

Percepción de Unidades  
Didácticas sobre  
Edificación Bioclimática  
en el Contexto Educativo

S. Ferri  
R. Sala  
J. M. Cornejo





Percepción de Unidades  
Didácticas sobre  
Edificación Bioclimática  
en el Contexto Educativo

S. Ferri  
R. Sala  
J. M. Cornejo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Universidad de Barcelona*

**Departamento de Medio Ambiente**



Toda correspondencia en relación con este trabajo debe dirigirse al Servicio de Información y Documentación, Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas, Ciudad Universitaria, 28040-MADRID, ESPAÑA.

Las solicitudes de ejemplares deben dirigirse a este mismo Servicio.

Los descriptores se han seleccionado del Thesauro del DOE para describir las materias que contiene este informe con vistas a su recuperación. La catalogación se ha hecho utilizando el documento DOE/TIC-4602 (Rev. 1) Descriptive Cataloguing On-Line, y la clasificación de acuerdo con el documento DOE/TIC.4584-R7 Subject Categories and Scope publicados por el Office of Scientific and Technical Information del Departamento de Energía de los Estados Unidos.

Se autoriza la reproducción de los resúmenes analíticos que aparecen en esta publicación.

Catálogo general de publicaciones oficiales  
<http://www.060.es>

**Depósito Legal:** M -26385-2011

**ISSN:** 1135 - 9420

**NIPO:** 721-13-035-2

Editorial CIEMAT

## CLASIFICACIÓN DOE Y DESCRIPTORES

S32

ARCHITECTURE; BUILDINGS; MATERIALS; CONSTRUCTION; EDUCATION;  
RESEARCH PROGRAMS

## **Percepción de las Unidades Didácticas sobre Edificación Bioclimática en el Contexto Educativo**

Ferri, S.; Sala, R.; Cornejo, J. M.

77 pp. 8 ref. 8 figs. 12 tablas

### **Resumen:**

En el marco del proyecto singular estratégico ARFRISOL sobre arquitectura bioclimática, se desarrollaron unos materiales educativos para difundir esta tecnología en el colectivo escolar: las Unidades Didácticas. Este informe presenta los resultados de un estudio exploratorio sobre los posibles efectos de la introducción de las UDD en el aula, en aspectos tales como el nivel de conocimiento, el grado de interés y la asimilación de conocimientos en relación a la edificación bioclimática. La muestra del estudio está compuesta por dos colectivos: profesores (N=27) y alumnos (N=313). Para este análisis se desarrollaron dos cuestionarios ad hoc para comprender la experiencia que de las unidades didácticas tenía cada uno de estos colectivos. Los resultados sugieren que las UDD serían una buena herramienta para difundir los avances de la arquitectura bioclimática en contextos educativos. Ambos colectivos destacan la necesidad y la utilidad de la temática, así como la aplicabilidad de estas innovaciones a la vida cotidiana. No obstante, aspectos como la dificultad de comprensión de algunos conceptos, el tiempo de dedicación lectiva o la oportunidad de realizar visitas a los edificios del proyecto aparecen como constantes a ajustar y/o incorporar en los programas académicos. Con este análisis exploratorio se pretende contribuir a mejorar las estrategias de comunicación y de difusión científica del proyecto para aumentar la sensibilización y fomentar un mayor conocimiento sobre este tema.

## **Perception of Educational Materials on Bioclimatic Buildings: An Exploratory Study in the School Community**

Ferri, S.; Sala, R.; Cornejo, J. M.

77 pp. 8 ref. 8 figs. 12 tables

### **Abstract:**

In the framework of the ARFRISOL project on bioclimatic architecture, a set of educational materials were developed to disseminate the technology in the school community. This report presents the results of an exploratory study on the effects of those educational materials in the classroom, analyzing areas such as satisfaction, level of interest, and knowledge in relation to bioclimatic building. The sample consists of two groups: teachers (N = 27) and students (N = 313). Two questionnaires were developed ad hoc in order to properly understand the experience with the educational materials by the students and the teachers. The results suggest that the educational materials are a good tool to spread zero emissions buildings advances in educational contexts. Both groups emphasize the need and usefulness of the topic, and the applicability of these innovations to everyday life. However, issues such as the difficulty in understanding some concepts, time dedicated or opportunity to conduct visits to project buildings appears as aspects to be adjusted and/or incorporated into the future versions. This work aims at improving communication strategies and scientific outreach of the project by raising awareness and promoting a better understanding of this topic.



# PERCEPCIÓN DE UNIDADES DIDÁCTICAS SOBRE EDIFICACIÓN BIOCLIMÁTICA EN EL CONTEXTO EDUCATIVO

CIEMAT<sup>1</sup> y Universidad de Barcelona<sup>2</sup>



**Sonia Ferri Anglada<sup>1</sup>, Roser Sala Escarrabill<sup>1</sup> y  
José Manuel Cornejo Álvarez<sup>2</sup>**

Este trabajo ha sido posible gracias a la ayuda del Proyecto Científico-Tecnológico Singular de carácter Estratégico PSE-ARFRISOL (PS-120000-2005-1), aceptado por el Plan Nacional de I+D+I 2008-2012 y cofinanciado con Fondos FEDER y subvencionado, en un primer momento, por el Ministerio de Ciencia y Educación (MEC). Desde abril de 2008, el Ministerio de Ciencia e Innovación (MICINN) asume su gestión coincidiendo con el cambio estructural del Gobierno.



FONDO EUROPEO DE  
DESARROLLO REGIONAL

*"Una manera de hacer Europa"*

**Julio 2013**



# ÍNDICE DE CONTENIDOS

Lista de Acrónimos

Resumen Ejecutivo

Abstract

1. Introducción

2. Método

2.1. Muestra

2.2. Instrumentos

2.3. Procedimiento

3. Resultados

3.1. Colectivo de Profesores: Percepción de las Unidades Didácticas y Valoración de su Eficiencia

3.2. Colectivo de Alumnos: Percepción de las Unidades Didácticas y Valoración de su Eficiencia

4. Conclusiones

5. Referencias Bibliográficas

Agradecimientos

Anexos

Anexo I. Contenidos de las Unidades Didácticas

Anexo II. Instrumentos de Evaluación

Anexo III. Comentarios Literales

## LISTA DE ACRÓNIMOS

C-DdI	Contenedores-Demostradores de Investigación
CMC	Ciencias para el Mundo Contemporáneo
CTE	Código Técnico de Edificación
E.S.O.	Enseñanza Secundaria Obligatoria
IDAE	Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía
p.ej.	Por Ejemplo
PSE-ARFRISOL	Proyecto Singular Estratégico de Arquitectura y Frío Solar
PVC	Polivinil-Cloruro
RSEF	Real Sociedad Española de Física
SP9	Subproyecto 9
SP11	Subproyecto 11
TIC	Tecnologías de la Información y la Comunicación
UD	Unidad Didáctica
UDG	Unidad Didáctica General
UDD	Unidades Didácticas

# 1. INTRODUCCIÓN

El Proyecto Singular Estratégico sobre Arquitectura Bioclimática y Frío Solar (PSE-ARFRISOL) pretende demostrar que la arquitectura bioclimática y la energía solar de baja temperatura son los elementos básicos adecuados para conseguir que la edificación del futuro sea energéticamente eficiente. En concreto, estudia la adecuación de la arquitectura bioclimática y de la energía solar para el acondicionamiento térmico (calefacción y refrigeración) en edificios públicos simbólicos. Con ello se podría lograr un ahorro energético del 80 al 90% y la consiguiente disminución de emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera.

Junto con el desarrollo tecnológico pertinente, en el sector de la edificación como en otros sectores de actividad, el cambio hacia un modelo más sostenible requiere de acciones e instrumentos diversos para transformar las actitudes, los estilos de vida y los patrones de comportamiento y de participación de la sociedad a la que van destinados. Conscientes de ello, los coordinadores del ARFRISOL incluyen dos paquetes de trabajo que contemplan la vertiente social como elemento clave que interactúa con el sistema tecnológico. Concretamente, el Subproyecto 9 (Difusión) pretende diseñar, elaborar y desarrollar diversos materiales didácticos para ayudar a divulgar en las escuelas la importancia del ahorro energético en la edificación. Asimismo, el Subproyecto 11 (Análisis de los Factores Humanos y Sociales) contempla, entre otros objetivos, la percepción de estas acciones de difusión en el colectivo escolar.

En este marco, la Real Sociedad Española de Física (RSEF) elaboró una serie de Unidades Didácticas (en adelante, UDD) para distintos niveles educativos (Infantil, Primaria, Secundaria Obligatoria y Bachillerato) que posteriormente se ensayaron en algunos centros escolares de las cuatro Comunidades Autónomas participantes en el proyecto (Andalucía, Asturias, Castilla y León y Madrid).

Las UDD parten de la situación de inestabilidad ecológica, social y económica en que se encuentra la sociedad actual y abordan el problema energético como elemento clave que define dicha situación. En este contexto, su finalidad se explicita de la siguiente manera: “Que el alumno comprenda la magnitud de la crisis en la que estamos inmersos y la necesidad urgente de tomar medidas como las que aquí se analizan”. El principal objetivo es concienciar al alumnado de que es posible construir edificios que aprovechan de forma eficiente la energía, reduciendo el consumo energético, atendiendo a la necesidad y a las posibilidades de ahorro energético en la edificación y, en este sentido, fomentar una actitud responsable.

La forma de trabajo que se propone para las unidades didácticas es el método de proyectos, basado en el trabajo en grupo, de forma que el alumnado asume el protagonismo de su aprendizaje, desarrolla colectivamente los productos, colaborando en el grupo y organizando su tarea. Por su parte, el profesorado responsable de las unidades tiene un papel de guía y coordinación en el trabajo de los equipos, también les corresponde facilitar las explicaciones teóricas necesarias y ayudar en la realización de las actividades que tienen como fin interiorizar y dar significado a los aprendizajes. En el planteamiento inicial de las UDD, el trabajo de los materiales didácticos iba acompañado de una visita real a uno de los edificios demostradores del proyecto, para completar los aprendizajes y fomentar la concienciación con una experiencia práctica más vivencial. No obstante, este ejercicio extra-escolar no fue posible materializarlo en todos los casos que formaban parte del estudio piloto de 2010.

A continuación se describen brevemente las UDD y sus correspondientes materiales pedagógicos (tanto para el profesorado como para el alumnado), cuya percepción se analizó en el contexto del Subproyecto 11 sobre factores humanos y sociales. En la web

<http://www.arfrisoeducacion.es/> se puede encontrar información más extensa e incluso las UDD desarrolladas para los diferentes niveles educativos.

La *Unidad Didáctica de 4º de E.S.O.* lleva por título *“Invitemos al sol a nuestra casa”* (González y Sacristán, 2010) y va destinada a la asignatura “Tecnologías”. La UD consta de los siguientes materiales pedagógicos:

1. *“Cuaderno del alumnado”* se divide en dos bloques: el bloque 1 sobre “El problema del modelo energético. Como contribuir a resolverlo desde el ámbito de la edificación” y el bloque 2 sobre “Proyectos” en el que incluye la introducción y el planteamiento del proyecto. Contiene las explicaciones teóricas, las actividades que deben realizarse y referencias a los recursos que pueden utilizar (es asimismo el material que se ha abordado en el presente trabajo).
2. *“Manual para la mejora de la eficiencia energética de un edificio”*, dirigido al alumnado, que contiene cuestiones teóricas y prácticas que se evalúan y que han sido tratadas en el cuaderno del alumno.
3. *“Cuaderno del profesorado”* que incluye además información adicional, otros recursos, sugerencias metodológicas, propuesta de otras actividades, propuesta de distribución horaria y ejemplos de qué se pretende con cada actividad incluida en el cuaderno del alumno.
4. *“Manual para la mejora de la eficiencia energética de un edificio”*, dirigido al profesorado, que contiene las cuestiones teóricas y prácticas que se evalúan y que han sido tratadas en el cuaderno del alumno y las respuestas modelo como guía de evaluación.
5. *“Cuaderno de proyectos”*, dirigido al profesorado, en el que se detalla la construcción de dos proyectos (maquetas) de elementos utilizados en la arquitectura bioclimática: el proyecto 1 sobre la construcción de un captador solar térmico (elemento activo) y el proyecto 2 sobre la construcción de un muro Trombe–Michel (elemento pasivo). Se adjunta la relación de materiales y de herramientas utilizados, la secuencia del proceso de construcción, así como las recomendaciones de construcción, la hoja de procesos con la secuencia de tareas, los planos y esquemas y, finalmente, las directrices para la elaboración de la memoria de proyecto.
6. *“Guía didáctica”*, dirigida al profesorado, en las que se indican los fundamentos pedagógicos y los aspectos didácticos de la unidad.

En relación a estos contenidos, el cuaderno de alumnos empieza con un primer bloque teórico en el que se plantea el problema del modelo energético actual y se presenta la arquitectura bioclimática como solución en el sector de la edificación. La unidad muestra diferentes estrategias de diseño bioclimático, cálculo de cantidades de energía para electrodomésticos, calefacción, agua caliente, ventilación, etc. El segundo bloque es de tipo práctico y propone la realización de un proyecto aplicado (maqueta). En el Anexo I.A se adjunta el índice de contenidos de esta UD. Su aspecto es el que se muestra a continuación en la figura 1 y, a modo de ejemplo, en la figura 2 representamos un gráfico<sup>1</sup> extraído de la UD.

---

<sup>1</sup> A su vez extraído de la publicación del IDAE (2007), “Guía Práctica de la Energía. Consumo Eficiente y Responsable”.



El estudio de Barandiarán, González, Guerra, Martín, Sacristán y Sampedro (2010) describe el contexto y las UDD de 4º E.S.O y de 1º Bachillerato, desde las que se aborda “el tema de la eficiencia energética en los edificios como forma de contribuir a un futuro sostenible” (Barandiarán et. al., 2010, p. 509). En relación a la materia de “Tecnología” de 4º de E.S.O señalan que:

*“Se hace un análisis cuantitativo de las pérdidas de energía que se producen en un edificio, así como de los costes que suponen las posibles mejoras que se introduzcan para mejorar su eficiencia. Dicho estudio se hace tanto para el caso de que se vaya a construir una nueva vivienda como para el caso en que se trate de reformar una vivienda ya existente. Se comienza estudiando los fundamentos teóricos necesarios para saber cuánta energía usa y pierde un edificio. Después se propone al alumnado que realice pequeños proyectos centrados en actuaciones concretas, proyectos en los que se incluirá el estudio del ahorro energético y económico que se prevé conseguir con dichas actuaciones, y durante los cuales el alumnado deberá elaborar maquetas que muestren el funcionamiento de los dispositivos proyectados”* (Barandiarán et. al., 2010, p. 510).

La Unidad Didáctica de 1º de Bachillerato lleva por título “Hacia una gestión sostenible de nuestras necesidades energéticas: Las edificaciones bioclimáticas” (Barandiarán, Martín y Sampedro, 2010) y va destinada a la asignatura “Ciencias para el Mundo Contemporáneo”. La UD consta de los siguientes materiales pedagógicos:

1. “Cuaderno del alumnado” se divide en seis secciones que se presentan a modo de cuestión: “¿Por qué es insostenible el sistema energético en la sociedad industrializada?”, “¿Cómo debería ser un sistema energético que contribuyese a resolver el problema de la energía?”, “¿Cómo podríamos caracterizar el consumo de energía en los edificios?”, “¿Cómo deberían ser las edificaciones que gestionen de forma sostenible las necesidades energéticas?”, “¿Qué medidas se deberían tomar para generalizar el diseño y construcción de edificaciones bioclimáticas?” y “Recapitulación”, en la que se requiere a los alumnos la elaboración de un esquema que sintetice los aspectos tratados en la UD. Es el material didáctico con propuestas de actividades (es propiamente el material que se ha estudiado en el presente trabajo).
2. “Cuaderno del profesorado”, es idéntico al de los alumnos aunque más completo y ampliado, dado que contiene algunas instrucciones didácticas adicionales y aspectos importantes sobre los que merece llamar la atención, tanto al proponer los contenidos en el aula como al proponer las actividades extra-escolares, es decir las que el alumno debe trabajar en casa.
3. “Guía didáctica”, dirigida al profesorado, contiene una presentación del proyecto singular estratégico ARFRISOL y de sus objetivos científicos, define las principales características de la propuesta didáctica, los objetivos, contiene una explicación más amplia de los contenidos de la UD y un glosario de términos científicos.

