectos, urbanistas e ingenieros; por ello es fundamental que éstos tengan una formación medioambiental que les permita desarrollar su trabajo desde una postura sostenible.

II. 2.4 - Necesidad de formación medioambiental en las escuelas de arquitectura

Actualmente resulta inevitable la tendencia a la concentración de la vida humana en la ciudad, ésta se convierte en núcleo de la problemática medioambiental.

La ciudad, tal y como la conocemos en la actualidad es por definición insostenible. Utiliza muchos más recursos de los que nunca podría generar y al mismo tiempo genera gran cantidad de desechos que no puede absorber. Habría entonces que ampliar la escala, ampliarla desde la ciudad hasta el territorio para poder empezar a hablar de posibles equilibrios hacia la sostenibilidad.

Pero no hay duda que dentro de la propia ciudad hay mucho que hacer en relación al ideal sostenibilista. Desde la pequeña aportación de cada edificio medioambientalmente construido hasta la generación de un sistema de comunicación eficiente, pasando por la adecuación medioambiental del espacio urbano, múltiples son las posibilidades de mejora medioambiental de nuestras ciudades actuales.

Estas posibilidades se convierten hoy en necesidades y para su realización se requiere un soporte de conocimiento actualmente deficiente, desorganizado y por ello casi inexistente.

Es necesaria la introducción de los conocimientos medioambientales necesarios en la formación de los nuevos profesionales de la construcción para reorganizar nuestras ciudades con criterios de mayor y mejor habitabilidad para el hombre y al mismo tiempo respeto al medioambiente.

⁴³ "En un mundo finito, el crecimiento no puede ser sostenido y, seguramente, ni tan sólo es desarrollo. El desarrollo es y será sostenible o no será (desarrollo)." Sostenibilitat, globalització i medi ambient. Josep Xercavins Valls, Enric Carrera Gallissà. Càtedra UNESCO a la UPC. Medi ambient i Tecnologia. Guia ambiental de la UPC.

Se hace ahora evidente la necesidad de incorporar a la formación del arquitecto unos conocimientos medioambientales que colman un vacío importante en los currículum de las Facultades y Escuelas Técnicas Superiores de Arquitectura.

De siempre, la formación del arquitecto ha intentado abordar por un lado, el conocimiento humanístico, arte, historia, cultura, sociedad, y por otro lado, el técnico, ciencias físicas, cálculo estructural, instalaciones, construcción, procurando el equilibrio y la interrelación entre ambos para elaborar un producto que tuviera en cuenta la habitabilidad del espacio construido para el hombre.

Actualmente esta habitabilidad conlleva implícita el respeto al medioambiente, la no contaminación, la reducción de residuos y en general la adaptación al medio sin degradarlo.

El establecimiento de programas docentes en los nuevos planes de estudio españoles con inclusión de toda la problemática medioambiental se hace absolutamente necesario y probablemente de urgente aplicación, pues es evidente la gran demanda que de éstos conocimientos se está produciendo a nivel profesional, lo que ha desembocado en una gran profusión de cursillos, ciclos de conferencias y maestrías organizados por los Colegios de Arquitectos o entidades similares.

La posibilidad, por otra parte, de que en dichos planes de estudio se cuente con un número importante de asignaturas optativas curriculares, permite estructurar líneas temáticas específicas, que podrían basarse en contenidos medioambientales.

**PROBLEMÁTICA
MEDIOAMBIENTAL DE
LA PRÁCTICA Y DOCENCIA
ARQUITECTÓNICA ACTUAL - |||**

III – PROBLEMÁTICA MEDIOAMBIENTAL DE LA PRÁCTICA Y DOCENCIA ARQUITECTÓNICA A LO LARGO DE LA HISTORIA.

El siglo XX comenzó como el siglo del racionalismo y la arquitectura internacional. Esta tendencia por lo funcionalista carecía de adornos estéticos superfluos, es decir la belleza se fundamentaba en la sencillez de lo útil y se va creando poco a poco una nueva estética que revaloriza los sentidos visuales y las características de los materiales, su color, forma, textura, etc... Finalmente, esta tendencia ha ido concretándose a finales del siglo como una nueva manera de ver la forma arquitectónica y valorar su variabilidad y posibilidades espaciales y estéticas. .

Tras la Cumbre sobre Desarrollo y Medio Ambiente, celebrada en Río de Janeiro en 1992, nuevos planteamientos han surgido en la arquitectura. El pensamiento bioclimático existente desde la crisis energética de los setenta vuelve a tomar fuerza y va más allá. Se comienza a pensar de nuevo en el conjunto de premisas medioambientales que ha de cumplir la arquitectura, en su compromiso con la ciudad, el medio que la rodea, la naturaleza, la tierra en su conjunto.

El planteamiento del nuevo paradigma, 'el desarrollo sostenible', implica una nueva manera de ver la arquitectura y la construcción en general.

Sin embargo, este no es un planteamiento nuevo. A lo largo de la historia de la humanidad los arquitectos y otros profesionales han tenido siempre presente la importancia del medioambiente en relación a la arquitectura. Durante el Movimiento Moderno esto se hace también patente, aunque al no resultar innovador cae relativamente en el olvido pero se muestra claramente en la obra de sus mayores figuras.

En este capítulo se quiere poner en evidencia cómo el medioambiente es tema recurrente a lo largo de la historia y cómo ha estado presente en la arquitectura en momentos en los que las tendencias arquitectónicas se mueven por derroteros muy diferentes. Para ello, dado que esta tesis versa sobre enseñanza, se quiere hacer hincapié en aquellas figuras que han intentado adoctrinar sobre arquitectura y enseñar en algunos casos con su ejemplo.

No se hace referencia en este capítulo a los personajes actuales de la arquitectura bioclimática como pueden ser Victor Olgay, Jeffrey Cook, Baruch Givoni o Ian McHArg, debido a que se intenta subrayar cómo arquitectos no típicamente relacionados con el movimiento organicista y posteriormente bioclimático, también tenían entre sus criterios arquitectónicos primordiales los temas medioambientales, a pesar de ser mas conocidos por otros aspectos igualmente importantes.

Es decir, cómo muchas de las grandes figuras arquitectónicas de la historia consideraron siempre, mas allá de tendencias o modas, estos criterios como necesarios para la creación de la 'buena arquitectura'.

Evidentemente, al estar incluida la Arquitectura entre las Bellas Artes, la búsqueda de la Belleza es primordial y una de las definiciones de belleza de mayor arraigo entre los filósofos es aquella que la considera como el "esplendor de la verdad". Sin duda, en algunas épocas funcionalistas la "verdad arquitectónica" ha sido el camino para alcanzar la belleza deseada y las características medioambientales del lugar, físicas, históricas y sociales, constituyen una parte muy importante de la verdad arquitectónica y, consecuentemente, de su belleza.

"No hay nada más ligado a la meta y sentido de nuestro trabajo que la profunda palabra de San Agustín, LO BELLO ES EL RESPLANDOR DE LA VERDAD."

Última frase del discurso inaugural, de Mies van der Rohe, como director de la Sección de Arquitectura del Armour Institute of Technology, el 20 de Nov. de 1938.⁴⁴

El enfoque bioclimático de la arquitectura, sumergido de lleno en la cultura ecológica y medioambiental del siglo XXI, es un camino pleno de potencialidad creadora que presenta además una cierta seguridad metodológica y científica en cuanto a la validez de los resultados. Esta validez científica contribuye a la tarea educativa y docente que se propone esta tesis.

III.1 - Evolución Histórica

Esta referencia en ningún caso pretende ser exhaustiva, tan solo pretende recoger algunas notas de interés sobre la enseñanza de los temas medioambientales en arquitectura a lo largo de la historia en la que diversos puntos de vista, diversos modos de enfrentar la realidad arquitectónica, se han desarrollado con la intención de aprender y, sobre todo, de enseñar a hacer la arquitectura, tarea siempre soñada por todos los que han dedicado su vida a la investigación y la docencia. Es, por tanto, una breve relación de lo que han enseñado algunos arquitectos a lo largo de la historia sobre arquitectura y medioambiente.

Arquitectura Solar en la Antigua Grecia

Antes que los arquitectos son los filósofos quienes hablan de la arquitectura solar. Su saber se extiende hasta los aspectos más elementales y sencillos que pueden aplicarse a la construcción de la casa. Sócrates, Teofrasto, Oribasio, Aristóteles, Jenofonte, Esquilo, son algunos de los autores que hacen referencias continuas a estos temas.

Numerosos arqueólogos distinguidos, entre los que se cuentan J. Walter Graham y Theodore Wiegand, coinciden en señalar que la arquitectura solar constituía un afán primordial de los constructores griegos clásicos.⁴⁵

En muchas zonas de Grecia el uso de la energía solar como ayuda al calentamiento de la casa constituyó una respuesta positiva a la escasez energética. Los griegos aprendieron a construir sus casa para beneficiarse de los rayos solares en los moderadamente fríos inviernos y evitar el calor del sol en los cálidos veranos. De esta forma, son los estudiosos griegos quienes se encargan de difundir estas ideas. Filósofos, autores trágicos, médicos, se expresan en términos semejantes haciendo referencia a la arquitectura solar de la época.

Así, para Sócrates, la casa ideal debería ser fresca en verano y cálida en invierno. Sus ideas quedan expresadas en las palabras de Jenofonte que cita cómo Sócrates explicaba el sistema de la casa en estos términos: "En las casas orientadas al sur, el sol penetra por el pórtico en invierno, mientras que en verano, el arco solar descrito se eleva sobre nuestras cabezas y por encima del tejado, de manera que hay sombra."

También cuenta a través de las palabras de Isómaco, personaje de un diálogo socrático, que las técnicas griegas de arquitectura solar resultaban de gran efectividad.

⁴⁴ Escritos, diálogos y discursos. Mies van der Rohe. pág. 48. Colección Arquitectura . COAAT. Galería-librería Yerba. Murcia 1981

⁴⁵ A Golden Thread. Ken Butti, John Perlin, Cheshire Books. California, USA. 1981.

Isómaco condujo a la desposada a su hogar orientado solarmente y “le mostró... habitaciones para la familia que son frescas en verano y templadas en invierno”. Y dijo a Sócrates: “Toda la casa da al sur, de manera que está... soleada en invierno y sombreada en verano.”

El carácter saludable del sol también es señalado en las palabras de Teofrasto, naturalista de la época que comentaba la creencia del ciudadano según la cual “ El sol proporciona el calor necesario al mantenimiento de la vida de los animales y las plantas. Probablemente también suministra su calor a las llamas terrenales. Sin lugar a dudas **mucha gente cree estar capturando los rayos del sol cuando alumbra su fuego.**”

Y de igual forma, Oribasio, antigua autoridad médica, escribía que los lugares de orientación meridional eran saludables por su exposición al sol; como también señalaba que los orientados al norte eran los menos saludables, porque “no reciben mucho sol, y cuando ello es así la luz cae oblicuamente, sin demasiada vitalidad”.

En relación a la estructuración del espacio, Aristóteles comenta la estructura de las casas explicando cómo las habitaciones principales no solo eran calentadas por los rayos del sol procedentes del pórtico principal sino que, además, estaban resguardadas del norte para evitar los vientos fríos.

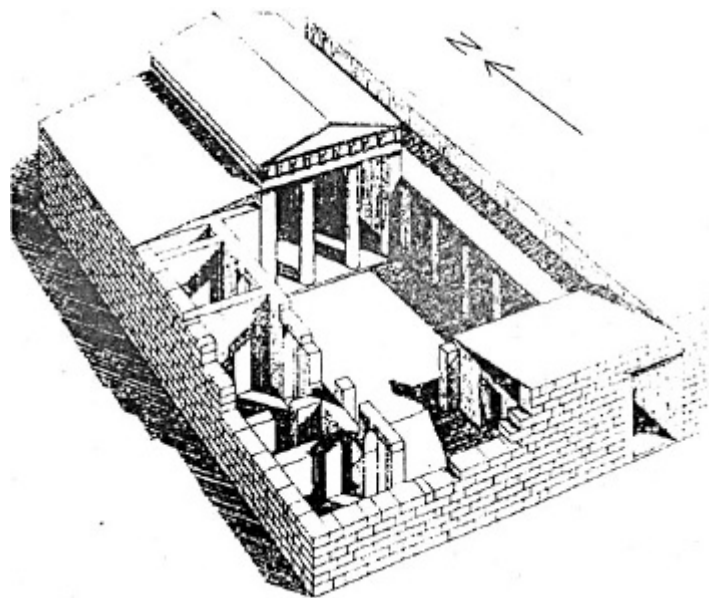


Fig. 1- Reconstrucción de una casa griega clásica, de las excavaciones de Theodore Wiegand en la ciudad de Priene. Las habitaciones tras el pórtico se abrían al lado sur del patio.⁴⁶

También el gran trágico Esquilo sugirió que la orientación meridional era característica habitual de las casas griegas. Según él, ello constituía un signo de alojamiento ‘moderno’ o ‘civilizado’, en oposición a las casas construidas por los primitivos bárbaros, quienes “aunque tenían ojos para ver, veían en vano; tenían oídos, pero no entendían. Como las formas en los sueños, durante toda su época, sin propósito arrojaron todas las cosas en confusión. Carecían del conocimiento de las casas... vueltas para dar la cara al sol, y habitaban bajo la tierra como pululantes hormigas en cuevas sin sol.”

Todos estos argumentos nos permiten entender cómo los grandes hombres de Grecia consideraban fundamental el conocimiento de las características y necesidades de la arquitectura, sus bondades en relación al clima y en general al medio. Y cómo lo difundían en sus escritos creando una doctrina del saber medioambiental de la arquitectura basada principalmente en los principios solares, bajo los cuales también se llegaron a trazar ciudades²⁷.

⁴⁶ *Arquitectura Solar en la Antigua Grecia. Historia de la Energía Solar*. K. Butti, J. Perlin, Revista Era Solar nº 65 páginas de 19 a 27.

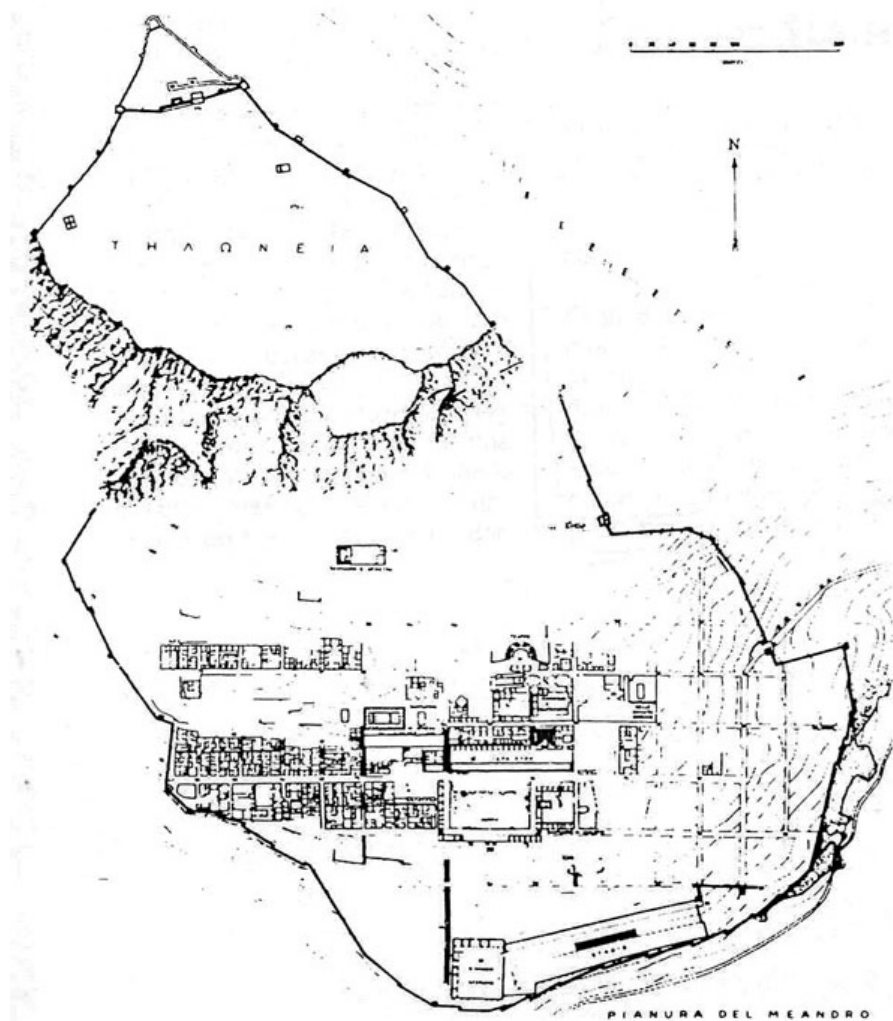


Fig. 2 - Tras la reubicación de la antigua ciudad de Priene en la falda meridional del monte Micala y pese a la dificultad del terreno, casi todas las viviendas podían beneficiarse del sol de invierno. La planta de la ciudad muestra como sus casas se orientaban al sur.⁴⁷

Marcus L. Vitruvius, siglo I .Roma.

Vitrubio, nacido en Neápolis, Magna Grecia, el primer arquitecto que realiza un tratado de arquitectura completo⁴⁸ cuyas palabras están aun vigentes en nuestros días, hace referencia continuamente en sus escritos a la importancia del clima y del lugar , el 'genius loci' en la arquitectura.

" Ahora, pues, si es un hecho que los países difieren unos de otros y son diversos en clima, de forma que hasta los hombres nacidos en ellos se diferencian naturalmente en su conformación física y mental, no podemos vacilar en hacer nuestras casas adecuadas a las peculiaridades de las naciones y las razas, porque la misma naturaleza nos lo indica." (Libro VI, Capítulo I, página 131)²⁹.

Es fundamental la existencia en dicho tratado de arquitectura del Capítulo I, del Libro VI, titulado 'El clima como determinante del estilo de la casa'. En él, la primera frase comenta: "Si nuestras

⁴⁷ *Arquitectura Solar en la Antigua Grecia. Historia de la Energía Solar.* K. Butti, J. Perlin, Revista Era Solar nº 65 páginas de 19 a 27.

⁴⁸ Marcus Vitruvius, *De Arquitectura.* Ediciones de arte y bibliografía para Unión Explosivos Río Tinto SA. Madrid 1973.

casas particulares han de ser correctas, debemos, desde el comienzo, tomar nota y considerar las circunstancias de países y climas en los que se construyen. Un estilo de casa parece apropiado si ha de ser construida en Egipto, otro en España, otro diferente en el Ponto, otro también diferente en Roma y así sucesivamente en terrenos y países de otras características.”

También habla del tratamiento de luz: “...enseña también la Geometría a hacer que la luz entre en las casas desde la parte del cielo que se escoja, ”; Habla de la adecuación ‘natural’: “ Será también adecuación natural tener luz naciente en los dormitorios y en las bibliotecas, luz poniente en las ventanas de los baños y en las habitaciones de invierno y luz del norte en las galerías de pintura ...” (Libro I, Capítulo I, La educación del arquitecto, página 10).

Como estudioso de la arquitectura habla de la orientación de las habitaciones: “Explicaré ahora cómo los propósitos especiales de las diferentes habitaciones requieren diferentes orientaciones, adecuadas al uso a que se destinan según las partes del cielo”, (Libro VI, Capítulo IV, La orientación de las habitaciones, página 138), y de acuerdo con la tradición griega dedica gran parte de este tratado al estudio del sol, principal instrumento de la arquitectura que permite el control ambiental de la misma.

Por otra parte Vitrubio afirma: “Cualquier cosa que se construya ha de ser atendiendo a la solidez, a la función que desempeña y a la belleza.” (Libro I, Capítulo I, La educación del arquitecto, página 12).

Tener en cuenta los aspectos climáticos y del lugar atenderá por tanto a estos criterios. Los materiales elegidos y dispuestos de manera adecuada atenderán a la solidez del edificio, su idoneidad climática atenderá a su función y su adecuación estética atenderá a criterios culturales y antropológicos. Atender a criterios medioambientales será también, por tanto, atender a la esencia de la arquitectura y se hace necesario un profundo conocimiento de la naturaleza para poder alcanzar la solidez, la funcionalidad y la belleza.

Modernismo

En relación a la arquitectura modernista resulta interesante comentar el caso del Arquitecto Antoni Gaudí. Éste a pesar de ser muy parco en sus escritos y no haber participado nunca en conferencias u otros eventos en los que explicara expresamente sus intenciones arquitectónicas, sin embargo, nos ha dejado plena evidencia en sus obras de su preocupación por ciertos aspectos de nuestro interés. Se habla del Gaudí de la luz o el Gaudí de la ventilación, debido a que en sus múltiples obras estos aspectos siempre estuvieron muy cuidados y hacía siempre evidente su importancia.

En este sentido podemos comentar cómo en conversaciones con el ingeniero Mariano Rubió sobre la posible construcción por parte de este de un pabellón al que llamaría Palacio de la Luz, “Le dijo que este nombre lo encontraba presuntuoso, porque cuando saliera el sol el Palacio y la iluminación artificial quedarían en ridículo y al nivel de los demás pabellones, los cuales seguramente no estarían a oscuras”⁴⁹



Fig.3 - Constelaciones del Equinoccio vernal al del otoño, y algunas constelaciones boreales y australes.

⁴⁹ Conversaciones con Gaudí, Cesar Martinell Brunet, Ediciones Punto Fijo. Barcelona 1969.

Actualmente se está realizando un estudio exhaustivo sobre el Parque Güell, según el cual podría existir también un Gaudí del Agua. En las numerosas visitas que el arquitecto realizó durante la construcción del parque (entonces urbanización de lujo) para publicitarlo, nunca comentó las obras de infraestructura que estaba realizando en el mismo, sin embargo, los numerosos elementos que constituyen el parque parecen ser un perfecto sistema de captación de aguas.⁵⁰

Esto resulta muy interesante ya que al monte en el que se construye el Parque Güell se le llamaba la 'montaña pelada', es decir, sin vegetación y tras los sistemas incorporados por Gaudí coza actualmente de un bosque bien poblado.

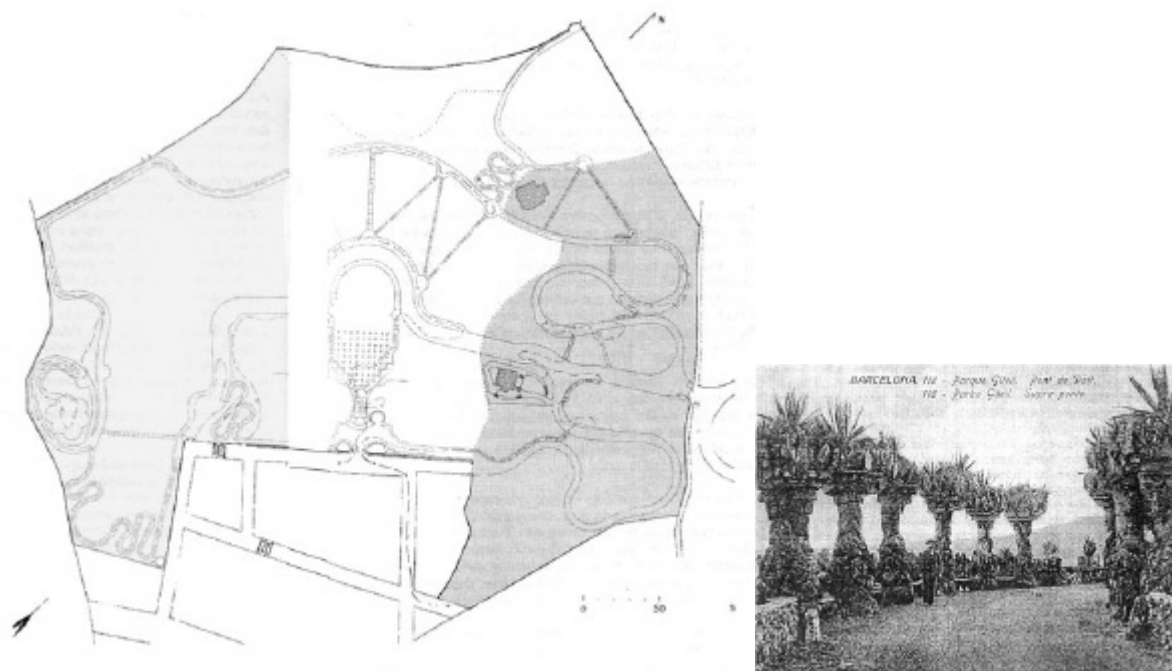


Fig. 4 - Cuencas del Parque Güell

Movimiento Moderno

Las referencias hasta ahora comentadas explican cómo desde la antigüedad los temas medioambientales estaban presentes en la transmisión del conocimiento sobre arquitectura. De igual forma, en el siglo pasado (siglo XX), nuestra referencia arquitectónica más reciente, estos temas seguían igualmente vigentes a pesar de estar a veces enmascarados por otras preocupaciones arquitectónicas de diversa índole.

Walter Gropius (1883-1969), fundador de la Bauhaus en 1919, cuna del movimiento moderno, adocrinador acérrimo del sentido funcionalista de la arquitectura y precursor de la arquitectura internacional (aclimática, sin localización), en su casa construida en Massachusetts, Estados Unidos, hace gala de su manera de entender el lugar, el clima y el medio al que concede la mayor importancia.

Esta casa, una de las más visitadas y conocidas de la historia de la arquitectura moderna, emblemática en su estilo y criterios funcionalistas, es sin embargo igualmente, un ejemplo de la adecuación de la arquitectura al medio.

⁵⁰ El Parque Güell. Esta guía fue escrita por Claudio da Silva, Albert Cuchi e Isaac López Caballero, con motivo del paseo por el Parque Güell del arquitecto Pietro Laureano en ocasión de su visita a la Escuela de arquitectura del Vallés. Se reedita con motivo de la visita de los congresistas del EESD 2004. Barcelona 30 de Octubre de 2004. Traducción al Castellano: María López de Asiain Alberich

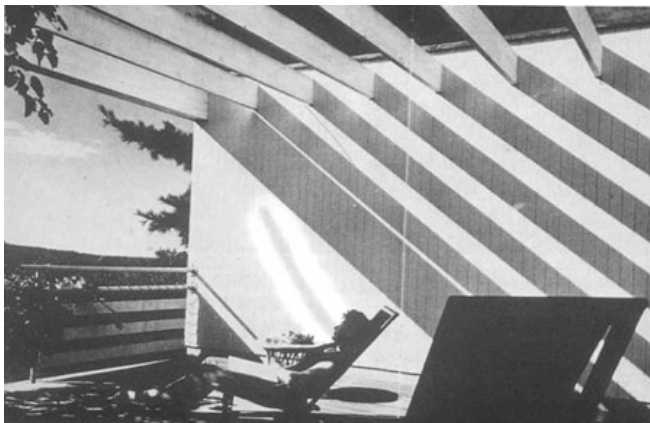
Temas medioambientales a los que Gropius no parece que hiciera referencia explícita en sus clases (o al menos no nos ha llegado semejante aclaración hasta nuestros días), están sin embargo reflejados y claramente definidos en esta casa.

Resulta en este sentido muy interesante transcribir aquí el relato de Ise Gropius (1977), esposa del mismo, en el que explica la casa con multitud de comentarios, haciendo explícito el interés tanto de ella como de su marido por el estudio de las condiciones ambientales y climáticas del lugar antes de acometer las decisiones de diseño pertinentes para la construcción de la casa.⁵¹

“...Durante los siguientes meses hicimos muchos viajes a lo largo de Massachusetts, New Hampshire y Vermont para estudiar el encantador y viejo estilo colonial de las casas que por aquel entonces ocupaban casi exclusivamente el campo de Nueva Inglaterra. Estaba impresionado con los cambios que se hicieron para adaptar el estilo inglés georgiano al clima y a los recursos americanos.... Planeó incluir en su propia casa algunas de estas exitosas características que también eran válidas contribuciones para vivir bajo una de las más extremas y difíciles condiciones climáticas del mundo.”

“... Y decidimos que plantar árboles era exactamente igual de importante que diseñar la casa que iba a estar expuesta al implacable impacto del sol y el viento con temperaturas entre 6° bajo cero a 106° sobre cero (Fahrenheit).”

“Cada tarde deambulábamos para ver la puesta de sol desde nuestra nueva propiedad y pensábamos la orientación de las ventanas para sacar el mayor partido posible de las vistas y de la luz.”



16

68 Baker
Bridge Road,
Lincoln, MA
01773 (617)
259-8843

June 1
through Oct
15, Fri to
Sun, 12-5.
Nov 1
through May
30, Sat, Sun
on the first
full weekend
of the month,
12-5 \$3.00

Gropius House

1937-38



The Gropius House was the family home of architect Walter Gropius (1883-1969) and was the first building he designed upon his arrival in the U.S. in 1937. Director of the Bauhaus in Germany from 1919-28, Gropius is recognized today as one of the most innovative and influential architects of the century. In this house, he used components available from catalogues and building supply stores in a manner that was revolutionary in appearance and expressed Bauhaus principles of function and simplicity. To cite just one example, the traditional white-painted clapboard of New England can be found on the inside rather than the exterior and is placed vertically instead of horizontally. The house is exhibited complete with works of art, furnishings made in the Bauhaus workshops and brought from Germany, and objects acquired in this country.

Route 2 to 126 south to left on Baker Bridge Road; or Route 95/128 to Trapelo Road exit; continue west on Trapelo Road; cross Lincoln Road onto Sandy Pond Road; turn left onto Baker Bridge Road.



Fig. 5 - Casa Gropius. Boston.

⁵¹ Gropius, Ise. History of the Gropius House. Historic Houses in New England Society for the preservation of New England Antiquities. Non Profit Organization. Boston, Massachusetts. Primavera 1977, pag 20. Artículo no publicado (panfleto).

“En invierno las ventanas del comedor y del salón hacia el sur y el oeste permitían que el sol penetrase a ambas habitaciones, en abundancia, de tal modo, que en los días claros cualquier calor artificial podía ser suprimido durante las horas del mediodía, incluso en los días del frío enero. En verano, por otra parte, con el sol en una posición mucho más alta, a estas habitaciones les da sombra un alero en la segunda planta...”

Como hemos comprobado, en este escrito se hace referencia continuamente a la importancia que Ise y Walter Gropius daban a los aspectos climáticos y medioambientales en la arquitectura. Y quizás la mejor manera en la que han podido transmitirlo ha sido esta, con la muestra de su propia casa, ya que la teoría arquitectónica de la época se centraba en otras cuestiones bien diferentes y estos temas podían darse por conocidos y dominados.

Parecido es el caso del arquitecto Gunnar Asplund (1885-1940) quien presenta siempre en su obra la patente y estrecha relación que mantiene con el entorno y la naturaleza y que según sus propias palabras expresa este deseo: “...al dejar entrar la luz del atardecer con su cielo azul oscuro y sus mil lucecillas llegará con su encanto hasta los danzantes o a los que sentado saborean una copa. No hay que dejar perder la proximidad con la naturaleza, ...”⁵²

Entre los numerosos escritos sobre teoría de la arquitectura de mediados del siglo XX podemos destacar también el documento con el que Oswald Matias Ungers y Reinhard Gieselmann, ‘Para una nueva arquitectura’ (1960), abogan por la concreción de la figura profesional del arquitecto y en él expresan, refiriéndose a la arquitectura academicista, cómo:

“La relación con el medio ambiente se establece de forma programática y por tanto sin tensión. Esta falta de vitalidad produce un vacío espiritual. En vez del vivo conflicto entre el individuo activo y su medio ambiente surge la esclavización espiritual a través de la dictadura del método”.

“La arquitectura es una penetración vital en un medio ambiente complejo, misterioso, evolucionado y elaborado. Su misión creadora consiste en dejar clara la función, organizar lo existente, destacar y valorizar el lugar. Constituye un constante reconocimiento del ‘genius loci’, del que nace.”⁵³

Ralph Erskine es otra de las figuras arquitectónicas clave en el desarrollo y divulgación de la arquitectura medioambiental. Arquitecto comprometido con los temas sociales, siempre planteó los retos culturales, sociales y regionales como sentido y base del proyecto arquitectónico. Así el clima es determinante de la configuración espacial en todos sus proyectos.

Se puede decir que sus bocetos y esquemas son claros ejemplos de sus intenciones y criterios arquitectónicos y configuran un material de difusión aun más interesante que sus propios escritos. A continuación se presentan algunos de ellos.

⁵² Gunnar Asplund, Arquitecto. Hakon Ahlberg, Colección de Arquitectura, Comisión de Cultura del Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos, Consejería de Cultura del Consejo Regional. Murcia 1982.

⁵³ Para una nueva arquitectura. Oswald Matias Ungers y Reinhard Gieselmann, dentro del libro Programas y Manifiestos de la Arquitectura del Siglo XX, de Ulrich Conrads. Editorial Lumen, Barcelona, 1973. Pág. 260 y 261.