En cuanto a los contenidos, el cuaderno dirigido a los alumnos empieza con un análisis general del sistema energético actual, mostrando por qué es insostenible, plantea cómo debería ser un sistema energético alternativo, para luego centrarse en las edificaciones bioclimáticas como medida de mejora de este sistema: ¿Qué debería hacerse para gestionar de manera sostenible las necesidades energéticas relacionadas con las edificaciones?, ¿Qué podría hacerse para ello al diseñarlos y construirlos?, ¿Qué hábitos de vida deberíamos adoptar para ahorrar energía y contribuir así a la gestión sostenible de la energía en nuestras viviendas, centros de trabajo, etc.? En el Anexo I.B se adjunta el índice de contenidos de esta UD. Su aspecto es el que se muestra a continuación en la figura 3 y, a modo de ejemplo, en la figura 4 representamos un gráfico extraído de la UD.



Figura 3. Imagen de muestra del primer bloque temático de UD de 1º Bachillerato.



Figura 1. Esquema que representa el sistema energético

Figura 4. Imagen del esquema sobre “El sistema energético”, extracto de la UD de 1º Bachillerato (Barandiarán, Martín y Sampedro, 2010, p.6).

El mismo estudio de Barandiarán, González, Guerra, Martín, Sacristán y Sampedro (2010), en relación a la materia obligatoria de “Ciencias para el Mundo Contemporáneo” de 1º de Bachillerato destacan que:

*“Hace que ésta se enfoque desde un punto de vista más conectados con aspectos culturales, de lo que debe saber un ciudadano medio para estar al tanto de lo que el problema energético es y representa hoy en día. Se trata de una UD especialmente adecuada para dejar claramente de manifiesto las complejas relaciones existentes entre ciencia, tecnología y sociedad (...). Sus contenidos, que permiten abordar el problema de la gestión sostenible del planeta en el ámbito del consumo energético en las edificaciones, se presentan en forma de preguntas con las que, en la línea con otras UD del PSE-ARFRISOL, se plantea un problema (...). La búsqueda de respuesta obliga a consultar las informaciones procedentes de fuentes diversas en relación con el tema del ahorro energético en los edificios y de los factores que habrían de tenerse en cuenta al diseñarlos para gestionar de forma sostenible sus necesidades energéticas.” (Barandiarán et. al., 2010, p. 510).*

En este escenario y con la experiencia de trabajos anteriores sobre percepción social de la arquitectura bioclimática con otros segmentos de población y en otros contextos (Solá, Oltra y Ferri-Anglada, 2010; Solá, Oltra, Ferri-Anglada, Sala y Muñoz, 2010; Sala, Oltra, Ferri-Anglada y Muñoz, 2010), el CIEMAT-CISOT se encargó de realizar un primer estudio exploratorio con el objetivo general de analizar la percepción de estas dos Unidades Didácticas, tanto por parte de profesorado como por parte de alumnado.

Algunos de los objetivos específicos que se establecieron como punto de partida del presente trabajo fueron las siguientes:

- Analizar la percepción, el conocimiento, la actitud y la visión hacia la edificación bioclimática por parte de profesores y alumnos.
- Estudiar la valoración que de la presentación y de la aplicación de las Unidades Didácticas hacen ambos agentes que, tanto en el caso de los profesores como en el de los alumnos, implica a diferentes niveles educativos.
- Valorar el bagaje previo en relación a esta temática y la asimilación de conocimientos presentados a través de ambas UDD, de 4º de E.S.O. y de 1º de Bachillerato, por parte de los respectivos grupos de alumnos.

Este informe presenta los resultados de un estudio exploratorio sobre estos materiales divulgativos en el ámbito escolar, en el periodo en que se realizó el estudio piloto de 2010. Se basa en la experiencia del CIEMAT-CISOT en la aplicación de métodos para el análisis psicosocial de la percepción de tecnologías emergentes a escala nacional. El objetivo último de este análisis es contribuir a ajustar las estrategias de comunicación y de difusión al colectivo educativo, para fomentar un mayor conocimiento y capacidad crítica sobre este tipo de innovaciones energéticas .

## 2. MÉTODO

A continuación se presentan los detalles metodológicos de este estudio exploratorio, incluyendo la descripción de la muestra, los instrumentos y el procedimiento de toma de datos.

### 2.1. MUESTRA

La muestra consta de dos colectivos de agentes escolares, el profesorado colaborador del SP9 y los estudiantes participantes en los estudios piloto de dicho Subproyecto.

Por una parte, la muestra de profesores participantes está compuesta por un total de 27 docentes de las cuatro comunidades autónomas que forman parte de los estudios pilotos del proyecto ARFRISOL. Todos ellos accedieron a participar voluntariamente tras una invitación por correo electrónico. Su perfil demográfico básico se muestra en la tabla 1. Con una edad media de 47 años, unos 21 años de carrera docente y 9 años de antigüedad en el centro y 11 en la asignatura, constituyen una muestra con bastante experiencia docente. Respecto al género, un 41% de los participantes eran mujeres.

<b>Tabla 1</b>			
<b>Perfil demográfico y laboral del profesorado (N=27).</b>			
	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Media</b>
Edad	30	61	46,7
Años de carrera docente	4	39	20,9
Años trabajando en el centro	1	30	9,0
<b>Años de antigüedad en la asignatura</b>	1	37	11,2

Los profesores disponen en su mayoría de una formación/titulación académica que se corresponde con un perfil técnico (p.ej. “Ingeniería Técnica Industrial”, “Electrónica” o “Mecánica”) o de ciencias (p.ej. “Biología”, “Botánica”, “Física”, “Química”, “Farmacia” o “Geología”). Puntualmente su trayectoria curricular integra otras áreas o disciplinas específicas como la “Didáctica de las Ciencias”, la “Educación Ambiental” o las “Ciencias Marinas” y/o las “Ciencias Sociales”. En cuanto a las UDD que han impartido, mayoritariamente se restringen al nivel educativo de 4º de E.S.O. (p.ej. “Física y Química” o “Tecnología”) y, en menor medida, a 1º de Bachillerato (p.ej. “Ciencias para el Mundo Contemporáneo”), seguido de 3º de Bachillerato (p.ej. “Tecnologías”). En el momento de participación en el estudio, la gran mayoría de profesores había finalizado la impartición de su UD (96,29%) aunque, marginalmente, algunos grupos ultimaban las sesiones programadas (3,70%).

Por otra parte, la muestra general de estudiantes (N=313) que participó en el estudio está compuesta por alumnos que habían cursado o estaban finalizando las respectivas UDD, de 4º

E.S.O. (35%) o de 1º Bachillerato (65%). Respectivamente, los grupos analizados son los siguientes:

- Grupo 1, del nivel educativo de 1º Bachillerato, cursando la asignatura de “Ciencias para el Mundo Contemporáneo” y la Unidad Didáctica “Hacia una gestión sostenible de nuestras necesidades energéticas: Las edificaciones bioclimáticas”
- Grupo 2, del nivel educativo de 4º E.S.O., cursando la asignatura de “Tecnología” y la Unidad Didáctica “Invitemos al sol en nuestra casa”.

En relación al perfil demográfico, la participación masculina supuso el 61%. La media de edad es de 16 años, con un mínimo de 15 y un máximo de 20 años. La distribución territorial fue bastante equilibrada (tabla 2), siendo Andalucía la comunidad más representada. En general la tasa de participación fue muy alta, en total participaron 15 grupos de los 16 convocados.

<b>Comunidad Autónoma</b>	<b>%</b>
Andalucía	33,2
Madrid	25,6
Asturias	21,1
Castilla y León	20,1
<b>N válido = 313</b>	<b>100</b>

## 2.2. INSTRUMENTOS

Se diseñaron tres cuestionarios *ad hoc* dirigidos, respectivamente, al colectivo de profesores, de alumnos de 4º E.S.O. y de alumnos de 1º Bachillerato.

- Cuestionario *ad hoc* dirigido al colectivo de profesores

Para comprender la experiencia que tenían los profesores respecto a las UDD se diseñó un cuestionario exploratorio *ad hoc* que se planteó en formato online para facilitar la recogida de datos. El protocolo integró cuestiones relativas al conocimiento del proyecto PSE- ARFRISOL, del Subproyecto 9 sobre difusión y de las UDD, así como la valoración de la aplicación e impartición real, en el aula, y la visión de futuro del despliegue curricular, territorial, de tales materiales de divulgación. Contiene algunas preguntas con respuesta cerrada categórica (con distintas escalas de respuesta) y otras abiertas de tipo más exploratorio.

El diseño del cuestionario contó con un breve pre-test en el que se envió el formato inicial de la encuesta a dos profesores de las Unidades Didácticas de un centro educativo de la comunidad de Madrid. Este pequeño piloto comprendió un periodo aproximado de tres días en los que los profesores convocados respondieron al protocolo presentado en formato papel y nos hicieron llegar sus comentarios y sugerencias por correo electrónico. Tras la toma en consideración de sus observaciones se modificó parte de la estructura del diseño definitivo del dicho instrumento. En el Anexo II.A se adjunta el protocolo en su versión final y que se distribuyó al colectivo de profesores de las cuatro comunidades autónomas.

- Cuestionario *ad hoc* dirigido al colectivo de alumnos

Para comprender la experiencia que tenían los estudiantes respecto a las mismas UDD se planteó un cuestionario *ad hoc* dirigido al conjunto del alumnado, y se diseñaron dos versiones, una dirigida al colectivo de 1º Bachillerato y otra dirigida al colectivo de 4º E.S.O. Estos protocolos incluyen asimismo cuestiones relativas al PSE-ARFRISOL, a la asignatura en la que se imparten las UDD, a la propia UD y a ambos tipos de edificación, convencional y bioclimática. En concreto, los dominios que se exploran van desde el conocimiento previo sobre el tema de la arquitectura bioclimática, la evaluación de los diferentes bloques de contenidos (bajo criterios de utilidad, dificultad y diversión) y la satisfacción con estos materiales, hasta la valoración de los contenidos asimilados mediante la formulación de preguntas críticas sobre la temática.

Además de incluir ítems en formato abierto y cerrado integra actividades más expresivas y creativas que tratan de fomentar la selección y la síntesis de los aprendizajes significativos mediante la técnica de dibujo “libre”, aunque temáticamente dirigida. En concreto, se incluye un ejercicio de dibujo y descripción de un edificio convencional y uno bioclimático.

El cuestionario incluye una parte común y una específica según la asignatura y UD impartida. Los ejemplares de ambos cuestionarios dirigidos al alumnado de 4º de E.S.O. y de 1º de Bachillerato se adjuntan, respectivamente, en los Anexos II. B y C.

## 2.3. PROCEDIMIENTO

La primera toma de contacto se realizó en un Instituto de Enseñanza Secundaria de la comunidad de Madrid, durante los días 25 y 26 de enero de 2011, a través de unas entrevistas informales con los profesores que impartían las dos asignaturas relacionadas con las UDD (“Ciencias para el Mundo Contemporáneo” y “Tecnología”). Por cuestiones de organización y agenda escolar ambas se realizaron antes de que los profesores acudiesen a impartir sus respectivas asignaturas y tuvieron una duración inferior a 10 minutos. En esta entrevista de sondeo se pudieron explorar algunos de los temas de interés pero no se pudo profundizar en la mayoría de ellos. No obstante, facilitaron aspectos relevantes que posteriormente se consideraron en el diseño de los instrumentos de evaluación.

Tras la finalización de estas entrevistas, se llevaron a cabo unas observaciones *in situ*, en el aula (concretamente, a un grupo de 1º de Bachillerato y a un grupo de 4º de E.S.O) que ayudaron a entender mejor el proceso y la dinámica en la que se impartían estos materiales didácticos. Durante la observación se alteró lo menos posible la dinámica habitual de la sesión, que se desarrolló según la programación prevista, y al final de cada sesión se procedió a administrar los cuestionarios a los alumnos. El resto de cuestionarios se enviaron por correo ordinario y el profesor de las UDD de cada grupo, siguiendo unas instrucciones de aplicación armonizadas para todos los grupos, se encargó de administrarlos a los alumnos (de forma presencial) y devolverlo también por correo al equipo investigador, adjuntando las pertinentes observaciones.

En relación al estudio dirigido al colectivo de profesores, en el pre-test, los profesores participaron entre el 28 de febrero y el 2 de marzo de 2011 (por correo electrónico). El estudio definitivo abarcó un periodo aproximado de dos semanas (23 de marzo y el 07 de abril de 2011) en las que los profesores colaboradores respondieron al cuestionario presentado en formato on-line enviado a través de la página web<sup>2</sup> del estudio piloto del SP9.

---

<sup>2</sup> <http://estudiopiloto2010.arfrisoeducacion.es/>



## 3. RESULTADOS

A continuación se presentan los principales resultados del estudio piloto obtenidos a partir de la aplicación de dos cuestionarios sobre edificación bioclimática y cuyos protocolos se pueden consultar en los anexos de este informe.

### 3.1. COLECTIVO DE PROFESORES: PERCEPCIÓN DE LAS UNIDADES DIDÁCTICAS Y VALORACIÓN DE SU EFICIENCIA

El cuestionario que se administró al colectivo de profesores, como se detalla a continuación, cubre tanto aspectos generales (conocimiento del proyecto y del Subproyecto 9; valoración de las UDD y su impresión general; visión de futuro sobre el desarrollo curricular de la materia “edificación bioclimática”), como aspectos más específicos (valoración de visitas guiadas a los Contenedores-Demostradores de Investigación (C-Ddi) del PSE-ARFRISOL, aceptación de los contenidos curriculares, eficacia de las UDD y puntos fuertes y débiles; grado de identificación con las estrategias docentes o la actitud de diferentes agentes sociales).

#### 3.1.1. CONOCIMIENTO DEL PSE-ARFRISOL Y DEL SUBPROYECTO 9 SOBRE DIFUSIÓN

Como era esperable, la mayoría del profesorado (67,8%) manifiesta conocer en cierta medida el proyecto PSE-ARFRISOL. De hecho, alrededor de un 62,9% ya se había interesado por el tema de la edificación bioclimática antes de aplicar las UDD. Es destacable, la impresión general del proyecto en el grupo docente (75%), que oscila entre bastante y muy positiva. Este tono positivo de los comentarios resalta la actualidad, el interés o la iniciativa del proyecto. La impresión general de la difusión de las edificaciones bioclimáticas, en un 71,42% de los profesores, oscila entre bastante y muy positiva. Se percibe como una buena idea, se resalta la trascendencia y el interés del tema “me parece muy interesante aumentar en los alumnos la inquietud por un uso racional de la energía (...)”, y se reconoce la gran labor de los responsables en una elaboración de calidad de estos materiales didácticos, tanto en el estilo o en los aspectos más formales como en los propios contenidos.

Algunos de los comentarios literales<sup>3</sup> sobre la impresión general del proyecto son los siguientes:

*“El proyecto me parece muy positivo tanto a nivel educativo como a nivel de modificar nuestra conducta en relación con el consumo de energía y la edificación”.*

*“Me parece una iniciativa fundamental, tratar el tema de la energía dentro de las aulas, dado el contexto social, económico y educativo en el que nos encontramos”.*

Algunos de los comentarios literales<sup>4</sup> sobre la impresión general del Subproyecto 9 de difusión que reflejan la diversidad de opiniones y que apuntan tanto valoraciones positivas como críticas con la elaboración de este Subproyecto o su implementación en el aula, son los siguientes:

---

<sup>3</sup> En el Anexo III se detallan otros comentarios literales relativos a la impresión general del proyecto.

<sup>4</sup> En el Anexo III se detallan otros comentarios literales relativos a la impresión general del Subproyecto 9.

*“Dado que es el subproyecto del que más conocimiento tengo, dentro del proyecto global, creo que es necesario acercar a las aulas un tema tan trascendental como el energético”.*

*“Favorece la reflexión del alumnado sobre la problemática energética de la sociedad industrial y la necesidad de adoptar medidas correctoras que contribuyan a la salvación del planeta”.*

En síntesis, los comentarios tanto sobre el proyecto como sobre el Subproyecto 9, indican que la transferencia de conocimiento se percibe como una iniciativa positiva en el contexto educativo, particularmente por su enfoque preventivo. Del proyecto se valora su relevancia en el contexto actual de equilibrio entre las necesidades energéticas y el cuidado del planeta, así como la iniciativa de trasladarlo a las aulas para integrarlo en los contenidos curriculares, a través de los diferentes niveles del sistema educativo, de modo que se conciencie respecto a la importancia de preservar los valores de la sostenibilidad de los futuros ciudadanos/usuarios. Del Subproyecto se destaca la impresión positiva y el interés general de la problemática energética y medioambiental, y nuevamente el valor de la labor de sus impulsores por acercarlo a las aulas y fomentar la concienciación, el conocimiento, la reflexión y la inquietud de los alumnos.

- *Valoración de la realización de visitas guiadas a los edificios bioclimáticos del PSE-ARFRISOL*

En estrecha relación con el proyecto y la implementación de actividades de difusión se abordó el interés por realizar visitas guiadas a los edificios bioclimáticos demostradores del proyecto ARFRISOL. Se trata de explorar en qué medida se valora la realización de visitas *in situ*, es decir conociendo la realidad del proyecto como trabajo de campo, con todos los beneficios que este tipo de observación directa sobre terreno puede aportar como actividad complementaria de la formación en el aula.

Se analizó si los profesores percibían como actividad necesaria y relevante realizar visitas a los edificios diseñados en el proyecto y si opinaban que a sus alumnos valorarían positivamente esta iniciativa. Asimismo, considerando una hipotética visita, se les solicitaba si realizarían algún tipo de evaluación como actividad asociada a estas visitas concertadas y, en caso de realizarlas, cómo y en qué momento las programarían.

La amplia mayoría de los profesores (92,59%) considera la realización de visitas a los edificios demostradores como una actividad necesaria y de especial interés. Además, existe unanimidad (100%) en que constituiría una iniciativa particularmente bien acogida por sus alumnos. De hecho, se trata de una posibilidad que en su mayoría (70,37%) ya se ha planteado y, puntualmente, se lamenta no haber dispuesto de mayor oportunidad. Estas intenciones se reiteran, expresando las dificultades para visitar edificios bioclimáticos, oportunidad que hubiese gustado implementar en la dinámica de las clases.

Algunos de los comentarios literales<sup>5</sup> sobre el tipo de evaluación que realizarían antes, durante o con posterioridad a dicha visita, de los contenedores-demostradores de investigación del PSE-ARFRISOL, son los siguientes:

*“Se les pasará un cuestionario de satisfacción y otro de grado de asimilación de los contenidos vistos durante la visita”.*

*“Antes no haría evaluación pero sí daría contenidos sobre lo que van a ver porque creo que así aprovechan mejor la visita. Después de la visita no evaluaría la misma sino que continuaría con la unidad didáctica como está diseñada”.*

---

<sup>5</sup> En el Anexo III se detallan otros comentarios literales relativos al tipo de evaluación.

De los anteriores comentarios se sigue que existe un cierto consenso en evaluar este tipo de actividad extra-académica, que las evaluaciones serían diversas, desde aspectos generales vinculados al dominio actitudinal (interés), afectivo (satisfacción) o cognitivo (conocimientos).

### 3.1.2. VALORACIÓN DE LA APLICACIÓN DE LAS UNIDADES DIDÁCTICAS

Se analizó la impresión general del profesorado sobre las UDD así como el grado de eficacia percibida en el cumplimiento de los objetivos propuestos, considerando las estrategias docentes iniciales y la introducción de cambios, los puntos débiles y fuertes y propuestas de mejora.

- *Impresión general de las Unidades Didácticas*

La impresión general de la Unidad Didáctica sigue en esta misma línea satisfactoria – del proyecto y del subproyecto –, así para la mayoría de profesores (60,71%), oscila entre bastante y muy positiva. Se afirma que, en general, no han introducido cambio alguno o que puntualmente han planteado modificaciones (bien en la programación inicial, en la impartición virtual o bien en la evaluación parcial y/o final de la asignatura). En cambio, esta tendencia de estabilidad se invierte claramente en la impartición presencial vinculada a la dinámica del aula, área en la que el profesorado sistemáticamente ha introducido cambios. El gráfico 1 representa esta situación de introducción o no de cambios en cada una de las cuatro estrategias docentes (programación, impartición presencial, impartición virtual y evaluación académica).

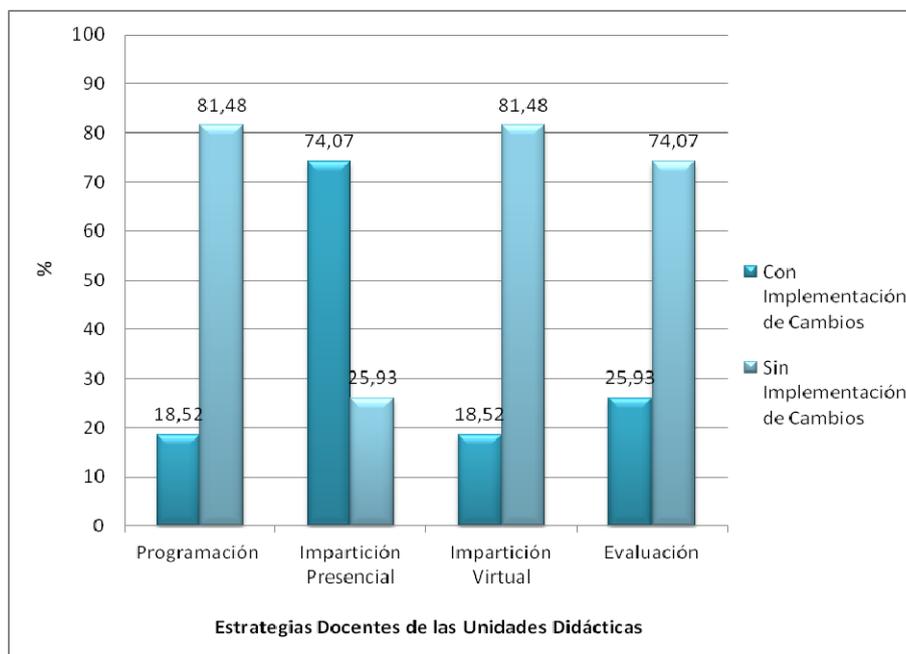


Gráfico 1. Introducción de cambios realizados por el profesorado en las estrategias docentes de las Unidades Didácticas.

- *Eficacia de las Unidades Didácticas y Valoración de sus puntos fuertes y débiles*

En general, los profesores expresan que los objetivos para los que se desarrollaron las Unidades Didácticas se han cumplido moderadamente, si bien a pesar de la eficacia lograda han detectado aspectos a mejorar como los que se detallan a continuación. En relación a esta auto-evaluación en la tabla 3 se enumeran algunos de los principales puntos fuertes y débiles de la UD trabajada en el presente curso académico. Entre los aspectos positivos reseñar, a modo de ejemplo, una observación literal que elogia que en los contenidos se “pone de manifiesto la gran conexión existente entre ciencia-tecnología y sociedad”.

Puntos Fuertes	Puntos Débiles
<p><b>Ventajas generales</b>            Aplicación de la metodología científica            Materiales precisos y bien organizados            Experiencias prácticas accesibles</p> <p><b>Ventajas de los contenidos</b>            Actualidad de los datos, estructuración, precisión y sencillez            Organización y secuenciación (conceptualización y aplicación práctica)            Conexión curricular y con la vida cotidiana            Centraliza información dispersa sobre la energía</p> <p><b>Ventajas de las UDD</b>            Concreción temática, actividades variadas y soporte de materiales multimedia y uso de TIC            Conexión entre los diferentes apartados, coherencia            Presentan el tema de la energía de modo interesante            Actividades variadas y fáciles de realizar en el aula</p> <p><b>Ventajas de las competencias</b>            Capacidad de generar concienciación sobre el ahorro y el problema energético, argumentación, pensamiento crítico y cambio de actitudes            Fomento de la motivación y de la reflexión            Fomento del trabajo en equipo            Inducen al descubrimiento (a partir de datos)            Aporta soluciones a la crisis energética</p>	<p><b>Desventajas por falta y/o por exceso</b>            Tiempo y dedicación lectiva</p> <p><b>Desventajas por falta</b>            Concreción contenidos            Contenidos en los apéndices            Conceptos teóricos o de textos para extraer información            Material de apoyo            Recursos (p.ej. acceso on-line)            Motivación del alumnado            Especialización formativa del profesorado            Documentación sobre el proyecto            Acceso real a los edificios bioclimáticos, no solo virtual</p> <p><b>Desventajas por exceso</b>            Rigidez            Reiteración de conceptos, abundancia de contenidos teóricos            Actividades tediosas, desiguales en complejidad o duración o demasiado infantiles            Especialización contenidos (p.ej. búsqueda on-line) y refuerzo con materiales complementarios            Dificultad de comprensión de contenidos y de conceptos complejos (p.ej. cálculos, interpretación de gráficos, instrucción de montajes, etc.)            Dificultad de acceso a internet desde el aula y a determinados materiales del taller            Calidad y potenciación visual de la presentación de los contenidos y de los materiales (p.ej. gráfica/mapas)            Dedicación (sobre-exigencia)            Evaluación continua (sobre-demanda, reiteración)            Fatiga (sobre-extensión materia)</p>

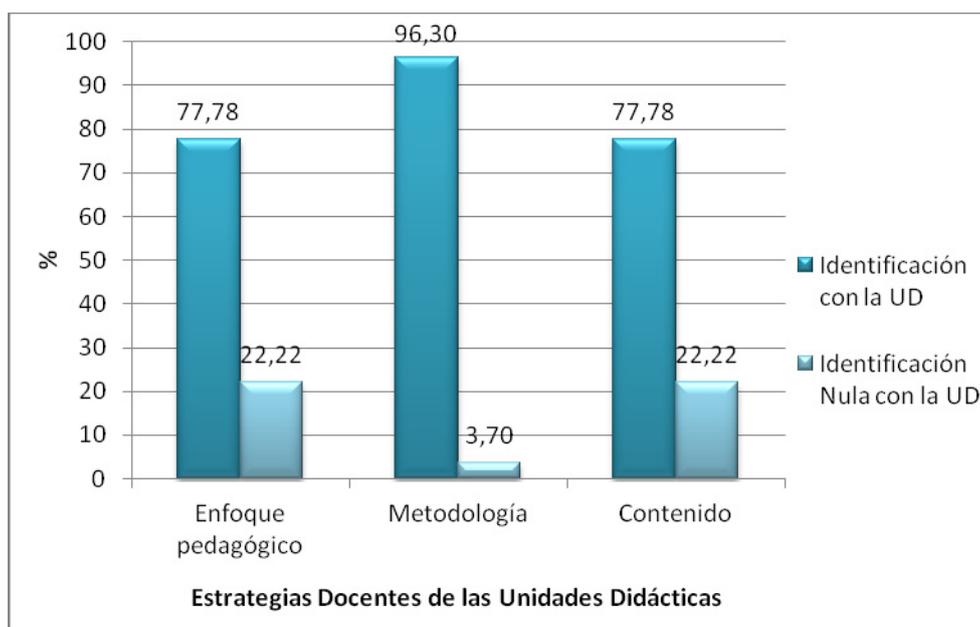
Tabla 3. Puntos fuertes y débiles destacados en las asignaturas y en las Unidades Didácticas.

En suma, las ventajas y desventajas asociadas a las UDD valoran su accesibilidad, aplicabilidad, forma y contenidos generales. Se destaca la coherencia y conexión interna de los materiales o la variedad de actividades propuestas y uso de recursos virtuales, concretamente de la materia se destaca la vigencia del tema y la conexión entre aspectos curriculares y aspectos vitales y el modo de planificar y organizar la impartición. Todo ello hace que se perciban como un instrumento pedagógicamente útil, con potencial para generar concienciación, pensamiento crítico y cambio de actitudes. Si bien no están libres de inconvenientes como en ocasiones el exceso o en otras la falta de tiempo de dedicación que exigen. Del mismo modo la rigidez, la reiteración o la dificultad de determinados contenidos o de acceso a esos mismos recursos virtuales o a recursos materiales diversos, así como la sobre-evaluación se perciben como aspectos susceptibles de mejora para evitar la sobre-exigencia o la fatiga tanto del profesorado como del alumnado y aumentar su eficacia docente.

- *Valoración del material didáctico de apoyo de las UDD y grado de identificación con las estrategias docentes de las mismas (enfoque pedagógico, metodología y contenidos)*

Las estrategias docentes implican varios aspectos de aproximarse a la impartición de las asignaturas dentro o fuera del aula, entre ellos el enfoque pedagógico que hace referencia al modo de dirigirse a la problemática de la eficiencia energética, la metodología docente entendiendo por ésta las técnicas aplicadas para lograr los objetivos académicos vinculados a los contenidos curriculares y los propios contenidos tal que materia específica y con entidad propia.

Un 40,74% de los profesores opina que los contenidos a impartir en la Unidades Didácticas están suficientemente ilustrados y reforzados con el material didáctico de apoyo. Además, una amplia mayoría (alrededor del 83,95%), se siente identificada con su propia UD, tanto con el enfoque pedagógico empleado, como con la metodología o con el conjunto de los contenidos impartidos. El gráfico 2 representa esta situación de identificación o no con el enfoque pedagógico, la metodología y los contenidos docentes. Como se observa cerca de la totalidad de profesores (96,30%) se identifica con la metodología aplicada en el aula, mientras que esta cifra aún manteniéndose bastante alta desciende al valorar la identificación tanto con el enfoque pedagógico como con los contenidos docentes (77,78).



*Gráfico 2. Identificación del profesorado con las estrategias docentes de las Unidades Didácticas impartidas.*

Entre las aclaraciones y los comentarios se destaca lo gratificante de la experiencia de impartir las Unidades Didácticas y el interés mutuo, sinérgico, que han generado tanto en el profesorado como en el alumnado. En el otro extremo se mencionan aspectos mejorables vinculados a la excesiva dedicación lectiva junto a la falta de tiempo para mejorar la asimilación de los aprendizajes.

- *Valoración de las Unidades Didácticas en términos de utilidad, dificultad y diversión*

Entre el profesorado se percibe que las UDD son útiles para la vida cotidiana, lo que viene a confirmar los comentarios que han venido opinando sobre el proyecto y el subproyecto, en general los contenidos con fáciles de entender y moderadamente divertidas. Estos mismos tres aspectos también se valorarán por parte de los propios alumnos, como se verá en el apartado dedicado a este colectivo.

### 3.1.3. VISIÓN DE FUTURO SOBRE EL DESARROLLO DE LA MATERIA “EDIFICACIÓN BIOCLIMÁTICA”

Se analizó la impresión general del profesorado sobre la evolución de los contenidos curriculares y de la propia asignatura en un futuro próximo, en el sentido de si los contenidos se podrían generalizar en los planes de estudio o si se desarrollarían otras estrategias de difusión de las UDD, considerando el despliegue territorial, básicamente nacional, así como qué tipo de iniciativas podrían mejorar la difusión y la transferencia de este tipo de conocimientos científico-técnicos de interés social. Asimismo se chequeaban las expectativas sobre el papel de las editoriales como agentes sociales vinculados estrechamente a la difusión y a la divulgación como sector de actividad clave en la cadena de transmisión del conocimiento.

En primer lugar, la visión de la evolución de los contenidos, en un futuro próximo, define a un colectivo plural en sus expectativas, que abarcan desde una visión optimista que prevé mayor papel curricular, pasando por una situación sin excesivos cambios y hasta una visión incierta ligeramente pesimista.

El profesorado en su mayoría opina que se harán cambios y mantiene una visión optimista que prevé mayor cobertura y protagonismo curricular, si bien existe diversidad de opiniones en relación a cómo y a qué nivel se materializará su integración (p.ej. a través de nuevas áreas, materias, asignaturas y/o temas). Además auguran transformaciones en el rol del profesorado, al que se asignaría mayor autonomía e influencia en el futuro, así como un cambio de tendencia en la distribución y dedicación del tipo de contenidos según su relevancia, a favor de los informáticos frente los manipulativos. Este colectivo además, puntualiza cómo factor clave la necesidad de priorizar, valorar e integrar la ciencia en la sociedad, identificando el papel de los procesos de alfabetización, democratización y/o enculturación.

Algunos de los comentarios literales sobre la visión optimista de la evolución futura de esta materia son los siguientes:

*“Desde el punto de vista de la realidad actual sería necesario dedicar un mayor tiempo a temas como el tratado en esta unidad didáctica puesto que es esencial y cada vez más necesario el ahorro energético y el desarrollo de las energías alternativas”.*

*“Tendrá más fuerza si se consigue que la sociedad valore como corresponde a la “Ciencia” como cultura. Creo que será necesario modificar/eliminar contenidos”.*

*“Probablemente tendrán mayor cobertura en los diseños curriculares, debido a sus características, diseño y contenidos”.*

*“La implicación de la ciencia en nuestra vida cotidiana ha alcanzado tal nivel que sin asignaturas como esta podríamos considerarnos casi analfabetos”.*

*“Supongo que tendrán cada vez más protagonismo y más después del debate energético que está generando la catástrofe de Japón”.*

En cambio el resto del profesorado prevé que no habrá cambio significativo alguno, o bien que se limitará a cambios mínimos y puntuales, que vendrían a conservar la situación actual. Es decir, manteniendo la inclusión de los contenidos en los currículos de asignaturas como “Física y Química” “Tecnología” y “CMC”. Algunas observaciones vinculan esta situación estática al desinterés de ciertos agentes sociales clave. Y, aunque en menor proporción, el profesorado restante manifiesta cierta incertidumbre y/o inseguridad respecto a la evolución curricular de este tipo de contenidos.