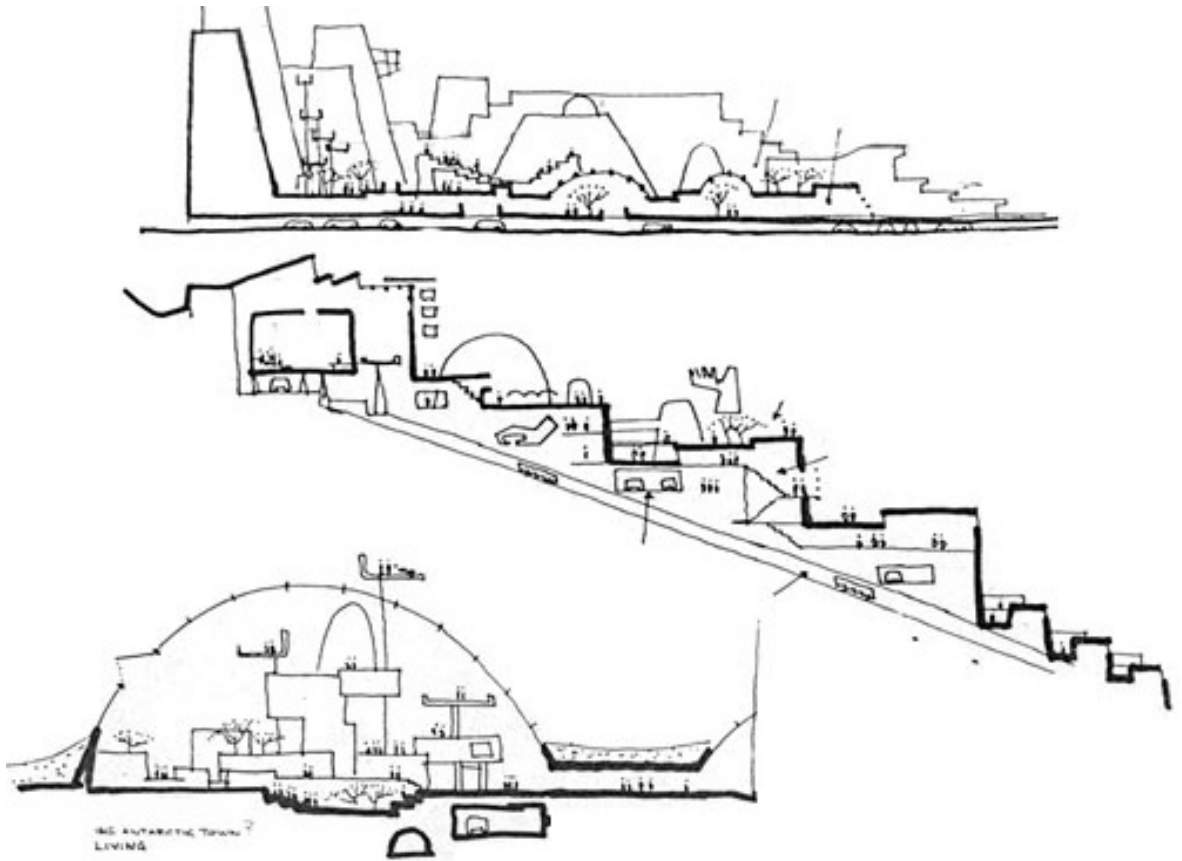


Fig. 6 - Secciones urbanas a nivel o en terreno en declive, con centro urbano abovedado para el Círculo Polar Antártico

También podemos hacer referencia explícita a algunos de sus escritos como en el que creó 'una gramática arquitectónica para altas latitudes', que presentó en la reunión del Team 10 en Otterlo.⁵⁴

" Una gramática arquitectónica para altas latitudes"

a) El frío. El frío exige que los nuevos edificios tengan un espacio envolvente y una superficie mínima. Bajo una envoltura común deben reunirse muchas funciones diferentes para economizar calor y realizar tareas comunitarias si es oportuno. En invierno debe haber rutas de circulación alternativas, abiertas y cubiertas.

b) El periodo más cálido. Su breve duración despierta un intenso deseo de experimentar la libertad estival y de participar en actividades veraniegas durante las pocas semanas en que es posible.

c) La nieve. Los problemas de la acumulación necesitan de la formación aerodinámica de ciudades y edificios, de protecciones, de espacio para las máquinas, de la recogida y de zonas de vertido, con controles de las nevadas y comprensión de la estética de la nieve.

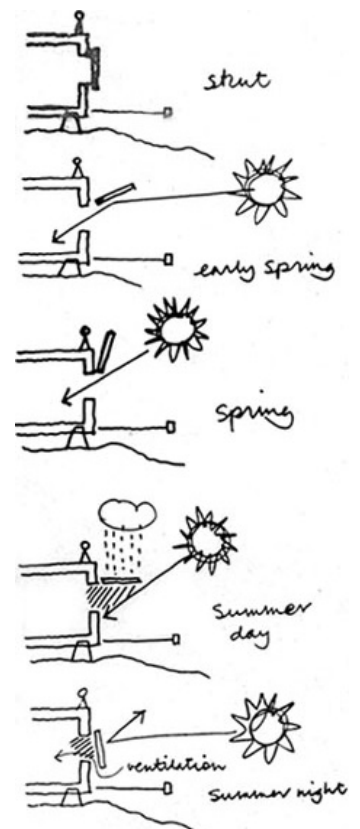


Fig. 7 - Dibujos de una ventana y contraventana variable para el Ártico

⁵⁴ Peter Collymore, Ralph Erskine. Editorial Gustavo Gili, Barcelona, 1983.

d) Terrenos helados. En latitudes bajas, el terreno tiene un clima más regular que el aire y se lo debe utilizar para contribuir a proteger los edificios. En latitudes elevadas, la inestabilidad termal de la capa del gelisuelo puede significar que es mejor levantar los edificios por encima del nivel del terreno.

e) La luz. Los extremos de la luz estival y la oscuridad invernal provocan tensión psicológica. Es necesario, de noche, atenuar el constante sol de verano y excluir el frío en invierno mediante una ventana especial, como la que aparece en la ilustración. La iluminación exterior y el reflejo de la nieve reducen la continua oscuridad invernal. El ángulo bajo del sol influye en la forma de las ciudades y los edificios.

f) El viento. El movimiento del aire frío produce intensas incomodidades y la protección contra el viento se vuelve fundamental. En cambio el movimiento del aire estival controlado dispersa los mosquitos. En el diseño de edificios aerodinámicos (por ejemplo de bordes redondeados) puede utilizarse el viento para despejar la nieve y no permitir que se amontone en lugares inconvenientes, por ejemplo en caminos o entradas. La estética de la nieve debe formar parte de la experiencia nortea.

g) Drenaje del aire. En los climas muy fríos suele haber una relativa calma. El aire frío puede drenarse hasta zonas bajas y cavidades del terreno, o a poblaciones o edificios situados a bajo nivel, provocando grandes molestias. debe evitarse el drenaje del aire frío, mediante el correcto emplazamiento y forma de los edificios sobre pendientes de cara al sur y en solares donde el aire frío pueda drenarse hasta niveles aun mas bajos.

h) Calor / radiación solar. El calor solar siempre es un elemento positivo en la escena ártica, excepto durante el sol nocturno de verano, momento en que puede ser indeseablemente caluroso y causar dificultades en caso de ventanas orientadas al norte. Las cuevas y paredes de cara al sur son una fuente de bienestar y una ventaja para la economía calórica; también proporcionan sombra de noche. La radiación solar también puede usarse como recurso energético.

i) La fauna. El desierto presenta durante todo el año la posibilidad de cazar, pescar y realizar actividades al aire libre. En verano es necesario controlar la plaga de insectos mediante tejidos de malla y el estímulo del movimiento adecuado del aire.

j) La vegetación. En invierno yacen esqueletos estériles en la nieve; en verano todo es verde y en otoño, rojo. Las limitaciones botánicas y la sensibilidad de la zona han sido erróneamente interpretadas y se han realizados intentos mal orientados para mejorar, proteger y ofrecer un tratamiento formal a los jardines exteriores e interiores.

k) El microclima. Como ya hemos señalado, los asentamientos deben emplazarse en las laderas de cara al sur para aprovechar los rayos solares de ángulo bajo de primavera y otoño y evitar el drenaje de aire frío a valles y hondonadas. Pero también debería orientarse de cara al sudeste, para atrapar la radiación de las primeras horas de la mañana, que suaviza el frío aire nocturno, y aprovechar el sol del sudoeste para las actividades vespertinas. No debe olvidarse que los norteaños disfrutaban del sol de medianoche.⁵⁵

En estas, sus palabras, se pone de manifiesto la importancia que el arquitecto da al control del clima desde la arquitectura y cómo relaciona y tiene en cuenta los criterios medioambientales que deben configurar la arquitectura.

⁵⁵ Peter Collymore, Ralph Erskine. Editorial Gustavo Gili, Barcelona, 1983.

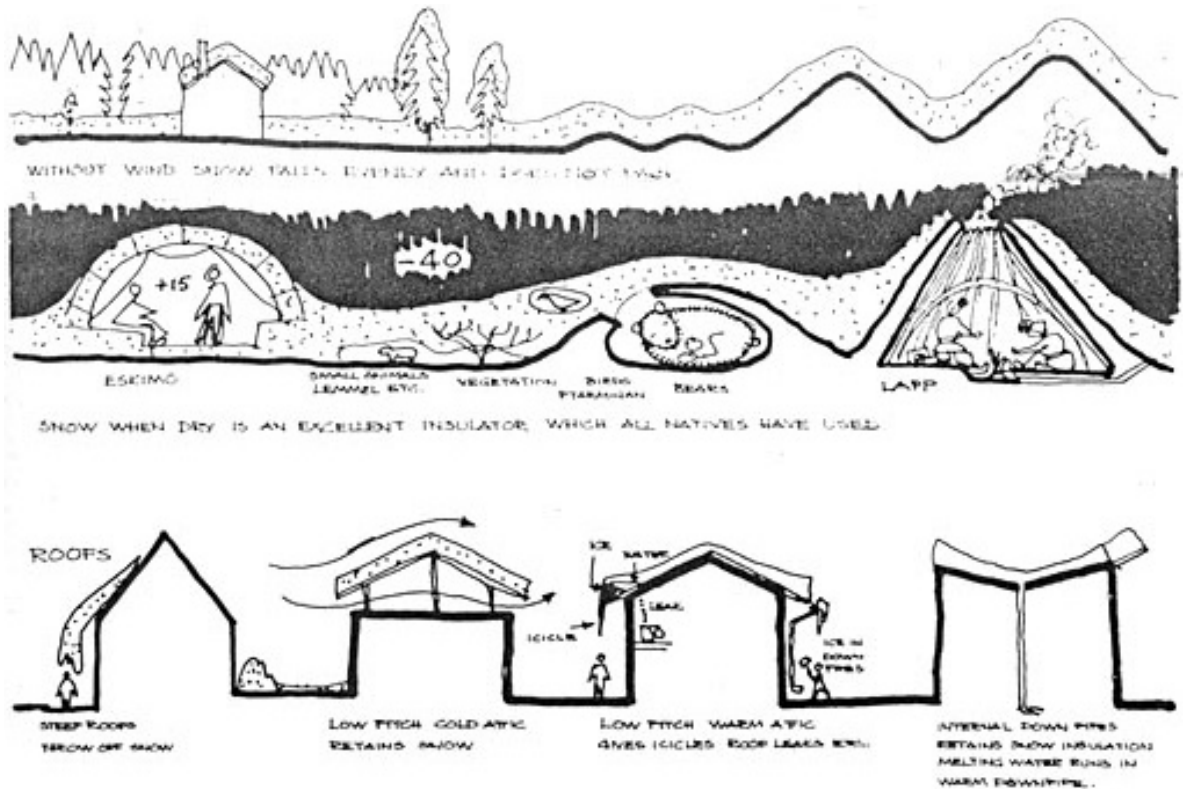


Fig. 8 - Esquemas de Ralph Erskine, dibujos que ilustran el aislamiento de la nieve, los problemas con diversos tipos de techo y la evacuación de la nieve de los caminos.

Otra pareja de arquitectos que aboga explícitamente por la importancia de los temas medioambientales son Peter y Alison Smithson, quienes en su obra de Upper Lawn⁵⁶ hablan de las condiciones bioclimáticas del habitar desde una perspectiva más personalizada y vitalista. En esta obra construyen un pabellón de fin de semana para observar las estaciones, el paso del tiempo y el cambio, cómo este afecta al edificio y sobre todo, a la manera de vivirlo.

"En un intento de crear una casa bioclimática sencilla, en la que poder abrir las zonas de servicio de la planta baja a las antiguas áreas pavimentadas del jardín y poder cerrarlas rápidamente cuando cambie el tiempo..."

"Para descubrir lo que es vivir todo el año en Inglaterra en una casa con fachadas de vidrio al Sur, Este y Oeste y comprobar si puede obtenerse la mayor parte del año suficiente calor solar como para compensar en cierta medida las pérdidas térmicas".

"La casa se halla situada en un paisaje inglés del siglo XVIII con la deliberada intención de disfrutar de sus placeres y su historia y de someterse a sus estaciones, admitiendo la melancolía que la quietud y dichos cambios estacionales pueden entrañar."

"El pabellón fue proyectado como un aparato cuyo esquema de habitabilidad podía variar con el tiempo... una distribución de habitaciones y pequeños espacios de jardín que irían sintonizando con el paso de las estaciones, con los cambios en la utilización familiar, con las

⁵⁶ Upper Lawn: Folly Solar Pavillion. Alice y Peter Smithson. Ed. Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, 1986.

variaciones en la sensibilidad porque **Upper Lawn** era un aparato con el que experimentar cosas en uno mismo.”

“Fue allí donde exploramos los pequeños ajustes, los adornos temporales, la invención de aquellos signos de cambio que mas tarde llegaríamos a reconocer como **la necesaria labor de la cuarta generación** del Movimiento Moderno.”

Las condiciones bioclimáticas del habitar se hacen objeto de aprendizaje y por tanto generan necesidad de espacio habitable. Se aprende de las situaciones climáticas, del lugar, de la relación entre arquitectura y medio.



Fig. 9 - Upper Lawn, Alison y Peter Smithson (primavera, otoño, invierno).

Sobre el arquitecto Alvar Aalto no es necesario hacer mayores comentarios, toda su obra se centra en la compenetración y relación con la naturaleza y el entorno. Resulta especialmente interesante la cita a continuación, la cual pertenece a un artículo publicado por la revista DOMUS en 1930 y titulado "Nuestro alojamiento, un problema".

Dice así:

"Los elementos biológicos de la vida humana son, entre otros, el aire, la luz y el sol.""La luz y el sol. En una situación límite no se pueden obtener con cualquier orientación. La luz y el sol son necesidades tan fundamentales que es necesario crear otra situación diferente a la actual, donde las cosas se hacen de cualquier manera.

La norma no será solamente tener sol en la vivienda, además la exposición estará calculada en función de la orientación.

El sol es un tipo de energía pero es sólo si la utilizamos de manera racional cuando ejerce una influencia positiva sobre el conjunto biodinámico constituido en el interior de la vivienda por la vida de la familia y del individuo. En un apartamento de 50 m² no podemos, bajo este aspecto, ni abandonarnos al azar ni a lo que salga; no podemos prescindir de la energía vital del sol y de la luz. Debemos también, con precisión, eliminar los daños suscitados por uno u otra en condiciones desfavorables."

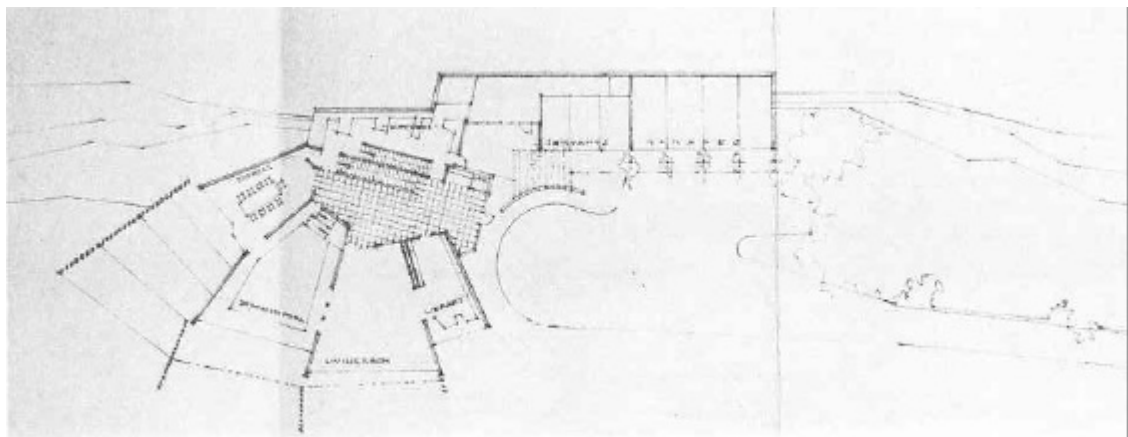
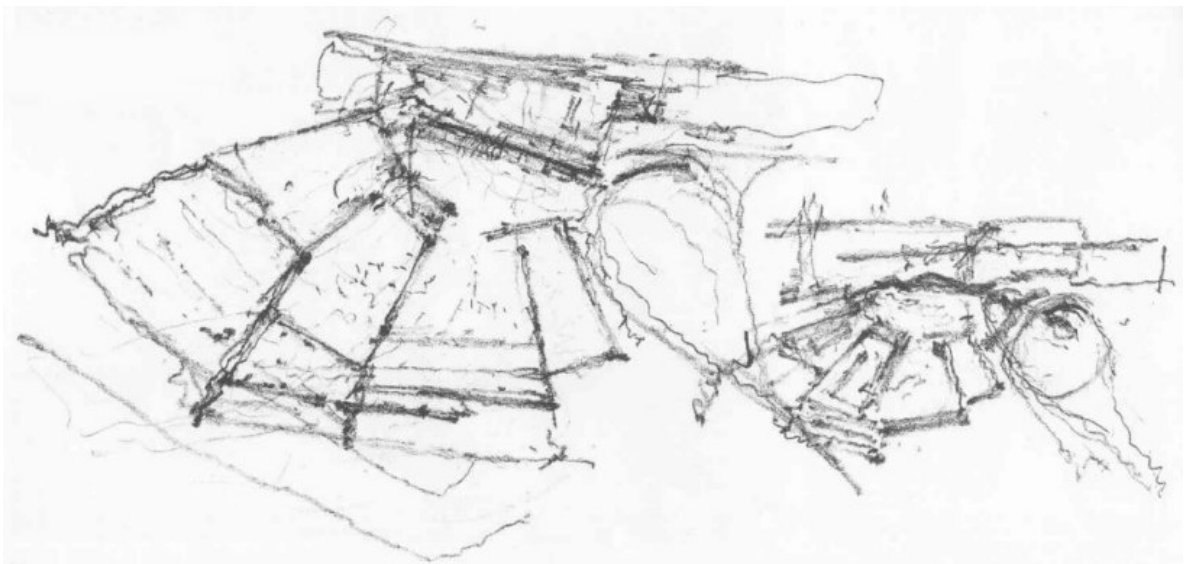


Fig. 10 - Boceto inicial y plano planta baja de la casa Vila Erica, cerca de Turin Italia. Proyecto 1967.⁵⁷

⁵⁷ Alvar Aalto, proyecto y obras de los últimos años. A.V. Editorial Gustavo Gili, Barcelona 1982.

Por último, es necesario hacer referencia a una figura que ha marcado la arquitectura contemporánea no sólo con su obra, sino también con sus numerosos escritos, Le Corbusier. Éste, sin haber realizados los estudios de arquitectura llegó a ejercer mucha influencia en la misma y entre los futuros jóvenes arquitectos de la época a través de sus obras de conocida importancia y a través de sus escritos de gran elocuencia.

Así, desde el punto de vista que nos atañe podemos destacar varios de sus escritos. En 'la vivienda del hombre', podemos encontrar referencias no sólo personales sobre temas medioambientales, sino también de otros autores de su interés. "El hombre es un producto de la energía solar. (DE BROGLIE.)", en la pág 7 de dicho libro, o según sus propios dibujos y escritos, en esta misma página podemos destacar :

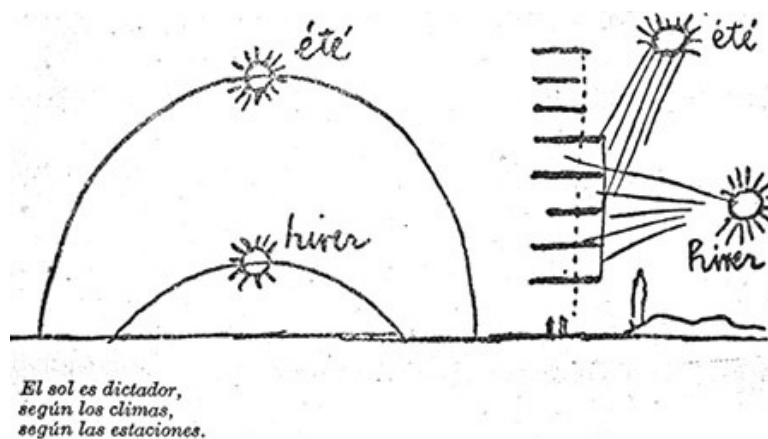
"No es el viento quien ha inclinado los árboles; es que han respondido a la llamada de la luz."



Fig. 11 - No es el viento quien ha inclinado los árboles; es que han respondido a la llamada de la luz.

También realiza comentarios determinantes como el siguiente: "Según la jornada solar sea respetada o no, los hombres conocerán la vida alegre o la vida triste..." en los que afirma claramente la importancia determinante de las condiciones solares para la alegría en la vida de los hombres, para la habitabilidad.

"...Es, inmediatamente, restituirle el principio y la llave, que es el Sol. Restitución integral bajo su doble aspecto: el ciclo de las veinticuatro horas y el resplandor del día."⁵⁸ "El ciclo de las veinticuatro horas y el resplandor solar pueden, por sí solos, enseñarnos a construir."



⁵⁸ *La vivienda del Hombre*, François de Pierrefeu y Le Corbusier, Espasa Calpe, Madrid 1945.

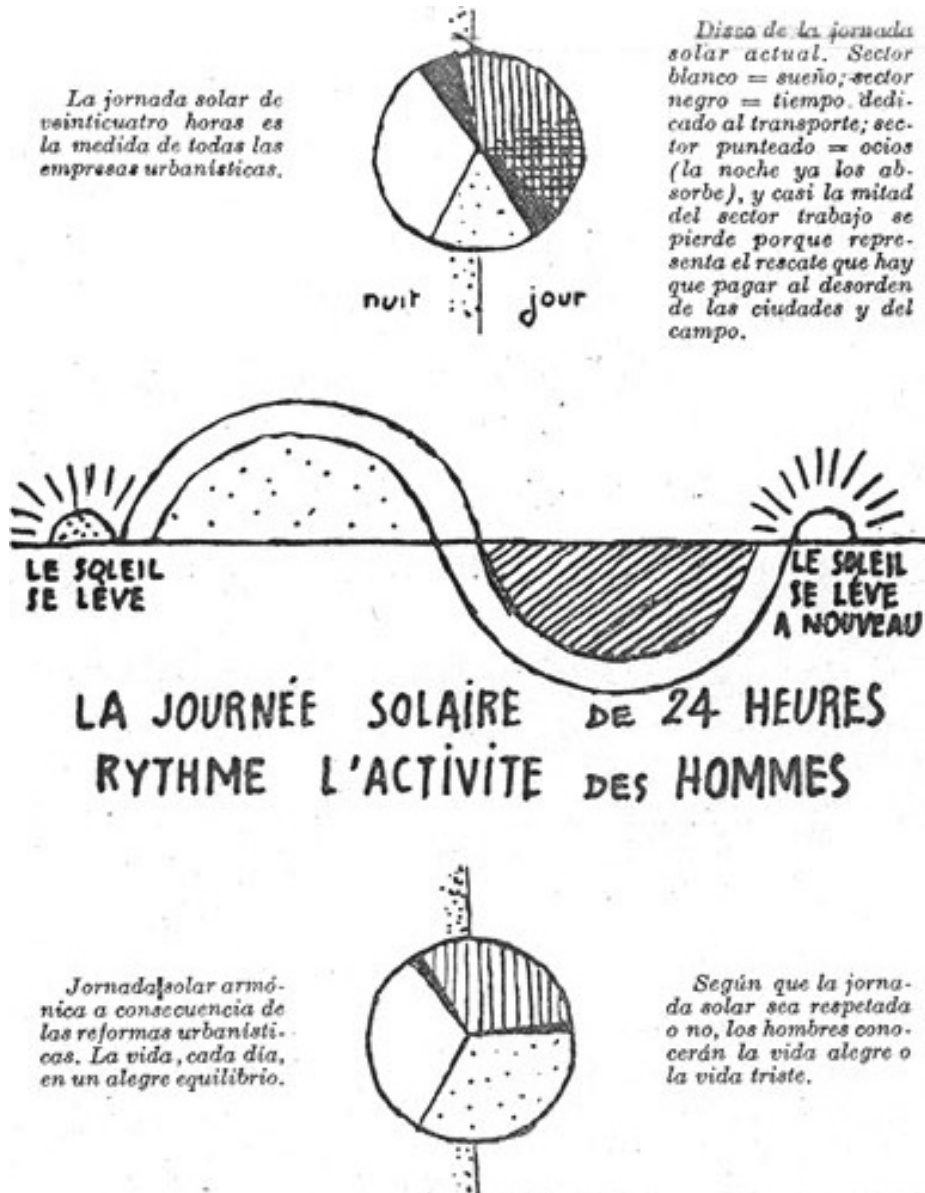


Fig. 12 - El día solar de 24 horas.⁵²



Fig. 13 - Sol, espacio, verdor, 'alegrías esenciales'
En las cuatro estaciones, los árboles, amigos del hombre. Grandes bloques de inmuebles se colocan en la ciudad. ¡Que importa! están tras la fronda de los árboles.⁵²

Igualmente, en el libro 'Mensaje a los Estudiantes de Arquitectura' vuelve a hacer referencia a este tipo de aspectos y a incidir en la importancia del control solar y climático.

"El cielo domina, sobresaliendo sobre todas las cosas, el cielo que es el cielo de un clima. El ángulo de incidencia solar sobre el meridiano impone condiciones fundamentales al comportamiento de los hombres.... Considero natural la aspiración del hombre a la luz. En un clima templado, no temería ver afluir rayos de luz y el sol mismo en la vivienda."⁵⁹

Y refiriéndose a su proyecto para Argel dice:

"He remitido en 1942 al prefecto de Argel un plan director de la ciudad y de su región..." "... El conjunto poseía, sin embargo, en una realidad arquitectónica, las condiciones climáticas de Africa del Norte, las condiciones panorámicas del lugar, (el mar, el Sahel, los montes de Kabilia, el Atlas), las condiciones topográficas de la región. Elementos arquitectónicos suficientemente apoyados sobre las realidades de la naturaleza para poder servir de soporte a una legislación...." "...En concordancia con el sol nord-africano, ...su sumisión a la ley solar otorgaría a nuestras proposiciones un parentesco indiscutible con las arquitecturas tradicionales árabes."

Finalmente es interesante la referencia:

" ...terreno y volumen construido. El volumen construido es el caparazón del caracol: el terreno, es la huerta donde nuestro hombre-caracol encuentra sus alimentos materiales y espirituales. El hombre y su ambiente. "

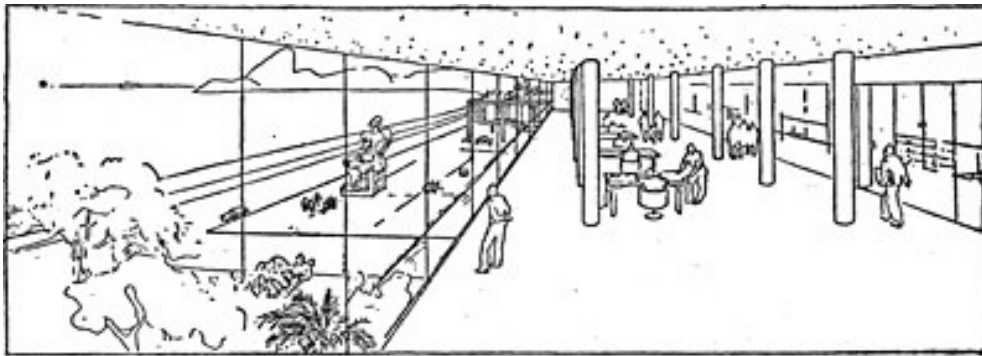


Fig. 14 - El pacto extiende sus efectos a los lugares de trabajo. La Naturaleza ilumina las horas de labor.

En este capítulo se ha puesto en evidencia, sin pretender ser exhaustivos, la importancia que los temas medioambientales han tenido a lo largo de la historia para multitud de arquitectos maestros de la arquitectura, pero lo que nos parece más importante es cómo han intentado mediante escritos o diseños concretar sus criterios en relación a estos temas, y transmitirlos a lo largo de la historia.

En la actualidad numerosos estudiosos, arquitectos y científicos han tomado el relevo y prodigan cada vez con mas ímpetu y constancia la importancia de estos criterios frente al reto de un desarrollo sostenible del planeta. No olvidemos por tanto nuestras referencias y nuestro pasado pues siempre será fuente de sabiduría; debemos seguir recorriendo el camino trazado, ya que el olvido del pasado nos puede hacer retroceder en nuestro camino.

*"El medio, el clima, el lugar, han ido conformando al hombre y a su desarrollo cultural, y son la más segura referencia para la construcción de una Historia de la Arquitectura."*⁶⁰

Jaime López de Asiain Martin

⁵⁹ Mensaje a los Estudiantes de arquitectura, Le Corbusier. Ediciones Infinito. Buenos Aires. 1961.

⁶⁰ Arquitectura, Ciudad, Medioambiente, Jaime López de Asiain, Universidad de Sevilla, Consejería de obras Públicas y Transporte. Sevilla 2001. Pág. 100.

III. 2 - Estado del arte

Según el estudio realizado por diversos medios (papers, artículos, páginas web, etc....) se ha llegado a la conclusión de que los temas medioambientales en términos generales, aun no han sido incorporados de manera completa en casi ninguna escuela de arquitectura (con estructura semejante a las escuelas de arquitectura españolas), aunque, sin embargo, si hace años que se vienen realizando acercamientos a estos temas desde muy diferentes disciplinas dentro del marco de la arquitectura de manera aislada y no determinante en numerosas universidades.

Tras el estudio realizado el panorama que se presenta resulta:

III. 2.1 - Universidades con el currículum de la facultad de arquitectura con temas Medioambientales totalmente incorporados.

- o Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría. La Habana. Y Universidad de Camagüey. Cuba.

En el currículum de las facultades de arquitectura de estas universidades los aspectos medioambientales están muy integrados. Esta integración se viene desarrollando desde los años 60 en que la primera asignatura se implantó (física) hasta estos últimos 10 años en que los temas se han dirigido también a asignaturas urbanas y sobre todo proyectuales.

Existen ciertas asignaturas que por sus características los desarrollan más claramente (en términos de programa de estudios) pero en general todas ellas participan plenamente de estos conocimientos. Así, están las asignaturas de Acondicionamiento Ambiental (en varios cursos) que tratan los problemas de acondicionamiento ambiental, tanto natural como artificial (Instalaciones y equipamiento de edificios), microclima urbano y conocimiento de algunas ecotécnicas, como es el caso del uso de fuentes renovables de energía, el manejo del agua, etc.. , Otras como Comunicación (Dibujo), Estructuras, Computación, Teoría e Historia, no lo abordan tan directamente, pero en la asignatura de Proyectos, base de cualquier facultad de arquitectura siempre se han planteado estos temas como fundamentales.

Por otro lado hemos de tener en cuenta que las características socio-políticas y culturales del país no han permitido un desarrollo tecnológico comparable al de otros países europeos y esto podría ser motivo de un planteamiento medioambiental que no siempre tuviera en cuenta nuestro contexto económico, social y cultural.

- o Manchester University. School of Architecture. Bioclimatic Architecture Unit. UK.

En la escuela de arquitectura de la Universidad de Manchester existe una línea curricular Medioambiental que se constituye en especialización, esta unidad viene desarrollándose desde 1994. La facultad desarrolla dos tipos de títulos. El primer título "Degree of Bachelor of Arts with Honours in Architecture", de tres años y el segundo, "Bachelor of Architecture", de dos años, éste último sería el específico que da el título oficial de arquitecto para ejercer la profesión y es continuación de los estudios del primero, para acceder a este segundo se debe realizar un año completo de trabajo en la profesión. El BA, consta de un año de introducción a los temas arquitectónicos, el segundo y tercer año se realizan dentro de la estructura de un "College".

Existen cuatro College diferentes, "Materiality; Bioclimatics; Landscape and Urbanism; Continuity and Change, y cada uno tiene dos unidades didácticas independientes. Se da

la opción al estudiante de elegir cada año uno de estos College y podrá cambiar al año siguiente o permanecer en la misma especialización. En los dos años del título de Barch también se mantiene esta estructura o especialización.

Dentro del Bioclimatic College existen dos unidades didácticas que se desarrollan paralelamente:

SYNERGISTIC. Se basa en la proposición de que "el lugar" viene determinado por las condiciones naturales y climáticas que lo rodean. La arquitectura se desarrollará en función de sus relaciones con este medio natural.

SYNAESTHETICS. Se basa en la proposición de que el "lugar" es una interpretación de nuestra psique en función de las condiciones del entorno que nos rodea. La arquitectura se basará entonces en la manera como afrontamos esta interpretación del entorno.

Tras un estudio mas profundo se llega a la conclusión de que los estudios de arquitectura impartidos por esta Universidad no concuerdan con los actuales estudios españoles ya que carecen de un gran cantidad de contenidos técnicos considerados fundamentales con lo que su estudio sería realmente parcial.

o Kitakyushu University. Japón.

Esta universidad acaba de establecer en abril del 2001 un nuevo curriculum basado plenamente en la integración de la temática medioambiental.

No se han conseguido datos concretos sobre dicho programa de estudios, pero por las características de la Universidad parece que desarrollaría un curriculum más próximo a la ingeniería civil que a la arquitectura.

o Universidad Católica de Louvain. Bélgica.

La facultad de Arquitectura de esta universidad se plantea la carrera como tres años de estudios, (seis cuatrimestres) de los cuales algunas asignaturas son obligatorias y otras opcionales , (a partir del cuarto cuatrimestre) éstas determinan la especialidad del futuro arquitecto. Posteriormente se realizarán diversos ejercicios proyectuales que culminarán con el desarrollo de un proyecto fin de carrera.

Los cursos y ejercicios de proyectos se agrupan en cinco materias que forman un tronco común: concepción y composición, arquitectura, ciudad y territorio, estructuras y materiales, construcción y física aplicada, climatología, equipamientos y desarrollo sostenible. A partir del cuarto cuatrimestre el alumno elige uno de estos temas y esta orientación completa el tronco común de materias que desarrollarán los estudiantes hasta el final del programa e inclusive el proyecto fin de carrera.

Tras los estudios específicamente realizados en esta facultad de arquitectura se concluye que prácticamente la totalidad del curriculum incorpora los temas medioambientales.

Además, por las características del programa de estudios se puede comprobar como éste es muy semejante en contenidos al de las escuelas españolas con lo que podría ser un tema de estudio realmente interesante.

o College of Environmental Design, University of California, Berkeley.

Esta facultad de arquitectura tiene un sistema similar al que presenta la facultad de arquitectura de Manchester. La enseñanza de grado de "Bachelor of Arts in Architecture", consta de cuatro años. Está desarrollada introduciendo temas medioambientales pero no se centra específicamente en ello. Por otro lado, existe un Centro de Investigaciones

Medioambientales y un Departamento de Ciencias Constructivas que sí desarrollan estos temas más a fondo y participan de la docencia de grado.

También por supuesto se desarrollan muchas investigaciones y programas a nivel de postgrado tal y como se indica posteriormente.

Igual que en el caso de la Universidad de Manchester el programa de estudios no es suficientemente semejante al español por lo que el estudio de este caso en profundidad resultaría parcial.