Algunos de los comentarios literales sobre la visión invariable o pesimista de la evolución futura de esta materia son los siguientes:

*“No tengo idea, creo que seguirá igual”.*

*“En Primaria no creo que haya cambios”.*

*“No puedo imaginarme como puede evolucionar ni la asignatura ni el grado de importancia que pueden tener estos contenidos en ella”.*

*“No estoy seguro de poder contestar con certeza a esta pregunta. De todas formas creo poder afirmar que los temas tratados son tan troncales y básicos que sería realmente un error no potenciar esta asignatura”.*

*“No creo que se cree una asignatura relativa a las energías renovables y/o sostenibilidad porque no creo que interese a los políticos que, al final, son los que diseñan las leyes educación”.*

En suma, este tipo de comentarios denota la distancia entre ambas posiciones. Por una parte, desde la visión optimista, se hace hincapié en la evolución del reconocimiento del papel de la ciencia y de su protagonismo, tanto en los contextos educativos como en la vida cotidiana, de la alfabetización en materia de avances e innovaciones científicas y la importancia de trasladar estas aportaciones a la sociedad, particularmente en relación a las alternativas energéticas para cubrir las imperantes necesidades de ahorro energético. En cambio, desde la visión invariable o pesimista se desprende, ello a pesar de admitir la relevancia del tema, un cierto desconocimiento, indiferencia, impotencia, inseguridad o escepticismo respecto a dicha evolución.

En segundo lugar, la visión de la evolución de las Unidades Didácticas muestra una tendencia similar, que oscila entre una esperada generalización de los contenidos a escala nacional y cierta preocupación por su buen desarrollo, debido a constricciones de diversa índole. Entre el profesorado más optimista, existe cierto consenso en afirmar que los contenidos van a generalizarse en los planes de estudio, principalmente a escala nacional, esperando se haga de una forma coordinada. Uno de los motivos facilitadores sería la concienciación social, si bien acciones formativas transversales y de difusión ayudarían a conseguirlo, del mismo modo que lo facilitaría una mayor acción e implicación institucional. En este sentido se aportan posibles soluciones, vía formación, dirigidas a implicar a colectivos profesionales (docentes) y/o sociales (familiares). En el otro extremo, más pesimista, parte del profesorado expresa una preocupación relacionada con una situación de cierta indefensión, en la que no se brinda oportunidad de decisión a los principales agentes interesados en el tema (aludiendo a profesores y a alumnos). Si bien, compartiendo uno de los anteriores argumentos, manifiestan la necesidad de una fuerte labor de concienciación, vía educación, aunque ahora la consideran simultánea a la vía normativa. En

última instancia, un cierto clima enigmático o plagado de constricciones configura un escenario que frena una visión más esperanzada.

Algunos de los comentarios literales sobre la visión optimista de la generalización y de la difusión de los contenidos son los siguientes:

*“Los contenidos se van generalizando día a día a través de los medios de comunicación, nueva edificación (como el CTE, que mucha gente conoce), en centros educativos con distintos proyectos...Con lo que cabe esperar que se generalicen también en los planes de estudio a escala nacional”.*

*“Creo que los contenidos se deberían poner en los planes de estudio, y al final se van a difundir porque el futuro pasa por el ahorro energético, y más un ahorro mediante la edificación, el despliegue se hará a nivel nacional”.*

*“Tendrían que generalizarse en todas las etapas a nivel nacional, también en los estudios universitarios y de formación inicial del profesorado. Para ello es preciso que se impliquen las instituciones”.*

*“Deberían generalizarse puesto que las necesidades actuales así no lo requieren. Para ello la mejor manera es la de concienciar a la población sobretodo nuestros adolescentes ya que ellos son nuestro futuro y el futuro de nuestro planeta. Sería necesaria una coordinación a nivel nacional que asegurara su difusión lo más posible”.*

*“Dado el contexto energético mundial actual me parece evidente que tanto las políticas generales como las educativas van a tener que focalizarse decididamente en el tema de las energías alternativas”.*

Algunos de los comentarios literales sobre la visión invariable o pesimista de la generalización y de la difusión de los contenidos son los siguientes:

*“Los planes de la administración educativa son un misterio para mí”.*

*“Es difícil. Como dije en la anterior pregunta, el futuro de las asignaturas no depende de quienes las imparten ni de quienes son beneficiarios”.*

*“Soy bastante escéptico de que realmente se quiera generalizar porque en cuestión de política no siempre se realiza las soluciones que se necesitan”.*

*“Se necesita una fuerte labor de concienciación vía educación pero también vía normativa”.*

*“La sociedad española va con mucho retraso en cuanto aplicar las nuevas directivas en la edificación: no se aplican; las personas las consideran desmesuradas,...”.*

En definitiva, este tipo de comentarios de nuevo pone de manifiesto la distancia entre ambas posiciones. Por una parte, desde la visión optimista, se estima que la generalización es una realidad tanto en contextos de aprendizaje formal (atendiendo al conjunto de niveles educativos desde la formación básica a la formación superior) como informal y, dada la repercusión mundial y la necesidad de concienciación general, que el despliegue alcanzará escala nacional mediante la particular implicación y coordinación institucional. Por otra parte, desde la visión invariable o pesimista se desprende, ello a pesar de reconocer el papel de las instancias educativas y legales y de admitir la necesidad de una fuerte labor de concienciación pública, una cierta percepción de la situación como enigmática o bien con escepticismo, en parte debido a la dependencia social de instancias superiores (administrativas o políticas) y a las que no se atribuye un especial interés respecto a dicha democratización.

En tercer y último lugar, respecto a la posible apuesta de las editoriales en el futuro próximo en temas estratégicos como la comercialización de las UDD existe división entre los que confían en ello (44,44%) y los que no alcanzan a vislumbrar un modelo de negocio editorial (40,74%). Entre el profesorado más optimista, la mayoría, prevé que las editoriales apostarán por razones legales, económicas, de metodología docente, de actualización de los contenidos y/o de calidad de producto. Algunos lo limitan a los intereses comerciales particulares y a las oportunidades de negocio, mientras que otros lo relacionan con la motivación de proporcionar apoyo al profesorado, con la intención de actualizar los contenidos didácticos o bien con la de valorar la buena calidad de los contenidos distribuidos por la editorial. Incluso, en algún caso, se aportan ideas útiles como licencias específicas para editar los materiales de las valoradas Unidades Didácticas.

Algunos de los comentarios literales sobre la visión optimista de la apuesta de las editoriales por la comercialización de las UDD son los siguientes:

*“Si es negocio por supuesto pero por altruismo no creo”.*

*“Si por parte de los profesores se comienza a trabajar en esta línea, con materiales como los del estudio piloto y estas temáticas se incluyen en los programas educativos, las editoriales verán negocio y apostarán por ello. De otra manera, no creo”.*

*“En papel cada vez menos, pero sí lo podían hacer en versión digital”.*

*“Pienso que las editoriales darán la bienvenida siempre a contenidos del currículo que están bien trabajados”.*

*“El tema está todos los días presente en los medios de comunicación por una u otra razón, con lo que cabe pensar que sí”.*

*“En temas como estos está el futuro de nuestro planeta y una de las vías de informar y concienciar a la población es a través de la educación”.*

En cambio, el resto del profesorado muestra cierto escepticismo. No obstante aludiendo a los mismos motivos, económicos, ahora resaltan la imagen capitalista y conservadora del sector, y reportan razones de peso relacionadas con las leyes de la oferta y de la demanda. Incluso en uno de los casos en lo que coexiste doble rol (profesor/editor), se confirma que no “encajan”, ello a pesar de que la mayoría de editoriales trata de adaptarse a las necesidades del colectivo docente.

Algunos de los comentarios literales sobre la visión invariable o pesimista de la apuesta de las editoriales por la comercialización de las UDD son los siguientes:

*“Las editoriales incluirán estos contenidos si aparecen en el currículo oficial de las asignaturas. Solo lo harán si hay normativa de currículo”.*

*“Las editoriales reaccionan ante la demanda y, los textos actuales de esta materia son, por el momento, bastante malos”.*

*“A causa de invertir de “modernidad” sus contenidos, aunque mi punto de vista es que los mejores materiales no están en manos de las editoriales sino en mano del profesorado”.*

*“Dependerá de intereses comerciales, lo cual a su vez dependerá de los requerimientos de los centros escolares”.*

*“Las editoriales apuestan por materiales tradicionales que aborden todos los contenidos de las asignaturas para dar respuesta al profesorado”.*

*“Asuntos parciales y con metodologías diferentes han fracasado hasta ahora en el mundo de las editoriales”.*

*“Estas unidades didácticas son difíciles de llevar al aula y las editoriales procuran llevar a sus libros unidades didácticas que no cuesten esfuerzo al profesorado porque saben que se venden más”.*

*“No da dinero este tema, es más acabo de construirme una casa y he pagado un sobre coste por adaptaciones para discapacitados, domótica aislamientos, etc., sin embargo deseo poner placas solares para calentar la casa con suelo radiante y no encuentro a nadie que me haga una estimación del coste de instalaciones y el tiempo de amortización”.*

Sintetizando, este tipo de comentarios refleja asimismo la divergencia entre ambas posturas. Por una parte, desde la visión optimista, se estima que la apuesta de las editoriales está sujeta a “hacer negocio” en el sentido más mercantil del término, o bien a la calidad de los contenidos o a la difusión que hagan otros medios de comunicación de masas. Por otra parte, desde la visión invariable o pesimista, se estima que la apuesta dependerá de las directrices o de los requerimientos curriculares que se hagan desde los organismos competentes, o bien de la necesidad de actualización de los contenidos o de la demanda que potencialmente genere el propio público, es decir de nuevo de los intereses propiamente comerciales.

## 3.2. COLECTIVO DE ALUMNOS: PERCEPCIÓN DE LAS UNIDADES DIDÁCTICAS Y VALORACIÓN DE SU EFICIENCIA

El cuestionario que se administró al colectivo de alumnos cubre diferentes dimensiones entre las que destacan aspectos generales como los conocimientos previos sobre la edificación bioclimática, los principales beneficios e inconvenientes de este tipo de innovación arquitectónica, la opinión sobre la necesidad de este tipo de soluciones y, aspectos más específicos como la valoración de las UUD y el grado de satisfacción generado, la representación y la descripción de las edificaciones convencionales y bioclimáticas, así como la hipotética aplicación y la descripción de soluciones bioclimáticas en el hogar, el conocimiento y significado del PSE-ARFRISOL y, finalmente, las cuestiones generadas sobre las edificaciones bioclimáticas.

La muestra general de estudiantes de enseñanza secundaria (N=313) que respondieron al cuestionario sobre materias de edificación bioclimática está compuesta por alumnos que habían cursado o estaban finalizando las respectivas Unidades Didácticas, de 4º E.S.O. en la asignatura “Tecnología” o bien de de 1º Bachillerato en la asignatura “Ciencias para el Mundo Contemporáneo”. Los protocolos, en su versión final, del cuestionario dirigido al alumnado se pueden consultar en los Anexos II. B y C.

### 3.2.1. CONOCIMIENTOS PREVIOS SOBRE EDIFICACIÓN BIOCLIMÁTICA

En relación al bagaje previo de los estudiantes sobre la temática bioclimática, el interés se centra en chequear en qué medida ambos niveles educativos distan en su punto de partida en general, independientemente de la fuente en la que se hubiesen adquirido los conocimientos. En la siguiente tabla se muestra, en porcentajes, la disposición previa de conocimiento por parte de los estudiantes.

**Tabla 4**  
**Conocimiento previo sobre las edificaciones bioclimáticas en función del nivel educativo de los alumnos.**

Disposición de conocimiento	4º E.S.O.	1º Bachillerato
Sí	32,4 %	52,0 %
No	52,3 %	35,6 %
Ns/Nc	15,3 %	9,9 %
Missing	0 %	2,5 %
<b>% válido</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>N válido</b>	<b>111</b>	<b>202</b>

Como es de esperar el grupo más joven tiene menor bagaje sobre éste tema que el grupo de mayor edad, donde más del 50% manifiesta disponer de conocimientos previos. Los valores de los porcentajes son casi idénticos pero en direcciones diametralmente opuestas. Si bien, el dato confirma que alrededor del 30% de los estudiantes más jóvenes no parte de un conocimiento nulo sino que disponen de un bagaje previo, tanto académico como extra-académico.

Los estudiantes de 4º E.S.O. especifican conocimientos previos, similares a la temática de la asignatura, que puntualmente aluden a aspectos de la estructura, el funcionamiento, las ventajas y los inconvenientes y/o qué utiliza y en qué consiste este tipo de edificación. Aluden a contenidos de asignaturas de cursos anteriores, otros estudios de éste mismo proyecto, algo que han oído por la televisión y/o, más genéricamente, opinan que “saben lo mismo que todo el mundo”. En cambio, los estudiantes de 1º Bachillerato especifican conocimientos previos básicos relacionados con conceptos generales de las energías renovables, conceptos más concretos vinculados a la arquitectura bioclimática y/o tanto aspectos genéricos de la energía solar en este tipo de construcciones como aspectos más técnicos como las placas solares.

### 3.2.2. VALORACIÓN DE LAS UNIDADES DIDÁCTICAS DE 4º E.S.O. Y DE 1º BACHILLERATO

La valoración de las Unidades Didácticas, en general y desglosadas en sus diferentes bloques temáticos, se solicitaba en base a tres variables: utilidad, facilidad y diversión. Las siguientes tablas (5 y 6) y gráficos (3 y 4) muestran la valoración, en promedios, de la UD general, por bloques y el promedio global, que realizaron ambos colectivos de estudiantes.

**Tabla 5**  
**Valoración\* de la Unidad Didáctica de 4º E.S.O. “Invitemos al sol en nuestra casa”, de la UD en general y por bloques temáticos.**

UD	Utilidad	Facilidad	Diversión
Unidad Didáctica General (UDG)	1,98	1,33	1,59
Bl. 1 ‘Arquitectura bioclimática’	2,14	1,24	1,68
Bl. 2 ‘Eficiencia edificio’	2,17	1,32	1,61
Bl. 3 ‘Estrategia diseño’	2,01	1,25	1,66
Bl. 4 ‘Energía aparatos eléctricos’	<b>2,35</b>	1,28	1,67
Bl. 5 ‘Energía agua caliente’	2,18	0,99	1,59
Bl. 6 ‘Energía temperatura confortable’	2,15	1,09	1,62
Bl. 7 ‘Estrategias bioclimáticas PSE-	1,88	1,28	1,77

<b>ARFRISOL'</b>			
Bl. 8 'Cálculo energía agua caliente'	1,95	1,32	1,35
Bl. 9 'Cantidad energía funcionamiento aparatos eléctricos'	1,82	1,38	1,43
Bl. 10 'Captador solar térmico'	1,80	1,46	1,81
Bl. 11 'Muro Trombe-Michel'	1,82	<b>1,56</b>	<b>2,03</b>
<b>Promedio global</b>	<b>2,02</b>	<b>1,29</b>	<b>1,65</b>
<b>N válido = 110</b>			

(\*) La respuesta a este ítem era cerrada y se medía a través de una Escala Likert de 3 niveles (1-poco, 2-medio, 3-mucho).

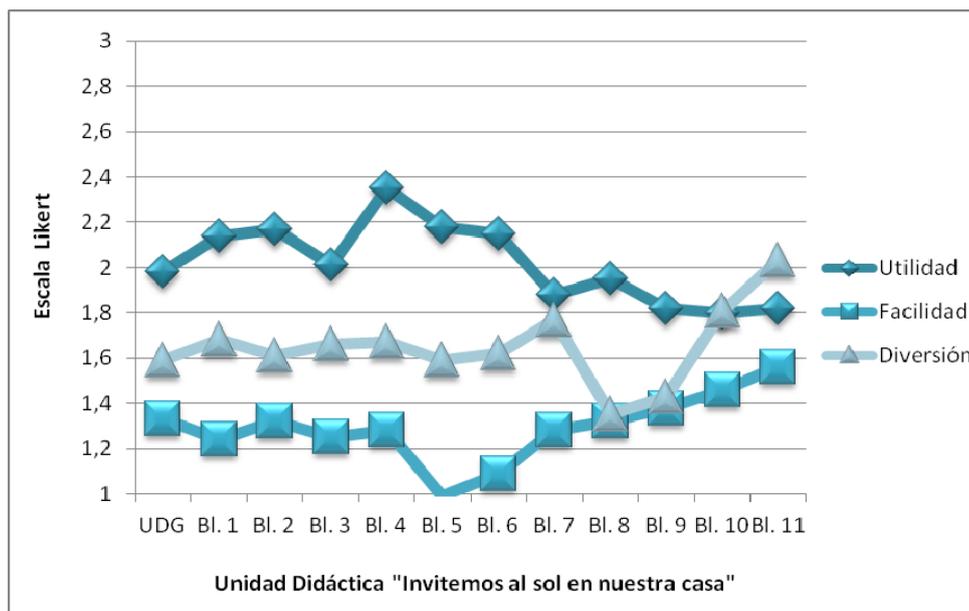


Gráfico 3. Valoración de la Unidad Didáctica de 4º E.S.O. "Invitemos al sol en nuestra casa", de la UD general y de la UD por bloques temáticos

Al conjunto de estudiantes de la UDD de 4º E.S.O. la temática le ha parecido más útil para la vida diaria (2,02) que divertida de estudiar (1,65), y, en términos generales, los contenidos no se han percibido como fáciles de comprender (1,29).

Específicamente la parte temática que se ha percibido más útil (2,35) ha sido la relacionada con la energía de los aparatos eléctricos. La de más difícil seguimiento (2,01) la relacionada con la energía y el agua caliente. En la sombra la parte de más fácil comprensión (1,56) y al mismo tiempo más divertida (2,03) ha resultado el bloque dedicado a los aspectos técnicos del muro Trombe-Michel.

**Tabla 6**

**Valoración\* de la Unidad Didáctica de 1º Bachillerato "Hacia una gestión sostenible de nuestras necesidades energéticas: Las edificaciones bioclimáticas", de la UD en general y por bloques temáticos.**

UD	Utilidad	Facilidad	Diversión
Unidad Didáctica General (UDG)	2,30	<b>1,55</b>	1,76
Bl. 1. 'Sistema energético'	2,28	1,47	1,72

Bl. 2. 'Problema energía'	<b>2,56</b>	1,47	1,79
Bl. 3. 'Consumo energía edificios'	2,29	1,45	1,80
Bl. 4. 'Edificaciones necesidades energéticas'	2,49	1,46	<b>1,96</b>
Bl. 5 'Diseño y construcción edificaciones bioclimáticas'	2,44	1,42	1,93
Bl. 6. 'Proyecto PSE-ARFRISOL'	2,27	1,34	1,81
<b>Promedio global</b>	<b>2,38</b>	<b>1,45</b>	<b>1,82</b>
<b>N válido = 201</b>			

(\*) La respuesta a este ítem era cerrada y se medía a través de una Escala Likert de 3 niveles (1-poco, 2- medio, 3-mucho).

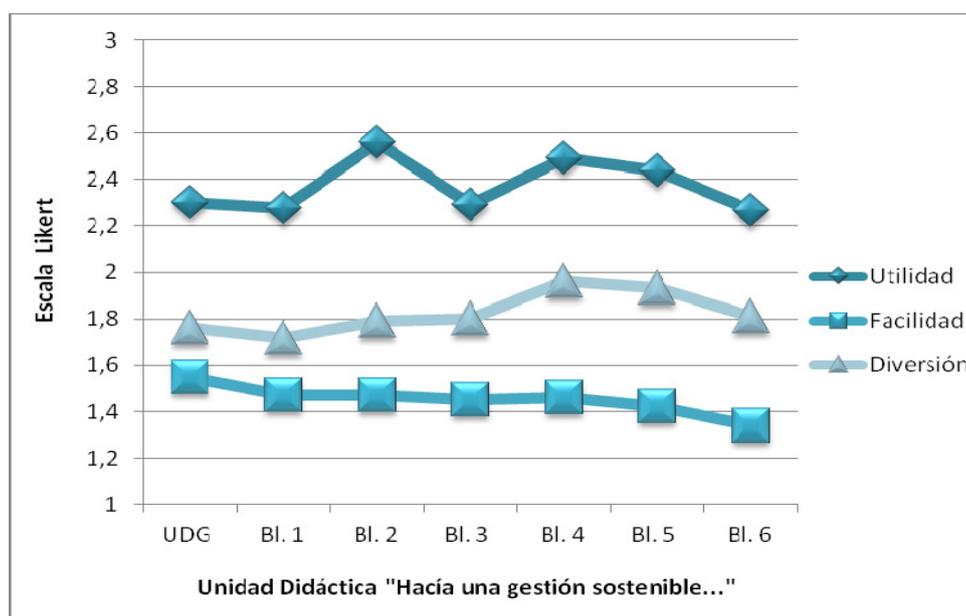


Gráfico 4. Valoración de la Unidad Didáctica de 1º Bachillerato "Hacia una gestión sostenible de nuestras necesidades energéticas: Las edificaciones bioclimáticas", de la UD general y de la UD por bloques temáticos.

De modo similar a lo valorado por los estudiantes de 4º E.S.O., al conjunto de estudiantes de 1º Bachillerato, el promedio global, la temática le ha parecido más útil para la vida diaria (2,38) que divertida de estudiar (1,82), y, en términos generales, los contenidos no se han percibido como fáciles de comprender (1,45).

Específicamente la parte temática que se ha percibido más útil (2,56) ha sido la relacionada con el problema de la energía. La de más difícil seguimiento (1,66) la relacionada con el proyecto PSE-ARFRISOL. La parte de más fácil comprensión (1,55) ha sido la unidad didáctica en general, mientras que la más divertida (1,96) ha resultado el bloque dedicado a las edificaciones y las necesidades energéticas.

En suma, como se ha mostrado en las tablas 6 y 7, los promedios globales ponen de manifiesto que los estudiantes de mayor edad (los que cursan 1º Bachillerato), valoran su UD como más útil (2,38), más fácil (1,45) y más divertida (1,82), frente a los de menor edad (los que cursan 4º E.S.O.), que comparativamente la valoran como menos útil (2,02), menos fácil (1,29) y menos divertida (1,65).

- *Valoración del Grado de Satisfacción con las Unidades Didácticas*

En relación a la valoración del marco en el que se ubicaba cada una de las UDD impartidas en sus respectivas asignaturas, “Tecnología” y “Ciencias para el Mundo Contemporáneo”, se valoraba el grado de satisfacción general. En la siguiente tabla se muestran los resultados para cada uno de los niveles educativos.

<b>Tabla 7</b>		
<b>Grado de satisfacción* de las asignaturas en función del nivel educativo de los alumnos.</b>		
<b>Satisfacción</b>	<b>4º E.S.O.</b>	<b>1º Bachillerato</b>
	<b>“Tecnología”</b>	<b>“CMC”</b>
7 “Muy satisfecho”	11,7 %	14,9 %
<b>6 “Bastante satisfecho”</b>	<b>36,0 %</b>	<b>44,6 %</b>
5 “Algo satisfecho”	27,0 %	21,8 %
4 “Indiferente”	7,2 %	9,9 %
3 “Algo insatisfecho”	1,8 %	2,0 %
2 “Bastante insatisfecho”	6,3 %	1,0 %
1 “Muy insatisfecho”	2,7%	1,0%
0 Missing	7,2%	5,0 %
<b>% válido</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>N válido</b>	<b>111</b>	<b>202</b>
<b>Promedio</b>	<b>4,83</b>	<b>5,29</b>

(\*) La respuesta a este ítem era cerrada y se medía a través de una Escala Likert de 7 niveles, asimismo se ofrecía la oportunidad de aclarar, argumentar o explicar la respuesta mediante la cumplimentación de un campo abierto destinado al efecto.

La valoración general de las UDD de la asignatura, “Tecnología” en 4º E.S.O. y “Ciencias para el Mundo Contemporáneo” en 1º Bachillerato, muestra un patrón similar al comparar las distribuciones de satisfacción de ambos cursos. Respectivamente, un 11,7% y un 14,9%, manifiestan estar muy satisfechos con su asignatura y entre un 36% y un 44,6% lo están bastante. De hecho, para ambos colectivos y aglutinando tres niveles superiores de la escala, alrededor del 75% se siente satisfecho con la materia que han impartido. Si bien la tendencia es ligeramente más positiva en el curso más avanzado, donde además de estar más familiarizados con esta temática, la asignatura tiene un perfil más práctico.

Los argumentos que los estudiantes de 4º E.S.O. resaltan, en las respectivas asignaturas, son: el que se trate de temas de interés, que resulte entretenida, educativa, necesaria y útil. Se destaca que aborde temas con lo que se sienten identificados, que sean de su ‘propia incumbencia’, y/o que incluyan casos prácticos. Los estudiantes de 1º Bachillerato comparten que se trata temas de interés y de utilidad futura, otorgan importancia y contenido que da sentido al tema.

### 3.2.3. ADQUISICIÓN DE CONOCIMIENTOS

#### 3.2.3.1. PRINCIPALES BENEFICIOS E INCONVENIENTES DE LAS EDIFICACIONES BIOCLIMÁTICAS

En un apartado posterior se solicitaba a los alumnos que especificasen, enumerasen o describiesen, los principales beneficios e inconvenientes de las edificaciones bioclimáticas. En la

tabla 8 se enumeran algunos de los aspectos señalados por los estudiantes de 4º E.S.O. y de 1º Bachillerato.

Nivel Educativo	Beneficios	Inconvenientes
<b>4º E.S.O.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ahorro energético</li> <li>• Autoabastecimiento</li> <li>• Beneficios a largo plazo</li> <li>• Disposición de energía o de gas gratuitos</li> <li>• Libres de contaminación</li> <li>• Preservación del medio ambiente</li> <li>• Reducción de emisiones CO2</li> <li>• Reducción de gastos</li> <li>• Reducción de residuos</li> <li>• Utilización de energías renovables</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coste o precio</li> <li>• Falta de desarrollo de las energías que utilizan</li> <li>• Falta de desarrollo de las tecnologías que utilizan</li> <li>• Inversión, construcción y mantenimiento caros</li> <li>• Inconvenientes a corto plazo</li> </ul>
<b>1º Bachillerato</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ahorro de combustible</li> <li>• Ahorro de dinero</li> <li>• Ahorro de energía</li> <li>• Aprovechamiento energético</li> <li>• Autosuficiencia</li> <li>• Beneficios medioambientales</li> <li>• Beneficios de reducción del consume</li> <li>• Comodidad</li> <li>• Energías renovables</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coste inicial, precio y dinero de los materiales</li> <li>• Coste inicial, precio y dinero de las mejoras arquitectónicas</li> <li>• Dificultad y/o falta de fiabilidad de una tecnología cara</li> <li>• Gasto económico en la fabricación</li> </ul>

*Tabla 8. Principales beneficios e inconvenientes de las edificaciones bioclimáticas según el nivel educativo de los alumnos.*

En suma, los diferentes grupos coinciden en destacar elementos beneficiosos como el autoabastecimiento y la autosuficiencia energética, el ahorro (difieren en energético versus económico), la utilización de las energías renovables y la preservación del medio ambiente. En relación a los inconvenientes, ambos destacan el coste, aunque a diferentes niveles (la inversión y el mantenimiento versus el coste inicial y los materiales), si bien coinciden que el precio constituye un inconveniente clave para la adquisición de estas soluciones arquitectónicas.

### 3.2.3.2 OPINIÓN SOBRE LA NECESIDAD DE DISPONER DE EDIFICACIONES BIOCLIMÁTICAS

La opinión propia de los alumnos sobre la necesidad de disponer de las edificaciones bioclimáticas se solicitaba en dos preguntas con respuesta cerrada en una escala Likert de 7 niveles (1-muy innecesario/7-muy necesario), asimismo se ofrecía la oportunidad de aclarar, argumentar o explicar la respuesta en unos campos abiertos al efecto. Es un modo de conocer en qué medida priorizan o valoran este tipo de innovaciones tecnológicas, energéticas y medioambientales.

La opinión respecto a la necesidad de disponer de este tipo de soluciones energéticas de edificación es similar entre los alumnos, como evidencian los promedios para cada nivel educativo. Los grupos de 4º E.S.O. opinan como ligeramente menos necesaria este tipo de construcciones (5,37), frente a los de 1º Bachillerato (5,61), el promedio global de ambos colectivos evidencia esta moderada sensibilidad (5,49).

Tomados ambos niveles educativos en conjunto, cerca del 40% valora disponer de este tipo de edificaciones como un tema bastante necesario, y alrededor de un 25% como muy necesario. Ambos colectivos, aglutinando tres niveles superiores de la escala, coincide, alrededor del 80%, en la necesidad de abordar este tipo de innovación emergente, mientras que el tema deja indiferente a una minoría y la valoración como innecesario es marginal.

Para los estudiantes de 4º E.S.O. el interés, la necesidad y la entidad del tema aparece claro y la actitud general es positiva aludiendo a que se trata de un tema con aplicabilidad, sobre el que se opina con adjetivos como bueno, divertido, práctico y útil, aunque con el inconveniente de estar falto de subvención. Para los estudiantes de 1º Bachillerato genera mayores ambigüedades, aludiendo a que se trata de un tema incierto, importante en el futuro y a escala europea, muy interesante, muy necesario a escala global ('en especial para el Planeta') y positivo para el medio ambiente, novedoso, un modelo de referencia y de construcción por zonas y/o que repercute en la autosuficiencia aunque, de nuevo, falto de rentabilidad.

En general existe cierta coincidencia en opinar acerca de la necesidad de este tipo de tecnología energética para la vivienda, reconociendo que el tema es de interés y tiene utilidad, aunque está falto de viabilidad por diferentes motivos (subvención versus rendimiento). Si bien como aspecto discordante, la proyección, territorial y temporal, valga la redundancia, se percibe a mayor escala por parte de los estudiantes de mayor nivel educativo.

### 3.2.3.3. REPRESENTACIÓN GRÁFICA “DIBUJO LIBRE” Y DESCRIPCIÓN DE LAS EDIFICACIONES CONVENCIONALES Y BIOCLIMÁTICAS

En este apartado se solicitaba a los alumnos que realizasen un dibujo libre de una edificación convencional y de una edificación bioclimática, junto a una breve descripción de cada una de las edificaciones representadas. En el dibujo no se aludía a ningún tipo concreto de edificio, el ejercicio era totalmente libre sin mayores indicaciones para procurar la espontaneidad en dicha actividad.

Este ejercicio, aparentemente sencillo, implica la extracción y la abstracción de las características identificativas y distintivas de cada tipo de edificación, así como la acción de comparar y de discriminar entre los rasgos que les son propios, comunes o ajenos. Es decir, aporta el resultado de una serie de operaciones que se resuelven con una síntesis conceptual de prototipos – síntesis que el alumno adopta y resuelve en modo más o menos automático –, en este caso integrando dos medios de expresión, gráfica y discursiva.

En general, el conjunto de dibujos y de descripciones realizadas parece que no “identifican” a los edificios, en el sentido que no refieren explícitamente que se trate de sus domicilios (casas o pisos), conocidos o próximos sino que se representan múltiples prototipos de edificación que engloban una serie de características arquitectónicas, técnicas, de ubicación y de orientación o incluso de misión que tipifican un modelo y un esquema mental de cada edificio con sus idiosincrasias funcionales y estructurales. A continuación se detallan algunas de las características más destacadas de ambos tipos de arquitectura en función del nivel educativo de los alumnos.

Por un lado, los estudiantes de 4º E.S.O., en relación a las *edificaciones convencionales* resaltan características como que es un edificio “convencional”, “normal”, “típico”, que no dispone de

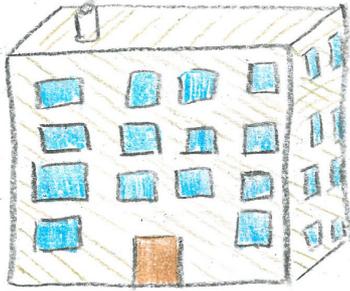
ninguna forma de ahorrar energía y no contribuye al medio ambiente. Si bien se reconoce como misión la de resguardar a los habitantes con sus necesidades energéticas, no se percibe como una solución energéticamente eficiente, ni autosuficiente, destacando la dependencia de fuentes de energía externa (suministro eléctrico) no renovable, el desaprovechamiento de la energía de recursos naturales y el despilfarro energético. Destaca además la ausencia de medidas bioclimáticas de ahorro energético (p. ej., lo que repercute en un aislamiento deficiente y en un nefasto aprovechamiento energético), de ubicación y de orientación indiferente (en relación al medio) y deficiente, y su construcción se atribuye a propósitos meramente económicos.

Los mismos estudiantes de 4º E.S.O., en relación a las *edificaciones bioclimáticas* resaltan características como que es un edificio que se vale de un conjunto de métodos propios, de medidas de diseño y de construcción que permite adquirir y aprovechar la energía. Se reconoce como misión la de preservar el bien común para la comunidad, en particular, y para el mundo, en general. Si bien se considera que esta edificación toma muchas referencias de la arquitectura tradicional (p.ej. diseño), a diferencia de la convencional construye en función de la situación y de la orientación favorables, en términos energéticos. Tiene la capacidad de autoabastecerse y, dado que lo hace principalmente a partir de los recursos naturales y energías renovables, de hacerlo de forma eficiente y limpia sin contaminar. Dispone de buenas estrategias y sistemas de aislamiento, refrigeración, sombreado y ventilación, así como de soluciones estructurales (p.ej. cubierta natural y vegetal que protege y estabiliza al edificio) y de sistemas de canalización de agua funcionales.