- Faculty of Architecture, Building and Planning, University of Melbourne, Australia
<http://www.arbld.unimelb.edu.au/Courses/UG/BArch.html> (ultima consulta 18/01/2005)
 Este programa de estudios es muy semejante al programa de estudios inglés, se basa en tres años iniciales, medio año de prácticas y otros dos años completos de estudio para finalizar la licenciatura. Según el estudio realizado incorpora totalmente los contenidos de carácter medioambiental y asegura preparar al futuro arquitecto para el reto de la sostenibilidad en términos generales.

Sin embargo, por el carácter parcial del programa respecto al español, de nuevo los conocimientos en construcción y estructuras son demasiado reducidos, no se puede considerar como objeto de estudio preferente.

III. 2. 2 - Universidades con algunas asignaturas del currículum de la facultad de arquitectura con temas Medioambientales incorporados

- Universidad de Buenos Aires, Argentina.
 En la facultad de arquitectura de esta universidad tan sólo existen algunas asignaturas que introducen la problemática medioambiental.

Sin embargo, bien es cierto que llevan desarrollando estos temas desde los años 80 y que por ser asignaturas de carácter proyectual han permitido un amplio desarrollo en el conocimiento y docencia de estos temas. En concreto son de especial relevancia las asignaturas de "Introducción a la arquitectura solar" e "Introducción al diseño bioambiental" que aportan tanto conocimientos técnicos como conceptuales para el desarrollo y seguimiento de un proyecto arquitectónico.

- Universidad de La Plata, Argentina.
 En la facultad de arquitectura de esta universidad tenemos por un lado numerosas asignaturas de carácter técnico que desarrollan estos temas y una cátedra concreta que los desarrolla en términos proyectuales desde la habitabilidad y no desde el término bioclimático.
- Universidad de la República, Montevideo, Uruguay
 En esta Universidad, desde la Facultad de Arquitectura se han realizado numerosos esfuerzos de introducción de temas medioambientales tanto en los programas de estudio de grado como en cursos de especialización enfocados a arquitectos e incluso docentes de la propia facultad.

Hasta el momento la incorporación de temas medioambientales es incompleta y muy lenta pero se hace patente el creciente interés de todos los miembros de esta comunidad universitaria por ellos.

En este caso resulta de gran interés el estudio de ciertos procesos metodológicos de incorporación de temas medioambientales, al menos como referencia crítica frente a los que se habrán de estudiar mas a fondo.

o University of Sidney Australia.

En la facultad de arquitectura de esta universidad se han introducido hasta ahora los temas medioambientales de una manera colateral, es decir, en numerosas asignaturas pero siempre como anexos formativos y no como base del pensamiento arquitectónico. Actualmente hay varias posturas que están intentando plantear la importancia de estos temas como esencia del pensamiento arquitectónico, como temas troncales sobre los que se desarrollan todos los demás.⁶¹

o Universidades de Brasil.

En términos generales todas las facultades de arquitectura de Brasil tocan los temas medioambientales desde el punto de vista del confort ambiental. Cada una de ellas tiene al menos tres o cuatro asignaturas obligatorias que desarrollan estos temas.⁶²

Sin embargo, existe una gran carencia en el desarrollo de estos temas a nivel proyectual, a pesar de la existencia de los "laboratorios ambientales" donde se realizan experiencias prácticas, estas no son posteriormente consideradas en las disciplinas de diseño arquitectónico con lo que las enseñanzas medioambientales resultan incompletas e insuficientes.

o The Martin Centre for Architectural and Urban Studies. Department of Architecture, University of Cambridge. Reino Unido

En esta facultad se tratan los temas medioambientales en muchas de las asignaturas técnicas y se introducen prácticas proyectuales pero los desarrollos específicos de estos temas se realizan mayoritariamente a nivel de postgrado.

o Oxford Brookes University y University of North London England

En estas dos universidades ocurre lo mismo que en casi todas las inglesas, se han introducido numerosas asignaturas de carácter técnico con temática medioambiental y estas supuestamente rodean y ayudan a las asignaturas de proyectos, aunque siempre desde una postura no demasiado relevante.

o University of Athens. Grecia.

En la Facultad de Arquitectura de esta universidad se desarrollan estos temas pero muy colateralmente, desde las disciplinas de instalaciones y física en general.

⁶¹ Paper de TIA - 2000, (3rd International Conference for Teachers of Architecture, Oxford, UK 9-12 July 2000); " Energy and Environment as Architectural Ideas: Finding a Place for Sustainability in an Architectural Curriculum". B S A Forwood. Department of Architectural and Design Science. University of Sidney Australia.

En realidad todo el paper es un reclamo a la posición lateral que suelen tener los aspectos bioclimáticos en los currículum de las facultades de arquitectura y explica como ellos intentan proponerlo como algo central incluso en el primer curso de carrera.

⁶² Paper de ENCAC 2001 VI Encontro Nacional e III Encontro Latino-americano sobre Conforto no Ambiente Construido São Pedro, SP, Brasil - novembro de 2001. "Análise Crítica do Esino de Conforto Ambiental nas Escolas de Arquitetura" Vianna, Nelson Solano, UNI ABC, Brasil.

- o Facoltà di Architettura. Università degli studi Roma Tre. Italia. En esta facultad, hay un par de asignaturas en las cuales se desarrollan los temas ambientales, estas son : Analisi e Valutazione Ambientale y Illuminotecnica, son casos casi anecdóticos puesto que la Universidad en si no presta atención a estos temas de manera general así que se desarrollan en base a los intereses particulares de ciertos profesores.

En general en Italia el desarrollo de estos temas se centra en programas de postgrado.

III. 2. 3 - Universidades Españolas con algunas asignaturas del currículum de la facultad de arquitectura con temas Medioambientales incorporados

- o Universidad de Sevilla
En la Escuela de Arquitectura de Sevilla, la asignatura de Composición arquitectónica lleva 20 años introduciendo temas medioambientales en su programa aunque con el desdoblamiento de la misma en varios profesores en los últimos años no se puede constatar que esta temática se impartiera igualmente en los diferentes grupos docentes. Por otro lado ,en la actualidad numerosos profesores de esta escuela han mostrado su interés en la introducción paulatina de los temas medioambientales y muchos de ellos han ido introduciéndolos poco a poco por iniciativa propia en diferentes asignaturas del currículum académico.

Por este motivo se considera esta escuela como objeto de estudio de gran importancia para la presente tesis.

- o Universidad Politécnica de Cataluña. Facultad de Arquitectura de Barcelona
Desde la dirección de la Universidad se ha desarrollado la oficina del Plan de Medioambiente que pretende incorporar los temas medioambientales en todos los aspectos de la vida universitaria. Desde esta oficina también se han desarrollado numerosos esfuerzos para introducir los temas medioambientales en distintas licenciaturas, entre ellas las de Arquitectura, tanto en la Facultad de arquitectura del Barcelona como en la del Vallés.
Por ello se considera el caso de estudio de ambas escuelas de arquitectura como muy relevante para la presente tesis.
- o Universidad Politécnica de Cataluña. Facultad de Arquitectura del Vallés
Tal y como se acaba de comentar este caso de estudio es muy interesante para la investigación que nos ocupa por las razones expresadas.

En el resto de Universidades españolas la introducción de temas medioambientales no ha tenido casi importancia hasta el momento. En alguna universidad como la de Madrid, desde su Escuela de arquitectura, se imparte un Master relacionado con estos temas⁶³, pero en general se ponen de manifiesto tan solo a nivel de postgrado.

²⁷ IV Master en Medio Ambiente y Arquitectura Bioclimática. Escuela Técnica Superior de arquitectura de Madrid.

III. 2. 4 - Universidades con programas de postgrado en arquitectura sobre temas Medioambientales

Existen numerosos programas de postgrado dedicados a temas medioambientales en arquitectura debido al gran interés despertado por estos temas en los últimos años. A continuación se realiza una breve reseña sobre programas que llevan décadas trabajando en ellos y que se encuentra totalmente consolidados.

- School of Architecture. Arizona State University. USA.
<http://www.public.asu.edu/~asayyed/intro.html>
- College of Environmental Design, University of California, Berkeley.
<http://arch.ced.berkeley.edu/programs/undergrad/index.htm>
- Architectural Association Graduate School. London <http://www.aaschool.ac.uk/ee/>
- Bologna (l'università di ingegneria) Milano (Politecnico di Milano) ,Torino,Venezia e Roma. Grupo ABITA Italia. <http://www.unifi.it/unifi/abita/corso.htm>
- Faculty of Architecture Building and Planning, University of Melbourne, Australia
<http://www.unimelb.edu.au/>
- Faculty of Architecture, University of Sidney. Australia.
http://www.arch.usyd.edu.au/nwfa/prosp_students/postgrad/energy.html
- Universidad Católica de Lovaina. <http://www-climat.arch.ucl.ac.be/>
- Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid. <http://www.mayab.com>
- Escuela de Arquitectura. UPC de Barcelona <http://www.fpc.upc.es/>
- Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo. Universidad de Buenos Aires.
<http://www2.fadu.uba.ar/cihe/actual.htm>
- London Metropolitan University.
<http://www.londonmet.ac.uk/pg-prospectus-2004/courses/asd/architecture-energy-and-sustainability-msc.cfm>

PAIS	UNIVERSIDAD	CIUDAD	PERSONA DE CONTACTO	INTRODUCCIÓN	CICLO
ARGENTINA	Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo Universidad de Buenos Aires	Buenos Aires.	Silvia de Schiller, schiller@fadu.uba.ar , Martin Evans	PARCIAL INCLUIDO PROYECTOS POSTGRADO	2º 3º
	Facultad de Arquitectura. Universidad de La Plata	La Plata	Gustavo San Juan gustavosanjuan60@hotmail.com	PARCIAL INCLUIDO PROYECTOS	1º Y 2º
AUSTRALIA	Faculty of Architecture Building and Planning University of Melbourne	Melbourne	Darko Radovic d.radovic@architecture.unimelb.edu.au	MUY PARCIAL POSTGRADO, PARCIAL	? 3º
	Department of Architectural and Design Science. University of Sidney Australia.	Sidney	Steven Szokolay s.szokolay@uq.edu.au	PARCIAL INCLUIDO PROYECTOS	1º Y 2º
BELGICA	Universidad Católica de Lovaina http://www.auce.ucl.ac.be/	Lovaina	André DE HERDE deherde@arch.ucl.ac.be	COMPLETA	1º Y 2º
BRASIL	Universidade Federal de Santa Catarina, dep. de arquitetura		Fernando Oscar Ruttkay Pereira feco@arq.ufsc.br	PARCIAL	1º Y 2º
	UFAL, dep de arquitetura		Leonardo Bittencourt lsb@ctec.ufal.br	PARCIAL	1º Y 2º
	Universidade de São Paulo USP, dep de arquitetura	São Paulo	Nelson Solano solano@usp.br	PARCIAL	1º Y 2º
CUBA	Instituto Superior Politécnico Jose Antonio Echeverría	La Habana	Dania González, Dania@arquitectura.ispjae.edu.cu	COMPLETA	1º Y 2º
	Universidad de Camagüey	Camagüey	Guillermo De la Paz Pérez gpaz@reduc.cmw.edu.cu	COMPLETA	1º Y 2º
ESPAÑA	Universidad Politécnica de Madrid	Madrid	Javier Neila Javier Neila jneila@aq.upm.es	MUY PARCIAL POSTGRADO	3º
GRECIA	University of Athens www.uoa.gr/grbes http://www.cc.uoa.gr/grbes/start.htm	Atenas	Matheos Santamouris msantam@cc.uoa.gr sanmat@b-online.gr	MUY PARCIAL	
INGLATERRA	Manchester School of Architecture. http://www.msa.mmu.ac.uk/bioclimate/	Manchester	David Ellis D.Ellis@mmu.ac.uk	COMPLETA	1º Y 2º
	Oxford Brookes University	Oxford	Mary Hancock mhancock@brookes.ac.uk	PARCIAL POSTGRADO	1º Y 2º 3º
	Architectural Association Graduate School www.aaschool.ac.uk/ee	London	Dr Simos Yannas simos@aaschool.ac.uk	POSTGRADO	3º
ITALIA	Universidad de Venecia Italia	Venecia	Virginio Bettini" <bettini@iuav.it> Trevisiol Erich erich@iuav.it	PARCIAL POSTGRADO	
	Politecnico di Milano	Milan	Mario Grosso grosso@archi.polito.it	PARCIAL POSTGRADO	1º Y 2º 3º
	Politecnico di Torino	Turin	Mario Grosso grosso@archi.polito.it	PARCIAL POSTGRADO	1º Y 2º 3º
	Facolta di Architettura di Firenze	Florenzia	Marco Sala" <marco_sala@unifi.it	POSTGRADO	3º
	Universidad de Roma Facolta d' ingenieria	Roma	Francesco Bianchi Aldo FANCHIOTTI" <fanchiot@uniroma3.it>	MUY PARCIAL POSTGRADO	3º
JAPÓN	Kitakyushu University	Kitakyushu	Ken-ichi Kimura kimura@kimura.arch.wase	COMPLETO	1º Y 2º

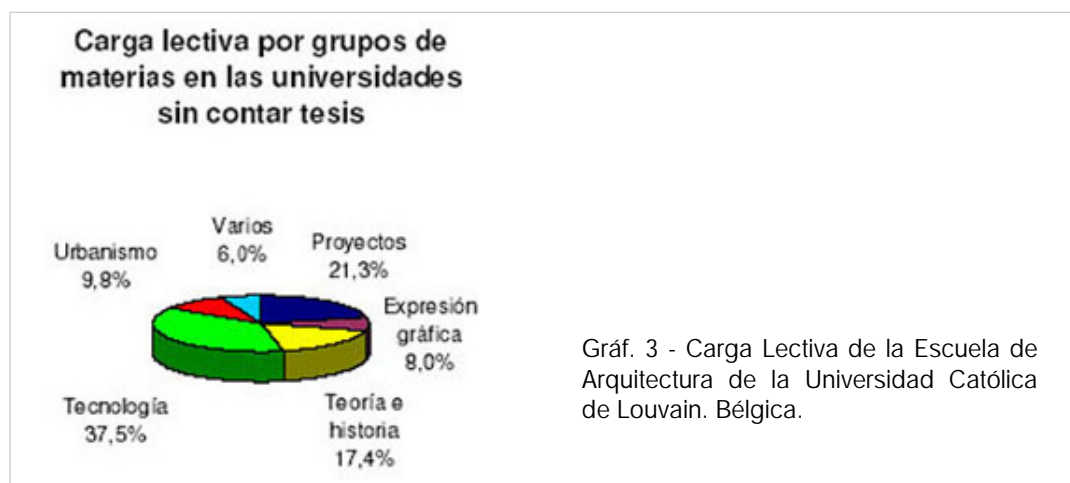
			da.ac.jp Prof. Dr. Nobuatu Fukuda fukuda@env.kitakyu-u.ac.jp		
MEXICO	Universidad de Sonora Mexico http://arquitectura.mxl.uabc.mx/asi nea69.htm	Sonora	Dr. Manuel Ochoa jmochoa@arq.uson.mx	MUY PARCIAL	
USA	College of Environmental Design University of California. Berkeley	Berkeley	Charles C. Benton crisp@socrates	COMPLETA	
	School of Architecture. Arizona State University http://www.public.asu.edu/~asayye d/intro.html		Jeffrey Cook Cook@asu.edu	POSTGRADO	3º
VENEZUELA	Facultad de Arquitectura y Diseño Universidad del Zulia	Maracaibo	Gonzalez Eduardo <egonzale@luz.ve>	MUY PARCIAL	

Tabla 2 - Cuadro resumen del estado del arte

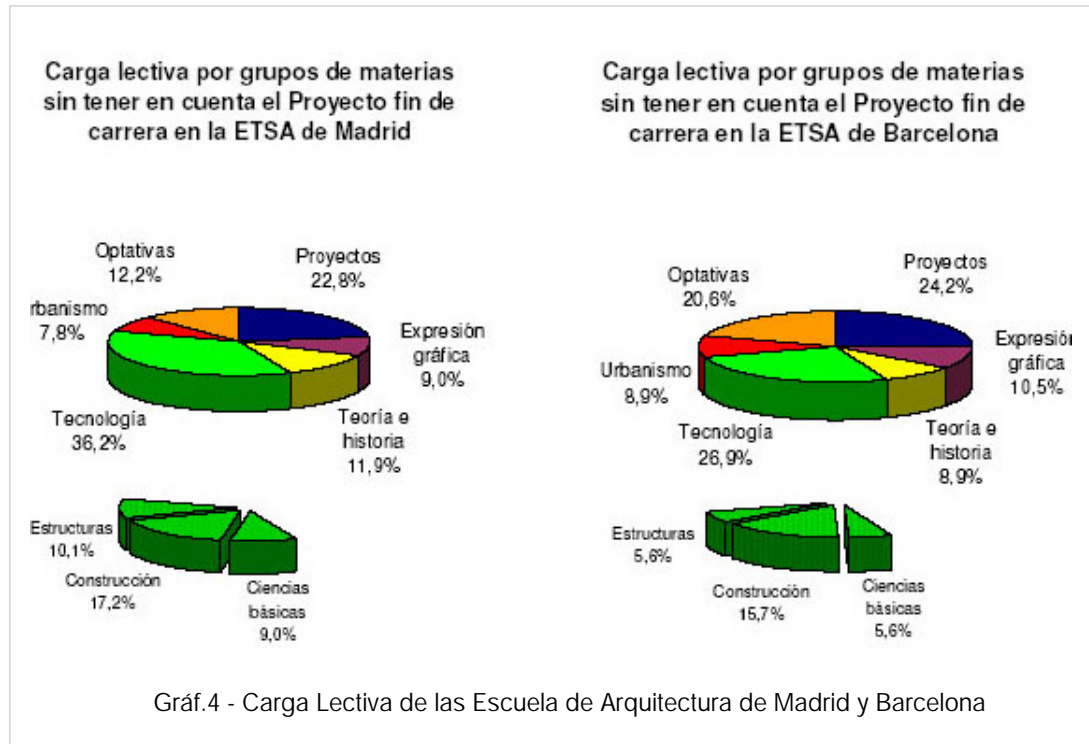
En base al estado del arte presentado se llega a las siguientes conclusiones:

- o Con relación a las Escuelas de arquitectura con programas totalmente medioambientalizados, se llega a la conclusión de que la Escuela de Arquitectura de Lovaina la Nueva es la única realmente idónea para el estudio gracias a la similitud de su programa de estudios con los programas de estudio españoles y su grado de mediambientalización consolidado.

De hecho, si comparamos las cargas docentes de los programas de estudios de dicha Escuela con los de las Escuelas de Madrid y Barcelona podemos ver cómo realmente son muy semejantes.⁶⁴



⁶⁴ Tomadas las referencias y gráficos de : Javier Monedero, Enseñanza y práctica profesional de la arquitectura en Europa y Estados Unidos, 2003, desglosado en un volumen sobre la Unión Europea (que incluye los países miembros antes de la reciente ampliación), volúmenes específicos para los cinco países mayores de la misma (Alemania, Gran Bretaña, Francia, Italia y España) y otro dedicado a Estados Unidos, editados por la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona y el Colegio Oficial de Arquitectos de Cataluña.



Por otro lado, el hecho de que esta Escuela de Arquitectura lleve desde los 80 introduciendo dichos temas permite asegurar la solidez de su planteamiento.

Y por último, es importante constatar que dicha Escuela está incorporando ya durante este año lectivo el programa de adaptación a las prescripciones de Bolonia (Espacio Europeo de Educación Superior), el cual introduce incluso en mayor medida temas medioambientales en el programa docente.

- o Con relación a Escuelas de Arquitectura con algunas asignaturas medioambientalizadas, se considera ejemplar el caso de la Facultad de arquitectura de Buenos Aires.

Este caso es interesante en parte por su continuidad (también desde los años 80) y por centrarse en el caso de la asignatura de proyectos arquitectónicos.

Los temas medioambientales afectan o deben afectar al conjunto del programa académico pero tal y como se desarrollará posteriormente, es fundamental que estos estén presentes y queden reflejados en el proyecto arquitectónico, es decir en la manera de hacer arquitectura.

Precisamente en esta facultad las asignaturas que se estudiaran se basan en la inclusión de estos tema supuestamente conocidos desde otras asignaturas en el proceso de diseño arquitectónico.

- o Finalmente, como objeto de estudio primordial para la aplicación práctica del modelo de estructura de contenidos objeto de esta tesis, elegiremos las Escuelas de Arquitectura tanto de Sevilla como Barcelona y Vallés, ya que presentan condiciones diferentes pero todas aptas para la puesta en practica de lo sugerido por esta tesis.

La intención última de esta tesis es la generalización de su utilidad para todas las escuelas de arquitectura españolas así como se desarrollará en capítulos posteriores.

**DESARROLLO DE LA
INVESTIGACIÓN - IV**

IV – DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

IV.1 - Concepto de Arquitectura Medioambiental y contenidos relacionados

El término medioambiente, ha sido definido numerosas veces en castellano como un término redundante. Teniendo en cuenta los dos términos del que se compone en esta lengua hace referencia a en ambos casos a definiciones prácticamente equivalentes:

Medio:

- Espacio físico en que se desarrolla un fenómeno determinado.
- Conjunto de circunstancias o condiciones exteriores a un ser vivo que influyen en su desarrollo y en sus actividades.
- Conjunto de circunstancias culturales, económicas y sociales en que vive una persona o un grupo humano.

Ambiente:

- Condiciones o circunstancias físicas, sociales, económicas, etc., de un lugar, de una reunión, de una colectividad o de una época.

Desde el punto de vista de la arquitectura, sin embargo, el término experimenta una ampliación conceptual en su utilización más reciente.

La arquitectura medioambiental

Al hablar de arquitectura y medioambiente, se hace referencia a la arquitectura respecto a unas circunstancias físicas, sociales, económicas, etc., de un lugar, de una reunión, de una colectividad o de una época, pero además, se hace referencia explícita a las condiciones naturales de dicho medio. En concreto, se hace referencia a las características de la relación entre la arquitectura y el medio analizado observado desde una óptica naturalista.

El término medioambiental se utiliza en muchas ocasiones como adjetivo de la arquitectura. Una arquitectura medioambiental será entonces aquella que mantiene una relación de equilibrio natural con el medio que la rodea, es decir, aquella que de alguna manera se incorpora al ecosistema natural en el que se inserta sin dañarlo y complementándolo, sea éste rural o urbano.

Para entender la amplitud de este concepto nos hemos de remontar a las distintas acepciones que ha ido adquiriendo la arquitectura desde que la preocupación por el medioambiente natural cobra importancia en nuestra cultura.

Se ha definido la arquitectura como ambiental, ecológica, bioclimática, e incluso sostenible. Pero es necesario concretar qué repercusión tiene cada uno de estos adjetivos para determinar en último término las implicaciones del propio término medioambiental.

La arquitectura ambiental: Es aquella que capaz de aportar a sus usuarios unas determinadas condiciones de confort en función del microclima exterior existente. Esta arquitectura estudiará por tanto la climatología local y aportará soluciones arquitectónicas que sean capaces de controlar las condiciones de *confort físico* (lumínico, térmico y acústico principalmente) en los edificios.

La arquitectura ecológica: Es aquella que respeta las condiciones naturales de los ecosistemas y la biodiversidad y adopta un equilibrio con los mismos evitando tanto contaminación como en general impacto ambiental negativo. Esta arquitectura por tanto estudiará los ecosistemas donde se inserta, los efectos que pueda tener sobre la vida natural de todas las especies pertenecientes al mismo y las soluciones de equilibrio más favorables para la conservación de la biodiversidad. Contemplará desde los aspectos de impacto ambiental en el paisaje hasta los aspectos constructivos referidos a la elección y utilización de materiales locales o foráneos. Este estudio se realizará tanto en el ecosistema estudiado así como en aquellos ecosistemas afectados por el proceso constructivo y la aportación de material.

La arquitectura bioclimática: Es aquella que, además de incorporar los aspectos de confort físico en edificios, incorpora los aspectos de *confort psicológico* gracias a los conceptos de habitabilidad y lugar.

El concepto de habitabilidad implica la incorporación en edificios de las condiciones de entorno necesarias para el bienestar no sólo físico, sino también psicológico del usuario. Introduce los condicionantes del confort debidos al contexto, al contexto social, fruto de circunstancias históricas, antropológicas, culturales, económicas, etc...

El concepto de lugar hace referencia al medio físico que determina unas condiciones concretas climatológicas, paisajísticas, espaciales, estéticas, formales, materiales, etc...

Ambos conceptos se condicionan, se interrelacionan, se retroalimentan, dependen el uno del otro, inevitablemente evolucionan juntos con la sociedad, con la ciudad, con la arquitectura. Así, en la siguiente definición que podría considerarse una de las más completas y al mismo tiempo más sencillas:

“La concepción bioclimática es ante todo una especie de compromiso cuyas bases son:

Un programa de arquitectura

Un paisaje

Una cultura

Unos materiales locales

Cierta noción del bienestar y del abrigo

Y cuya síntesis es la envoltura habitable. ”

(Patrick Vardou y Varoujan Arzumian.

SOL Y ARQUITECTURA)

Los autores hablan de habitabilidad (programa de arquitectura, cultura, noción del bienestar y del abrigo, envoltura habitable) y al mismo tiempo hablan de lugar (paisaje, materiales locales, de nuevo noción del bienestar y del abrigo). Ambos conceptos definen el marco conceptual de la llamada arquitectura bioclimática.

Sin embargo, estas tres definiciones expuestas de arquitectura ambiental, ecológica y bioclimática, no son unívocas. Numerosos autores aportan definiciones de las mismas que se entremezclan y confunden en sus acepciones e implicaciones más profundas.

Lo que para los autores A. Caballero Mestres, F. Ramos Galino y R. Serra Florensa, son aspectos determinantes de una **arquitectura ambiental:**

“...la calidad ambiental de los espacios arquitectónicos es un valor importante,...esta cualidad está referida a su adecuación fisiológica a los usuarios, tanto desde el punto de vista de la salud como desde el punto de vista del confort. Pero además de la cuestión fisiológica, puede que sea aun mas importante la cuestión psicológica. ...la calidad ambiental interior ha de favorecer la percepción humana y con ella la comunicación entre personas, y así mismo la comunicación entre estas y su entorno...”⁶⁵

⁶⁵ Medi Ambient i Tecnologia. Guia ambiental dela UPC. Universitat Politcnica de Catalunya. EDICIONS UPC. (pag. 161).

son, para otros, aspectos concretos de una arquitectura que denominan **bioclimática**:

“...¿Qué otra cosa es el enfoque bioclimático sino el esfuerzo por comprender un lugar, con sus condicionantes físicos y climáticos pero apropiándonos también de los aspectos históricos, culturales y estéticos, para desarrollar en él la acción arquitectónica?.¿Qué otra cosa caracteriza al arquitecto preocupado por las situaciones medioambientales, que actuar sobre microsistemas naturales sin destruirlos?...” J. López de Asiain , *Arquitectura, ciudad, medioambiente*, (pág. 24) .

o bien, de nuevo Rafael Serra Florensa define la **arquitectura bioclimática** :

“ Entendemos como arquitectura bioclimática aquella que optimiza sus relaciones energéticas con el medioambiente que la rodea mediante su propio diseño arquitectónico. En la palabra bioclimática se intenta recoger el interés por la respuesta del hombre, el “bios”, como usuario del edificio, y del ambiente exterior, el “clima”, como afectantes de la forma arquitectónica.”

Así mismo, en estas dos últimas definiciones se advierte la inclusión de los aspectos ecológicos del entorno que influyen también en las decisiones arquitectónicas.

Cada una de las definiciones anteriores, a pesar de explicar adjetivos diferentes, sin embargo desarrollan los mismos aspectos, y aunque de maneras muy diversas, siempre desde enfoques convergentes.

La arquitectura medioambiental: Para finalmente entender y concretar las acepciones que el adjetivo medioambiental incorpora a la definición de la arquitectura podemos partir de la siguiente definición de Ivan Capdevilla i Peña (*L'ambientalització de la universitat, Monografies d'educació ambiental*, pag. 24) del Medioambiente:

“...globalidad de aspectos que relacionan la calidad de vida de las personas con el entorno en el que viven, tanto inmediato como planetario...”

Entonces la arquitectura medioambiental será aquella que asegure la calidad de vida de las personas en relación al entorno, a las condiciones inmediatas en las ciudades, en relación a las condiciones del medio rural, y en general en relación a las condiciones ecológicas de todo el planeta.

Ésta calidad de vida vendrá determinada por las condiciones de confort tanto físico como psicológico.

Por tanto la definición de arquitectura medioambiental incorpora en sí misma las definiciones anteriormente citadas de arquitectura ambiental, ecológica y bioclimática. Hace explícita referencia al confort humano (ambiental y bioclimática) e igualmente lo contextualiza y amplía ecológicamente. La calidad de vida viene determinada no sólo por las condiciones de vida humanas sino también por las condiciones de vida del medio natural, local y planetariamente.

“Podemos entonces definir como arquitectura medioambiental aquella que asegura la calidad de vida humana controlando las condiciones de confort físicas y psíquicas desde una ecología humana⁶⁶ planetaria en equilibrio con la naturaleza.”

⁶⁶ ...“Las posibilidades de crear una ecología humana parecen viables por una nueva ampliación e integración de las disciplinas científicas existentes. LA Ecología está acostumbrada a integrar las ciencias del medio biofísico. Si ampliamos la ecología añadiendo la etología, introducimos el comportamiento como una estrategia adaptativa. Si la ampliamos más allá con la etnografía y la antropología podemos incluir el estudio del comportamiento humano como adaptación. Si, finalmente, la ampliamos en la antropología médica y la epidemiología podemos cerrar el ciclo examinando el medio natural y humano en términos de salud y de bienestar”... McHarg, Ian, 1981, *Human Ecological Planning at Pennsylvania*.

La sostenibilidad

El término sostenibilidad aún no ha sido unánimemente definido. Desde las diferentes disciplinas se incorporan diferentes acepciones aprovechando la amplitud del mismo. Nació como término meramente económico en el informe Brundtland, a partir del concepto de desarrollo sostenible (*"El desarrollo sostenible es aquel que satisface las necesidades de las generaciones actuales sin hipotecar la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades."*), pero actualmente, se habla de urbanismo sostenible, de ciudades sostenibles, de arquitectura sostenible.

Hablar de arquitectura, de ciudades sostenibles parece una incongruencia ya que estas basan su metabolismo en la afluencia de recursos y el desecho de los residuos generados en la misma.

Sin embargo, hay autores que afirman que "los edificios podrían cumplir en áreas urbanas el mismo papel que tiene un árbol en un bosque" (analogía propuesta por el ecólogo Salvador Rueda en su libro *Ecología urbana*, 1997), las ciudades podrían configurarse como sistemas ecológicos en equilibrio con su entorno territorial (huella ecológica) y el desarrollo humano podría respetar la finitud de los recursos del planeta tierra y su equilibrio natural.

"El término sostenible es mas amplio que el de medioambiente, incluye el ambiente pero también incluye los aspectos económicos y sociales que han de permitir el desarrollo de las personas. Incluye el principio de equidad intergeneracional, solidaridad con las generaciones futuras."

(Capdevilla i Peña, Ivan, *L'ambientalització de la universitat*)

Para poder plantear entonces el concepto de arquitectura sostenible deberemos tener en cuenta las repercusiones de la misma a escala tanto local como planetaria. La arquitectura se sustenta físicamente de recursos materiales y energéticos y su extracción y utilización supone una carga muy importante para los ecosistemas. Por ello una arquitectura sostenible requerirá por definición la utilización de recursos que sean renovables.

La definición de renovabilidad de un recurso viene referida al tiempo que éste necesita para regenerarse ecológicamente (tanto natural como artificialmente). Actualmente pocos recursos materiales pueden ser considerados renovables aunque energéticamente se dispone de numerosas fuentes de recursos cada vez más desarrolladas.

Ello determina que actualmente la arquitectura pueda concretar una tendencia a la sostenibilidad cuando incorpora en su proyecto una gestión de recursos eficiente, cuando controla los flujos de materia y energía acercándose al fin último de cerrar los ciclos materiales, pero hablar de arquitectura sostenible resulta una utopía hoy en día tal y como construimos actualmente nuestras ciudades. Utopía digna de estudio e investigación, pues podemos ya vislumbrar un camino a seguir hacia la sostenibilidad y hacia una mayor cercanía a sus principios, pero al fin y al cabo, en las circunstancias actuales, utopía.

Ésta es una de las razones que determinan que el adjetivo medioambiental sea considerado el más adecuado para definir la tendencia de la arquitectura actual a incorporar los aspectos mencionados y de igual forma, una arquitectura medioambiental tenderá a la sostenibilidad cuando incorpore en su proyecto arquitectónico una correcta gestión de recursos, es decir, cuando puede considerarse una arquitectura eficiente en toda la amplitud posible del término y cierre todos y cada uno de los ciclos materiales implicados en su construcción, uso y posterior destrucción.

IV. 2 - El enfoque medioambiental. Formas de adoptarlo desde la docencia de la arquitectura. Casuística

En estos momentos las escuelas de Arquitectura de Sevilla, Barcelona y Vallés, están en un proceso de cambio de paradigma arquitectónico coherente con el momento que vivimos. Se están planteando los temas medioambientales no sólo como algo optativo, particular y específico de algunas disciplinas arquitectónicas sino como algo social y culturalmente necesario. Es sabido que resulta muy difícil un cambio de planteamiento en el currículum de cualquier facultad, así que cada una de éstas lo está planteando actualmente desde un punto de vista muy diferente.

En la facultad de Sevilla, el interés por estos temas ha surgido desde el profesorado. Algunos docentes preocupados por el desarrollo de las disciplinas que imparten han realizado investigaciones sobre el tema y los han ido introduciendo poco a poco en los programas docentes de sus asignaturas.

En la facultad de Barcelona y en la del Vallés, ambas pertenecientes a la Universidad Politécnica de Cataluña, si bien también hace años que ciertos docentes se interesan por esta problemática, sin embargo, la situación es muy diferente puesto que es, desde la dirección de la propia universidad, desde la que se imponen estos temas como fundamentales y se pide su incorporación en todos los niveles docentes.

Son dos situaciones realmente diferentes que, sin embargo, plantean un panorama de estudio amplio y enriquecedor y proporcionan la oportunidad de enfocar el modelo teórico de la presente tesis de manera práctica en ambos casos.

La investigación realizada sigue de cerca el desarrollo de ambos planteamientos y participa en lo posible de manera práctica en ellos con aportación de bibliografía y contenido. De igual forma comprueba según la experiencia del profesorado como ciertos contenidos son más interesantes mas apropiados y más sencillos de introducir.

IV.2.1 Casos Españoles

IV.2.1.1 El caso de la Escuela de Arquitectura Superior de Sevilla

El caso de la Escuela de Arquitectura de Sevilla tiene un especial interés por su situación actual.

Desde los años ochenta ha existido en esta escuela un grupo de investigación, inicialmente el Seminario de Arquitectura Bioclimática (fundado en 1980) y posteriormente, Seminario de Arquitectura y Medioambiente (SAMA, en 1994) que ha ido desarrollando estos temas y planteando su inclusión en la docencia desde la asignatura de Composición Arquitectónica, hasta el año 2002 en que desaparece y queda tan sólo la asignatura 'Arquitectura y Medioambiente', optativa y cuatrimestral, creada dos años antes.

Sin embargo, poco a poco el interés por estos temas se ha ido extendiendo y actualmente numerosos profesores los incorporan en su docencia desde diferentes disciplinas.

Esta situación, unida al creciente interés por parte del alumnado sobre los temas medioambientales proporcionan un contexto apropiado para la definición y organización de una línea curricular medioambiental optativa que complete la formación en este campo.

El hecho de que el actual programa de estudios incorpore numerosas asignaturas optativas y de libre elección permite la suficiente flexibilidad como para plantear dicha estructura.

Por otro lado, también resulta de gran interés comentar que la situación actual en la enseñanza en la Escuela de Arquitectura de Sevilla necesita plantear una revaloración de los temas medioambientales que, actualmente, se imparten sin su debida consideración de medioambientales intrínsecamente.

Es decir, numerosas asignaturas abordan temas que son claramente medioambientales sin considerarlos desde éste punto de vista propiamente dicho. Sería en este caso necesario proponer una redefinición de dichos temas, identificarlos dentro del curriculum docente y reestructurarlos en una organización o línea medioambiental que recorra la totalidad de las disciplinas de la carrera.

En el anexo 6 se ha realizado este estudio exhaustivo y se concluye con una propuesta de línea medioambiental para el plan de estudios.

Para realizar esta propuesta se ha utilizado un esquema de contenidos proveniente de la VI Maestría en Energías Renovables : Aplicaciones en la Edificación de la Universidad Internacional de Andalucía. A partir de este esquema y complementándolo con los contenidos actuales en el programa de estudios de la Facultad de Ingeniería Civil- Arquitectura de Lovaina la Nueva (anexo I), se realiza una propuesta completa final según la cual quedan cubiertos todos los aspectos medioambientales a tener en cuenta.

Gracias a este estudio se plantea un esquema de contenidos inicial desde el que trabajar para la propuesta de esta tesis. Dicho esquema se desarrolla en el apartado IV. 3.2, correspondiente al master.

Es interesante destacar cómo se observa que en el plan de estudios de la Escuela de arquitectura de Sevilla, las iniciativas de introducción de contenidos medioambientales se configuran de manera parcial, poco concreta y ordenada, por lo que resulta necesario su estructuración desde un esquema exterior permeable y transversal.

IV.2.1.2 y 3 Barcelona y Vallés

La situación en estas Escuelas de Arquitectura es muy diferente. Desde el Plan de Medioambiente de la UPC se han promovido numerosas actuaciones globales de introducción de temas medioambientales (llamados 'ambientales' en dichos planes). Se han desarrollado planes de ambientalización en ambas escuelas, planes de ambientalización de departamentos concretos e incluso guías de ambientalización que analizaban el proceso seguido por los planes y el por qué de sus virtudes y defectos.

A pesar de todas estas actuaciones, la introducción de dichos temas se ha visto enormemente dificultada por la actitud pasiva de gran parte del profesorado. Según un estudio mediante encuestas al mismo, se ha podido determinar que éste, a pesar de participar de la opinión general de la necesidad de incorporación del paradigma medioambiental en la arquitectura, sin embargo, encuentra multitud de dificultades y al fin y al cabo excusas para no realizarlo en su propia asignatura y docencia.

Ante esta situación, la dirección y coordinación del Plan de Medioambiente de la UPC esta en pleno proceso de estudio y reestructuración de objetivos y metodología. Se ha llegado a la determinación de que las herramientas desarrolladas por el Plan son actualmente suficientes para su correcto desarrollo y la carencia de éste se centra en prácticas de incentivación al profesorado que permitan una dinámica positiva que pueda ir desarrollando los planteamientos del mismo.

En cuanto a los contenidos propuestos por dichos planes de ambientalización, podemos decir que se encuentran definidos a través de descriptores ambientales de las asignaturas, y se

relacionan con las mismas en las guías de ambientalización curricular de ambas escuelas. Esta manera de organizar los contenidos medioambientales genera dos inconvenientes:

Por un lado, ambas guías siguen criterios diferentes y no existe relación directa entre descriptores de una y otra lo cual crea una indeterminación sobre la validez de los mismos a pesar de que respondan a aspectos semejantes.

Por otro lado, en el caso de la guía de ambientalización del Vallés los descriptores medioambientales no siguen ningún tipo de organización estructural que permita ordenarlos y flexibilizar su uso en caso de posibles cambios en el programa de estudios. La guía únicamente realiza una relación exhaustiva de temas en función de la signaturas y sin tener en cuenta ningún otro tipo de organización jerárquica. Resulta poco operativo presentar una relación de los mismos, sin embargo, estos serán considerados a la hora de realizar la propuesta de estructura de contenidos de esta tesis.

En el caso de la escuela de Barcelona, la guía utiliza los siguientes descriptores ambientales:

- ST - Sistemes territorials
- TE - Territori
- UT - Usos del territori
- IT - Infraestructura territorial
- XV - Xarxa viària
- TS - Tipus de sòls
- PA - Paisatge
- RA - Restauració ambiental
- EC - Ecosistemes
- BD - Biodiversitat
- RE - Recursos energètics
- RH - Recursos hidrològics
- RS - Residus
- CI - Ciutat
- FU - Forma Urbana
- ES - Edificació sostenible
- MC - Materials de construcció
- EE - Energia en l'edifici
- SD- Sistemes domòtics
- IA - Impacte ambiental
- CT - Contaminació i toxicitat

Estos descriptores resultan excesivamente genéricos y concretan poco las temáticas que deben introducirse como nuevos contenidos. Sin embargo resultan útiles para comprobar la incorporación de todos los campos en la propuesta de contenidos a plantear en la presente tesis.

IV. 2.2 – Casos extranjeros

Tal y como se comenta en el estado del arte, los casos extranjeros en los que los temas medioambientales se incorporan a los planes de estudio de relevancia son el caso de la Licenciatura Ingeniero Civil – Arquitecto de Lovaina la Nueva y el caso de la Facultad de Arquitectura de la Universidad de Buenos Aires. En dichas facultades se ha realizado una investigación cuyo resumen se comenta a continuación.

IV.2.2.1 Universidad Católica de Lovaina

Esta parte de la investigación ha sido realizada en la Facultad de Ciencias Aplicadas de la Universidad Católica de Lovaina, Lovaina la Nueva, Bélgica ; sobre la Licenciatura Ingeniero Civil - Arquitecto, que correspondería a nuestro actual título de licenciatura de Arquitectura Superior.

El interés especial de esta investigación reside en el hecho de que el programa de dicha facultad incorpora desde hace ya bastantes años la temática medioambiental en el conjunto de sus asignaturas y áreas docentes, por ello ha resultado de gran interés realizar un estudio exhaustivo tanto de su programa de estudios como del proceso de introducción de estos temas en el mismo y la metodología docente utilizada (anexo 1).

De la investigación realizada podemos concluir diferentes aspectos que resultan relevantes para la presente tesis doctoral:

- La presencia en dicha facultad del Grupo de investigación Architecture et Climat resulta fundamental como base para la docencia de los temas medioambientales en el programa de estudios.
- La estructura de la organización docente de la licenciatura permite el desarrollo de una línea de docencia medioambiental que recorre la totalidad de los cursos académicos de la licenciatura.
- La propuesta de dicha Facultad frente al reto de Bolonia⁶⁷ promueve y afianza los temas de desarrollo medioambiental en el programa de estudios tanto de grado como de postgrado.

Desde la creación del grupo Architecture et Climat en 1980, la docencia de la arquitectura se ha visto influenciada por el mismo. La gran preocupación ecológica del momento fomentada por la crisis energética de los setenta, contribuyó al desarrollo del estudio de los temas medioambientales, bioclimáticos y energéticos en el seno del grupo de investigación, y con ello, la introducción progresiva de los mismos en la docencia de la arquitectura.

Al ir desarrollándose y consolidándose el grupo de investigación, debido a que los temas medioambientales han resultado desde entonces cada vez más importantes, su influencia en la docencia de la arquitectura ha ido adquiriendo cada vez más relevancia, hasta llegar a la situación actual.

La Facultad de Arquitectura de Lovaina la Nueva contaba ya con un acercamiento previo a estos temas, consistente, en el planteamiento del problema arquitectónico siempre desde una perspectiva del lugar, tanto desde el punto de vista físico como contextual, es decir, cultural y antropológico. De esta forma, los aspectos climáticos se fueron introduciendo poco a poco a través de ciertas asignaturas específicas.

El programa de estudios para la consecución del título de ingeniero civil –arquitecto, incorpora actualmente en la docencia numerosos contenidos de carácter medioambiental. Éstos se desarrollan dentro de un área de conocimiento, ‘Physique appliquée, climat, équipement, développement durable’ (física aplicada, clima, equipamientos y desarrollo sostenible). El contenido de dicha área de conocimiento participa de asignaturas de carácter obligatorio y asignaturas de carácter opcional, tal y como se explica en el programa completo de la licenciatura (anexo 1).

Gracias a la estructura de la enseñanza planteada en la Facultad, basada principalmente en cuatro orientaciones, entre ellas la comentada, la introducción de los temas ambientales se realizó buscando el equilibrio entre los cuatro grandes bloques de enseñanza, de manera que la docencia no favoreciera en demasía a ningún bloque y así mismo tampoco funcionara en detrimento de ninguno.

Actualmente, los cuatro grandes grupos docentes responsables de las orientaciones participan equitativamente de la enseñanza docente en la facultad. En este sentido se puede concluir que la cantidad y calidad de contenido medioambiental introducida en el programa de estudios de la Facultad ha llegado a su punto justo de equilibrio según la estructura de la misma y resulta suficiente para atender a las necesidades profesionales de los arquitectos interesados en el sector.

El grupo de investigación Architecture et Climat ha provocado la existencia de todo un área de conocimiento completa dentro del programa docente de arquitectura. Se constituye como recurso docente, formativo y en grado último, razón de ser de la misma. Por ello la relación

⁶⁷ "Declaración de Bolonia". Declaración conjunta de los Ministros Europeos de Educación Reunidos en Bolonia el 19 de Junio de 1999.

existente entre la docencia ambiental y el grupo de investigación es unívoca y retroactiva, de hecho, gran parte del profesorado que desarrolla los temas medioambientales son igualmente investigadores pertenecientes a Architecture et Climat.

En conclusión se puede resumir que las condiciones de la Facultad de Ingeniería Civil-arquitectura fueron propicias en todo momento a la introducción de los temas medioambientales y por ello el proceso resultó sencillo y gradual. Por otro lado el apoyo del grupo de investigación Architecture et Climat permitió que la formación docente fuera en todo momento la adecuada para la docencia en dichos temas con lo que no han sido necesarios procesos de formación medioambiental complementarios para los profesores.

En relación a la incorporación al Espacio Europeo de Educación Superior, según la investigación realizada podemos concluir que las enseñanzas medioambientales no sólo se mantienen tras la modificación del programa de estudios desde Bolonia, sino que además reivindican su importancia ampliándose en la docencia de postgrado.

Los contenidos medioambientales se afianzan en su postura en el nuevo plan de estudios asegurando así su continuidad y contemporaneidad dentro del conjunto de disciplinas que constituyen el saber arquitectónico.

Contra las predicciones y opiniones que sugerían el desplazamiento de las enseñanzas medioambientales hacia programas mas especializados, finalmente la propuesta desde la facultad de ciencias exactas de la UCL para la diplomatura de arquitectura mantiene las asignaturas de carácter medioambiental que correspondían a los dos primeros años y medio de la docencia anterior. Los contenidos medioambientales se siguen considerando necesarios para la formación básica del arquitecto y la comprensión del entorno profesional en el que trabajará.

De igual forma, en la docencia de postgrado los contenidos medioambientales adquieren si cabe aun mas importancia al desarrollar una de las dos corrientes u orientaciones docentes de master. Frente a la posibilidad en el programa anterior de la elección entre cuatro orientaciones, en el nuevo programa estas cuatro posibilidades se funden en dos ; una de las cuales se basa en criterios medioambientales y desarrollo sostenible.

Debido a ello los proyectos arquitectónicos desarrollados en términos medioambientales y de sostenibilidad se duplican, así como el proyecto fin de carrera. Consolidando así los conocimientos medioambientales en el desarrollo de proyectos de instalaciones y en general concepción arquitectónica medioambiental.

Analizando el contenido temático medioambiental del plan de estudios se puede comprobar que resulta más extenso en referencia a temas energéticos debido a resultar este el campo más desarrollado hasta el momento por el grupo de investigación junto al de la arquitectura bioclimática. Sin embargo, aspectos más recientemente investigados como los asociados a ciclo de materiales y en general sostenibilidad también se van paulatinamente incorporando.

En el anexo 1 podemos encontrar más información detallada sobre la investigación realizada y sobre el contenido temático de las asignaturas que incorporan los temas medioambientales. A continuación se presenta una relación de dichas asignaturas:

- Teoría de la arquitectura
- Proyecto de arquitectura
- Tecnología de la arquitectura
- Termodinámica
- Física aplicada a los edificios I : térmica, acústica e iluminación
- Taller intersticial de proyectos 3, iluminación natural
- Física aplicada en edificación II : técnicas especiales

-
- Taller intermedio de proyectos 5 : proyecto de arquitectura iv: desarrollo sostenible y técnicas especiales
 - Proyectos 6d: arquitectura del edificio y de sus articulaciones conceptuales v ; dentro de la orientación "clima, desarrollo sostenible"
 - Física aplicada a la edificación III : arquitectura, desarrollo sostenible y técnicas especiales avanzadas.
 - Hidráulica urbana

CURSOS OPCIONALES

Energies renouvelables
Ecologie appliquée à l'aménagement
Contrôle des facteurs physiques d'ambiance
Eclairage et photométrie
Mécanique des fluides et transferts I
Pollution de l'environnement
Droit de l'environnement
Analyse des systèmes
Eléments d'écologie
Énergie et environnement
Téledétection et modélisation spatiales des changements écologiques
Météorologie et physique du globe
Combustibles et Combustion
Mécanique des fluides et transferts II

IV.2.2.2 Universidad de Buenos Aires

La razón de que la investigación se realice en la Facultad de Buenos Aires es porque ésta viene desarrollando materias medioambientales a nivel de grado desde 1984, con lo cual es pionera en el tema y por su gran experiencia muy adecuada.

La investigación se basa en cómo los criterios medioambientales influyen positivamente en el desarrollo de proyectos edificatorios y urbanísticos así como qué aspectos influyen en mayor medida (concreción de contenidos medioambientales).

También se ha realizado el seguimiento de la asignatura "Introducción a la Arquitectura Solar", materia de grado de la Facultad de Arquitectura durante todo su desarrollo para estudiar la transferencia de temas medioambientales en la formación de arquitectos y así sacar conclusiones metodológicas que lleven a una propuesta concreta de desarrollo de la asignatura de Diseño o Proyectos Arq. en las Escuelas de Arquitectura Españolas.

El desarrollo de estos estudios se ha realizado en la Cátedra Evans-de Schiller, desde el Grupo de Investigación CIHE (Centro de Investigación Hábitat y Energía) de la Facultad de Arquitectura de Buenos Aires y bajo la tutela de Silvia de Schiller y Martin Evans.

La investigación realizada se centra en dos puntos. Por un lado la importancia de la asignatura de proyectos arquitectónicos en la docencia de temas medioambientales y por otro, en la importancia de la formación del profesorado.

La importancia de la asignatura de proyectos arquitectónicos en la docencia de temas medioambientales

La importancia de la incorporación de temas medioambientales en el proceso proyectual arquitectónico se pone en evidencia cuando analizamos los resultados obtenidos por los alumnos al cursar estas asignaturas. La cantidad y calidad de material arquitectónico generado por los mismos confirma la adecuación de los conocimientos apprehendidos y consolidados.

Los alumnos aportan el siguiente material:

- Cuaderno de trabajos prácticos desarrollado durante todo el cuatrimestre
- Desarrollo de dos 'esquizos' realizados
- Presentación del proyecto final. Desde el diseño inicial y toma de decisiones de proyecto hasta la decisión final de proyecto, su formalización y caracterización constructiva.
- Maquetas de trabajo para análisis en el laboratorio bioambiental y de presentación final

Todo el material entregado refleja los principios y estrategias abordados analíticamente desde el diseño arquitectónico así como las respuestas y soluciones que se concretan finalmente. Los alumnos expresan de esta manera su camino hacia la aceptación, entendimiento y utilización de los conocimientos medioambientales en el proceso de diseño arquitectónico. Esto les permite abordar cualquier proyecto arquitectónico desde la perspectiva medioambiental y no utilizar recetas prediseñadas para casos concretos.

La producción arquitectónica se realiza así desde el análisis de las situaciones, desde la crítica objetiva de las mismas, y la propuesta de soluciones adecuadas a cada caso y sus características particulares.

También es importante reflexionar sobre el interés de las prácticas realizadas en laboratorio. El acercamiento a la realidad proyectual que proporcionan estas simulaciones permite una mayor claridad en la identificación tanto de las problemáticas propuestas como de la validez de las distintas soluciones proyectuales posibles. Facilita el entendimiento rápido de las situaciones proyectuales y permite visualizar con rapidez las implicaciones de cada decisión de diseño. Esta sencillez en el uso y clarificación de situaciones permite al alumno una correcta fijación y comprensión de las enseñanzas recibidas desde la comprobación personal.

La importancia de la formación del profesorado

La complejidad docente que conlleva la enseñanza de la aplicación e interpretación de conocimientos y criterios medioambientales en el desarrollo del proyecto arquitectónico implica la adecuada formación previa que ha de tener el profesorado encargado de la tarea.

Además de los contenidos medioambientales que ha de conocer éste, ha de participar de la conciencia y sensibilidad medioambiental que implica un enfoque paradigmático sostenibilista. Así, deberá saber afrontar la arquitectura siempre desde este planteamiento, deberá participar de un pensamiento crítico de la misma frente a estos aspectos y lo que es más importante, deberá contar con los medios y capacidad de transmitir adecuadamente estos conocimientos y esta manera de pensar.

No es suficiente con la formación en conocimiento, también es necesaria la formación en cuanto a pensamiento crítico medioambiental.

Este planteamiento es fundamental para la correcta formación del profesorado que habrá a su vez de formar a los futuros arquitectos. De nada sirve concretar contenidos nuevos que han de añadirse al curriculum si éstos no se explican y enseñan desde la complejidad del enfoque medioambiental que los engloba y les da sentido.

De la investigación realizada en el Centro de Investigación Hábitat y Energía de la Facultad de Diseño, Arquitectura y Urbanismo de Buenos Aires se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- El modelo de estructura de contenidos propuesto por esta Tesis doctoral es perfectamente aplicable al estudio de contenidos de las asignaturas impartidas por la Cátedra y resulta adecuado para la comprobación de la idoneidad de los mismos así como las posibles carencias y mejoras que se puedan realizar.
- Las asignaturas de proyectos Arquitectónicos estudiadas corroboran la hipótesis inicial que plantea la necesidad absoluta de incorporación de temas medioambientales en la asignatura de proyectos arquitectónicos para la formación de un pensamiento crítico o enfoque medioambiental.
- La complejidad de incorporar estos aspectos medioambientales en la enseñanza del proyecto arquitectónico implica la absoluta necesidad de una formación correcta del profesorado en estos temas y la capacidad de transmisión de conocimientos desde este nuevo enfoque.
- Para ello la ayuda tanto de instrumentos de laboratorio como programas informáticos para la simulación de situaciones arquitectónicas reales resulta fundamental.

IV.3 Experiencias

IV. 3.1 - Temas medioambientales en la arquitectura, el curso: 'Acercamiento a Criterios Arquitectónicos Ambientales para Comunidades Aisladas en Áreas Naturales Protegidas de Chiapas', origen de modelo de contenidos

Durante el periodo de 22 de enero a 15 de febrero del 2003, se realiza en la Universidad Autónoma de Chiapas, en Tuxtla Gutiérrez, el curso de capacitación y Diplomado Internacional: 'ACERCAMIENTO A CRITERIOS ARQUITECTÓNICOS AMBIENTALES PARA COMUNIDADES AISLADAS EN ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DE CHIAPAS'.

La realización de este curso se desarrolla dentro del marco de la X convocatoria del CCD de la UPC de Barcelona, como proyecto de cooperación con la Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Chiapas, y su finalidad radica en la aportación de criterios de intervención arquitectónica medioambiental en zonas de reservas naturales protegidas.

Los objetivos del curso son principalmente :

- Establecer un clima de conocimiento sobre las principales consideraciones ambientales en la arquitectura, y desarrollarlo aplicado a comunidades aisladas en áreas naturales protegidas de Chiapas, concretamente realizando una propuesta arquitectónica y urbanística para la comunidad de Metzabok ubicada dentro de un área de protección ambiental estrechamente relacionada con la Selva Lacandona.
- Dotar de material bibliográfico de consulta sobre temas ambientales a la Facultad de Arquitectura de la UNACH.
- La creación de una página web de información y contacto con el curso y con el proyecto de cooperación para la divulgación de dichos temas: www.tapic.info/arquitectura.medioambiental/chiapas/

Desde el punto de vista planteado por la presente tesis doctoral, el interés de este curso radica en el planteamiento docente elaborado. Por un lado, es interesante la metodología empleada para dar a conocer los temas medioambientales y su estructura organizativa de contenidos. Por otro lado, también tiene interés la metodología práctica empleada, basada principalmente en el desarrollo de investigación inicialmente y proyectación en segundo lugar.

El curso realizado es un curso introductorio que pretende abordar el problema medioambiental globalmente, parte de la problemática mundial de la sostenibilidad y termina en la problemática local de la arquitectura como refugio humano. Por ello, abarca todos los aspectos arquitectónicos que se ven influenciados por el enfoque medioambiental, desde los temas ecológicos hasta los referidos propiamente al confort humano.

PLANTEAMIENTO DOCENTE

El planteamiento docente del curso se basa en la premisa de que para realizar arquitectura medioambiental es necesario participar de una sensibilidad ecológica y conocer las estrategias bioclimáticas que nos permitan aportar soluciones arquitectónicas concretas.

Desde esta premisa, el curso aborda inicialmente el tema de la sostenibilidad de manera genérica y su implicación respecto a la arquitectura medioambiental y el respeto al medio natural.

Se trata de desarrollar aspectos diferentes de nuestra percepción del mundo, de la naturaleza y de la arquitectura. Se intenta proponer un punto de vista de análisis diferente, un enfoque alternativo al enfoque generalizado de la arquitectura, un enfoque responsable con las

consecuencias naturales de las actividades humanas, un enfoque definido dentro del paradigma de la sostenibilidad.⁶⁸

Este planteamiento es necesario para permitir en el alumno el desarrollo de una mentalidad que le de sentido a los contenidos medioambientales que posteriormente se incorporan en la docencia. Sin la formación de esta sensibilidad los contenidos medioambientales conformarán simplemente un mayor cúmulo de información y no tendrán por que reflejarse posteriormente en el desarrollo del proyecto arquitectónico.

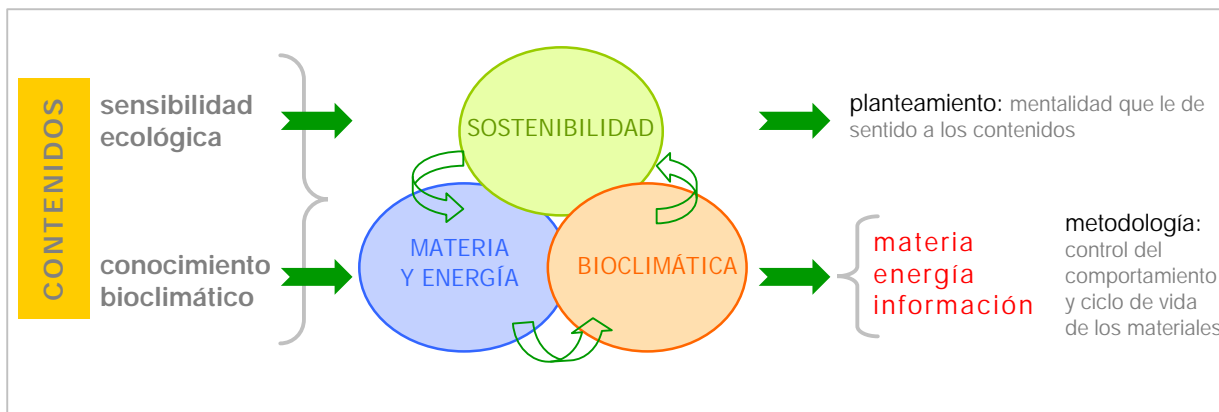
Los contenidos medioambientales que se incorporan a la docencia constituyen el conocimiento bioclimático que proporciona herramientas al arquitecto para la toma de decisiones frente a problemas concretos. El conocimiento bioclimático se basa en un dominio de la materia y la energía, su comportamiento, propiedades, etc... y una capacidad de control de las mismas para provocar situaciones en las que esta materia y energía proporcionan confort gracias a la arquitectura.

Esta manera de abordar el conocimiento de los temas medioambientales implica una metodología de análisis, crítica de una situación y propuesta de mejora de las condiciones de la misma a través del control del comportamiento de materiales y del cierre de su ciclo de vida.

En la docencia del curso se plantean la materia y la energía como unidades de control de recursos y el conocimiento bioclimático como el método que permite aportar soluciones arquitectónicas a partir de problemáticas y situaciones concretas.

En definitiva, los contenidos docentes se pueden de esta manera estructurar en: materia, energía e información.

La información es todo aquel conocimiento empírico, histórico y cultural que nos permite tomar decisiones frente a soluciones posibles para adaptar la arquitectura a la situación planteada de la forma más adecuada y que responde mejor a las expectativas planteadas de la edificación.



Gráf. 5 - Contenido docente del curso

METODOLOGÍA

El interés de la metodología práctica planteada en el curso radica en varios puntos:

- El cambio de paradigma
- La multidisciplinariedad
- La investigación
- La importancia del proyecto arquitectónico

⁶⁸ Entendemos por sostenibilidad el equilibrio que puede alcanzar una región en relación a su autosuficiencia, en el consumo de recursos y cierre del ciclo de materiales que comporta cualquier actividad realizada dentro de la misma.

El cambio de paradigma como fundamento de la revisión de conocimientos relacionados con la arquitectura resulta definitivo para la comprensión de la necesidad de incorporar contenidos medioambientales a los conocimientos arquitectónicos. El crear y desarrollar una mentalidad que se nutra del paradigma de la sostenibilidad y por tanto exija la reflexión sobre los temas medioambientales en arquitectura es fundamental para que la incorporación de contenidos medioambientales en los estudios adquiera un sentido necesario e incluso imprescindible.

El planteamiento de un paradigma basado en la sostenibilidad implica el tener en cuenta numerosas disciplinas que hasta ahora no eran específicamente arquitectónicas. En este sentido, el campo de la arquitectura se ve ampliado con aspectos ecológicos que anteriormente no consideraba propios. Así, es necesario promover el trabajo multidisciplinar en equipos para que el proyecto arquitectónico pueda reflejar la multiplicidad de aspectos tenidos en cuenta y ajustarse a todos y cada uno de los requerimientos que plantea. El arquitecto no suele estar acostumbrado al trabajo en equipos multidisciplinarios, pero actualmente, la arquitectura viene condicionada por tantas premisas que es casi imposible que una única persona pueda controlarlas todas absolutamente y por ello es necesario cada vez más que los proyectos sean desarrollados en colaboración con diferentes especialistas que aporten su conocimiento aunque siempre, por supuesto, desde el paradigma de la sostenibilidad.

En este sentido, el curso participó de la presencia de arquitectos, ingenieros, historiadores, biólogos, antropólogos y sociólogos. La experiencia desarrollada por el curso confirma el hecho de que la multidisciplinariedad aporta al proyecto arquitectónico nuevos valores y perspectivas que se ajustan de manera más exacta a la problemática en estudio.

Otro punto importante desarrollado durante el curso es la investigación. Los temas medioambientales son muy amplios y difícilmente acotables. Para cada caso proyectual particular es necesario realizar un análisis exhaustivo previo de numerosas condiciones tanto 'naturales' (climáticas, del lugar, del ecosistema, etc...) como 'artificiales' (el grupo social, la historia, la cultura, etc...), e igualmente existen parámetros medioambientales que aun han sido poco estudiados y necesitan del desarrollo de investigaciones posteriores.

El fomento de la investigación por un lado aporta mayor conocimiento casuístico de problemáticas concretas lo cual puede ampliar los conocimientos medioambientales bibliográficos, y por otro lado, acota de manera eficaz los requerimientos y necesidades del proyecto arquitectónico que se está abordando, aportando pautas de actuación que finalicen en la resolución de una respuesta adecuada.

Como ya se ha puesto de manifiesto, la importancia que el proyecto arquitectónico adquiere durante el curso es fundamental para la fijación de los conocimientos aportados. De nada sirve la aportación de nuevo contenido medioambiental si no se ve reflejado en el proyecto arquitectónico cómo éste modifica planteamientos, fundamenta opciones y en último término determina y ajusta la solución que da mejor respuesta al mismo.

El quehacer arquitectónico se fundamenta en el proyecto, todos los conocimientos deben verse reflejados en el mismo, si no tienen eco en el proyecto es que no han sido tenidos en cuenta y por lo tanto son consideraciones no relevantes, desechadas, inexistentes en la arquitectura proyectada.

En conjunto se puede concluir que las reflexiones realizadas sobre el desarrollo de este curso proporcionan pautas claras a seguir en el planteamiento del modelo de contenidos medioambientales objeto de esta tesis. De igual forma constituye un claro ejemplo de comprobación de la metodología empleada así como de la amplitud de los contenidos tratados.

El éxito de su desarrollo y de su conclusión con proyectos arquitectónicos plenamente satisfactorios permite deducir que los contenidos incorporados en la docencia se adecuan a las necesidades de conocimientos medioambientales para el correcto desarrollo de proyectos.

IV.3.2 Desarrollo de un temario de contenidos con base en la “VI Maestría en Energías Renovables : Aplicaciones en la Edificación”

Para controlar realmente la creación arquitectónica es necesario conocer y controlar a su vez las relaciones energéticas producidas en ella, los efectos energéticos provocados por ella, y en general, las consecuencias energéticas de la misma en su contexto, tanto cercano como lejano. De esta forma, la energía está presente en casi la totalidad de los campos que hay que definir tanto en el proceso de creación arquitectónica como en el de construcción.

Desde el marco de la sostenibilidad la energía en la arquitectura adquiere una relevancia aun mayor si cabe. Aún no existe un consenso amplio sobre la definición exacta de la sostenibilidad desde el punto de vista de la arquitectura, sin embargo, es indiscutible que la gestión energética es uno de los puntos fundamentales que deberán ser controlados.

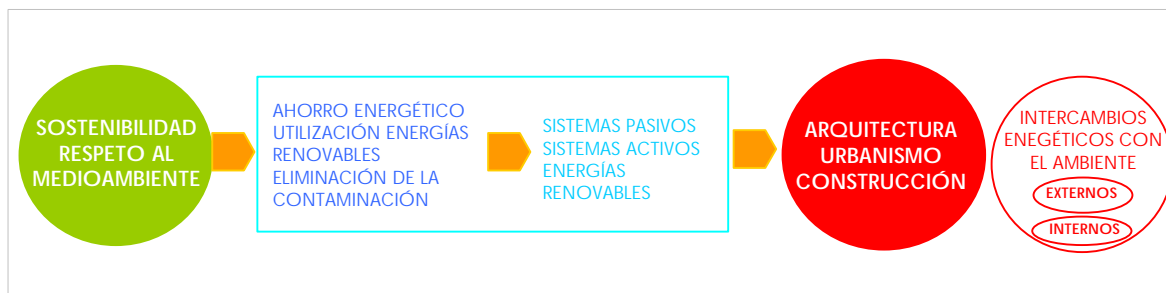
La gestión de recursos de manera eficiente es la clave del concepto de sostenibilidad aunque no se haya determinado aun qué tipo de gestión y con qué criterios de valor deberá realizarse.

La arquitectura, para actuar dentro del marco de la sostenibilidad, deberá proponer una correcta gestión de los recursos utilizados, desde un punto de vista físico, principalmente, recursos energéticos y recursos materiales.

Éstos recursos forman parte del proceso constructivo del edificio, del proceso funcional del mismo, y en último término, del proceso de demolición o desarticulación del mismo.

Los recursos materiales implican en sí mismos igualmente procesos energéticos para su extracción, manufactura, transporte, puesta en obra y retirada o destrucción.

Por todo ello se llega a la conclusión de la absoluta y determinante implicación que la gestión energética en general tiene en todos los procesos constructivos y arquitectónicos desde un marco respetuoso con el medioambiente y sostenible.