Un aspecto interesante que se desprende de las descripciones de estos dos tipos de arquitectura contemporánea es que parece que el edificio convencional se define en “negativo” (“no es...”, “no posee...”, “no integra...”, “no aprovecha...”, etc.), es decir más por todo aquello de lo que carece – en relación al edificio bioclimático – que en relación a lo que dispone. Este fenómeno es interesante dado que indica la fortaleza del esquema mental de la arquitectura bioclimática, imponiéndose en sus rasgos en el momento de establecer las comparaciones entre ambos modelos de edificio. Además, puede sorprender tanto en cuanto el modelo de edificio convencional es el más cercano y el que constituye el modelo establecido y más extendido en el momento actual. Esta manera de describir, en relación al modelo que ellos consideran “bueno” indica un grado de aceptación que puede beneficiar a la demanda futura de innovaciones en el sector de la edificación.

En las figuras 5 y 6 se muestran ejemplos de los dibujos y de las descripciones de ambos tipos de edificación, convencional y bioclimática, realizadas por estudiantes de 4º E.S.O., de ambos sexos.

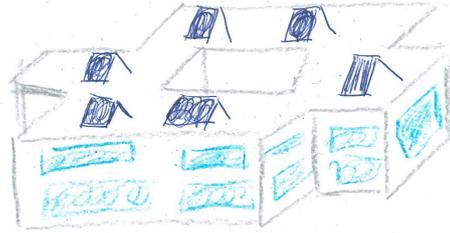
DIBUJO "EDIFICIO CONVENCIONAL"



Describe brevemente un edificio convencional...

No utiliza fuente de energía renovable.  
El edificio no es energéticamente eficiente.

DIBUJO "EDIFICIO BIOCLIMÁTICO"

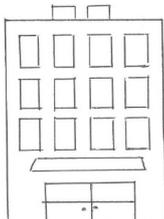


Describe brevemente un edificio bioclimático...

Es energéticamente eficiente. Aprovecha las condiciones del entorno.  
Utiliza fuente de energía renovable.

Figura 5. Dibujo libre y descripción de un edificio convencional y de un edificio bioclimático realizados por un alumno de 4º E.S.O., de 15 años.

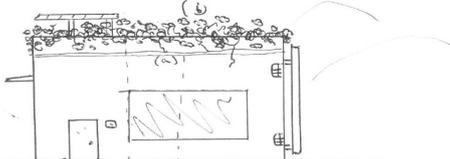
DIBUJO "EDIFICIO CONVENCIONAL"



Describe brevemente un edificio convencional...

Un edificio sin cuidado para la orientación, con cantidad de ventanas que pierden la temperatura, aislamiento que pierden y gran calor con facilidad. No está protegido del sol por ningún toldo.

DIBUJO "EDIFICIO BIOCLIMÁTICO"



Describe brevemente un edificio bioclimático...

- No dispone con una dirección solar que permita captar energía para la calefacción (o para el agua).
- Cubierta actual y vegetal que protege el edificio, y no cambia rápidamente la temperatura.
- Captador solar.
- Calentador solar.
- Protección total para que los rayos no incidan directamente.
- Muy buena orientación (con buen viento).
- Orientación y situación adecuada.
- Cubierta de asfalto.

Figura 6. Dibujo libre y descripción de un edificio convencional y de un edificio bioclimático realizados por una alumna de 4º E.S.O., de 16 años.

Por otro lado, los estudiantes de 1º Bachillerato, en relación a las *edificaciones convencionales* resaltan características como que es un edificio "normal", muy perjudicial para el medio ambiente y energéticamente poco eficaz, que no tiene en cuenta elementos pasivos ni elementos activos. Si bien manifiestan que la planificación de este tipo de edificaciones considera aspectos como los costes iniciales, descuida otros como los costes de la vida útil, asimismo desatiende elementos relevantes de la construcción como las características de la climatología o de la posición relativa del edificio. Se percibe como una solución de excesivo consumo, dependencia y despilfarro energético, con falta de autoabastecimiento "consume y no produce", cuyo funcionamiento se

limita a la explotación de recursos no renovables (electricidad de la red), desconsiderando la normativa del enfoque ambiental o bioclimático y generando contaminación. Destacan asimismo la ausencia de estrategias eficaces de aislamiento, de aclimatación de distribución o de orientación o la carencia de elementos externos (p.ej. terrazas, vegetación y jardines).

Finalmente, los mismos estudiantes de 1º Bachillerato, en relación a las *edificaciones bioclimáticas* resaltan características como que es un edificio “normal”, basado en un diseño eficaz que sigue criterios de ahorro, de autoabastecimiento y de eficiencia energética “sin pérdidas”. Se basan el aprovechamiento y en la utilización masiva de las energías renovables, consideran la normativa del enfoque ambiental o bioclimático evitando el consumo de energías convencionales contaminantes. Se percibe como una solución integral, que tiene en cuenta tanto elementos climatológicos como elementos pasivos como activos de las construcciones y diferentes medidas arquitectónicas “teco-científicas”, considera las estrategias de aclimatación (p.ej. mediante diferentes sistemas de calefacción y de refrigeración), de aislamiento, de aprovechamiento de recursos naturales, de orientación, de situación y de distribución de los espacios exteriores e interiores, así como de acristalamiento de las viviendas. Al diferencia de las edificaciones convencionales, existe una abundancia de patios, de árboles y de vegetación diversa, como elementos externos naturales de reguladores de aclimatación y como mecanismos de generación de sombra, y disponen de jardines. En las figuras 7 y 8 se muestran ejemplos de los dibujos y de las descripciones de ambos tipos de edificación, convencional y bioclimática, realizadas por estudiantes de 1º Bachillerato, de ambos sexos.

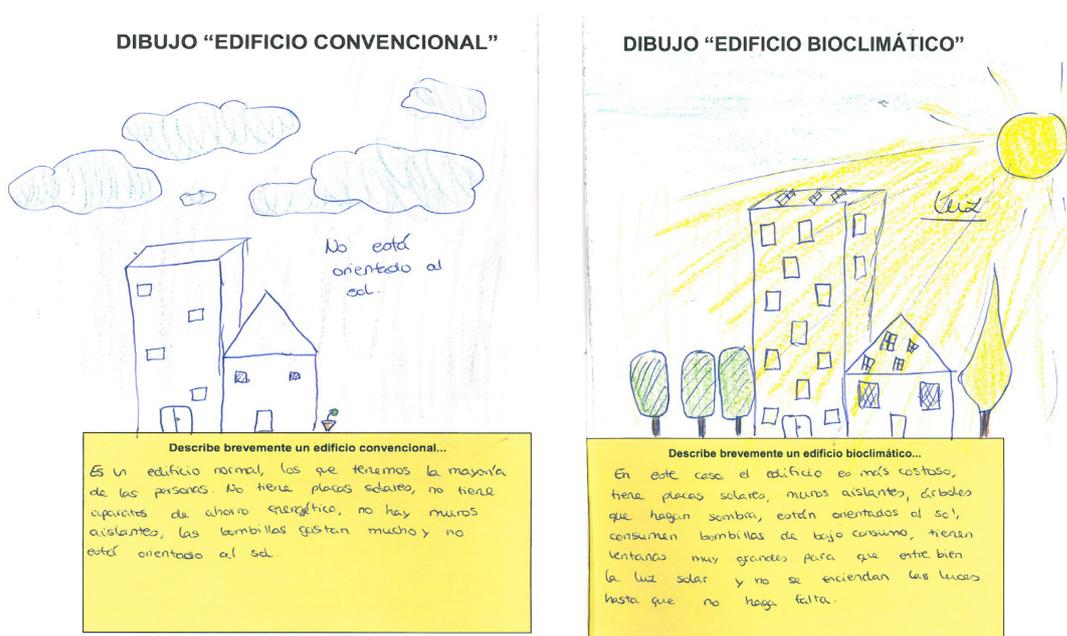


Figura 7. Dibujo libre y descripción de un edificio convencional y de un edificio bioclimático realizados por una alumna de 1º Bachillerato, de 16 años.

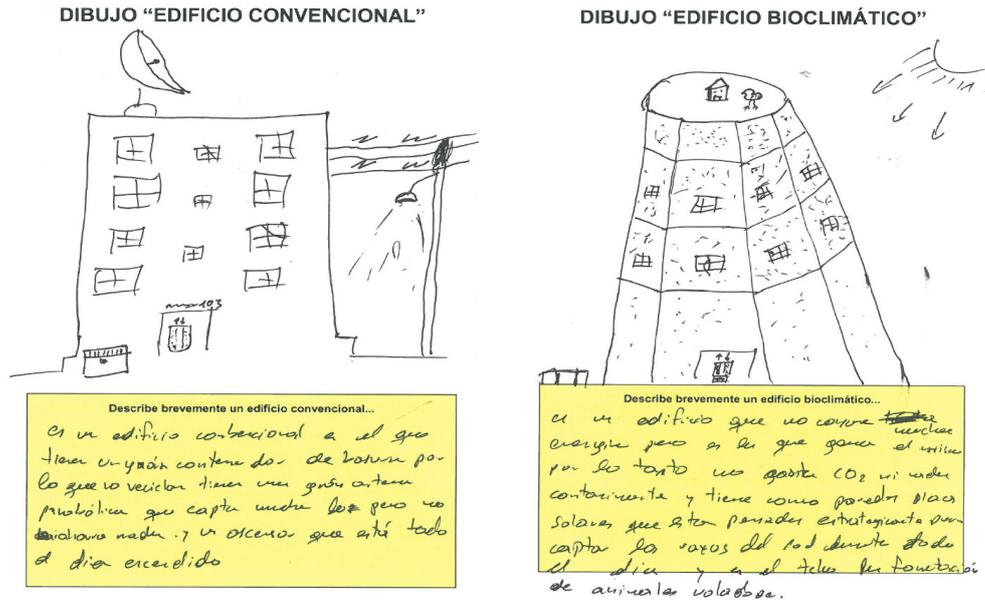


Figura 8. Dibujo libre y descripción de un edificio convencional y de un edificio bioclimático realizados por un alumno de 1º Bachillerato, de 18 años.

En la tabla 9 se resumen los aspectos más relevantes de las descripciones de ambos tipos de edificación, convencional y bioclimática.

Nivel Educativo	Convencionales	Bioclimáticas
4º E.S.O.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Falta de ahorro y de eficiencia energética, despilfarro energético</li> <li>Falta de autosuficiencia energética y de aprovechamiento de los recursos naturales, excesiva explotación de combustibles fósiles</li> <li>Genera contaminación, falta de contribución al medio ambiente</li> <li>Orientación inadecuada y ubicación independiente del clima, no adaptada</li> <li>Falta de placas solares o paneles fotovoltaicos</li> <li>Ventanas convencionales (tamaño, orientación y aislamiento deficientes)</li> <li>Falta de soluciones arquitectónicas (muro Trombe-Michel, materiales aislantes)</li> <li>Misión económica y enfoque individualista, solución a</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ahorro y eficiencia energética</li> <li>Autosuficiencia energética y aprovechamiento de los recursos naturales, autoabastecimiento, aprovechamiento energético</li> <li>No genera contaminación</li> <li>Orientación adecuada al clima</li> <li>Introducción de placas solares o paneles fotovoltaicos</li> <li>Ventanas bioclimáticas (tamaño, orientación y aislamiento adecuados, integran dispositivos como lamas o toldos)</li> <li>Edificio confortable</li> <li>Buenas soluciones arquitectónicas y medidas de diseño y de construcción (muro Trombe-Michel, cubierta natural y vegetal y sistemas de canalización funcionales, sistemas auxiliares en zonas subterráneas)</li> <li>Misión social y enfoque comunitario,</li> </ul>

	necesidades de seguridad física y de consumo energético de sus habitantes	solución a necesidades de equilibrio y justicia mundial
1° Bachillerato	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de eficiencia energética, despilfarro energético y exceso de consumo</li> <li>• Falta de autoabastecimiento y de utilización de las energías renovables, dependencia de combustibles fósiles</li> <li>• Genera contaminación (falta de reciclaje, vertidos de CO<sub>2</sub>) con perjuicio al medio ambiente</li> <li>• Desconsideración/Inadecuación de elementos pasivos y activos</li> <li>• Falta de consideración del enfoque ambiental o bioclimático o de seguimiento de normativas de edificación</li> <li>• Consideración de coste inicial y desconsideración de coste de vida útil</li> <li>• Orientación inadecuada y falta de consideración de elementos del clima</li> <li>• Falta de soluciones arquitectónicas (no utiliza materiales aislantes)</li> <li>• Falta de placas solares</li> <li>• Ventanas convencionales (número, tamaño, orientación y aislamiento inadecuados)</li> <li>• Falta de terrazas, vegetación y jardines</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ahorro y eficiencia energética</li> <li>• Autosuficiencia energética y aprovechamiento de las energías renovables, aprovechamiento energético sin pérdidas</li> <li>• No genera contaminación (sistemas de calefacción eficientes y limpios, no generan vertidos de CO<sub>2</sub>), contribución al medio ambiente</li> <li>• Consideración/Adecuación de elementos pasivos y activos</li> <li>• Consideración del enfoque ambiental o bioclimático y de las campañas de reciclaje</li> <li>• Orientación y distribución adecuadas, considerando características del clima</li> <li>• Buenas soluciones arquitectónicas (muro Trombe-Michel, techo solar, tejadillos, utiliza materiales aislantes)</li> <li>• Introducción de placas solares y de paneles fotovoltaicos</li> <li>• Ventanas bioclimáticas (tamaño y orientación adecuados, integran dispositivos como persianas o toldos)</li> <li>• Electrodomésticos eficientes</li> <li>• Introducción de patios, vegetación y jardines</li> </ul>

Tabla 9. Descripción de las edificaciones convencionales y de las edificaciones bioclimáticas según el nivel educativo de los alumnos.

Recapitulando, en relación a las *edificaciones convencionales* los estudiantes coinciden en destacar elementos como la falta de eficiencia energética y de autoabastecimiento, así como la notable dependencia de fuentes de energía no renovable, así como su mayor despilfarro energético e impacto contaminante sobre el medio ambiente. También están de acuerdo en la falta de adecuación en aspectos como la orientación solar o el desajuste en las soluciones arquitectónicas que afectan a elementos como los muros o las ventanas, si bien no priorizan la misión de las edificaciones ni echan de menos en la misma medida la falta de otras soluciones de diseño y de construcción externa como terrazas o jardines. En relación a las *edificaciones bioclimáticas*, coinciden en destacar, al contrario, el ahorro y la eficiencia energética y el autoabastecimiento, así como la utilización masiva de fuentes de energía renovable y las menores pérdidas energéticas y el respeto medioambiental. También están de acuerdo en la adecuación de

la orientación solar así como en el uso extendido de dispositivos para captar energía limpia, como las placas solares o los paneles fotovoltaicos, si bien de nuevo no priorizan la misión de las edificaciones ni echan de menos en la misma medida la incorporación de otras soluciones de diseño y de construcción externa como patios o jardines.

En definitiva, un aspecto relevante y recurrente de las descripciones de las edificaciones convencionales y que asimismo se repite a través de los diferentes niveles educativos, es que el referente es la edificación bioclimática y que a aquella la definen en función de la “falta de...” (“falta de ahorro...”, “falta de autosuficiencia...”, “falta de eficiencia...”, “falta de soluciones arquitectónicas...”, “falta de placas...”, “falta de terrazas” y un largo etcétera). Las anteriores características son buena muestra tanto del bagaje previo como de la comprensión y la priorización de los contenidos curriculares impartidos, así como del posible establecimiento de cambios de los esquemas mentales (hacia un potencial cambio terminológico en la identidad de la edificación convencional, como aquella edificación “no bioclimática”), desde la óptica y la asimilación individual de cada uno de los alumnos. Tomadas en su conjunto, su valor reside en que presentan una panorámica de los aspectos críticos que han calado y, particularmente, de los elementos que discriminan entre ambos tipos de edificación en “cierta” medida coetánea para estos hoy alumnos y en un futuro “potenciales habitantes”.

#### 3.2.3.4. APLICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE SOLUCIONES BIOCLIMÁTICAS EN EL HOGAR

En un apartado posterior se solicitaba a los alumnos que, en relación a los conocimientos adquiridos en las respectivas asignaturas y en el caso hipotético que pudiesen realizarlo, valorasen y describiesen qué aspectos y qué soluciones de la arquitectura bioclimática aplicarían, trasladarían, a su propia casa para acomodarla y mejorar la eficiencia energética. Este ejercicio, aparentemente sencillo, implica el conocimiento, la evaluación, la comparación, la selección, la priorización y, en definitiva, la resolución mediante la toma de decisión en una situación ficticia sobre qué características identificativas y distintivas de la edificación bioclimática, exportarían a su propio “hogar convencional”. Esta decisión implica auto-evaluar que aspectos se adaptarían e integrarían mejor en su particular casuística, en su vida cotidiana. En este caso se respondía mediante expresión discursiva. Si bien debemos hacer constar que este tipo de procesos mentales discurren de un modo más o menos automático, considerando que la edad de los alumnos se sitúa alrededor de los 15 años.

En general, el conjunto de aspectos seleccionados en las respuestas vienen a confirmar qué elementos críticos de los anteriores prototipos valoran, preservando las idiosincrasias funcionales y estructurales de cada “hogar”. A continuación se detallan algunas de las características más destacadas para exportar de la arquitectura bioclimática en función del nivel educativo de los alumnos.

Por un lado, lo que los estudiantes de 4º E.S.O., hipotéticamente, aplicarían a *su propio hogar*, para mejorar la comodidad y la eficiencia energética, contemplaría velar por la preservación energética siguiendo los consejos y las medidas de ahorro energético y de seguridad y aplicar las innovaciones de la domótica. Consideran esencial concienciarnos de la cantidad de recursos que gastamos y, particularmente, valoran disponer de “datos” de aprovechamiento y de malgasto energético, así como de la capacidad de aplicar técnicas de cálculo, de control y de comparación del ahorro y del gasto energético para mejorar la eficiencia de los edificios. Además de estas mejoras en la capacidad crítica y de toma de decisiones, valoran la introducción de soluciones arquitectónicas eficientes como disponer de buen aislamiento, de modo que mejore la eficiencia de los trasposos de energía. Otras alternativas pasan por soluciones de construcción y de orientación que contribuyan a mejorar los sistemas de ventilación, de equilibrio térmico y/o de captación solar. Mantienen la preocupación por el ahorro de agua y de energía que vinculan a la introducción de

equipos electrodomésticos eficientes o el uso masivo de dispositivos de ahorro (p.ej. bombillas de bajo consumo). Asimismo, valoran la adquisición o el cambio de comportamientos cotidianos en pro de la eficiencia.

Por otro lado, lo que los estudiantes de 1º Bachillerato, hipotéticamente, aplicarían a *su propio hogar* para mejorarlo, contemplaría la preservación del medio ambiente aplicando todos los consejos sobre ahorro energético para evitar el despilfarro mediante el autoabastecimiento y el uso extendido de las fuentes de energía renovable. Asimismo consideran esencial tener una buena conciencia ecológica. A este punto de partida se sumaría la disposición de los conocimientos para evitar o mejorar comportamientos de desperdicio energético y de reciclaje y la adquisición tanto de componentes técnicos como de hábitos de comportamiento vinculados al ahorro de agua o de energía, adquiriendo o adaptando ciertos dispositivos o equipos de uso doméstico. Asimismo valoran la introducción de soluciones arquitectónicas eficientes para captar, generar y/o mantener el calor y la ventilación (p.ej. “contraventanas” especiales, acristalamientos, revestimientos térmicos) para evitar escapes o despilfarros o preservar de la contaminación acústica y la mejora de la orientación y la distribución de las plantas para aprovechar al máximo la luz natural y evitar la artificial o las corrientes de aire. Mantienen la preocupación del ahorro energético y de agua diaria y consideran el papel de otros aspectos más estéticos (p. ej. los colores de la casa) o la vegetación, colocación de árboles y de plantas alrededor para obtener espacios con sombra en verano.

En la tabla 10 se resumen las principales mejoras que los alumnos aplicarían a su propia casa “convencional” para acercarla a las características de las edificaciones bioclimáticas.

Nivel Educativo de 4º E.S.O	Nivel Educativo de 1º Bachillerato
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicación de consejos y medidas de ahorro energético y de seguridad e innovaciones de la domótica</li> <li>• Concienciación, conocimiento y comparación del gasto energético, cambio comportamental en pro de la eficiencia</li> <li>• Introducción de soluciones arquitectónicas eficientes (muro Trombe-Michel, ventanas bioclimáticas, construcción de chimeneas y patios, y de dispositivos como lamas o toldos)</li> <li>• Orientación solar adecuada</li> <li>• Introducción de equipos electrodomésticos eficientes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicación de consejos de ahorro energético y de agua, uso de fuentes de energía renovables</li> <li>• Concienciación ecológica (propia y ajena, extenderla a la familia), conocimiento y adquisición de mejores hábitos de comportamiento (en contra del despilfarro energético y a favor del reciclaje de residuos)</li> <li>• Adquisición de componentes técnicos y de equipos electrodomésticos eficientes</li> <li>• Implementación de soluciones arquitectónicas y técnicas (suelo radiante, placas y paneles solares, revestimientos aislantes en muros, tejados y tuberías)</li> <li>• Orientación y distribución adecuadas</li> <li>• Diseño considerando el color y la introducción de vegetación y de sus beneficios bioclimáticos</li> </ul>

Tabla 10. Mejoras, adaptaciones y cambios, que los alumnos aplicarían a su propia casa.

En definitiva y a pesar de los diferentes niveles educativos de los estudiantes existe una notable coincidencia en las soluciones que aplicarían para mejorar el confort y la eficiencia energética de *su propio hogar*. Ponen en valor la necesidad de acciones preventivas y formativas que fomenten la mejora de la capacidad crítica y del compromiso de los potenciales usuarios, incidiendo en la concienciación, en el conocimiento del gasto energético y en el cambio de hábitos comportamentales en pro del ahorro y en contra del abuso y del despilfarro energético actual. Asimismo de decantan por la eficiencia energética y la funcionalidad, proponiendo la implementación de soluciones estratégicas, arquitectónicas y técnicas diversas como la orientación solar, o, aquí difieren, la construcción de tejados, chimeneas o patios y la aplicación de lamas o de toldos en puertas o ventanas. También discrepan en otros aspectos más formales que estructurales como la consideración del potencial del color y la plantación de vegetación y de los beneficios bioclimáticos asociados.

En suma, la hipotética incorporación de las anteriores medidas refleja, el conocimiento, la discriminación, la comparación, el pragmatismo y la priorización de unas soluciones técnicas sobre otras, considerando tanto las propias necesidades y preferencias como aspectos formativos (particularmente en su enfoque preventivo) y psicosociales. Refleja, en cierto modo, las actitudes individuales respecto a este tipo de problemática y de oferta, por lo que en este ejercicio se aporta la teórica resolución individual de cada uno de los alumnos. En conjunto, su relevancia se vincula a que presenta, de modo indirecto, una aproximación a las actitudes latentes y a los potenciales comportamientos de adaptación de un entorno convencional a uno bioclimático, particularmente en sus pasos incipientes e intermedios.

### 3.2.3.5. CONOCIMIENTO Y SIGNIFICADO DEL PSE-ARFRISOL

En otro apartado del cuestionario se solicitaba a los alumnos que respondiesen sobre el significado de “Arfrisol” (Proyecto Singular Estratégico ARFRISOL), de modo que se presentaba como una cuestión suficientemente amplia, ambigua y absolutamente abierta, bien a la descripción, a la ejemplificación, a la explicación, etc. Este tipo de pregunta formulada con cierta ambigüedad, de apariencia simple, directa y abierta, permite la elaboración de diferentes interpretaciones y generalizaciones. Es decir, en realidad se puede entender como varias preguntas (latentes) concatenadas. Constituye así, partiendo de una aparente simplicidad y en función de la interpretación, del conocimiento y de la motivación individual de los alumnos, puede generar respuestas con muy diferente grado de complejidad y profundidad (p.ej. sobre el concepto, la entidad, el sentido, el alcance, la viabilidad, el futuro, etc.).

El ítem se presentaba con el siguiente formato:



Este ejercicio activo pretendía valorar la identificación y el conocimiento específico de este proyecto, así como las dimensiones y el alcance de sus subproyectos para determinar qué es lo que mejor se ha asimilado y asociado.

En general, el conjunto de descripciones y explicaciones seleccionadas en las respuestas vienen a confirmar una notable distancia entre la falta de respuestas y la profusión entre respuestas breves y simples y otras más extensas y elaboradas. A continuación se detallan algunas de las características y de los significados más destacados del proyecto sobre arquitectura bioclimática y frío solar en función del nivel educativo de los alumnos.

En la muestra general de los 313 estudiantes, el 29,4% obvió la respuesta o respondió con evasivas del tipo “no tengo preguntas” o negativas directas del tipo “no me acuerdo”, mientras que el 70,6% de ellos expresó algunas respuestas. La recopilación de este abanico de respuestas muestra que, aunque en ocasiones ambos colectivos de estudiantes coinciden en la falta de respuesta o en la falta de concreción (particularmente se repite “Arquitectura bioclimática y frio solar”) y de elaboración en sus respuestas, ciñéndose a referenciar las siglas o a detallar el título del proyecto, en otras, especialmente los estudiantes del nivel educativo más avanzado, aportan descripciones, definiciones o explicaciones más elaboradas y que reflejan una idea precisa de la misión del proyecto. En términos generales, parece que ha habido una buena comprensión de los objetivos últimos del proyecto, si bien el contenido de los subproyectos en general queda difuminado y, con diferencia, existe sobre-representación de los aspectos técnicos en detrimento de los aspectos sociales del proyecto.

### 3.2.3.6. CUESTIONES GENERADAS SOBRE LAS EDIFICACIONES BIOCLIMÁTICAS

Prácticamente a modo de cierre del cuestionario, se presentaba un ejercicio activo de reflexión sobre la materia impartida que contenía un espacio abierto a cualquier tipo de cuestiones, dudas o preguntas sobre las que los estudiantes mostrasen particular interés y prioridad por conocer más o mejor.

Esta actividad implica situar al alumno en un rol activo al auto-evaluar que aspectos curriculares han quedado con ciertas lagunas o vacíos de contenido, o simplemente que es aquello sobre lo que “les gustaría saber sobre las edificaciones bioclimáticas”. A la inversa, constituye un modo alternativo de evaluar el conocimiento, el sentido y la profundidad de las cuestiones planteadas.

En general, el conjunto de cuestiones generadas confirma el interés por muy diversos ámbitos temáticos, reflejando la amplitud y la riqueza del tópico, si bien debemos puntualizar que las cuestiones literales seleccionadas (en la tabla 12) lo han sido en base a su diversidad, pues hay algunas cuestiones básicas que, en sus diferentes formatos, se repiten con cierta frecuencia (p.ej. saber cuál es el coste final de un edificio bioclimático). A continuación se detallan algunas de las respuestas, en este caso preguntas, más destacadas sobre la arquitectura bioclimática en función del nivel educativo de los alumnos.

La tasa de respuesta de la cuestión 1 (N =313) muestra que la mayoría de alumnos respondió (59,74%) generando cuestiones muy diversas, mientras que el 40,25% de alumnos no dio respuesta alguna. En cambio, la tasa de la cuestión 2 (N =311) se invirtió, dado que la mayoría de alumnos (55,94%) no respondió, mientras que el 44,05% generó cuestiones complementarias a aquellas primeras. En la siguiente tabla se recogen las frecuencias y porcentajes de la tasa de respuesta del conjunto de grupos participantes en el estudio.

**Tabla 11**  
**Distribución de las cuestiones generadas sobre las edificaciones bioclimáticas en ambos niveles educativos.**

Cuestión	Cuestión 1		Cuestión 2	
	Frec.	%	Frec.	%
Tasa de respuesta				
Ninguna respuesta	126	40,25	174	55,94
Alguna respuesta	187	59,74	137	44,05
<b>N válido = 313/311</b>				

Para los estudiantes de 4º E.S.O., las preguntas o dudas más frecuentes y prioritarias, se vinculan a la incertidumbre de la temporalidad, el tipo de proceso, el ámbito de despliegue. También

aparecen otras cuestiones como la caracterización del aprovechamiento energético, la incertidumbre en I+D, la reiterada preocupación del coste económico o la duda de los beneficios sobre el bienestar. Otro tema que intriga a los alumnos es la generalización de la estrategia individual a la urbana o la sostenibilidad mantenida en el tiempo. Las preguntas o dudas accesorias, en cambio, se vinculan al coste, a clarificar cuales son las principales fuentes de energía, a demostrar si es realmente tan eficiente como se afirma, si tendrá un funcionamiento suficientemente fiable o si verdaderamente se ahorra y rentabiliza la inversión. Otros aspectos que conviene conocer es definir cuál es el proceso de construcción, precisar en qué proporción ayuda, así como la existencia de efectos o problemas secundarios. Asimismo existe una preocupación recurrente sobre si podría optimizarse el coste, si tendría suficiente capacidad de almacenamiento energético y/o genéricamente si podrían definirse los beneficios concretos de este tipo de arquitectura.

Para los estudiantes de 1º Bachillerato, las preguntas o dudas más frecuentes y prioritarias, se vinculan al precio final del edificio, la precisión del coste, si en el futuro mejorarán en eficiencia, cuanta energía podría ahorrar una ciudad bioclimática, conocer el proceso de construcción, cuantos captadores solares requieren, será viable construir gran número y se adaptarán a las personas que los habiten y/o que es y qué significa ARFRISOL. En este caso, las preguntas o dudas accesorias, en cambio, se vinculan al funcionamiento, la previsión temporal para construir edificación bioclimática, el aprovechamiento energético y/o mundialmente en que países y zonas será viable.

Tomados en su conjunto, los estudiantes coinciden en el interés central por conocer aspectos como el coste, el precio o el tipo de proceso y, secundariamente, aspectos relativos al funcionamiento, a la trazabilidad y a la viabilidad de los edificios bioclimáticos.

En la muestra general de los 313 estudiantes, el 27,79% expresó breves comentarios finales. Por ejemplo, los estudiantes de 4º E.S.O. comentan que el proyecto les parece interesante, necesario o les ha gustado mucho, la unidad didáctica adecuada, que se debería concienciar más a la sociedad y aplicar estos proyectos a otros estudiantes o lo caro que representa este tipo de edificación bioclimática. Los estudiantes de 1º Bachillerato comentan que les gustaría conocer el significado de "Arfrisol", lo interesante de estudiar este proyecto, lo útil y lo novedoso del contenido, lo parcialmente divertida que es la asignatura y/o la detección de algunos errores o falta de información en partes del temario.

Finalmente, en la tabla 12 se enumeran algunas de las cuestiones literales que se generaron sobre las edificaciones bioclimáticas según el nivel educativo de los alumnos. Esta selección constituye una buena muestra de la atención e inclinación hacia la vertiente más aplicada de esta materia.

Nivel Educativo	Cuestión 1	Cuestión 2
4º E.S.O.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Dura para siempre o hay que renovar cada cierto tiempo los aparatos bioclimáticos?</li> <li>• ¿Cuánto me costaría hacer mi edificio bioclimático?</li> <li>• ¿Están bien enterados los gobiernos de las innovaciones en este tema?</li> <li>• ¿En cuántas construcciones se</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Por qué tardan tanto en entrar en España la arquitectura bioclimática?</li> <li>• ¿Si quieren construir en cuanto tiempo estará?</li> <li>• ¿Cuál es la energía convencional que se usa más en este tipo de edificio?</li> <li>• ¿Aportan realmente beneficio para el medioambiente?</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>emplean este método?</li> <li>• ¿Construyen más edificios convencionales o bioclimáticos hoy en día?</li> <li>• ¿Por qué no se muestra un mayor interés por ello y luego la gente llora por los recursos convencionales?</li> <li>• ¿Qué otra solución hay si la gente no pone en práctica esto?</li> <li>• ¿Hay trabajo relacionado con esto?</li> <li>• ¿Serán todos los edificios del futuro bioclimáticos (es decir, podrá crearse una normativa para que todos deban serlo)?</li> <li>• ¿Se podría mejorar la arquitectura bioclimática?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cómo podemos hacer que esto llegue a los demás?</li> <li>• ¿Se nota mucho la diferencia de temperatura en verano e invierno?</li> <li>• ¿Dónde se consigue más información?</li> <li>• ¿Cómo hacer tu propio panel fotovoltaico?</li> <li>• ¿Cuál es el coste de un edificio de máximo aprovechamiento energético?</li> <li>• ¿Estos proyectos se llegarán a instalar en la mayoría de los edificios? ¿Será rentable?</li> </ul>
1º Bachillerato	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Podremos vivir todos en ellos?</li> <li>• ¿Dónde se aprovecha la energía mejor?</li> <li>• ¿Son igual de cómodos que un edificio convencional?</li> <li>• ¿Esto se va a llevar a gran escala?</li> <li>• ¿Podría dars una ciudad con solo edificios bioclimáticos?</li> <li>• ¿Cómo aceptaran estos cambios los ciudadanos?</li> <li>• ¿Hay alguna normativa o ley que obligue a las empresas a construir edificios bioclimáticos?, ¿Se creará en algún futuro próximo?</li> <li>• ¿Cuándo se empezó a pensar en esto?</li> <li>• ¿Cuáles son las empresas más fiables para la construcción de edificaciones bioclimáticas?</li> <li>• ¿Puede edificarse en cualquier terreno?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Se podría hacer de una manera que fuese menos cara?</li> <li>• ¿Cuál es el proceso que sigue para construirlo?</li> <li>• ¿De verdad se ahorra tanto y sale rentable?</li> <li>• ¿Funcionará siempre al 100%?</li> <li>• ¿Para realizar un edificio bioclimático dependen las condiciones de cada ciudad?</li> <li>• ¿Pueden estar subvencionados?</li> <li>• ¿Podrá ser accesible para todos?</li> <li>• ¿Por qué no tirar los edificios antiguos y poner nuevos?</li> <li>• ¿Realmente abastecerían a países enteros?</li> <li>• ¿Son rentables internacionalmente?</li> </ul>

*Tabla 12. Cuestiones generadas sobre las edificaciones bioclimáticas según el nivel educativo de los alumnos.*

En suma, la recopilación de este abanico preguntas, a modo de respuesta, pone de relieve que interesa una diversidad de aspectos: históricos (p.ej. abanderados y pioneros en este tipo de innovaciones), temporales (p.ej. duración, plazo de construcción y de implementación y vida útil), geográficos (p.ej. escala comunitaria, nacional e internacional), medioambientales (p.ej. beneficios para el medio ambiente), económicos (p.ej. costes dinerarios y temporales, rentabilidad y subvenciones), empresariales (p.ej. fiabilidad y responsabilidad empresarial y potencial empleo en el sector), legales (p.ej. normativa, leyes y medidas urbanísticas), políticos (p.ej. conocimiento de los representantes), técnicos (p.ej. uso de las energías, construcción de dispositivos, aspectos

térmicos, soluciones, potenciales innovaciones, procesos y funcionamiento), prácticos (p.ej. comodidad, eficiencia y viabilidad), estratégicos (p.ej. impacto, adaptación al medio y ubicación), sociales (p.ej. accesibilidad, extensión y despliegue de este tipo de edificaciones, aceptación e interés ciudadano y democratización) o de difusión (p.ej. puntos de información y formación especializada). A partir de esta variabilidad de cuestiones se puede extraer que el tema ha suscitado, motiva y moviliza nuevos intereses vinculados a este tipo de soluciones arquitectónicas y refleja bien algunos de los interrogantes que los propios alumnos se plantean a sí mismos y extensivamente lanzan a los expertos y a la sociedad.