Gráf. 6 - Implicaciones de la sostenibilidad en la edificación

ENERGÍAS	EFFECTOS	APLICACIONES
SOLAR	TÉRMICO LUMÍNICO ELÉCTRICO	BAJA, MEDIA ALTA TEMPERATURA LUZ NATURAL (DIRECTA, REFLEJADA) SOMBREAMIENTO DESALINIZACIÓN ELECTRIFICACIÓN SISTEMAS ACTIVOS
EÓLICA	ELÉCTRICO MOTRIZ	VENTILACIÓN ELECTRIFICACIÓN SISTEMAS ACTIVOS
BIOMASA	TÉRMICO BIOGAS BIOCARBURANTE	CALEFACCIÓN MOTORES COCINA
HIDRAÚLICA	ELECTRICIDAD MOTRIZ	ELECTRIFICACIÓN SISTEMAS ACTIVOS
GEOTÉRMICA	TÉRMICO ELÉCTRICO	CALEFACCIÓN ELECTRIFICACIÓN SISTEMAS ACTIVOS
MAREAS	ELÉCTRICO	ELECTRIFICACIÓN SISTEMAS ACTIVOS
RECICLAJE	APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO	AHORRO EN PRODUCCIÓN Y ELIMINACIÓN

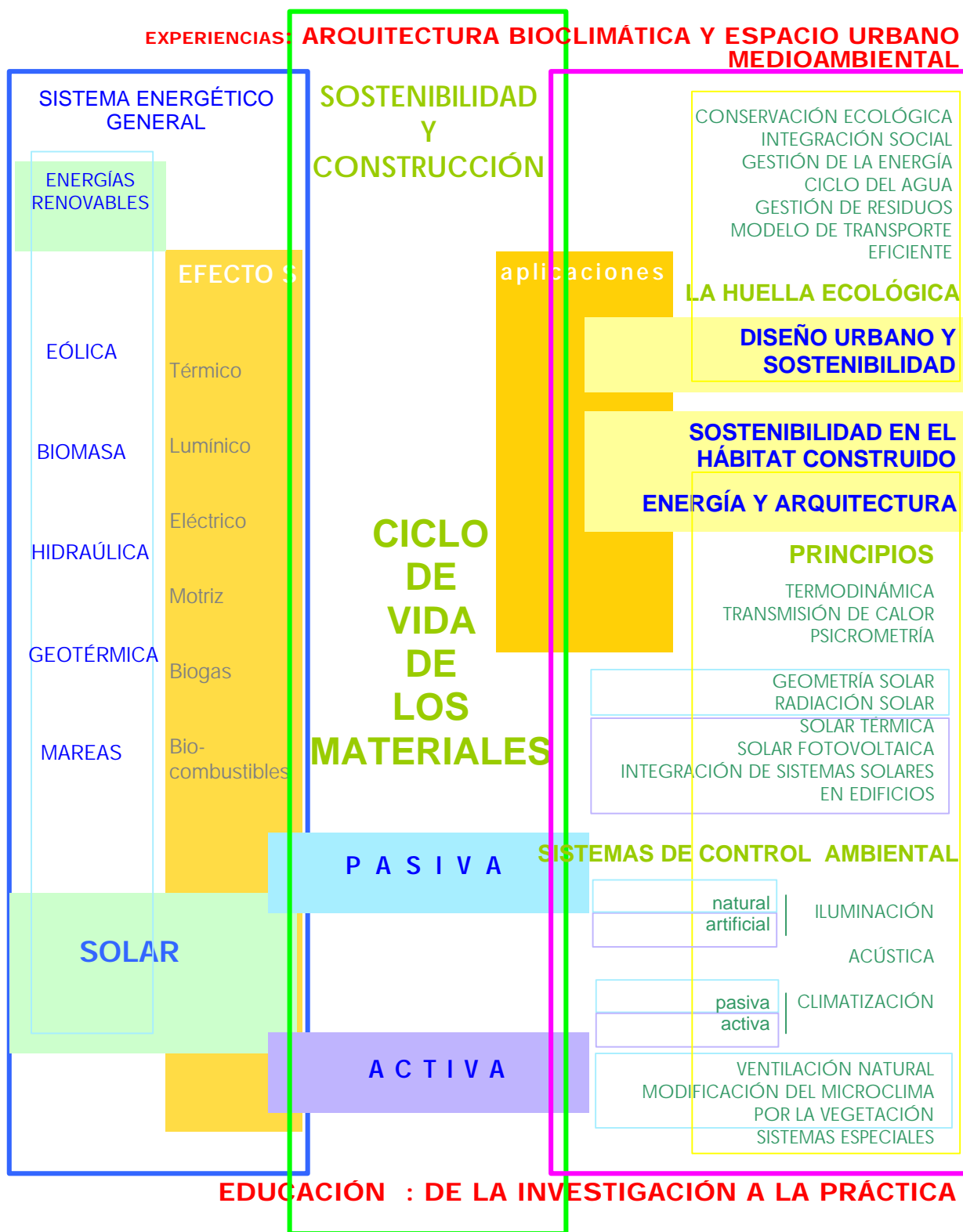
Tabla 3 - Efectos y aplicaciones de las energías renovables

Relevancia de unas energías renovables frente a otras en el campo de la construcción arquitectónica

Las necesidades energéticas que surgen tanto en la construcción de un edificio como en su funcionamiento pueden ser suplidas de dos maneras, mediante energías renovables o mediante energías no renovables (generalmente fósiles). Desde el marco de la sostenibilidad se hace necesaria la utilización mayoritaria de las energías renovables, pero además, se hace prioritario el uso de la energía solar frente a otras.

Este hecho, viene determinado simplemente por la cantidad, la sencillez y la efectividad de las aplicaciones que la energía solar presenta para la construcción y la arquitectura. Y por la convicción de que todas las energías renovables proceden en último término de la energía solar (excepto la energía geotérmica y la energía de las mareas).

La VI Maestría en Energías Renovables: Aplicaciones en la Edificación proporciona, por todas las razones anteriormente expuestas, una base completa y rigurosa sobre la que plantear la estructura de los contenidos medioambientales que se quiere proponer desde esta tesis.



Gráf. 7 - Estructura del esquema de contenidos de la maestría

Las energías renovables (eólica, biomasa, hidráulica, geotérmica, mareas, solar, etc...) tienen efectos térmicos, lumínicos, eléctricos, motriz, etc.. en arquitectura; y estos efectos provocan numerosas aplicaciones, tanto en la construcción como en el funcionamiento de la misma.

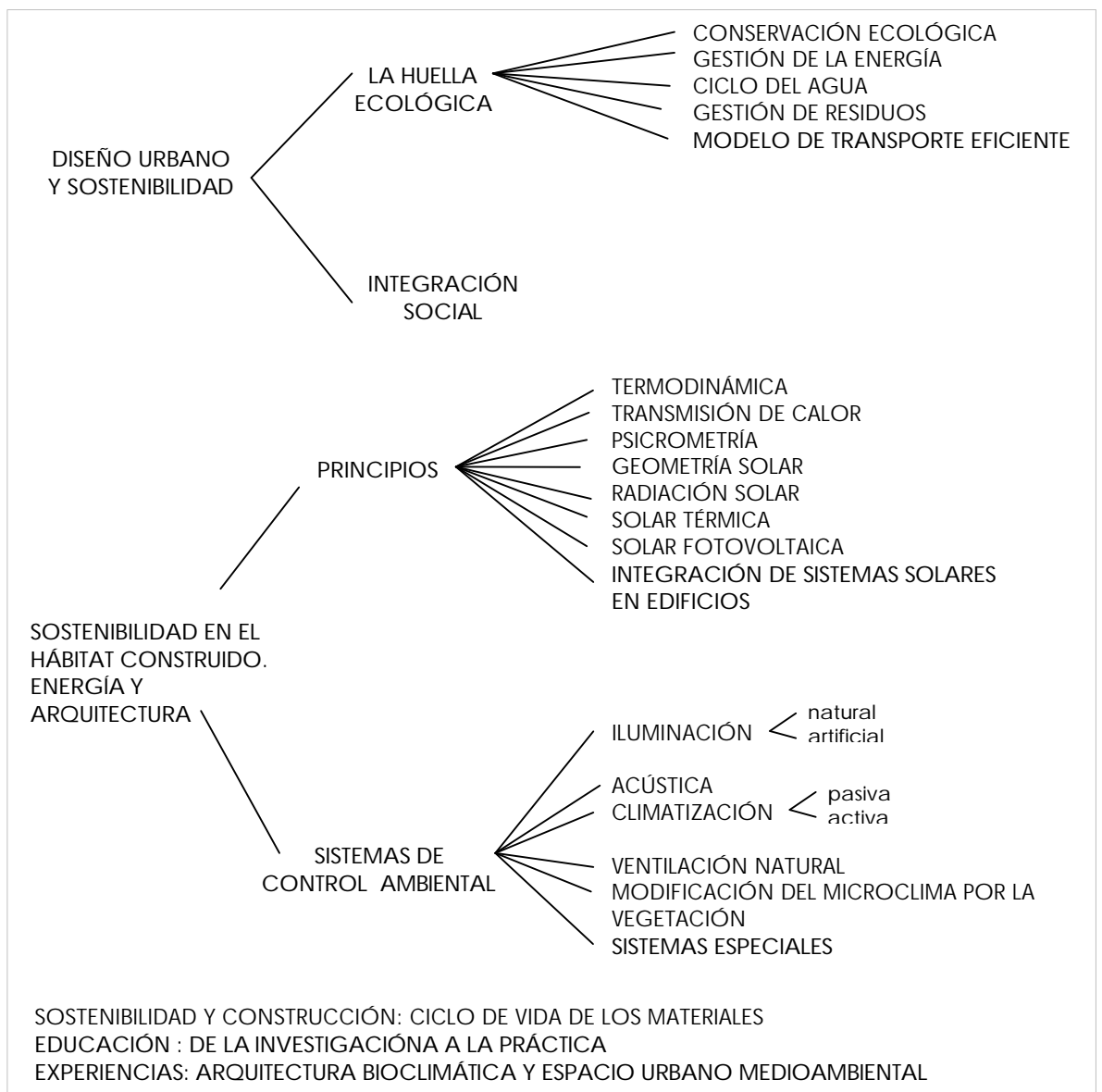
Las aplicaciones que las energías renovables tienen en arquitectura, se pueden separar en dos grandes grupos: *aplicaciones en diseño urbano y sostenibilidad*, de carácter más general ya que incluye la relación urbana y territorial de la arquitectura; y *la sostenibilidad en el hábitat construido: energía y arquitectura*, de carácter más particular, centrado en las aplicaciones en edificaciones concretas.

Estos dos grandes grupos abordan la utilización de energías renovables desde la perspectiva sostenible de la correcta gestión de recursos mediante el cierre de ciclo de vida de los materiales. Es decir, incluyen no sólo las consideraciones específicamente energéticas sino también aquellas derivadas de la propia manipulación y utilización de materia en construcción.

La utilización de energías renovables es condición necesaria aunque no suficiente para el cierre de los ciclos materiales, por ello la consideración de la arquitectura desde el marco de la sostenibilidad implica específicamente la utilización de las mismas.

Los dos grupos planteados en el esquema se desarrollan de manera independiente con los contenidos expuestos a continuación. Sin embargo, participan de varios puntos en común :

- sostenibilidad y construcción: ciclo de vida de los materiales,
- experiencias: arquitectura bioclimática y espacio urbano medioambiental, y
- educación: de la investigación a la práctica.



Gráf. 8 - Contenidos medioambientales

IV. 3.3 - Ambientalización Curricular, el Departamento de Construcciones Arquitectónicas I de la UPC de Barcelona

Desde el Plan de Medioambiente de la UPC se han venido realizando desde el año 1996 numerosas actividades encaminadas a la incorporación de los temas medioambientales en los currícula de las distintas Facultades y Escuelas pertenecientes a la Universidad, el proceso se ha denominado Ambientalización Curricular.

En el caso concreto de las Escuelas de arquitectura pertenecientes a la UPC, la Escuela de arquitectura de Barcelona y la Escuela de arquitectura del Vallés, se han realizado sendos planes de ambientalización de las escuelas, y de manera transversal, también se han desarrollado planes de ambientalización de algunos departamentos concretos (Construcciones Arquitectónicas I y Proyectos). Paralelamente a estos planes de ambientalización y como refuerzo y ayuda a los mismos también se han desarrollado numerosas herramientas principalmente enfocadas al alumnado y al profesorado, herramientas fundamentales para la puesta en marcha de dichos planes.

Ambos planes de ambientalización de las escuelas de arquitectura se basan principalmente en el análisis de la situación ambiental en que se encuentran las asignaturas a través de encuestas al profesorado en general y entrevistas a los profesores responsables de las asignaturas troncales en particular.

En base a los análisis realizados se llega a la conclusión de que no existe un paradigma claro que responda a la demanda de una práctica profesional solvente respecto a la cuestión ambiental en arquitectura. Ello provoca un interés relativo en la introducción de los temas medioambientales y sobre todo una inconcreción muy clara respecto a lo que ello significa y conlleva.

Por otro lado, el factor clave en la incorporación de enfoques nuevos en la docencia es el profesor, de su convencimiento sobre la importancia de estas nuevas cuestiones depende la posibilidad real de abordar los temas dentro de las asignaturas.

El objetivo principal de ambos planes queda determinado por la secuencia:

presentar > difundir > fijar la cuestión medioambiental como un aspecto útil > necesario > básico en la docencia de la arquitectura.

Se plantea el desarrollo de este objetivo mediante una serie de jornadas informativas y formativas para el profesorado así como la ejecución de una serie de herramientas documentales que sirvan de apoyo a la docencia. En este sentido, cabe destacar la creación de las guías docentes de los centros de Barcelona y Valles en las que se relacionan directamente asignaturas y áreas de conocimiento con descriptores ambientales concretos, planteando una serie de bibliografía como complemento a la incorporación de los temas medioambientales.

En los planes de ambientalización de departamentos el planteamiento es semejante, sin embargo, se profundiza aun mas en el análisis de las asignaturas que componen su docencia y de las características e implicaciones departamentales que influyen en el desarrollo de las mismas. En este sentido, se ha de destacar la libertad de cátedra como eje fundamental del funcionamiento de la docencia, lo que conlleva al planteamiento de una metodología de actuación basada en la influencia directa y personalizada sobre cada profesor de cada asignatura.

En el análisis realizado por el plan de ambientalización del Departamento de Construcciones Arquitectónicas I, se llega a la conclusión de que el mecanismo utilizado para la ambientalización de asignaturas deberá consistir en ultimo termino en la influencia al profesor, mostrándole la importancia de los temas ambientales, convenciéndolo en la necesidad de

incluirlos en su actividad y ayudándole a incorporarlos como núcleo esencial de su docencia e investigación.

En este caso, en general el profesorado considera la cuestión ambiental como una cuestión central en el área de conocimiento y que por tanto afecta a su actividad y debe realizarse una modificación docente para adaptarse a ella. Sin embargo, existen muchas divergencias de opinión respecto a el cómo realizar esta adaptación y la preparación del profesorado para hacerlo. Por ello, las estrategias propuestas por el plan se basan en los siguientes puntos:

- Autotest ambiental
- Guías-apuntes ambientales de asignaturas
- Profesor itinerante de refuerzo
- Personal asesor y coordinador de la ambientalización curricular
- Cursos y conferencias específicas
- Primar la investigación, los convenios y los trabajos de Transferencia de Tecnologías relacionados con el medioambiente.
- Potenciar las líneas de optatividad
- Incluir en el perfil requerido al nuevo profesorado conocimientos en materia ambiental, así como aptitudes para desarrollar estos temas
- Establecer convenios de mejora medioambiental de locales con las Escuelas
- Minimizar el impacto ambiental de las actividades del personal del departamento
- Indicadores

La situación actual del Plan de Ambientalización del Departamento de Construcciones Arquitectónicas I es incierta. Tras haber sido aprobado en Consejo de Departamento y Junta de Escuela, no se ha realizado ningún esfuerzo posterior para llevarlo a cabo, a pesar de que la idoneidad de su planteamiento queda de manifiesto.

Desde el Plan de Medioambiente de la UPC se han seguido desarrollando algunas herramientas de ayuda como las Fichas de Ambientalización Curricular⁶⁹, los Problemas Ambientalizados⁷⁰, las Guías de Ambientalización de Centros⁷¹, etc..., pero el desarrollo de los planes de ambientalización de centros y departamento son competencia absoluta de los mismos y por lo tanto no se puede influir en mayor medida en su puesta en marcha desde la coordinación general del Plan de Medioambiente de la UPC.

La solución a la situación actual no es sencilla, para poder realizar una nueva propuesta metodológica de actuación deberemos analizar primero los motivos por los que la estrategia utilizada hasta el momento no permite seguir avanzando en el proceso de ambientalización.

No parece discutible el hecho de que las herramientas de ayuda a la docencia desarrolladas hasta el momento no sólo son idóneas, sino necesarias. Los estudios realizados corroboran la necesidad de su existencia así como una clara aceptación de las mismas por parte del profesorado.

Según los análisis realizados, a pesar del interés demostrado por el profesorado y su permeabilidad a la cuestión ambiental, sin embargo, se puede percibir como aún no existe un paradigma medioambiental y/o sostenible que aúne y justifique enfoques que motiven suficientemente al profesorado a realizar cambios reales y estratégicos en sus programas docentes.

⁶⁹ <http://biblioteca.upc.es/e-ambit/projectes/fitxes/index.htm> (consultado el 11/01/205)

⁷⁰ <http://biblioteca.upc.es/e-ambit/punt/bdpa.htm#1> (consultado el 11/01/205)

⁷¹ <http://biblioteca.upc.es/e-ambit/professor/gad.html> (consultado el 11/01/205)

Tomando la definición de paradigma de Thomas S. Kuhn de su libro *la estructura de las revoluciones científicas*⁷² : “paradigmas : realizaciones científicas universalmente reconocidas que, durante cierto tiempo, proporcionan modelos de problemas y soluciones a una comunidad científica.”, podemos entender por que la sostenibilidad y el medioambiente aún no constituyen un paradigma científico firme para la comunidad científico–tecnológica de los arquitectos.

Existe un desconocimiento bastante generalizado sobre lo que los términos sostenibilidad y medioambiente significan y las implicaciones que tienen dentro de la comunidad universitaria.

Se consideran términos demasiado teóricos, forman parte de un cierto discurso político y por tanto se consideran una mera expresión teórica. Son términos que no pertenecen a un área de conocimiento concreta y se perciben como demasiado abstractos. Son demasiado genéricos, abordan un abanico demasiado amplio y difícil de controlar. Son campos muy nuevos y aún existen pocos ejemplos de su implementación en la docencia. Se consideran términos descriptores de una moda actual lo que provoca desconfianza en sus objetivos reales.⁷³

Todo esto, unido al esfuerzo que implica un cambio de paradigma en los planteamientos básicos de una docencia y/o investigación, son razones más que suficientes que justifican el rechazo a un cambio estructural radical en la docencia de la arquitectura.

En general, por parte del profesorado existe una clara falta de implicación y en algunos casos, una falta de capacitación.

Por otro lado, si analizamos las implicaciones del término ambientalización, comprobamos que desde el punto de vista del medioambiente y la sostenibilidad es necesario ampliar las acepciones del término y no sólo considerar los aspectos relacionados con la incorporación de temario académico o su enfoque práctico, sino que implica además otro tipo de acepciones como: la complejidad, un orden disciplinar flexible y permeable, la contextualización, el tener en cuenta el sujeto en la construcción del conocimiento, el considerar aspectos cognitivos y de acción de las personas, la coherencia y reconstrucción entre teoría y práctica, la orientación prospectiva de escenarios alternativos, la adecuación metodológica, la generación de escenarios de reflexión y participación democrática, y por supuesto, el compromiso para la transformación de las relaciones actuales sociedad–naturaleza.⁷⁴

En las actuales estructuras curriculares de los planes de estudios de arquitectura no existe la pluridisciplinariedad como fundamento y metodología docente, y no hay cabida a los aspectos sociológicos, filosóficos o de democracia participativa. La docencia actual, basada en un sistema jerárquico alumno–profesor totalmente rígido no permite la incorporación y puesta en práctica de todos estos aspectos.

Las estrategias didácticas actuales son obsoletas, no permiten el autoaprendizaje, la pluridisciplinariedad, la reflexión democrática, la importancia del sujeto en la construcción del conocimiento. Sin embargo, estos aspectos cada vez son más necesarios en el ejercicio de la profesión, el individualismo generalizado promovido desde la docencia actual no ejemplifica la realidad profesional posterior.

También desde el Espacio Europeo de Educación superior se reclaman estas metas. La importancia del sujeto en la construcción del conocimiento, la enseñanza a lo largo de toda una vida, la incorporación de la realidad profesional en la formación académica, son claves necesarias para la nueva estructuración de los Estudios Superiores Europeos. Para su incorporación será necesario un cambio estructural fundamental, pero sobre todo, un cambio también metodológico.

⁷² Thomas S. Kuhn, *La Estructura de las Revoluciones Científicas*, Fondo de Cultura Económica 1984, Título Original *The Structure of Scientific Revolutions*, 1962 University of Chicago Press.

⁷³ Jordi Segalás Coral, *La Educación del Desarrollo Sostenible en la Ingeniería: dificultades a vencer en el diseño del nuevo Espacio Europeo de Educación Superior*, boletín nº 5 de *Ide@sostenible*. Junio /2004.

⁷⁴ A.V., *Ambientalización Curricular de los Estudios Superiores*, Red ACES, Universitat de Girona. 2003.

Esto ha de provocar un cambio educacional de tal magnitud que puede aprovechar y constituir un cambio de paradigma hacia la sostenibilidad y el medioambiente.

Dicho paradigma es un requisito en aumento desde la sociedad, implica enfoques diferentes pero ya aceptados por la comunidad universitaria en general y el profesorado en particular, tan sólo es necesario que dentro del cambio provocado por el Espacio Europeo de Educación Superior se planteen de nuevo los compromisos y declaraciones medioambientales desarrolladas por los planes de ambientalización.

Según el método AISHE (All Ireland Society for Higher Education), la UPC se encuentra aproximadamente entre la primera y segunda parte del proceso de incorporación de la sostenibilidad y con ella, el medioambiente, en la universidad.⁷⁵

Fase	Nombre	Descripción
1	Orientación en actividades	Diversos profesores empiezan actividades independientes. Los objetivos educativos están relacionados con los conceptos. Los procesos se basan en acciones individuales del profesorado.
2	Orientación en procesos	Los objetivos educativos se relacionan con el proceso educativo global. Las decisiones son tomadas por grupos de expertos en vez de individuos.
3	Orientación sistémica	Los objetivos educativos están pensados para los estudiantes en vez de para los profesores. Se formula una estrategia institucional de largo plazo. Los objetivos se formulan, miden y evalúan. Se informa de los resultados.
4	Orientación en cadena	El proceso educativo se ve como el eslabón de una cadena. Se crea una red de contactos con otras organizaciones educativas y empresas a las que los estudiantes irán a trabajar. La formación se basa en las a cualidades que debería poseer un profesional.
5	Calidad total	Se formula una estrategia a largo plazo para la sostenibilidad. La estrategia se revisa continuamente. Se establecen y mantienen contactos, no únicamente con los "clientes", sino también con otros grupos de interés (stakeholders); la organización adquiere un rol social prominente.

Tabla 4 - Fases de la integración de la sostenibilidad en las universidades, según el método AISHE.

Según dicho método nos encontramos en el momento de formular una estrategia institucional a largo plazo, que bien podría acompañar a los cambios provocados por la adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior. También es necesario plantear convenios con entidades que reclamen los conocimientos medioambientales en sus profesionales como método que da credibilidad a este mercado de trabajo.

Para poder continuar con el proceso de ambientalización de los currícula de las escuelas de arquitectura de Barcelona y Vallés, se podrían proponer las siguientes recomendaciones y actuaciones:

- El planteamiento de un liderazgo político desde la jerarquía de la UPC que apoye sistemática y eficientemente el nuevo enfoque medioambiental y su incorporación en la docencia. La resolución de comisiones de profesorado directamente implicados y con competencias dentro de los propios departamentos que lideren políticamente el cambio.

⁷⁵ Didac Ferrer-Balas, Formación de Tecnólogos para afrontar el reto del desarrollo sostenible como parte de su formación integral, boletín nº 5 de Ide@sostenible. Junio /2004.

- El aprovechamiento de la situación de cambio provocada por la adecuación al Espacio Europeo de Educación Superior para incorporar nuevas metodologías docentes más acordes con el propio paradigma medioambiental y de la sostenibilidad.
- La promoción de una masa crítica de personas interesadas por el tema que ayude a la configuración y establecimiento del nuevo paradigma. Esto podrá realizarse con la divulgación por medio de seminarios, congresos, etc... así como con la configuración de programas de tercer ciclo de especialización.
- El establecimiento de acuerdos con entidades financieras para la colaboración en proyectos en los que los temas medioambientales y el enfoque sostenible sea una prioridad absoluta. Ello proporcionará un mercado real que requiere de dichos conocimientos.
- La continuidad en la realización de herramientas que ayuden al profesorado con los cambios propuestos así como al alumnado a un mayor acercamiento a la problemática suscitada por estos temas.

En relación a estas nuevas propuestas resulta interesante comentar el caso de ambientalización curricular de la Facultad de arquitectura de la Universidad de la República en Montevideo, Uruguay.

Tal y como se comentó ya en el estado del arte, este proceso no se ha desarrollado mucho aún pero sin embargo se pueden comentar algunos aspectos concordantes con las conclusiones expuestas en este capítulo.

En este sentido, podemos concretar que los esfuerzos realizados desde esta Facultad se han centrado principalmente hasta ahora en la incentivación al profesorado y los resultados obtenidos pueden considerarse de gran interés⁷⁶. Por lo que se corroboran igualmente las conclusiones obtenidas en este capítulo y en el anexo 5 de esta tesis.

La situación estudiada nos permite dilucidar una posible estrategia metodológica a emplear para la puesta en práctica de los desarrollos de esta tesis. Este argumento podría ser motivo de una nueva tesis doctoral en la que se planteen estrategias metodológicas concretas para distintas Escuelas de Arquitectura Españolas.

⁷⁶ Mas información en los documentos:

Documento Final que el Grupo de Trabajo Ambiental Transitorio Eleva a la Consideración del Consejo de la Facultad de Arquitectura de la Universidad de la República. Aprobado por el Consejo de la Facultad de Arquitectura Mediante Resolución N° 14 De Fecha 23/12/98. Expediente N° 935/98

Jornadas de Información Ambiental para Docentes de Facultad de Arquitectura 16, 21, 23 Y 28 De Agosto de 2001. Facultad de Arquitectura . Unidad de Promoción Ambiental, Comisión Ambiental Permanente, Unidad De Apoyo Pedagógico. Informe Final. Materiales de Lectura. Montevideo, septiembre de 2001

Segundas Jornadas de Información Ambiental Para Docentes de Facultad de Arquitectura. Facultad de Arquitectura. Comisión Ambiental Permanente. Unidad de Promoción Ambiental. Informe Final. Montevideo, Octubre de 2002

3ª Jornada Docente de Capacitación Ambiental. Universidad-Ambiente-Sustentabilidad. Los problemas del conocimiento. Prof. Don Enrique Leff. PNUMA-UNAM. 30sep/2oct.

Programa de Formación y Capacitación, año 2003. Universidad de la República. Facultad de Arquitectura. Unidad de Promoción Ambiental, Gestión Ambiental del Territorio. Informe de Resultados. UNESCO – Montevideo - Contrato N° 883.700.3 (Art. N° 1, ítem N° 1, actividades b y c). Montevideo, diciembre de 2003

Una Experiencia de Formación Ambiental de Docentes Universitarios. Facultad de arquitectura. 2001-2004. Primer Congreso de educación Ambiental para el desarrollo Sustentable. Mayo de 2004.

IV.4 Conclusiones Parciales

Una vez definido el concepto de arquitectura medioambiental y su oportunidad frente al concepto de arquitectura sostenible, gracias a la investigación realizada se puede enunciar una primera propuesta de temas medioambientales que deben incorporarse en la docencia de la arquitectura.

Para desarrollar esta propuesta habremos de partir de la estructura actual de los planes de estudio de arquitectura españoles si queremos que sea una herramienta efectiva y de sencilla y directa aplicación.

No por ello se dejará de plantear una nueva manera de entender la arquitectura que pueda enlazar la docencia actual de la misma con los nuevos requerimientos profesionales que se están comenzando a plantear desde el paradigma de la sostenibilidad.

De esta forma se inicia un proceso de cambio que paso a paso podrá ir configurándose a partir de las premisas iniciales que se desarrollan en esta tesis y que irán completándose con nuevas investigaciones que ya están en proceso⁷⁷.

Esta propuesta se plantea con base en la temática de la maestría en energías renovables de la UIA ya que a pesar de su posible parcialidad (fundamentada principalmente en temas energéticos), sin embargo, se demuestra tras un estudio en profundidad la amplitud que la caracteriza.

Con esta base y el complemento que suponen los estudios realizados tanto en Lovaina la Nueva como en Chiapas, se puede completar una propuesta que configure un buen comienzo para el modelo que quiere proponer esta tesis.

Dicho modelo se comprueba en el estudio realizado para la universidad de Sevilla sobre el programa de estudios de su Escuela de Arquitectura tal y como hemos comentado anteriormente y como se amplía en el anexo 6.

Dicho modelo se resume en el siguiente esquema en el que se puede comprobar su posible agrupación según asignaturas de la licenciatura. Así:

⁷⁷ Ver: Albert Cuchí Burgos, *Ambientalització Curricular del Departament de Construccions Arquitectòniques I de la UPC*

GEOMETRÍA SOLAR	GRÁFICAS
SOSTENIBILIDAD EN EL HÁBITAT CONSTRUIDO. ENERGÍA Y ARQUITECTURA CONSERVACIÓN ECOLÓGICA INTEGRACIÓN SOCIAL	HUMANÍSTICAS
TERMODINÁMICA TRANSMISIÓN DE CALOR PSICROMETRÍA RADIACIÓN SOLAR	CIENTÍFICAS
SOSTENIBILIDAD Y CONSTRUCCIÓN CICLO DE VIDA DE LOS MATERIALES	CONSTRUCTIVAS
SISTEMAS DE CONTROL AMBIENTAL ILUMINACIÓN ACÚSTICA CLIMATIZACIÓN VENTILACIÓN NATURAL SISTEMAS ESPECIALES SOLAR TÉRMICA SOLAR FOTOVOLTAICA INTEGRACIÓN DE SISTEMAS SOLARES EN EDIFICIOS MODIFICACIÓN DEL MICROCLIMA POR LA VEGETACIÓN	ENERGÉTICAS
DISEÑO URBANO Y SOSTENIBILIDAD LA HUELLA ECOLÓGICA GESTIÓN DE LA ENERGÍA CICLO DEL AGUA GESTIÓN DE RESIDUOS MODELO DE TRANSPORTE EFICIENTE	URBANÍSTICAS
ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA Y ESPACIO URBANO MEDIOAMBIENTAL EDUCACIÓN : DE LA INVESTIGACIÓN A LA PRÁCTICA	PROYECTUALES

Tabla 5 - Agrupación en asignaturas de los contenidos del temario medioambiental

Esta primera propuesta incorpora de manera organizada y bastante genérica el temario extraído de las investigaciones realizadas.

Al agruparlo según asignaturas docentes nos permite relacionarlo directamente con las áreas de conocimiento determinadas por la normativa española:

Áreas de Conocimiento según la normativa española⁷⁸

grupos de asignaturas

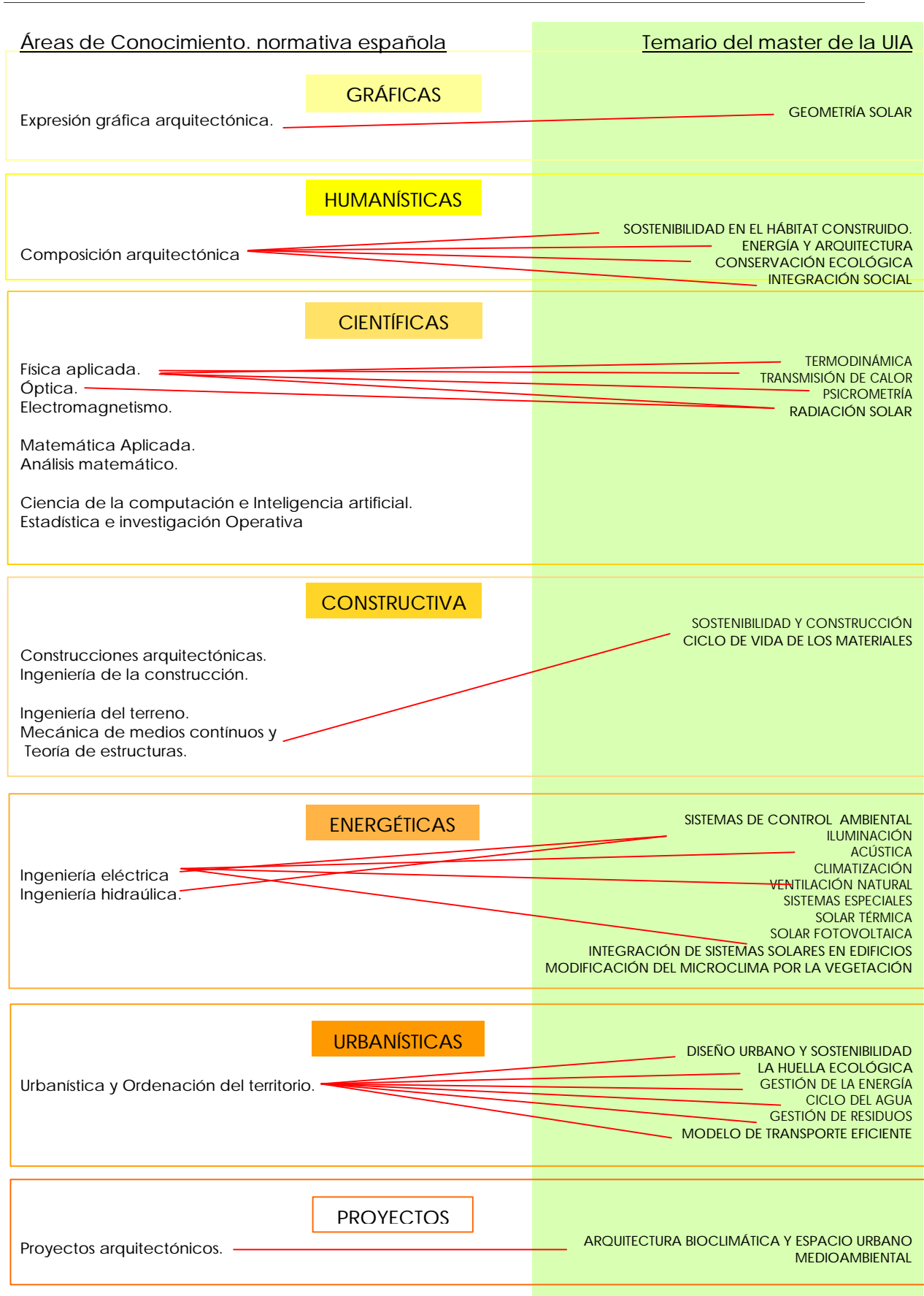
Expresión gráfica arquitectónica.	GRÁFICAS
Composición arquitectónica.	HUMANÍSTICAS
Física aplicada. Óptica. Electromagnetismo. Matemática Aplicada. Análisis matemático. Ciencia de la computación e Inteligencia artificial. Estadística e investigación Operativa.	CIENTÍFICAS
Construcciones arquitectónicas. Ingeniería de la construcción. Ingeniería del terreno. Mecánica de medios continuos y Teoría de estructuras.	CONSTRUCTIVAS
Ingeniería eléctrica Ingeniería hidráulica.	ENERGÉTICAS
Urbanística y Ordenación del territorio.	URBANÍSTICAS
Proyectos arquitectónicos.	PROYECTUALES

Tabla 6 - Agrupación de asignaturas y relación con las áreas de conocimiento de la normativa española

Y ello nos permite su correcta adaptación o concordancia a los planes de estudio tanto españoles como extranjeros que presenten similitud con los nuestros.

Esto queda reflejado en los gráficos 12 y 13 del anexo 6 gracias a la relación de la propuesta con los planes de estudios de la escuela de Arquitectura de Sevilla y la de Lovaina la Nueva.

⁷⁸ Real Decreto 4/1994, de 14 de enero. Directrices generales propias de los planes de estudios conducentes a la obtención del título oficial de arquitecto.



Gráf. 9 - Relación entre las áreas de Conocimiento de la Normativa Española⁷⁹ y los contenidos del temario de la VI Maestría en Energías Renovables: Aplicaciones en la Edificación.

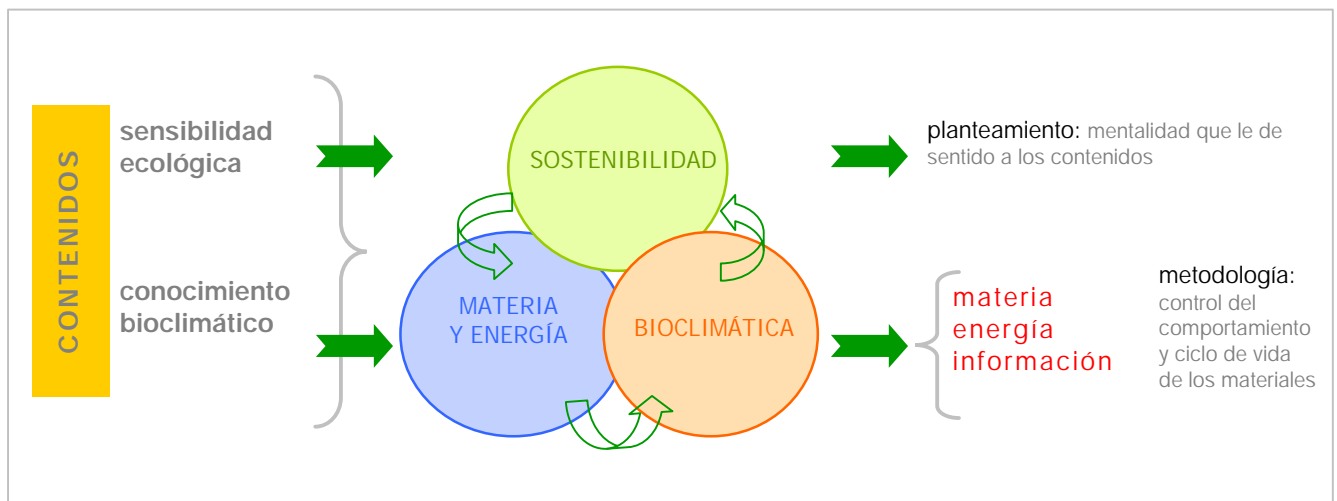
⁷⁹ Directrices Generales propias de los planes de estudios conducentes a la obtención del Título Oficial de Arquitecto

Este esquema se relaciona con las Directrices Generales propias de los planes de estudios conducentes a la obtención del Título Oficial de Arquitecto de manera que existe una posible adaptación. Por otro lado, al relacionar este esquema con los planes de estudios que estamos analizando (Sevilla, Barcelona y Vallés) vemos que existe una necesidad de estructuración más flexible pues la relación no es lineal sino múltiple, y los temas medioambientales necesitan mayor concreción en su amplitud.

Para ello se hace necesaria una organización estructural que no dependa de planes de estudio sino de la arquitectura y consecuentemente de su docencia en sí misma.

Con base en ello recuperamos el desarrollo planteado por la experiencia en Chiapas según el cual la manera de implementar el conocimiento bioclimático pasa por la consideración en la arquitectura de los flujos de materia, energía e información.

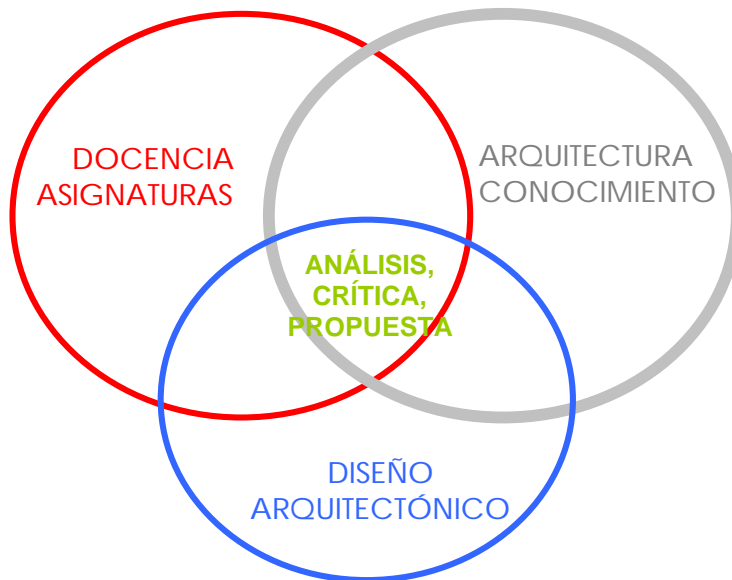
Este conocimiento bioclimático junto con una sensibilidad ecológica determinan los contenidos docentes necesarios para realizar una arquitectura medioambiental.



Gráf. 10 - Consideración en la arquitectura de los flujos de materia, energía e información

Por otro lado, tras los análisis realizados se pone de relieve la dificultad que conlleva el planteamiento de la docencia de la arquitectura. Profundizando en el esquema inicial propuesto desde los objetivos de esta tesis, podemos comprobar como existen tres maneras de entender la arquitectura.

La primera hace referencia al concepto de arquitectura en sí misma (espacio – tiempo), la segunda hace referencia a la manera en la que esta se enseña en las escuelas de arquitectura y se refleja en los grupos de asignaturas docentes de los planes de estudios, y la tercera, hace referencia a la manera de hacer arquitectura, es decir, a la formulación del proyecto de arquitectura y se refleja en las decisiones que se han de tomar frente a factores condicionantes de la realidad y preexistencias al proyecto arquitectónico de todo tipo.

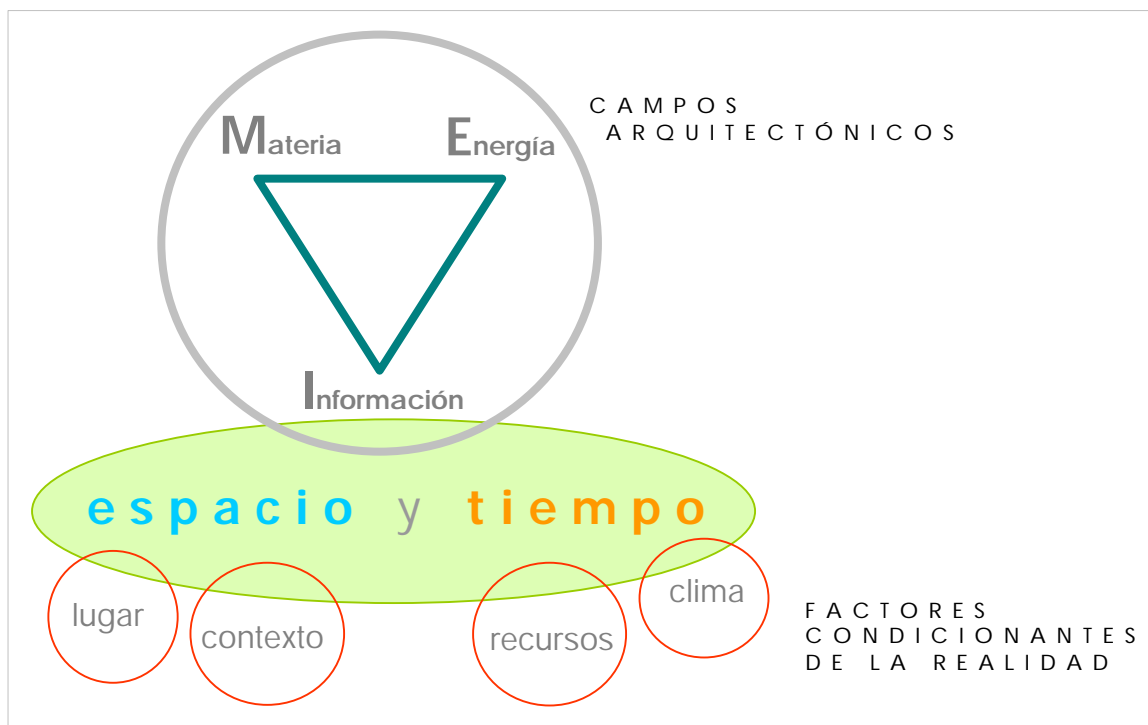


Gráf. 11 - Tres maneras de entender la arquitectura

De esta forma, el concepto de arquitectura en si misma (espacio – tiempo) hace relación a los campos arquitectónicos materia, energía e información.

Estos tres campos se interrelacionan entre sí y esta interrelación es indisoluble desde la concepción arquitectónica. Así al hablar de cualquier término arquitectónico, ya sea un sistema constructivo o un espacio en si mismo estamos haciendo referencia a cierta materia, cierta energía e igualmente cierta información contenida en la disposición y relaciones energía-materia.

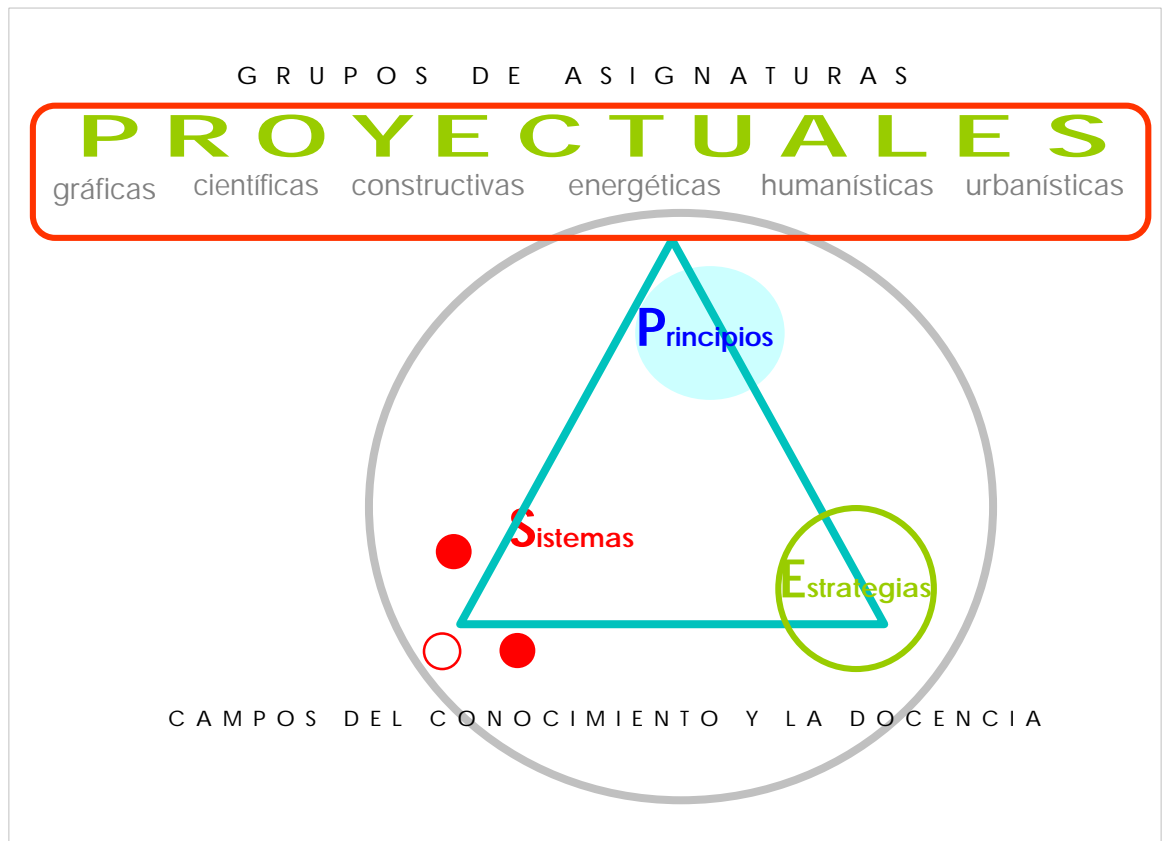
Para entender en su totalidad el concepto de arquitectura se deberán tener en cuenta siempre los tres campos simultáneamente.



Gráf. 12 - Concepto de arquitectura (espacio – tiempo)

Por otro lado, la docencia de la arquitectura se entiende desde la relación entre principios, estrategias y soluciones o sistemas arquitectónicos y estos tres campos de conocimiento se reflejan en los grupos de asignaturas docentes de los planes de estudios.

El conocimiento arquitectónico se plantea desde unos principios tanto físicos como psicológicos, estos configuran el marco desde el que se proponen estrategias arquitectónicas para la utilización de materiales en la conformación de espacios arquitectónicos y su concretización final mediante el proyecto arquitectónico en soluciones o sistemas concretos para situaciones previamente determinadas.

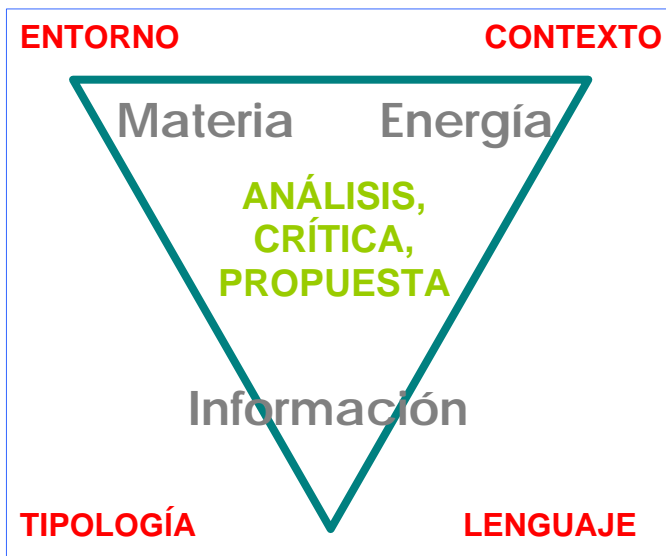


Gráf. 13 - Campos de la docencia de la arquitectura

Por último, el diseño de la arquitectura, es decir la formulación del proyecto de arquitectura hace referencia a la situación arquitectónica concreta desde la que se resuelve una propuesta, sus factores condicionantes de la realidad y preexistencias al proyecto arquitectónico de todo tipo.

Éste, debe afrontarse en la secuencia: análisis, crítica y propuesta. Análisis de la situación arquitectónica, visión crítica de la misma, y propuesta de desarrollo de proyecto arquitectónico.

Esta secuencia difiere en gran medida de la manera común de entender la docencia arquitectónica. Será entonces la asignatura de Proyectos arquitectónicos la encargada de relacionar los conocimientos propuestos desde las demás asignaturas y esta metodología de acometida del proyecto arquitectónico.

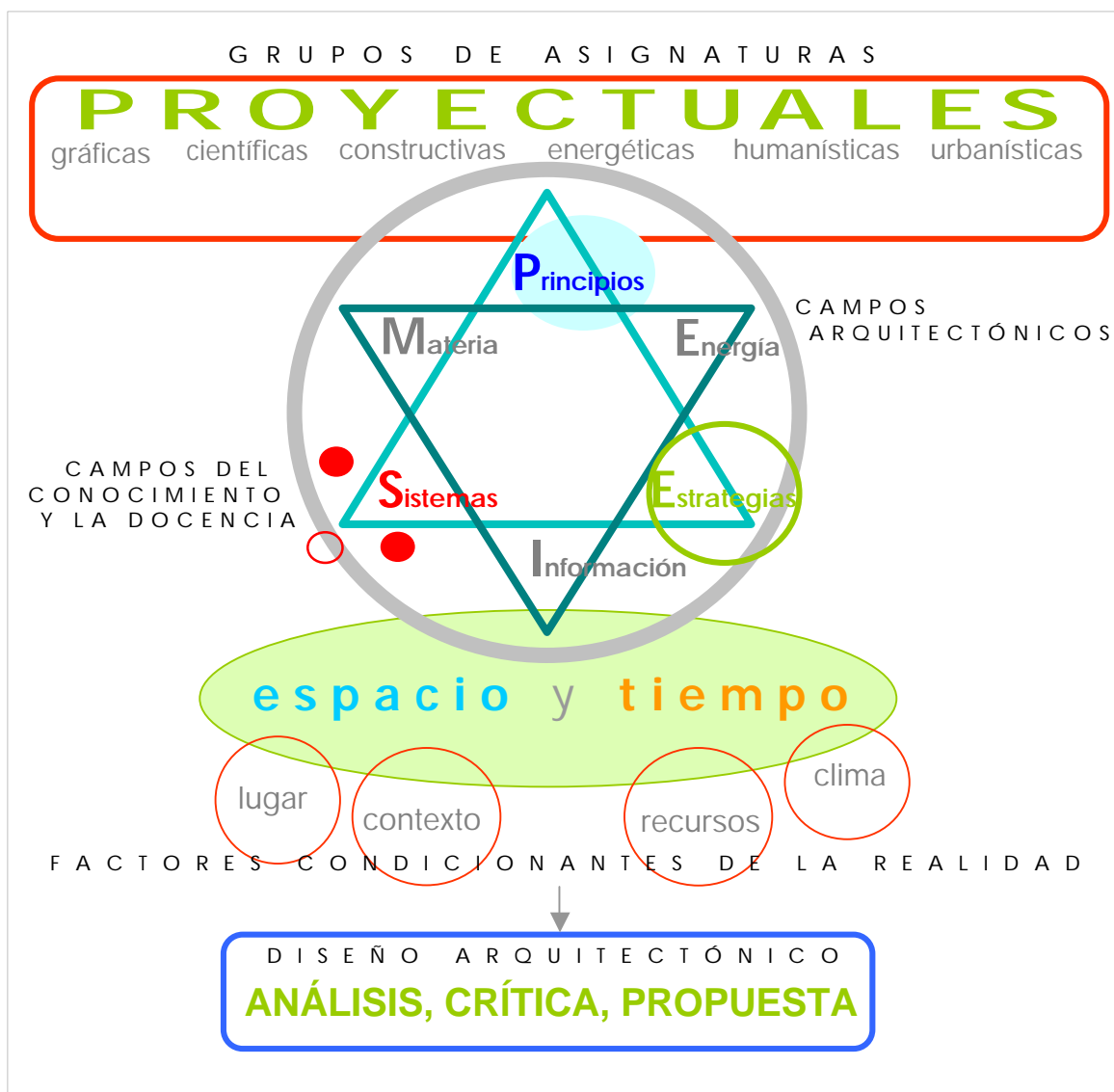


D I S E Ñ O
A R Q U I T E C T Ó N I C O

Gráf. 14 - Proceso de diseño arquitectónico

Si tenemos en cuenta las tres maneras de ver la arquitectura al mismo tiempo podemos apreciar las relaciones de los distintos enfoques entre sí.

De esta forma, el modelo de contenidos medioambientales que propone esta tesis deberá tener en cuenta estas tres maneras de acercamiento a la arquitectura y compatibilizarlas y estructurarlas de manera transversal, ya que deberá responder a todas y cada una de ellas.



Gráf. 15 - Relación entre las tres maneras de entender la arquitectura

Por último, los estudios realizados hasta el momento ponen de manifiesto la absoluta importancia del proyecto arquitectónico. Los conocimientos medioambientales deberán reproducirse en el mismo desde una sensibilidad ecológica para adquirir consistencia puesto que es en él que reside la toma de decisiones frente a las condiciones de contorno concretas.

Tanto en los planes de ambientalización curricular desarrollados por la UPC como en los estudios medioambientalizados de las facultades estudiadas **se confirma la importancia del proyecto arquitectónico como eje de la incorporación de temática medioambiental**. Por ello se dedicará un capítulo a la reflexión sobre la docencia del mismo desde la perspectiva medioambiental.

**PROPUESTA:
MODELO DE CONTENIDOS
MEDIOAMBIENTALES - V**

V. PROPUESTA : MODELO DE CONTENIDOS MEDIOAMBIENTALES

CONTENIDOS IMPLÍCITOS DEL ADJETIVO MEDIOAMBIENTAL

Si volvemos a la definición de arquitectura medioambiental propuesta en el capítulo IV.1, *“Podemos entonces definir como arquitectura medioambiental aquella que asegura la calidad de vida humana controlando las condiciones de confort físicas y psíquicas desde una ecología humana⁸⁰ planetaria en equilibrio con la naturaleza”*, hemos de plantear ordenadamente el conjunto de conceptos considerados medioambientales en arquitectura, definirlos y acotarlos en sus implicaciones arquitectónicas.

La arquitectura se puede definir de manera muy general como ‘la percepción humana de la habitabilidad desde una utilidad de un espacio concreto durante un tiempo concreto’. Esta definición, aunque poco concreta, es sin embargo determinante de la relación existente entre arquitectura, energía, materia e información.

La percepción humana conceptualiza, recrea, descubre el espacio y el tiempo desde la materia y la energía. La arquitectura es entonces de alguna manera materia y energía en continuo cambio y continua interrelación.

Las sensaciones percibidas por el cuerpo humano de la arquitectura, del espacio arquitectónico, dependen directamente de, y se constituyen como cambios energéticos, como relaciones entre la materia y energía que le rodea.

Así, para controlar realmente la creación arquitectónica es necesario conocer y controlar a su vez las relaciones energéticas producidas en ella, los efectos energéticos provocados por ella, y en general, las consecuencias energéticas de la misma en su contexto, tanto cercano como lejano. Todas estas situaciones energéticas dependen directamente de la materia que participa en ellas y de igual forma dependen de nuestra manera de apreciarla desde un contexto espacio-temporal, es decir, de la información contenida en las mismas.

De esta forma, la energía, la materia y consecuentemente, la información, están presentes en casi la totalidad de los aspectos que hay que definir tanto en el proceso de creación arquitectónica como en el de construcción.

Si consideramos el control de los flujos de energía, la materia y la información como definitorios de la arquitectura, controlaremos la habitabilidad en el espacio-tiempo. La arquitectura se entiende entonces como flujos de materia, energía e información, y de la correcta gestión de estos usos dependerá la idoneidad de la misma desde criterios medioambientales.⁸¹

A partir de estos tres flujos, el conocimiento, y con él la docencia, se estructura en tres partes: principios, estrategias y soluciones o sistemas.

⁸⁰ ...“Las posibilidades de crear una ecología humana parecen viables por una nueva ampliación e integración de las disciplinas científicas existentes. LA Ecología está acostumbrada a integrar las ciencias del medio biofísico. Si ampliamos la ecología añadiendo la etología, introducimos el comportamiento como una estrategia adaptativa. Si la ampliamos más allá con la etnografía y la antropología podemos incluir el estudio del comportamiento humano como adaptación. Si, finalmente, la ampliamos en la antropología médica y la epidemiología podemos cerrar el ciclo examinando el medio natural y humano en términos de salud y de bienestar”... McHarg, Ian, 1981, Human Ecological Planning at Pennsylvania.

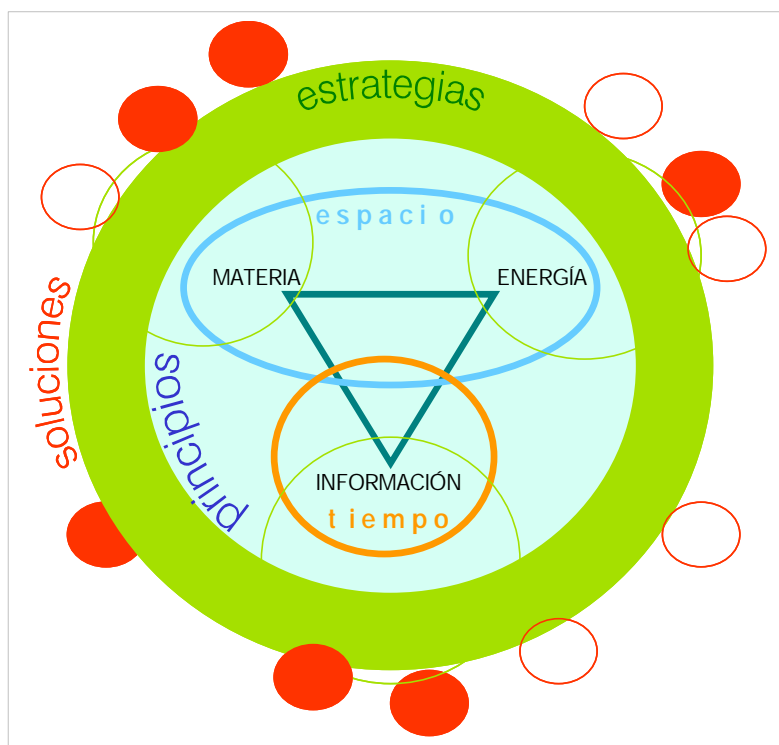
⁸¹ ...“El buen comportamiento bioclimático de la arquitectura ha de pasar por entender y optimizar, en relación con el edificio, los ciclos de materia, energía e información.” Medi Ambient i Tecnologia. Guia ambiental de la UPC. Universitat Politècnica de Catalunya. EDICIONS UPC (pag. 160).

Comienza con una serie de **principios** físicos, fisiológicos y psíquicos. A partir de estos principios, el proyecto arquitectónico busca ciertas **estrategias** que le permiten concretar sus necesidades e intenciones en **soluciones o sistemas** arquitectónicos concretos.

Los principios constituyen la base del conocimiento en la que se apoya el desarrollo de experiencias. Las estrategias son las maneras de abordar el proyecto de arquitectura, las intenciones arquitectónicas desde las que se intentan solucionar los problemas planteados. Y las soluciones constituyen las distintas opciones que concretan una situación arquitectónica en la que se han tomado una serie de decisiones. Estas soluciones podrán utilizar sistemas arquitectónicos concretos para su correcto funcionamiento.

Por lo general, los principios, estrategias y soluciones pueden ser influidas por uno o varios de los tres campos. Así, ciertas estrategias implican gestión de materia y energía al mismo tiempo y suponen el optar por soluciones no exclusivamente energéticas o materiales sino ambas cosas. La arquitectura incorpora siempre los tres campos interrelacionados y las soluciones o estrategias arquitectónicas suelen responder al conjunto de ellos y no únicamente a un campo parcial. Se ha de entender que la diversificación en estos tres campos es motivo de un intento de mayor comprensión y profundización en el problema arquitectónico, pero son en sí insolubles y han de considerarse siempre como interdependientes, no se pueden disgregar en la realidad arquitectónica.

De igual forma, los principios mantienen relaciones directas o indirectas con las estrategias seguidas e igualmente con las soluciones propuestas, se pueden considerar estas relaciones como un diagrama de arbol cuyas ramas se entrecruzan.



Gráf. 16 - Relaciones cognitivas entre los campos materia, energía e información

Partiendo de esta manera de estructurar los tres campos determinantes de la arquitectura en principios, estrategias y soluciones o sistemas concretos resulta muy sencillo ordenar todos los aspectos relacionados con ellos. Esta manera de estudiar la relación entre arquitectura y docencia nos permite crear relaciones directas con la organización estructural docente de los actuales planes de estudios y sus agrupaciones de asignaturas. De esta forma podemos relacionar los aspectos arquitectónicos medioambientales con los actuales planes de estudio y configurar una herramienta que resulte práctica y útil en la situación actual de cambio en la que nos encontramos.

materia	Principios	<ul style="list-style-type: none"> Materiales de construcción, propiedades Sistemas constructivos y tecnología de la edificación Resistencia de materiales Ciclo de vida de los materiales Contaminación, materiales y salud 	información	Principios	<ul style="list-style-type: none"> Percepción Estética Teoría de la arquitectura Historia de la arquitectura Técnicas de representación
	Estrategias	<ul style="list-style-type: none"> Huella ecológica Gestión de recursos (minimización, reutilización, reciclado) Desconstrucción Mantenimiento de edificios Rehabilitación No contaminación 		Estrategias	<ul style="list-style-type: none"> Confort físico Confort fisiológico Confort psicológico Confort ecológico
	Soluciones o sistemas concretos	<ul style="list-style-type: none"> Conservación ecológica Gestión de residuos Gestión del agua (ciclo del agua) Gestión de la producción (organización de obra) Planificación de mantenimiento 		Soluciones o sistemas concretos	<ul style="list-style-type: none"> Composición formal y espacial Proyectación arquitectónica y urbanística
Energía	Principios	<ul style="list-style-type: none"> Termodinámica Transmisión de calor Psicrometría Geometría solar Radiación solar Ventilación Luz, color 			
	Estrategias	<ul style="list-style-type: none"> Térmicas Acústicas Lumínicas Ecológicas 			
	Soluciones o sistemas concretos	<ul style="list-style-type: none"> Activas Pasivas 			

Gráf. 17 - Aspectos pertenecientes a los tres campos que configuran la arquitectura, materia, energía e información⁸²

⁸² "...El buen comportamiento bioclimático de la arquitectura ha de pasar por entender y optimizar, en relación con el edificio, los ciclos de materia, energía e información." Medi Ambient i Tecnologia. Guia ambiental de la UPC. Universitat Politecnica de Catalunya. EDICIONS UPC (pag. 160).

Al profundizar en el esquema podemos ampliar y concretar algunos conceptos tal y como se indica en el cuadro adjunto en la siguiente página y siguiendo el esquema que sigue:

	materia	energía	información
principios			
estrategias (intenciones arquitectónicas)			
soluciones (elementos o sistemas que concretan las estrategias)			

Tabla 7 - Esquema de relación entre la estructura de enseñanza de la arquitectura y los campos de flujos de energía, materia e información (tabla principal en A3 en la siguiente página)

Para desarrollar y ampliar este cuadro modelo de contenidos se han tenido en cuenta los diferentes sistemas de evaluación de la sostenibilidad en la edificación que actualmente se están utilizando y que pronto se incorporarán también en España. Se han estudiado en profundidad los sistemas BREEAM y LEED, norteamericano e inglés respectivamente, por ser éstos los de mayor prestigio, calidad y uso.⁸³

También para la realización de este modelo ha resultado fundamental el estudio exhaustivo de las Guías de Ambientalización Curricular de las Escuelas de Arquitectura de Barcelona y Vallés, cuyos indicadores se han tenido en cuenta e incorporado a este modelo, así como el documento editado por el Plan de Medioambiente de la UPC 'Criterios ambientales en el diseño, la construcción y la utilización de edificios'⁸⁴.

Este conjunto de contenidos perfectamente estructurado conforman el conocimiento medioambiental que debe ser incorporado a los planes de estudio de las Escuelas de Arquitectura Españolas.

Esta estructura ha de ser incorporada de manera transversal pues el conjunto de contenidos afectan a las distintas asignaturas que componen la estructura del programa de estudios de dichas escuelas. Ha de realizarse por tanto una inmersión de una estructura en otra, no es una relación plenamente lineal sino articulada a través de múltiples relaciones.

Como ya se ha comentado con anterioridad, la inclusión de estos contenidos deberá acompañarse con la transmisión de una sensibilidad medioambiental que permita su asentamiento dentro del marco de los conocimientos estructurales propiamente arquitectónicos que conforman el programa docente.

⁸³ <http://www.usgbc.org/LEED> (última revisión 22/03/2005)
 U.S. GREEN BUILDING COUNCIL. *Green Building Rating System For Core and Shell Development (LEED-CS)*
 Unballoted Draft for Pilot Version. (Based on LEED-NC v2.1). September 2003
<http://www.breeam.org/> (última visita 22/03/2005)
 Building Research Establishment. *BREEAM Retail 2005. Scope of the Method.*

⁸⁴ Pla de Medi Ambient de la UPC 'Criterios ambientales en el diseño, la construcción y la utilización de edificios'. Departament de Medi Ambient, Generalitat de Catalunya. 1998. ISBN 84-393-4590-9

	materia		energía			información	
principios	Materiales de construcción	propiedades características durabilidad	formas de energía	calor	sensible latente	Legislación medioambiental	
	Sistemas constructivos y tecnología de la edificación	elección de los materiales y soluciones constructivas en función de su impacto ambiental en fabricación y ejecución				Historia de la arquitectura	
	Ciclo de vida de los materiales			Teoría de la arquitectura			
	Principios de botánica aplicada en arquitectura			Radiación	solar Luz, color	Técnicas de representación	
	El aire					homeostasis	
	El ciclo del agua			sonido		sinestesia	multiplicidad de estímulos
	Contaminación, materiales y salud	peligrosidad, reciclaje	transformación de la energía	termodinámica psicrometría		Estética	ritmo énfasis, contraste equilibrio
	Producción de materiales	impacto ambiental efecto invernadero acidificación atmosférica contaminación atmosférica reducción capa de ozono emisiones metales pesados energía sólidos residuos	propagación, transmisión	dinámica de fluidos Transmisión de calor Geometría solar		Percepción	comparativa campos perceptivos (visual, acústico, olfativo) adaptación (percepción y tiempo)
			obstáculos a la energía	transmisión reflexión		confort global	parámetros factores (cantidad cualidad) variabilidad
		Resistencia de materiales	Resistencia de materiales	inercia, ventilación		Gestalt	patrones predefinidos
estrategias (intenciones arquitectónicas)	Desconstrucción	recuperación de elementos arquitectónicos reutilizables recuperación de materiales contaminantes recuperación de materiales reciclables que no son pétreos recuperación de materiales reciclables de origen pétreo	Pasivas Activas	Térmicas	captación solar protección solar aislamiento ventilación climatización artificial productiva ahorro energético	Confort físico	luminico acústico, térmico, olfativo
	Gestión de recursos	minimización, reutilización, reciclado		Luminicas	control lumínico (captación y protección) ahorro energético iluminación artificial productiva	Confort psicológico	estético visual material socio- cultural
	Mantenimiento de edificios			Ecológicas	aprovechamiento de energías renovables productividad de los recursos energéticos	Confort ecológico	natural productivo no contaminante
	Rehabilitación						
	No contaminación						
	Huella ecológica						

Tabla 7.1 - Esquema de relación entre la estructura de enseñanza de la arquitectura y los campos de flujos de energía, materia e información

	materia		energía			información				
soluciones (elementos o sistemas que concretan las estrategias)	Conservación ecológica	impacto en sistemas ecológicos de la edificación impacto de la extracción de materiales	Pasivas Activas	Iluminación	natural	ventanas celosías persianas lucernarios patios pérgolas toldos voladizos conductos de sol	Composición formal y espacial	entorno	situación clima agua vegetación topografía	
	Gestión de materiales	uso de áridos reciclados no utilización de materiales de alto impacto ambiental residuo mínimo reutilización de materiales selección eficiente de materiales			artificial	lámparas luminarias			contexto	cultural histórico antropológico
	Gestión de la producción (organización de obra)			Climatización	natural	invernaderos muro de almacén térmico (trombe) lecho de rocas cubiertas de agua cubiertas ecológicas refrigeración por evaporación refrigeración por irradiación térmica		tipología	tipo edificación compacidad esbeltez porosidad compartimentación	
	Gestión del agua	sistemas de ahorro en grifos sistemas de ahorro en electrodomésticos reutilización de aguas grises			artificial	colectores solares bomba de calor radiadores ventiloconvectores chimeneas calderas			Proyección arquitectónica y urbanística	lenguaje
	Gestión de residuos	minimización recogida selectiva clasificación y gestión reutilización reciclaje		Acústica	pantallas, vegetales o no aislamientos materiales absorbentes					
	Planificación de mantenimiento			Ventilación	natural	ventilación cruzada uso de vegetación uso de la humedad				
				Uso de la vegetación	artificial	ventiladores				
				Sistemas solares	barreras, pérgolas filtros, reguladores lumínicos y térmicos					
				Sistemas especiales	términos fotovoltaicos					
						domótica sistemas eólicos sistemas de biomasa sistemas hidráulicos sistemas geotérmicos coenergación				

Tabla 7.2 - Esquema de relación entre la estructura de enseñanza de la arquitectura y los campos de flujos de energía, materia e información

V. 1 Desarrollo de una PROPUESTA PEDAGÓGICA TIPO de introducción de dichos contenidos en la asignatura de proyectos arquitectónicos

La asignatura de proyectos arquitectónicos es aquella en la que se desarrolla la capacidad del alumno de diseñar arquitectónicamente. Por ello, es necesario que la sensibilidad medioambiental transmitida al alumno durante la docencia se vea reflejada en la misma permitiendo que los conocimientos adquiridos se concreten en soluciones arquitectónicas concretas y adecuadas.

En el estudio realizado en la Facultad de Urbanismo, arquitectura y Diseño de la Universidad de Buenos aires pudimos comprobar la importancia real de este tipo de asignaturas de diseño, por esta razón se ha dedicado este capítulo a reflexionar sobre este tipo de asignaturas y a realizar una propuesta pedagógica en la que se reflejen los contenidos propuestos por esta tesis de doctorado.

Se entiende por estrategia docente los procedimientos de comunicación mediante los cuales una persona experta en un tema trasmite de manera eficiente los conocimientos sobre dicho tema a otras personas no expertas.

Esta comunicación surge de la generación de un modelo conceptual que pretende representar el proceso productivo analizado para el que es necesario un cierto conocimiento técnico que es el que se quiere transmitir.

Dada la complejidad del proceso constructivo arquitectónico, los modelos conceptuales son siempre complejos. Para que un modelo conceptual sea suficientemente eficiente en su representación de la realidad, en nuestro caso, la construcción edilicia, debe presentar claramente los siguientes aspectos:

- Los fines que se quieren alcanzar al final del proceso y los criterios de valor con los que se juzgan,
- Los medios disponibles para alcanzarlos, y
- Las relaciones de causalidad entre ellos, los efectos que suponen los fines debido a los distintos medios utilizados.

En la arquitectura, las exigencias y requerimientos son múltiples. Las distintas soluciones a cada requerimiento en particular podrán ser beneficiosas o no para otros requerimientos.

Por ello, el buen proyecto arquitectónico deberá encontrar el equilibrio entre soluciones que sean óptimas en conjunto a la globalidad de la problemática arquitectónica propuesta, precisamente por ser suficientemente eficientes (aunque en muchos casos no la más eficiente) para cada requerimiento y exigencia en particular.

En el caso particular que se presenta, la medioambientalidad, y con ella, la eficiencia energética son un requerimiento más dentro del proceso proyectual, y por tanto será necesario estructurar la docencia partiendo de un modelo conceptual que presente los puntos antes citados. De esta manera, quedarán definidos los fines, medios y sus relaciones.

La arquitectura deberá cumplir los siguientes fines:

- La adecuación de sus espacios,
- La adecuación ambiental de los mismos,

-
- La conveniencia de sus cualidades estéticas y comunicativas,
 - La integridad a largo plazo de sus elementos físicos y así mismo sus ocupantes,
 - La eficiencia directa y medioambiental de sus procesos de producción.⁸⁵

La adecuación ambiental de los espacios arquitectónicos y la eficiencia medioambiental de sus procesos de producción son los fines que se deben proponer con el modelo en el caso que nos ocupa.

Los medios a utilizar deberán definirse desde las distintas áreas de conocimiento, evaluándose su idoneidad para los fines en cada caso concreto, y su causalidad respecto a otros fines igualmente importantes en el desarrollo proyectual arquitectónico (anteriormente comentados).

No tendría sentido entonces, en la docencia arquitectónica, incluir las enseñanzas medioambientales como soluciones cuantitativas energéticamente hablando, o como la elección de materiales y sistemas constructivos mas o menos ecológicos y sostenibles, sino que deberemos plantearla como la concepción espacial que nos permita un control adecuado de las condiciones energéticas, constructivas e incluso estéticas del edificio.

Para ello, un camino a seguir que se nos abre a partir del concepto de sostenibilidad⁸⁶ (aun mas amplio como ya comentamos que lo medioambiental) es el control y cierre de los ciclos materiales en la arquitectura. Esto implica inicialmente una sensibilidad medioambiental, a partir de ella se habria de plantear este reto de mayor escala.

La concepción global de la arquitectura deberá estar siempre presente en nuestro modelo docente para que pueda ser considerado un modelo correcto y eficiente.

Lo parcial no debe primar frente a lo global, por ello, lo fundamental del modelo conceptual que se plantee para cada asignatura es que no proponga soluciones concretas sino que proporcione criterios de valor que permitan al proyectista por un lado saber plantear correctamente los problemas que se presentan y por otro lado, saber evaluar las soluciones existentes, saber escoger la más adecuada al conjunto de requerimientos y adaptarla al caso concreto objeto de estudio.

Por otro lado, para poder realizar o construir arquitectura medioambiental y en último término, sostenible, es necesario que cualquier modelo conceptual propuesto parta de una sensibilidad ecológica que implique un respeto al medio natural que nos rodea.

Esto permite que los conocimientos técnicos transmitidos resulten eficientes en la utilización de recursos y proporcionen confort y condiciones de habitabilidad en el espacio arquitectónico.

Por ello, la metodología a adoptar en la enseñanza de los temas energético-ambientales en las diferentes áreas de conocimiento que conforman la enseñanza de la arquitectura deberá adoptar modelos que incluyan como fin los siguientes criterios:

- Respetar e introducir el principio de las tres erres, reducir, reutilizar y reciclar.
- El respeto por la naturaleza se planteará desde las consecuencias de cualquier tipo de decisión arquitectónica.
- El confort físico-psíquico será el fin último de cualquier planteamiento , es decir, **primará la habitabilidad frente a otro tipo de criterios arquitectónicos.**
- Los conocimientos impartidos se desarrollarán dentro del marco del cierre del ciclo de vida de los materiales.

⁸⁵ "Las estrategias docentes de la construcción arquitectónica" Jose Luis Gonzalez Moreno-Navarro, Albert Casals Balagué. Informes de la Construcción. Vol. 53, n. 474 (jul-ago,2001), p 5-19.

⁸⁶ Ver: Albert Cuchí Burgos, Ambientalització Curricular del Departament de Construccions Arquitectòniques I de la UPC

El caso concreto del proyecto arquitectónico

Todos los conocimientos teóricos deberán confluir en el proyecto arquitectónico, permitiendo su enriquecimiento con la inclusión de los criterios y condicionantes medioambientales.

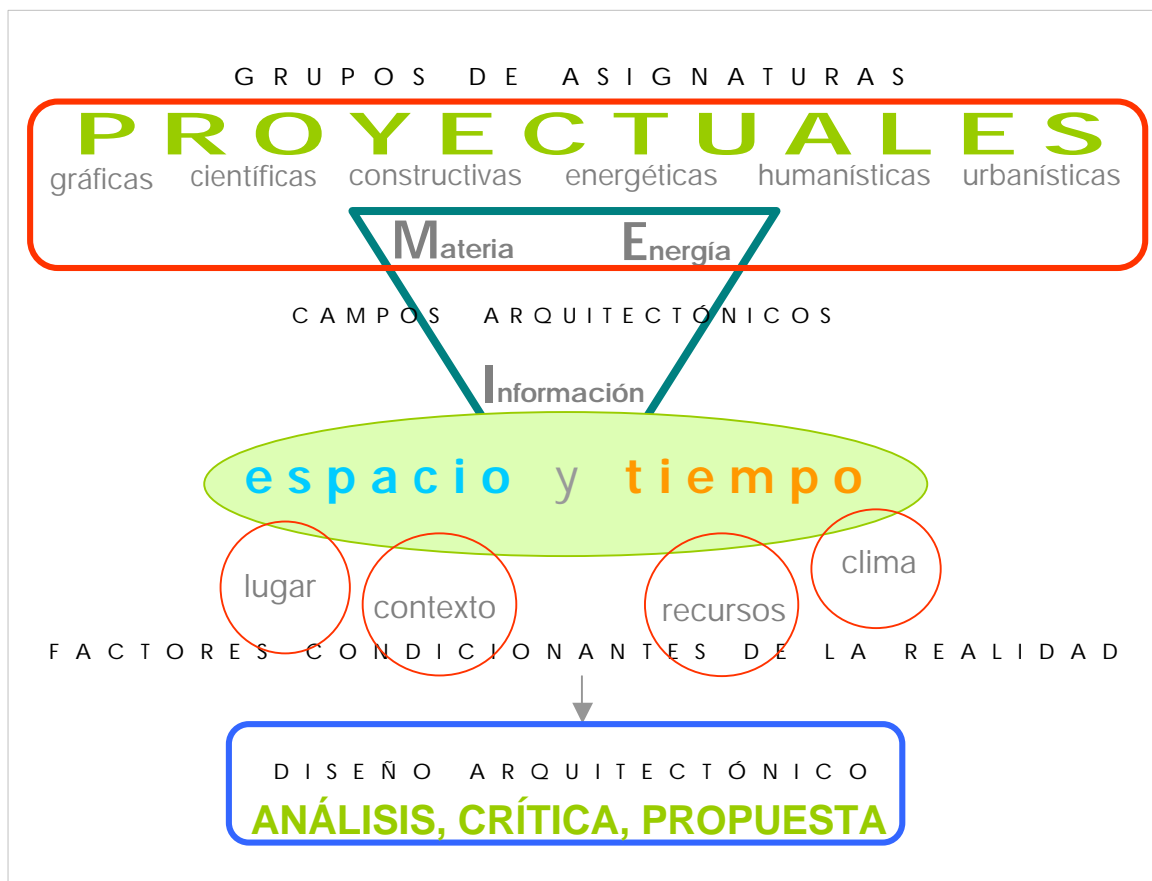
El taller de proyectos arquitectónicos no deberá entenderse únicamente como campo de experimentación de las tendencias estéticas y compositivas actuales; sino que deberá proporcionar el diálogo entre los distintos conocimientos adquiridos que son los que conformarán en su conjunto y globalidad el proyecto arquitectónico.

Igualmente, es necesario para la correcta docencia de esta asignatura asegurar una formación por parte de los docentes con capacidad de integrar los conocimientos proyectuales y técnicos en las asignaturas de proyectos propuestas, es decir, con conocimiento específico en campos de desarrollo científico, tecnológico e instrumental.

Como ya hemos comentado anteriormente, cualquier programa docente de una escuela de arquitectura se desarrolla a grandes rasgos según asignaturas englobadas en los siguientes grupos:

- GRÁFICAS (geometría, procedimientos de expresión, análisis de elementos arquitectónicos, proyectos arquitectónicos, etc...)
- CIENTÍFICAS (música, matemáticas, física, etc...)
- CONSTRUCTIVAS (materiales de construcción, tecnología del proyecto, construcción, estructuras, mecánica del suelo, etc...)
- ENERGÉTICAS (instalaciones, electrotecnia y luminotecnia, técnicas de acondicionamiento, etc...)
- HUMANÍSTICAS (historia, teoría de la arquitectura, estética, composición arquitectónica, etc...)
- URBANÍSTICAS (urbanismo, jardinería y paisaje, etc...)

Estos, constituyen la base desde la que se desarrollan los criterios medioambientales, directamente desarrollados a partir de los factores condicionantes de espacio y tiempo (lugar, recursos, contexto, clima).

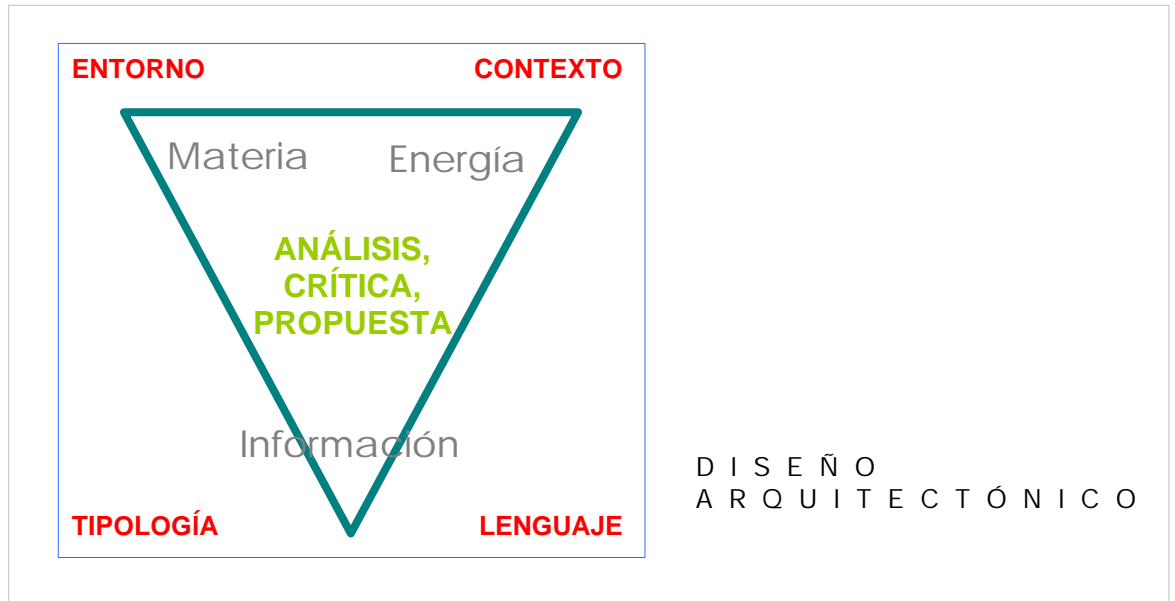


Gráf. 18 - Relación entre asignaturas y el proceso de diseño arquitectónico

El desarrollo del proyecto arquitectónico deberá entonces plantearse como un análisis de la situación proyectual, una actitud crítica que parta de la conciencia ecológica y sostenibilista y una propuesta arquitectónica que satisfaga las condiciones de confort físico, psíquico y asegure la habitabilidad de la solución adoptada.

Cualquier desarrollo proyectual ha de tener en cuenta los siguientes puntos: Entorno; Contexto; Tipología; y Lenguaje.

- Entorno. Indica el medio físico en el que asienta el proyecto, la orografía, topografía, el macroclima, microclima, orientaciones, sombras y asoleo, contaminación, ruidos, vistas, volúmenes, masas, escala, etc..
- Contexto. Indica el medio histórico, cultural y antropológico. Comprende costumbres, situaciones históricas, significados culturales, tendencias, características antropológicas de la sociedad, etc...
- Tipología. Estudia la forma y composición arquitectónica, los usos y funciones que configuran las tipologías edificatoria y el tipo de espacio urbano generado, el tipo de ciudad, sus relaciones estructurales, etc...
- Lenguaje. Estudia el lenguaje arquitectónico utilizado, los materiales, criterios compositivos, textura, color, estética, sistemas formales, estilos, sistemas constructivos, etc...



Gráf. 19 - Metodología y proceso del diseño arquitectónico

Es interesante destacar la importancia del clima frente a los demás factores, no porque los excluya sino porque de alguna manera los engloba. Históricamente el clima ha definido tipos arquitectónicos, materiales, sistemas constructivos, costumbres culturales, históricas, y en definitiva, formas de vida.

Por lo que las condiciones de humedad, temperatura, asoleamiento, pluviosidad, régimen de vientos, etc... son fundamentales para entender la propia idiosincrasia de las distintas sociedades, tal y como comenta ya Vitruvio en su libro VI, capítulo I.⁸⁷

Estos cuatro puntos definen la base sobre la que se habrá de desarrollar el proyecto arquitectónico para que responda a criterios de **habitabilidad y confort** tanto físico como psicológico.

En ellos aparecerán todos los condicionantes medioambientales del mismo.

En la lectura correcta de situaciones y utilización correcta de conocimientos específicos en campos de desarrollo científico, tecnológico e instrumental, estará la conclusión de un proyecto de arquitectura medioambiental.

El utilizar esta metodología de trabajo nos permite desarrollar ejercicios de proyectación de gran calidad y profundidad, no sólo se desarrollan esquemas de planteamiento básico del proyecto arquitectónico sino que se llega a desarrollar dicho proyecto a nivel de detalle constructivo desde el planteamiento de un análisis previo. Numerosos ejemplos se muestran en el anexo 2.

⁸⁷ Marcus Vitruvius, De Architectura. Ediciones de arte y bibliografía para Unión Explosivos Río Tinto SA. Madrid 1973.

**COMPROBACION DEL
MODELO**

- VI

VI. COMPROBACION DEL MODELO

Una vez planteado el modelo de estructura de contenidos medioambientales objeto de esta tesis, resulta necesaria su comprobación y valoración. Para ello seguiremos la siguiente secuencia de validación:

Validez > Idoneidad > Utilidad > Factibilidad

y finalmente se propondrá la metodología de introducción de los mismos en los planes de estudio que resulte más idónea en función de los casos estudiados.

VI. 1 - VALIDEZ : Relación del Modelo de Estructura de Contenidos Medioambientales propuesto y los contenidos docentes arquitectónicos según la Legislación Española. Introducción de la nueva Legislación Europea: Bolonia

Una vez determinados todos los aspectos medioambientales implicados en el proceso arquitectónico podemos comprobar la relación que estos tienen con las áreas docentes y más concretamente con las asignaturas que estructuran todos los programas de estudios de las distintas facultades de arquitectura españolas.

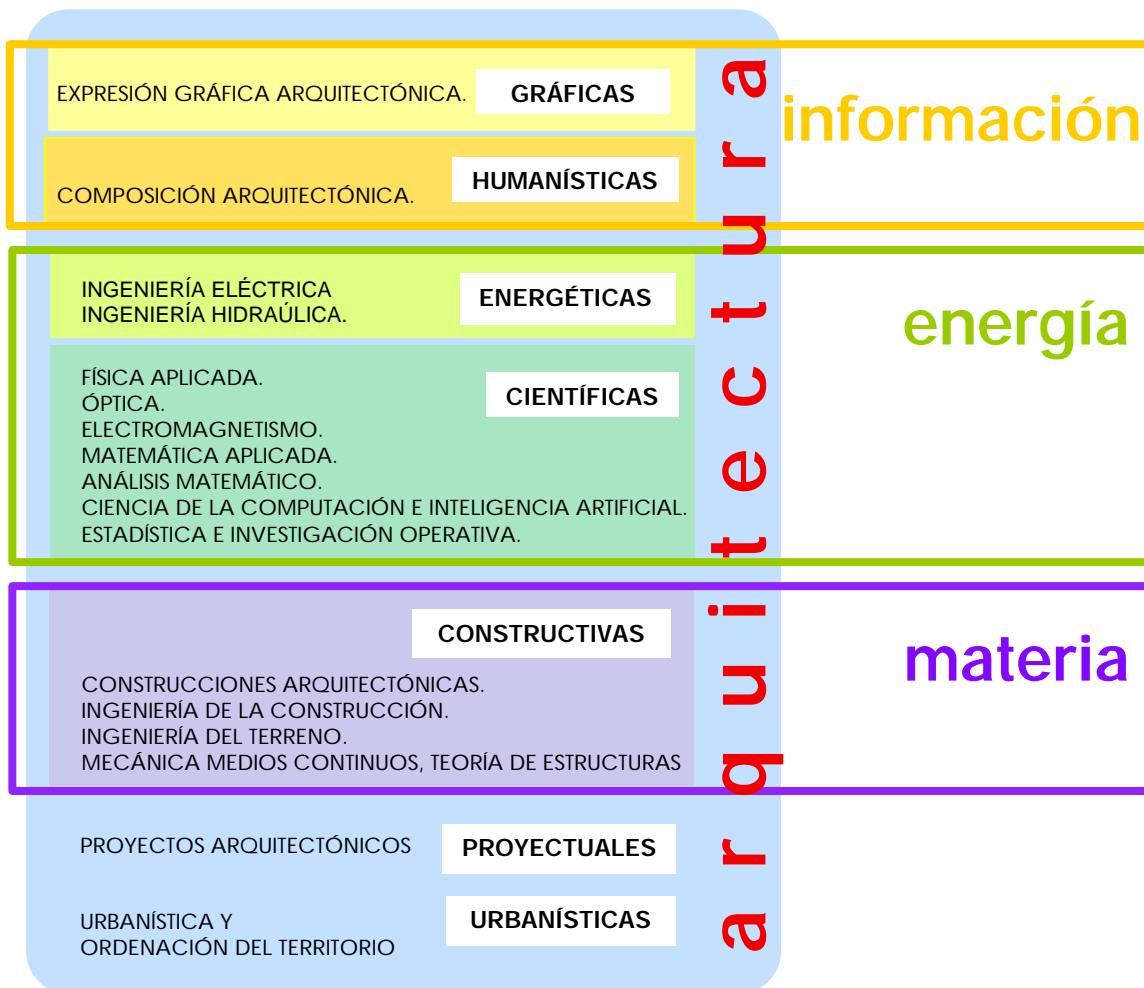
Estas asignaturas se encuentran definidas en el Real Decreto 4/1994, del 14 de enero, que establece el título universitario oficial de Arquitecto y las directrices generales propias de los planes de estudios conducentes a su obtención.

Según el modelo de estructura propuesto, los contenidos se organizan en función de las consignas materia, energía e información. A su vez, repasando las materias troncales según la normativa y, en función de la estructura departamental, podemos comprobar como éstas, agrupadas según la estructura típica docente comentada en capítulos anteriores, se puede directamente relacionar con estas tres consignas.

Así, las materias gráficas y humanísticas pertenecen al campo de la información, las materias energéticas pertenecen al campo de la energía, las científicas, pueden hacer referencia tanto al campo energético como puntualmente al campo de la materia, y las constructivas pertenecen al campo material. Los grupos de asignaturas proyectuales y urbanísticas son más complejos, puesto que estas asignaturas interrelacionan los tres campos conjuntamente y configuran en sí las respuesta arquitectónica completa.

Esta relación propuesta no es unívoca y las relaciones entre materias y los diferentes campos energético, materico e informativo pueden darse en mayor o menos medida simultáneamente. Sin embargo, se enfatizan las relaciones más directas y fuertes de manera que se pueda simplificar el estudio de éstas y así se pueda absorber la actual estructura rígida de los planes de estudio.

Así, con esta manera de agrupar las materias troncales podemos comprobar de manera gráfica y directa su relación con los tres campos materia, energía e información.



Gráf. 20 - Relación entre asignaturas de los programas de estudios de arquitectura y los aspectos relativos a la materia, energía e información

Completando respecto a los temas medioambientales se puede resumir la siguiente tabla.

ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES	AA		
Materiales de construcción, propiedades	C	Iluminación (natural, artificial)	A
Sistemas constructivos y tecnología de la edificación	C	Acústica	A
Resistencia de materiales	I	Climatización (natural, artificial)	A
Ciclo de vida de los materiales	C	Activas pasivas	A
Contaminación, materiales y salud	C	Ventilación (natural, artificial)	A
Huella ecológica	U	Uso de la vegetación	A
Gestión de recursos	A	Sistemas solares	A
Desconstrucción	C	Sistemas especiales	
Mantenimiento de edificios	C		
Rehabilitación	C	Percepción	Cm
No contaminación	C	Estética	Cm
Conservación ecológica	C	Teoría de la arquitectura	T
Gestión de residuos	C	Historia de la arquitectura	T
Gestión del agua (ciclo del agua)	A	Técnicas de representación	E
Gestión de la producción (organización de obra)	A	Confort físico	P
Planificación de mantenimiento	A	Confort fisiológico	P
		Confort psicológico	P
		Confort ecológico	P
		Composición formal y espacial	Cm
		Proyctación arquitectónica y urbanística	U
			P
Termodinámica	F		
Transmisión de calor	F		
Psicometría	F		
Geometría solar	F		
Radiación solar	F		
Ventilación	F		
Luz, color	F		
Térmicas	A		
Acústicas	A		
Lumínicas	A		
ecológicas			

Leyenda:
 AA - ASIGNATURAS ARQUITECTÓNICAS
 C - Construcciones arquitectónicas.
 I - Introducción a las estructuras de edificación
 U - Urbanismo
 A - Acondicionamiento y servicios.
 F - Fundamentos físicos en la arquitectura.
 Cm - Composición arquitectónica.
 T - Teoría e Historia de la arquitectura
 E - Expresión Gráfica en la arquitectura.
 P - Proyectos arquitectónicos.

⁸⁸ Tabla 8 - Relación entre los contenidos medioambientales y los grupos de asignaturas de los planes docentes de arquitectura españoles

Según la tabla anterior se observa que prácticamente la totalidad de aspectos medioambientales están directamente relacionados con las distintas asignaturas (o grupos de asignaturas) de los programas de estudios de las escuelas de arquitectura españolas.

De esta forma, se hace patente por un lado la importancia que dichos aspectos tienen en la docencia arquitectónica y por otro lado, la implicación directa que supondría la introducción de contenidos medioambientales en dichos programas.

Si queremos profundizar en las relaciones internas que aparecen con el modelo de estructura propuesta, podemos analizar el gráfico siguiente.

⁸⁸ Relación de materias troncales, de obligatoria inclusión en todos los planes de estudios conducentes a la obtención del título oficial de Arquitecto. Real Decreto 4/1994, de 14 de enero. Directrices generales propias de los planes de estudios conducentes a la obtención del título oficial de arquitecto en España.

Grupos Asig.	Áreas de Conocimiento según la normativa española ¹	Relación de materias troncales	flujos	principios	estrategias	soluciones osistemas	
GRÁFICAS	EXPRESIÓN GRÁFICA ARQUITECTÓNICA.	Dibujo arquitectónico.	información				
		Geometría descriptiva.					
		Dibujo asistido por computador.					
		Representación del terreno.					
HUMANÍSTICAS	COMPOSICIÓN ARQUITECTÓNICA.	Análisis de formas arquitectónicas.					
		Introducción a la arquitectura.					
		Historia de la arquitectura.					
		Teorías de la arquitectura.					
		Arquitectura Contemporánea.					
		Historia del Arte.					
		Teoría de la Composición arquitectónica.					
		Estética.					
ENERGÉTICA	INGENIERÍA ELÉCTRICA	Historia de la arquitectura y el urbanismo.		energía			
		Proyecto y ejecución de instalaciones.					
		Técnicas de acondicionamiento ambiental					
		Acústica.					
INGENIERÍA ELÉCTRICA	Instalaciones eléctricas.						
	Electrotecnia.						
	Luminotecnia.						
	Instalaciones hidráulicas.						
INGENIERÍA HIDRAÚLICA	Mecánica general.	materia					
	Mecánica de fluidos.						
	Termodinámica.						
	Electricidad.						
CIENTÍFICAS	FÍSICA APLICADA.		Bases teóricas del medio físico.				
			Teorías de la luz y el color.				
			Electromagnetismo.				
			Álgebra.				
	ÓPTICA		Ecuaciones diferenciales.				
			Geometría métrica, diferencial y analítica.				
	ELECTROMAGNETISMO		Cálculo numérico.				
			Cálculo.				
MATEMÁTICA APLICADA	Estadística.						
	Estadística.						
ANÁLISIS MATEMÁTICO	CONSTRUCCIONES ARQUITECTÓNICAS		Materiales de Construcción.	materia			
			Normativa de la construcción.				
		Proyecto y ejecución de sistemas constructivos					
		Sistemas constructivos en arquitectura					
INGENIERÍA DEL TERRENO	Mecánica del suelo.						
	Estructuras de edificación y cimentaciones: tipos, análisis, proyecto, ejecución. Normativas.						
	Control de calidad y patología.						
	Mecánica.						
MECÁNICA DE MEDIOS CONTINUOS Y TEORÍA DE ESTRUCTURAS	Mecánica de sólidos.						
	Elasticidad y plasticidad.						
	Resistencia de materiales.						
	Estructuras de edificación						
	Tipos estructurales.						
	Patología.						
	Control de calidad y costos.						
	Control de calidad y costos.						
PROYECTUALES	PROYECTOS ARQUITECTÓNICOS	Introducción a la teoría y práctica de la arq.	información / materia / energía				
		Teoría y práctica de la arquitectura, integrando disciplinas en el proyecto					
		Proyecto de ejecución.					
		Metodología, organización y gestión proyectos					
		Normativas.					
		Proyecto fin de carrera					
URBANÍSTICAS	URBANÍSTICA Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO.	Introd. planeamiento territorial y proyecto urbano					
		Planeamiento territorial y proyecto urbano.					
		Legislación urbana.					
		Arquitectura Legal.					
		Valoraciones.					
		Economía urbana.					
		Medio ambiente.					
		Impactos ambientales.					
Jardinería y paisaje.							

Tabla 9 - Relación entre la estructura propuesta y las Directrices Generales propias del Título Oficial de Arquitecto

En él, se ha profundizado en la relación que todas las materias de las áreas de conocimiento de la normativa tienen con la estructura propuesta.

Ésta, en sus tres campos se desglosa en principios, estrategias y soluciones o sistemas. Podemos ver como aparecen relaciones cognitivas entre materias y contenidos medioambientales.

Las materias propuestas por la normativa contienen implícitamente el mismo tipo de estructura en principios, estrategias y sistemas.

Por lo general estrategias y sistemas suelen impartirse de manera relacionada en cada materia, puesto que los segundos son consecuencia de los primeros. Igualmente, también es conveniente que los principios comiencen a esbozar las estrategias posibles durante la docencia para su mejor comprensión por el alumno.

De esta manera vemos como las relaciones existentes entre materias y contenidos según nuestro modelo estructural no son lineales y sin embargo, son sencillas y directas, fácilmente localizables e interpretables, lo cual permitirá una mayor flexibilidad posterior en la incorporación de nuevos contenidos a la estructura que puedan surgir de posteriores investigaciones.

El esquema organizado de contenidos medioambientales propuesto permite la relación directa entre las principales (troncales) asignaturas de los planes de estudio de las escuelas de arquitectura españolas y dichos contenidos facilitando así cualquier propuesta de inclusión de los mismos en los currícula académicos de las mismas.

Si desarrollamos un poco más estas relaciones existentes entre contenidos y materias lectivas podemos completar el esquema de la siguiente página.

Considerando la simplicidad de dicho esquema y teniendo en cuenta las investigaciones realizadas en algunas Universidades Europeas como principalmente el realizado en la Universidad Católica de Lovaina⁸⁹, se puede así mismo concluir que dicho esquema es igualmente válido para la introducción de dichos contenidos en los currícula de las escuelas de arquitectura europeas cuyo programa de estudios se asemeja en contenido y acepciones a los programas de las escuelas de arquitectura españolas.

⁸⁹ La energía en la educación medioambiental arquitectónica. (Estudio de casos particulares: la Facultad de Ingeniería Civil – Arquitectura de la Universidad Católica de Lovaina y la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad de Sevilla). Tesis de Maestría del programa: “VI Maestría en Energías Renovables : Aplicaciones en la Edificación” . Universidad Internacional de Andalucía. María López de Asiain Alberich.

Introducción de la nueva legislación europea: Bolonia

La integración en el Espacio Europeo de Educación superior es una propuesta desde la Unión Europea que aun no ha sido totalmente aceptada desde el Ministerio de Educación Español. Numerosas Universidades Españolas se encuentran reticentes a realizar un cambio tan sustancial y no están de acuerdo con las supuestas ventajas del cambio propuesto.⁹⁰ Aun así, el reto que supone esta integración ha de ser respondido desde el planteamiento de esta tesis.

De esta forma, el modelo de estructura de contenidos propuesto ha de responder en su flexibilidad a la posibilidad de cambio estructural que supone la integración en el Espacio Europeo de Educación Superior.

Los principales requerimientos para la integración en el Espacio Europeo se basan por un lado, en la reestructuración de ciclos docentes y por otro, en la adecuación profesional a las nuevas tendencias de la sociedad a nivel profesional.

La reestructuración de ciclos docentes supone el paso de un primer ciclo de dos años y un segundo ciclo docente de tres años, a un primer ciclo de tres años que supone la docencia de grado y un segundo ciclo de dos años que supone la docencia de master o especialización. El número de créditos propuesto se reduce un poco, de 243 a 180-240, y en general, la docencia de grado se intenta simplificar en conjunto.

Por otro lado, se hace especial hincapié en la importancia de la adecuación al mercado de trabajo y la enseñanza todo a lo largo de la vida de la persona como trabajador profesional.

En el documento Proyecto de Plan de Estudios y Título de Grado de Arquitecto, de la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA), coordinado por la Universidad Politécnica de Madrid, estudio pormenorizado de la situación de los planes de estudio españoles y su posible adecuación a Bolonia, se pone de manifiesto la importancia explícita de la inclusión de los temas medioambientales en dichos programas de estudios y se realiza una propuesta en la que éstos quedan incluidos.

En este sentido, el modelo de estructura propuesto encaja en perfectamente en la propuesta de Bolonia.

El esquema de contenidos propuesto entiende que la arquitectura consiste en controlar adecuadamente tres flujos, el de materia, el de energía y el de información. De esta forma, propone una nueva manera dinámica de entender la arquitectura que por un lado nos permite simplificar y reestructurar la docencia de la misma (apta para una concepción de la arquitectura más acorde con la realidad arquitectónica actual) y por otro, responde a la nueva dinámica del mercado de trabajo que incorpora cada vez más los requerimientos medioambientales como fundamentales en el proyecto arquitectónico.

Esta nueva manera de entender la arquitectura desde un punto de vista medioambiental permite, por otro lado, la simplificación de contenidos. En el último siglo, el desarrollo de la ciencia y la tecnología ha tenido consecuencias directas en la manera de entender la arquitectura y en los conocimientos que la docencia de la misma requería.

Éstos, han sido ampliados hasta tal punto que actualmente resulta difícil, por no decir imposible, abarcarlos todos en su complejidad. La cantidad de información disponible resulta a veces inacotable e inabarcable.

⁹⁰ Mas información: Proyecto de Plan de Estudios y Título de Grado de Arquitecto, Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación, Coordinado por la Universidad Politécnica de Madrid.

El planteamiento de una arquitectura medioambiental supone un análisis crítico de ciertos contenidos docentes que resultan obsoletos desde este punto de vista. Así por ejemplo, la manera de abordar en un edificio los flujos energéticos desde un punto de vista medioambiental implica que ciertos sistemas tecnológicos de acondicionamiento artificial no tengan sentido y por tanto no sea necesario que formen parte de la docencia.

De esta forma, el nuevo planteamiento de docencia arquitectónica que se propone desde esta tesis puede significar una simplificación estructural fundamental no por ello incauta (pues la profundización en cada temática arquitectónica dependerá de los criterios fijados por cada Universidad y cada Escuela de Arquitectura concreta) de la docencia de la arquitectura que encajaría perfectamente con los requerimientos del proceso de Bolonia. La nueva manera de entender la arquitectura podrá así acercarse a los requerimientos profesionales del mercado de trabajo que implican la consideración del medioambiente.

En el anexo I se desarrolla la investigación llevada a cabo en la Facultad de Ciencias Aplicadas de la Universidad Católica de Lovaina sobre la Licenciatura de Ingeniería Civil-Arquitectura. Esta licenciatura, corresponde a la española de arquitectura y es de especial interés como ya hemos comentado anteriormente por su contenido en temas medioambientales y su propuesta de adecuación a Bolonia.⁹¹

El estudio de este caso nos permite comprobar cómo el modelo de estructura de contenidos propuesto por esta tesis se adapta perfectamente a este programa. Así, relacionando los contenidos medioambientales de su programa de estudios con nuestro modelo, vemos su completa adecuación. Igualmente, en el caso de la propuesta de integración a Bolonia, los contenidos propuestos de nuevo se relacionan perfectamente con nuestro modelo.

Este hecho nos permite asegurar que la validez del modelo no solo se centra en casos españoles, sino también en caso de programas europeos cuya docencia de la arquitectura implique competencias profesionales semejantes a las españolas. Igualmente, permite confirmar que el cambio que supone la integración en el Espacio Europeo de Educación Superior es perfecta y sencillamente asumible desde la perspectiva de este modelo.

⁹¹ La energía en la educación medioambiental arquitectónica. (Estudio de casos particulares: la Facultad de Ingeniería Civil – Arquitectura de la Universidad Católica de Lovaina y la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad de Sevilla). Tesis de Maestría del programa: “VI Maestría en Energías Renovables : Aplicaciones en la Edificación” . Universidad Internacional de Andalucía. María López de Asiain Alberich.

VI.2 - IDONEIDAD : Amplitud del Modelo

La intención de este capítulo es la comprobación de la idoneidad del modelo de estructura organizativa de temas medioambientales propuesto en función de su amplitud.

Para ello se relacionará el modelo de estructura de contenidos con los contenidos medioambientales de dos experiencias muy diferentes, la realización de un Curso Introductorio a Temas Medioambientales y la realización de un Master de Postgrado basado en Energías Renovables y Temas Medioambientales, ambos en arquitectura.

VI.2.1 - Comparación con la Maestría de la Rábida

La relación entre el contenido de la 'VI Maestría en Energías Renovables : Aplicaciones en la Edificación' de la Universidad Internacional de Andalucía y el modelo de estructura de contenidos propuesto por esta tesis es muy clara y directa ya que dichos contenidos han sido fundamento inicial del modelo de estructura de contenidos planteado. Lo podemos comprobar en el siguiente esquema:

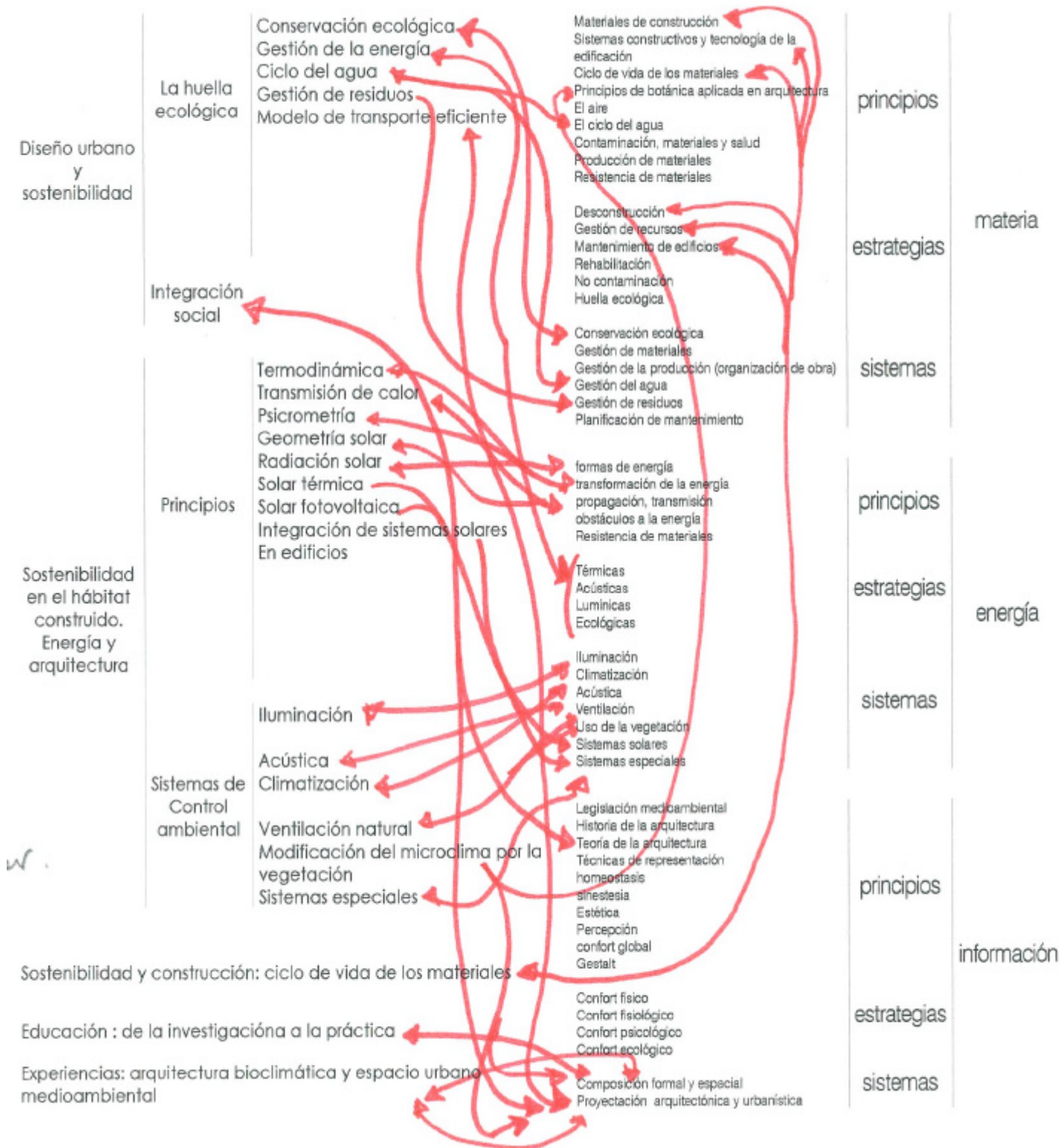
En este esquema vemos como cada uno de los contenidos planteados desde la maestría se reflejan en uno o varios puntos de nuestro modelo de estructura de contenidos. Así, independientemente de la profundidad en la que se puedan tratar éstos, todos pertenecen a la estructura propuesta, se absorben transversalmente desde el programa de la maestría. Esto confirma que el modelo de estructura propuesto tiene la suficiente amplitud como para abarcar incluso los contenidos medioambientales que una maestría en estos temas conlleva.

VI.2.2 - Comparación con la Experiencia en Chiapas

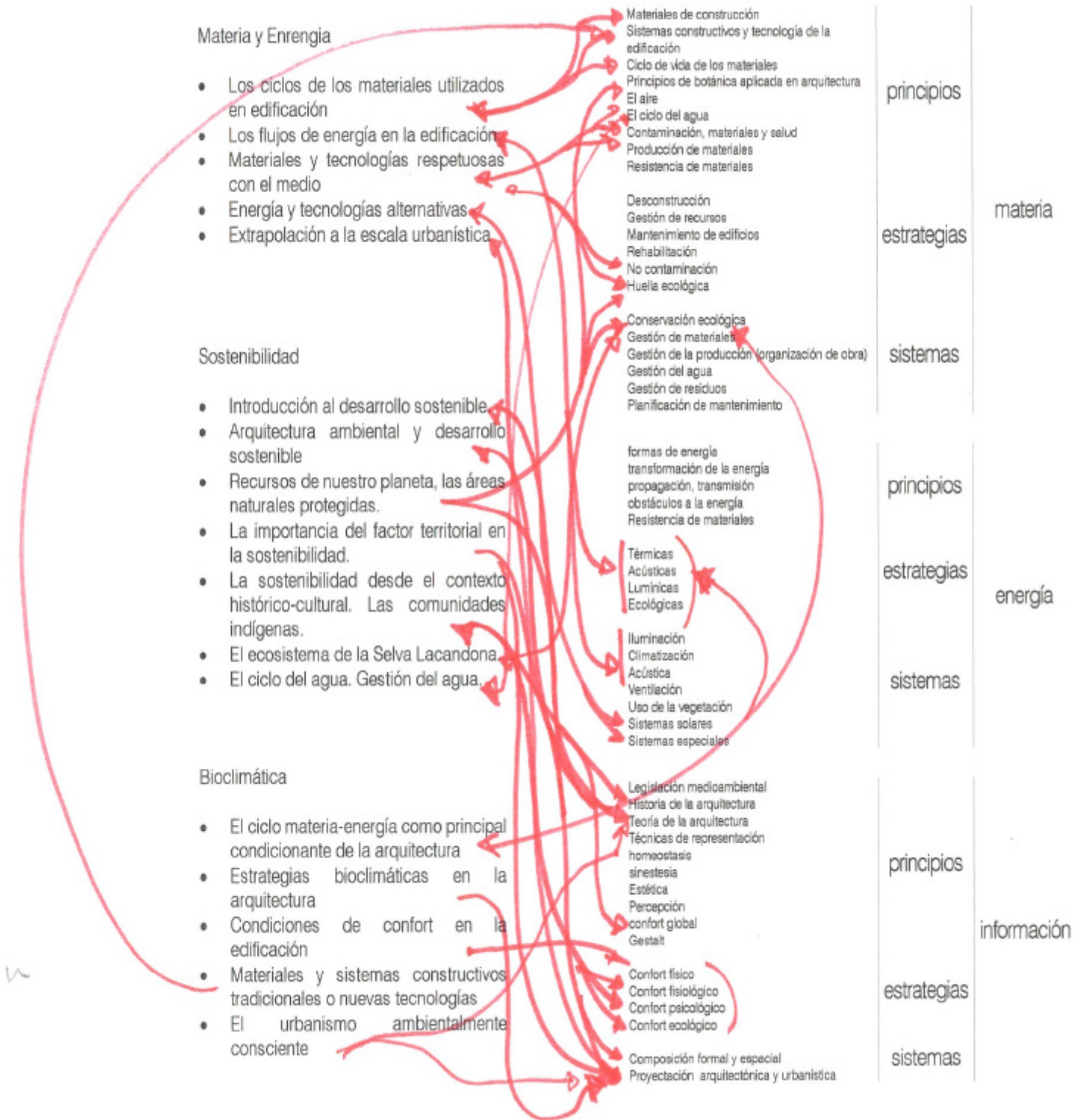
De la misma forma antes comentada, la relación existente entre los contenidos del curso de 'Acercamiento a Criterios Arquitectónicos para Comunidades Aisladas en Áreas Protegidas de Chiapas' y el modelo de estructura de contenidos propuesto también resulta muy claro puesto que la estructura de dicho modelo nace del planteamiento docente de dicho curso.

Así, cada uno de los temas tratados durante dicho curso se ve igualmente reflejado en uno o varios puntos de nuestra estructura de contenidos .

Se puede por tanto concluir que el modelo de estructura de contenidos propuesto es lo suficientemente amplio como para poder abarcar tanto los contenidos en docencia de una maestría de postgrado, como los contenidos docentes de un curso de introducción a temas medioambientales en arquitectura, y esta flexibilidad, nos permite considerarlo como idóneo para la introducción de temas medioambientales en los programas de estudios docentes de grado de las escuelas de arquitectura españolas.



Gráf. 21 - Cuadro relación entre el esquema de contenidos propuesto y los contenidos desarrollados en la maestría de la Rábida



Gráf. 22 - Cuadro relación entre el esquema de contenidos propuesto y los contenidos desarrollados en el curso de capacitación en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

VI.3 - UTILIDAD : Relación directa con las asignaturas de los Planes Docentes

Uno de los puntos claves a tratar en esta tesis sobre el modelo de estructura de contenidos propuesto es su utilidad real.

La intención última de esta tesis de doctorado es proporcionar una herramienta eficaz, sencilla y sobre todo estructuradora que sirva de base para la introducción de los temas medioambientales en los programas de estudios de cualquier escuela de arquitectura española, por tanto, para que resulte útil, deberá concordar con los planes de estudios vigentes de las escuelas motivo de estudio, la de Sevilla, Barcelona y Vallés.

VI.3.1 - Sevilla

En función del programa de estudios docente de esta escuela de arquitectura, se ha realizado un estudio pormenorizado en relación a los contenidos medioambientales que ya incorpora actualmente, y en base a ello, se ha realizado una propuesta de incorporación de nuevos contenidos aún no incorporados para su estructuración en una línea curricular especialmente medioambiental.

Este estudio se presenta en su totalidad en el anexo 6.

Sin embargo, en este capítulo la propuesta es diferente, la intención de este capítulo es comprobar como todos los temas medioambientales propuestos por el modelo de estructura de contenidos pueden y deben ser incorporados en las asignaturas ya existentes en el plan de estudios actual de la escuela de arquitectura. De esta forma, no sería necesario incorporar más asignaturas, sino bastaría con que las existentes reestructuraran su docencia.

Podemos comprobarlo en el siguiente cuadro (página siguiente).

En el mismo vemos como todos los temas medioambientales se ven reflejados en alguna asignatura o en varias, lo cual quiere decir que ésta debería incorporarlos en su docencia, bien como punto de partida conceptual o bien como contenidos docentes específicamente.

VI.3.2 Barcelona

En el caso de la escuela de Barcelona se puede realizar la misma comprobación de manera que existe igualmente la posibilidad de incorporar el conjunto de contenidos en el actual plan de estudios.

En este caso es necesario comentar la particularidad que supone la línea de asignaturas optativas medioambiental a partir de las cuales la introducción de temas medioambientales resulta mas sencilla metodológicamente, lo que supondría una gran ayuda para poner en práctica cualquier propuesta de introducción de contenidos medioambientales y proporciona una base clara para la realización de un estudio semejante al expuesto de la Escuela de arquitectura de Sevilla.

VI.3.3 Vallés

En el caso de la Escuela de arquitectura del Vallés se puede realizar el mismo estudio esquemático en el siguiente cuadro y ello nos confirma la utilidad real que puede tener el modelo de estructura de contenidos medioambientales propuesto.

En este caso, tal y como hemos estudiado en capítulos anteriores, sabemos que las áreas de conocimientos más implicadas con la temática medioambiental son las de construcción y acondicionamiento. Sin embargo comprobamos el gran peso que las asignaturas de proyectos y urbanismo tienen dentro de nuestro esquema.

Por lo tanto sería necesario que un proceso de introducción de temas medioambientales centrara sus esfuerzos en las mismas.

Cuadro en la siguiente página.

En conclusión podemos afirmar que el modelo de estructura de contenidos propuesto demuestra su utilidad en los casos de estudio comentados, y por su variedad, puede ser generalizable a todos los planes de estudio españoles ya que todos mantienen la misma estructura docente y contenidos fundamentales.

VI.4 - FACTIBILIDAD : Ambientalización Curricular, Plan de Medioambiente de la UPC. Propuesta de Línea Medioambiental en la Facultad de Arquitectura de Sevilla.

Como ya hemos comentado anteriormente, la posibilidad de incorporar los contenidos medioambientales en los programas de estudios de las escuelas de arquitectura españolas es muy real pero se basa en la incentivación al profesorado. Desde los planes de ambientalización de la UPC se han desarrollado herramientas y estrategias que son una base estupenda para dicha ambientalización, pero sin embargo, es necesario el trabajo directo con el profesorado.

Tras el estudio realizado sobre el Plan de Medioambiente de la UPC queda de manifiesto que es necesario adoptar nuevas estrategias para que éste pueda funcionar tal y como se comenta en el anexo 5.

En cambio, la propuesta de línea medioambiental realizada para la escuela de arquitectura de Sevilla y detallada en el anexo 6 resulta bastante adecuada.

Hemos de considerar que esta propuesta se basa en el propio incentivo del profesorado. No hay que convencerlo, pues es desde el mismo que se aporta la intención medioambientalizadora, por lo que al poner medios y herramientas concretas para facilitar el proceso, este podrá realizarse con relativa sencillez.

El modelo de estructura de contenidos propuesto por esta tesis es por tanto una herramienta fundamental que puede ser definitoria para la aplicación de la propuesta de línea medioambiental de la escuela de Arquitectura de Sevilla. Los medios están, las intenciones también. Solo falta estructurar y concretar la iniciativa como válida y para ello esta tesis doctoral puede resultar de gran ayuda.

En el inicio de esta tesis doctoral se proponía como uno de los objetivos el demostrar que el planteamiento desarrollado desde la universidad Politécnica de Cataluña y su Plan de Medioambiente, resultaba mas correcto conceptualmente y más coherente con el sentido de los contenidos medioambientales y su significado en la arquitectura. De hecho, esta premisa ha estado presente durante todo el desarrollo de la misma.

El planteamiento original propone una conciencia medioambiental general a partir de la cual los contenidos o conocimientos medioambientales se incorporan en todas y cada una de las asignaturas de los planes docentes. Sin embargo, la experiencia nos demuestra que la inercia contenida en el desarrollo de la docencia en las universidades es mucha y difícilmente se puede modificar su estructura o sus bases, ni legalmente ni de manera más práctica.

Por ello, se debe concluir que el planteamiento de una propuesta menos ambiciosa como puede ser una línea medioambiental optativa a lo largo de toda la docencia de la carrera de arquitectura es una opción realmente interesante y real, es decir factible, realizable a corto-medio plazo, que puede resultar un gran comienzo en el cambio docente que supone la enseñanza basada en temas medioambientales y el cambio hacia un nuevo paradigma que implica el conocimiento y respeto del medioambiente y de la nueva ecología social sostenible actualmente en desarrollo.

Comenzando por actuaciones parciales concretas como pueden ser estas líneas medioambientales podremos extender el interés entre docentes y alumnos y concretar el nuevo paradigma a través de estos temas medioambientales.

VI.4.1 Propuesta de asignación de horas / créditos a los contenidos medioambientales

En este capítulo se pretende realizar una propuesta de cuantificación horaria o de créditos de los contenidos medioambientales principales propuesto en el modelo de estructura de contenidos objeto de esta tesis.

Para ello, primero hemos de tener en cuenta que los contenidos se refieren siempre a materias de grado y en ningún caso la amplitud de los mismos deberá corresponder a la docencia de postgrado que puede representar una maestría o un doctorado.

Por otro lado, deberemos diferenciar los contenidos que son específicamente medioambientales y que hasta ahora no se incluían en la propia docencia de la arquitectura y los que suponen básicamente el explicar contenidos considerados plena y típicamente arquitectónicos desde una nueva perspectiva, pues estos no suponen un incremento horario sino más bien un simple cambio de punto de vista.

Tras un minucioso análisis de los contenidos estudiados en función de la amplia bibliografía y las experiencias de investigación y docencia realizadas durante la investigación de la presente tesis, se resume la siguiente propuesta.

Los cuadros que siguen a continuación detallan las horas que se asignan a cada grupo de contenidos. Según estos sean nuevos contenidos medioambientales incorporados o simplemente replanteados, se considerarán de tipo B o tipo A respectivamente.

		h A	h B	h A	h B
materia				147	138
principios				128	83
	Materiales de construcción	64			
	propiedades características durabilidad				
	Sistemas constructivos y tecnología de la edificación		35		
	elección de los materiales y soluciones constructivas en función de su impacto ambiental en fabricación y ejecución				
	Ciclo de vida de los materiales		5		
	Principios de botánica aplicada en arquitectura		10		
	El aire		5		
	El ciclo del agua		3		
	Contaminación, materiales y salud		15		
	peligrosidad, reciclaje				
	Producción de materiales		10		
	impacto ambiental (efecto invernadero, acidificación atmosférica, contaminación atmosférica, reducción capa de ozono, emisiones metales pesados, energía sólidos, residuos)				
	Resistencia de materiales	64			
estrategias (intenciones arquitectónicas)				14	20
	Desconstrucción		10		
	recuperación de elementos arquitectónicos reutilizables recuperación de materiales contaminantes recuperación de materiales reciclables que no son pétreos recuperación de materiales reciclables de origen pétreo				
	Gestión de recursos	5			
	minimización, reutilización, reciclado				
	Mantenimiento de edificios	2			
	Rehabilitación	5			
	No contaminación	2			
	Huella ecológica		10		
soluciones (elementos o sistemas que concretan las estrategias)				5	35
	Conservación ecológica		5		
	impacto en sistemas ecológicos de la edificación impacto de la extracción de materiales				
	Gestión de materiales		10		
	uso de áridos reciclados no utilización de materiales de alto impacto ambiental residuo mínimo reutilización de materiales selección eficiente de materiales				
	Gestión de la producción (organización de obra)	5			
	Gestión del agua		5		
	sistemas de ahorro en grifos sistemas de ahorro en electrodomésticos reutilización de aguas grises				
	Gestión de residuos		10		
	minimización recogida selectiva clasificación y gestión reutilización reciclaje				
	Planificación de mantenimiento		5		

		h A	h B	h A	h B
energía				165	139
principios				140	40
	formas de energía	70			
	transformación de la energía	30			
	propagación, transmisión	30	20		
	obstáculos a la energía	10			
	Resistencia de materiales inercia, ventilación		20		
estrategias (intenciones arquitectónicas) pasivas y activas				15	21
	Térmicas		10		
	captación solar, protección solar, aislamiento. ventilación climatización artificial productiva, ahorro energético				
	Acústicas	10			
	reducción de ruidos, protección acústica, aislamiento acústico				
	Lumínicas	5	5		
	control lumínico (captación y protección) ahorro energético, iluminación artificial productiva				
	Ecológicas		6		
	aprovechamiento de energías renovables productividad de los recursos energéticos				
soluciones (elementos o sistemas que concretan las estrategias) pasivas y activas				10	78
	Iluminación		15		
	natural ventanas, celosías, persianas, lucernarios, patios, pérgolas, toldos, voladizos, conductos de sol				
	artificial lámparas, luminarias				
	Climatización	10	10		
	natural invernaderos, muro de almacén térmico (trombe), lecho de rocas, cubiertas de agua, cubiertas ecológicas, refrigeración por evaporación, refrigeración por irradiación térmica				
	artificial colectores solares, bomba de calor, radiadores, ventiloconvectores, chimeneas, calderas				
	Acústica		3		
	pantallas, vegetales o no, aislamientos, materiales absorbentes				
	Ventilación		5		
	natural ventilación cruzada, uso de vegetación, uso de la humedad				
	artificial ventiladores				
	Uso de la vegetación		5		
	barreras, pérgolas, filtros, reguladores lumínicos y térmicos				
	Sistemas solares		30		
	térmicos, fotovoltaicos				
	Sistemas especiales		10		
	domótica sistemas eólicos, sistemas de biomasa, sistemas hidráulicos, sistemas geotérmicos, cogeneración				

		h A	h B	h A	h B
información				245	85
principios				220	62
	Legislación medioambiental		35		
	Historia de la arquitectura	150			
	Teoría de la arquitectura	70			
	Técnicas de representación		6		
	homeostasis		2		
	sinestesia		2		
	multiplicidad de estímulos				
	Estética		5		
	ritmo, énfasis, contraste, equilibrio				
	Percepción		5		
	comparativa				
	campos perceptivos (visual, acústico, olfativo)				
	adaptación (percepción y tiempo)				
	confort global		5		
	parámetros, factores (cantidad cualidad), variabilidad				
	Gestalt		2		
	patrones predefinidos				
estrategias (intenciones arquitectónicas)					8
	Confort físico		2		
	lumínico, acústico, térmico, olfativo				
	Confort fisiológico		2		
	lumínico, acústico, térmico, olfativo				
	Confort psicológico		2		
	estético, visual, material, socio- cultural				
	Confort ecológico		2		
	natural, productivo, no contaminante				
soluciones (elementos o sistemas que concretan las estrategias)				25	15
	Composición formal y espacial	12. 5	7.5		
	entorno				
	situación, clima, agua, vegetación, topografía				
	contexto				
	cultural, histórico, antropológico				
	tipología				
	tipo edificación, compacidad, esbeltez, porosidad				
	compartimentación				
	lenguaje				
	piel, estilo, materiales				
	Proyección arquitectónica y urbanística	12. 5	7.5		
	entorno				
	situación, clima, agua, vegetación, topografía				
	contexto				
	cultural, histórico, antropológico				
	tipología				
	tipo edificación, compacidad, esbeltez, porosidad				
	compartimentación				
	lenguaje				
	piel, estilo, materiales				
horas totales tipo A				557	
horas totales tipo B				362	

Tabla 15 – Propuesta de asignación de créditos a los contenidos medioambientales

Si consideramos que 10 h equivalen a un crédito tal y como prescribe la actual normativa española, entonces tendremos 55,7 créditos en contenidos propiamente arquitectónicos cuyo enfoque ha de cambiar desde el nuevo paradigma medioambiental propuesto y 36,2 créditos de contenidos nuevos en la docencia de la arquitectura.

En la siguiente tabla podemos comprobar la proporción que suponen estos créditos en los planes de estudios analizados.

	CREDITOS TOTALES	% CREDITOS MEDIOAMBIENTALES TIPO A	% CREDITOS MEDIOAMBIENTALES TIPO B	% CREDITOS MEDIOAMBIENTALES TOTALES
ESCUELA DE BARCELONA	375	15	9.6	24.6
ESCUELA DEL VALLES	337.5	15	9.5	24.5
ESCUELA DE SEVILLA	450	12.4	8	20.4

Tabla 16 – Resumen propuesta de asignación de créditos a los contenidos medioambientales en los tres casos de estudio de Escuelas de Arquitectura Españolas

Podemos ver que la cantidad de contenidos nuevos a incorporar en los planes de estudios están siempre por debajo del 10%, cantidad bastante razonable para un cambio de tanta importancia.

Si consideramos la totalidad de créditos de carácter medioambiental entonces podemos comprobar como la carga lectiva de carácter medioambiental asciende de un 20 a un 25% lo cual proporciona la seguridad de que los estudios incorporan suficiente contenido medioambiental.

Realmente considerar que un 20-25% de los contenidos arquitectónicos son o tienen matices medioambientales es priorizar estos temas de manera suficiente y adecuada.

CONCLUSIONES - VII

VII. CONCLUSIONES FINALES

La introducción de contenidos medioambientales en los currículum de las Escuelas de Arquitectura Españolas resulta de cierta dificultad debido al tipo de estructura actual de los mismos y su rigidez. Sin embargo, existen herramientas que pueden facilitararlo en gran medida y metodologías que permiten una evolución gradual en los mismos encaminada hacia un cambio de paradigma en la concepción arquitectónica y a un cambio docente de mayor envergadura a largo plazo.

Se ha comprobado en esta tesis que éste cambio de paradigma mencionado nace de una mentalidad y actitud respetuosa hacia el medioambiente natural y se nutre de unos conocimientos medioambientales, necesarios para su puesta en práctica en relación a la arquitectura.

Se ha llegado a las siguientes Conclusiones:

Respecto a las bases desde las que se plantea esta tesis:

- El uso del término medioambiental referido a la enseñanza de la arquitectura supone la referencia a los contenidos medioambientales de los campos: energía, materia e información.
- La flexibilidad del modelo de estructura de contenidos propuesto por esta tesis surge de una nueva manera de entender la arquitectura, como flujos de materia, energía e información. Esto nos permite realizar una simplificación estructural de la docencia de la misma siguiendo el proceso cognitivo : principios → estrategias → soluciones o sistemas.
- La nueva manera de entender la arquitectura nos permite replantearnos la posibilidad de un cambio total en la manera de afrontar la docencia, introduciendo nuevas metodologías docentes que desarrollen mucho mas la interacción alumno–profesor o entre el propio alumnado de manera interdisciplinar y siempre promoviendo el intercambio socio-cultural.

Respecto a la propuesta de esta tesis:

- El modelo de estructura de contenidos planteado en esta tesis doctoral resulta una herramienta fundamental de apoyo a dicho cambio. Es útil a lo largo de todo el proceso y permite controlar en cada momento el desarrollo del mismo gracias a su flexibilidad en relación a los programas de estudios
Asimismo permite la absorción de los cambios que puedan derivarse de nuevas normativas europeas o de la estructuración docente propuesta desde Bolonia.
- En consecuencia, la enseñanza arquitectónica impartida en las escuelas de arquitectura españolas podrá considerarse medioambiental siempre y cuando incorpore dichos contenidos en la totalidad de su currículum en general y de sus asignaturas en particular.
- Para que dicha enseñanza pueda considerarse adecuada, los conocimientos medioambientales impartidos deberán incorporarse desde una perspectiva que incluya criterios ambientales, ecológicos y bioclimáticos y desde una sensibilidad cuyo fin último tienda a la sostenibilidad planetaria.

Respecto a la metodología y funcionalidad de la propuesta:

- La metodología de introducción de contenidos medioambientales ha de concentrar sus esfuerzos en la figura del profesor, aprovechar su motivación, consolidar sus conocimientos e incentivar su docencia encaminándola en el sentido de este nuevo paradigma.
- En la docencia de la arquitectura destaca como fundamental el aprendizaje de la asignatura de proyectos arquitectónicos. La introducción de contenidos medioambientales ha de plasmarse en la docencia del mismo o no podremos considerar completo el proceso de cambio planteado. Aunque todas las demás asignaturas introduzcan temas medioambientales en su docencia, si estos no quedan reflejados en el proyecto arquitectónico (edificatorio o urbanístico) la asimilación de los mismos no puede considerarse válida puesto que no implica la utilización de estos conocimientos en el fin último de la arquitectura, la proyectación y edificación.
- Igualmente queda de manifiesto la importancia de la investigación en arquitectura, actualmente poco valorada. Sin investigación no se hace posible el cambio, y tal y como hemos podido comprobar en esta ocasión, los nuevos cambios sociales conducen siempre a necesidades de cambio educativas que se reflejan antes o después en la docencia de la arquitectura así como de otras disciplinas.

La investigación promueve y facilita el cambio, es el sustento de nuevas opciones encaminadas siempre a una mejora arquitectónica, urbanística y por ello igualmente social.

Recuperando la hipótesis de partida planteada por esta tesis doctoral:

"Es posible crear una estructura o sistema organizativo abierto y flexible de temas y contenidos medioambientales para cualquier programa de estudios actual de una facultad de arquitectura española."

Se ha de concluir que se ha cumplido satisfactoriamente dicha hipótesis y se ha demostrado el hecho de que dicha estructura es válida para otros programas docentes de escuelas de arquitectura europeas semejantes a los españoles así como para otro tipo de estudios arquitectónicos de diversas categorías (maestrías, postgrados, cursos introductorios, etc...)

Igualmente, sobre la consecución de objetivos podemos comentar que :

- Se ha definido y concretado suficientemente la temática de carácter medioambiental que debe conocer y manejar el arquitecto en base a sus conocimientos de grado y la postura respetuosa y coherente desde la que debe desarrollar su práctica profesional.
- Se han recogido las prescripciones y recomendaciones que emanan del proceso de cambio hacia la sostenibilidad propuesto por la Unión Europea, promoviendo una herramienta que pueda facilitarlos.
- Se ha elaborado un **modelo de estructura de contenidos medioambientales flexible y no cerrado**, válido para cualquier programa de estudios de arquitectura español y europeo en su semejanza.
- Se ha determinado y explicado la postura medioambiental desde la que estos contenidos adquieren plena coherencia y promueven un cambio de paradigma hacia una sostenibilidad planetaria.

- Se han estudiado las posibilidades de dicho modelo en las escuelas de arquitectura de Sevilla, Barcelona y Vallés llegando a la conclusión de que su puesta en práctica deberá basarse en la incentivación al profesorado.
- Y aunque se pretendía concluir que la 'ambientalización curricular' propuesta por la UPC en las escuelas del Valles y Barcelona era la opción más coherente, sin embargo se ha llegado a la conclusión de que la propuesta de línea medioambiental desarrollada en la facultad de Sevilla es una opción más realista a corto plazo y que puede apoyar en gran medida la continuidad en el cambio docente propuesto por la Ambientalización Curricular pero en términos de largo plazo.
- Se ha desarrollado dicha propuesta de línea medioambiental en el programa de la escuela de Sevilla (anexo 6) e igualmente se han desarrollado y comentado opciones para la continuidad del proceso de 'ambientalización' desarrollados en las escuelas del Vallés y Barcelona.

Por todo ello se consideran alcanzados los objetivos tanto generales como particulares de esta tesis doctoral.

El modelo de estructura de contenidos medioambientales propuesto por esta tesis es una herramienta que permite la introducción de contenidos medioambientales en todos los planes de estudios de las escuelas de arquitectura españolas desde una postura respetuosa con el medioambiente natural y encaminada, en último término, a una sostenibilidad global planetaria .

Nuevas posibles propuestas de tesis

Estudio del sistema de indicadores de sostenibilidad en la construcción para desarrollar un sistema de indicadores de sostenibilidad en la enseñanza y educación arquitectónica.

Desarrollo de una metodología específica de aplicación del modelo de contenidos propuesto para una escuela de arquitectura Española tras los cambios de programa propuestos desde Bolonia.