## 4. CONCLUSIONES

El objetivo de este estudio ha sido explorar los posibles efectos de la introducción de las UDD en el aula en aspectos tales como el nivel de conocimiento previo, la valoración y el grado de interés así como la asimilación de conocimientos sobre edificación bioclimática por parte del alumnado. En paralelo, se ha explorado la valoración del personal docente sobre la aplicación de las UDD en el estudio piloto. La finalidad última es la de contribuir a mejorar las estrategias de comunicación y de difusión científica al colectivo educativo del proyecto singular estratégico Arfrisol para fomentar la sensibilización y aumentar el conocimiento sobre este tema.

En este apartado vamos a señalar las principales conclusiones del análisis relativo al funcionamiento de las UDD en el estudio piloto de 2010, sobre ambos colectivos, profesores y alumnos.

Por una parte, respecto al **colectivo de profesores** se puede concluir que:

- La mayoría del profesorado manifiesta conocer bien el PSE-ARFRISOL y tiene una impresión notablemente positiva, tanto del proyecto como del SP9. De hecho, en su mayoría disponen de un conocimiento previo sobre edificación bioclimática.
- La impresión general que los profesores tienen de las UDD también es positiva. En general, les motiva impartir unas UDD que fomentan la inquietud por el uso racional de la energía, se sienten identificados con el enfoque pedagógico de estos materiales educativos y perciben el material didáctico de apoyo como suficiente e ilustrativo.
- Manifiestan que los objetivos para los que se diseñaron las UDD se han cumplido en gran parte, si bien en algunas ocasiones han introducido pequeños cambios en la impartición presencial para mejorar la eficacia lograda.
- El principal punto fuerte de las unidades, señalado reiteradamente por parte del profesorado, es que logran conectar ciencia, tecnología y sociedad y destacan que tienen un buen enfoque pedagógico, metodológico y de contenidos
- En cambio, el principal punto débil de las unidades, señalado de forma repetida por parte del profesorado, es el excesivo consumo de tiempo y sobreesfuerzo asociado, que implica el seguimiento de las asignaturas, labores que con cierta frecuencia se perciben como reiteradas y tediosas. Una iniciativa que podría ayudar a aliviar la carga docente sería la creación de un blog entre el profesorado para intercambiar propuestas de posibles soluciones e innovación en la metodología de seguimiento. Otro punto a mejorar sería la forma de presentación de algunos contenidos y conceptos complejos, a fin de mejorar la comprensión.

Existe una percepción ambivalente del futuro de estos materiales didácticos. Aunque el profesorado en su mayoría mantiene una visión optimista que prevé mayor cobertura y protagonismo curricular de estos temas, otra parte aporta una visión más pesimista, en la que prevé que no habrá cambios significativos futuros en este sentido, o bien que se limitará a cambios mínimos y puntuales, que vendrían a conservar la situación actual de inclusión de esta temática en asignaturas como “Física y Química” “Tecnología” y “Ciencias para el Mundo Contemporáneo”.

Por otra parte, en relación al **colectivo de alumnos** se puede concluir que:

- Los alumnos parecen tener un conocimiento previo limitado sobre la edificación bioclimática y, en especial, los de menor nivel educativo son los que disponen de menos bagaje previo sobre el proyecto ARFRISOL y sobre la tecnología bioclimática.

- Los alumnos expresan una satisfacción moderada con las UDD, determinada básicamente por la utilidad percibida de los contenidos, que se acentúa en el caso de los grupos de 1º Bachillerato. Considerando las diferencias de contenido y de estructura entre las UDD de los distintos niveles académicos, se podría hipotetizar que la utilidad percibida es una variable mediatizada por la mayor familiaridad con esta temática entre los alumnos de niveles más avanzados.
- En cuanto a la comprensión de las UDD observamos que determinadas partes se comprenden mejor que otras. Por ejemplo, el muro Trombe-Michel (UD de 4º ESO) aparece como el más divertido y menos difícil. Sería útil revisar las características de la impartición de estos contenidos para generalizarlos y mejorar así la comprensión de otros contenidos percibidos como más difíciles de asimilar. No obstante, en general, las UDD parecen facilitar la adquisición de conocimientos sobre edificación.
- La actitud hacia la edificación bioclimática de los alumnos es positiva. Con cierta cautela, puesto que desconocemos la percepción previa a la impartición de las UDD, podríamos hipotetizar que las unidades fomentan una actitud de aceptación de esta innovación tecnológica. Los principales beneficios percibidos son la capacidad de autoabastecimiento y la autosuficiencia energética, el ahorro, la utilización de energías renovables y la preservación del medio ambiente. El inconveniente más señalado es el coste que perciben como elevado.
- Existe un gran interés por conocer aspectos relacionados con la viabilidad económica y tecnológica (coste, precio, tipo de proceso, etc.) de la edificación bioclimática y, secundariamente, aspectos relativos al funcionamiento de los edificios. Estos son aspectos sobre los que las UDD podrían tratar de profundizar en futuras ediciones.

En definitiva, ambos colectivos representados, profesores y alumnos, coinciden en destacar la importancia y la utilidad de programar visitas guiadas a los edificios para conocer mejor el proyecto y algunos de los contenidos teóricos que plantean las unidades. Es decir, para ver como se plasma en la vida cotidiana de los ocupantes el despliegue de estas estrategias energéticas en edificios concretos.

Las UDD parecen haber tenido un impacto más allá de la pura adquisición de contenidos por parte del alumnado: han contribuido al esfuerzo de difusión del propio proyecto y de la edificación bioclimática y a sensibilizar a los colectivos educativos sobre la necesidad de trabajar para la mejora de la eficiencia energética de la edificación.

Algunas limitaciones de este análisis exploratorio apuntan claramente hacia propuestas de estudio futuras en este sentido:

- Para poder emitir conclusiones sobre el verdadero efecto de las UDD, se debería realizar un estudio pre-post sobre la percepción de la edificación bioclimática y de la eficiencia energética en la edificación, antes y después de la introducción de las unidades. El trabajo que se ha realizado aunque transversal (se ha aplicado a más de un colectivo y a más de un nivel educativo) se ha limitado a un momento puntual en el periodo de aplicación de las unidades, y por tanto, los resultados deben ser interpretados con cautela.
- La existencia de grupos control hubiese permitido valorar verdaderamente la efectividad de la aplicación de las UDD frente a la no aplicación. De este modo hubiese mejorado el potencial explicativo y comparativo de los resultados.
- Los instrumentos utilizados tienen un formato muy abierto y exploratorio lo cual ha permitido agotar en gran medida el universo de respuestas (aspecto deseable en un estudio exploratorio como el presente) pero el diseño de cuestionarios con una estructura

de preguntas más cerradas facilitaría, por un lado, la labor de profesores y de alumnos al responder a los cuestionarios y, por otro lado, la labor de análisis de datos por parte del equipo de investigación.

- Disponer de versiones de instrumentos más equivalentes para ambos colectivos, profesores y alumnos, facilitaría el análisis de datos comparativo.
- Disponer de una plataforma virtual, con dinamizadores, de acceso para profesores y alumnos, permitiría mejorar la dedicación de recursos y la obtención de datos. Esto podría ahorrar recursos materiales y añadir elementos más lúdicos para los alumnos que podrían repercutir en una mayor tasa de respuesta y calidad de los datos recogidos.
- La incorporación de técnicas cualitativas ayudaría sin duda a la interpretación y profundización de los hallazgos. Por ejemplo el uso de foros virtuales aportaría un tipo de datos cualitativamente distintos a los obtenidos por otros medios. También la organización de algún grupo de discusión mixto (compuesto por profesores y alumnos, incluso tal vez padres de alumnos) nos permitiría profundizar en los resultados de los cuestionarios y, por ejemplo, en el calado y en la eficiencia de las UDD. Además esta interacción grupal sería constructiva para todas las partes implicadas y podría contribuir a la emergencia de otro tipo de cuestiones socialmente relevantes como por ejemplo el cuestionarse determinados estereotipos o a calibrar las probables divergencias entre la percepción propia y ajena.

En síntesis, podríamos afirmar que las Unidades Didácticas analizadas parecen ser una buena herramienta para difundir, en general los avances de la arquitectura bioclimática y, en particular, los resultados logrados en el PSE-ARFRISOL, en contextos educativos. En este caso a través de materiales y recursos docentes concretos diseñados al efecto y a través de diferentes colectivos y niveles académicos, puesto que se perciben positivamente y generan aceptabilidad e interés, tanto en los profesores que los imparten como de alumnos que los cursan. Ambos agentes destacan la necesidad y la utilidad de la materia, así como la aplicabilidad de estas innovaciones a la vida cotidiana, en cierto modo facilitada por una percepción de familiaridad con este tipo de soluciones tecnológicas. Si bien, aspectos como el tiempo de dedicación lectiva y la oportunidad de realizar visitas a los edificios del proyecto aparecen como constantes, respectivamente, a ajustar e incorporar en los programas académicos. Estos aspectos se suman a la necesidad de dar más atención y espacio a un tema tan actual como relevante, apremiante, decisivo y complejo de implementar, particularmente en cuanto a su extensión y despliegue social.

Estas conclusiones deberían considerarse como una hoja de ruta para el diseño y la aplicación de futuras UDD o de estrategias pedagógicas y materiales o recursos docentes complementarios que compartan objetivos similares, si bien deberían considerarse con cierta cautela, dadas las limitaciones del presente abordaje. Por ello se requieren estudios más amplios y exhaustivos que permitan establecer de una forma más precisa el efecto de la difusión científica sobre colectivos diana en este tipo de estudios piloto, ya sea mediante la introducción de esta clase de materiales docentes o de otros instrumentos pedagógicos, en la comunidad educativa y en contextos educativos formales. En este sentido, un estudio de corte psicosocial que integre otro tipo de variables y que combine estrategias metodológicas mixtas y técnicas de análisis cuantitativas y cualitativas aplicadas un muestras superiores, más diversas y más representativas, incorporando algunos de los aspectos destacados en este apartado, permitiría obtener otro tipo de resultados y conclusiones más generalizables del impacto y del calado de las estrategias de comunicación, de difusión y transferencia del conocimiento a la sociedad.



## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barandiarán, J., González, S., Guerra, I., Martín, J.A., Sacristán, E. y Sampedro, C. (2010). Unidades didácticas de 4º de ESO para Física y Química y Tecnología, y de 1º de Bachillerato para Ciencias para el Mundo Contemporáneo. *I Congreso de Arquitectura Bioclimática y Frío Solar (PSE-ARFRISOL)*, Almería, del 23 al 26 de marzo de 2010.

Barandiarán, J., Martín, J.A. y Sampedro, C. (2010). *Unidad didáctica de 1º de Bachillerato "Hacia una gestión sostenible de nuestras necesidades energéticas: Las edificaciones bioclimáticas"*. Madrid: CIEMAT y RSEF.

García, F. (2010). *Portal ARFRISOL de Educación*. I Congreso de Arquitectura Bioclimática y Frío Solar (PSE-ARFRISOL), Almería, del 23 al 26 de marzo de 2010. Madrid: CIEMAT y RSEF.

González, S. y Sacristán, E. (2010). *Unidad didáctica de 4º de E.S.O. "Invitemos al sol en nuestra casa"*. Madrid: CIEMAT y RSEF.

IDAE (2007). *Guía Práctica de la Energía. Consumo Eficiente y Responsable*. Depósito Legal: M-14244-2007. <http://www.idae.es/> (accesible 24 de mayo de 2013)

Sala, R., Oltra, C., Ferri-Anglada, S. y Muñoz, V. (2010). *Percepción pública de la arquitectura bioclimática*. Madrid: CIEMAT.

Solá, R., Oltra, C. y Ferri-Anglada, S. (2010). Evaluación post ocupacional en edificios bioclimáticos. *I Congreso de Arquitectura Bioclimática y Frío Solar (PSE-ARFRISOL)*, Almería, del 23 al 26 de marzo de 2010.

Solá, R., Oltra, C., Ferri-Anglada, S., Sala, R. y Muñoz, V. (2010). *Percepción social de la arquitectura bioclimática. Resultados de un análisis cualitativo*. Madrid: CIEMAT.



## AGRADECIMIENTOS

El presente estudio se ha realizado en el marco del proyecto PSE-ARFRISOL, cofinanciado por Fondos FEDER y por el Ministerio de Ciencia e Innovación. Queremos expresar nuestro especial agradecimiento a la coordinadora general del Proyecto, Dra. María del Rosario Heras Celemín y a la directora del Subproyecto 11, Dra. Rosario Solá Farré por su iniciativa, implicación y apoyo con las acciones y las actividades vinculadas al contexto de este estudio.

Asimismo, reconocer la atención, el compromiso y la colaboración del profesor Ignacio Guerra Plasencia, por su ayuda en la coordinación del trabajo entre el SP 9 y el SP 11. Cabe destacar la amplia participación del profesorado de la Real Sociedad Española de Física e implicados en las actividades del Subproyecto 9 de difusión, especialmente los profesores del Instituto de Enseñanza Secundaria San Juan Bautista de Madrid y, principalmente, a Fernando García Pastor por su coordinación y ayuda en la adaptación electrónica y en la difusión del cuestionario entre el colectivo de profesores. Resaltar también la implicación del conjunto de profesorado colaborador con el estudio piloto de los demás centros de educación secundaria ubicados en las comunidades autónomas de Andalucía, Asturias y Castilla-León, así como la de todos los alumnos que participaron en este estudio a escala nacional.

Finalmente, agradecer la labor de la Dra. Ana Prades López, directora del Centro de Investigación Socio-Técnica del CIEMAT, por su soporte en la revisión del presente informe y de Guadalupe Otal Pradas, personal del CIEMAT-CISOT, por su soporte en la introducción de datos de los cuestionarios del colectivo de alumnos de 4º E.S.O. y de 1º Bachillerato.



## ANEXOS



## ANEXO I. CONTENIDOS DE LAS UNIDADES DIDÁCTICAS



## ANEXO A. ÍNDICE DE CONTENIDOS DE LA UNIDAD DIDÁCTICA DE 4º E.S.O.

<b>ÍNDICE</b>	<b>PÁGS.</b>
<b>Bloque 1: El problema del modelo energético .....</b>	<b>7</b>
1. Introducción y planteamiento del problema .....	7
2. Arquitectura bioclimática.....	11
2.1. ¿Qué campo podemos elegir para contribuir a reducir el consumo de energía?.....	11
2.2. ¿Qué es un edificio bioclimático?.....	13
3. ¿Qué datos debemos conocer para mejorar la eficiencia de un edificio? .....	15
3.1. ¿Cuáles son las necesidades fundamentales de energía en un edificio? .....	15
3.2. ¿Cuáles son las formas más habituales de aportar energía a una casa? .....	15
3.3. ¿Qué cantidad de energía se necesita? .....	16
4. ¿Qué estrategia de diseño seguir? .....	17
4.1. Cálculos y balances de energía .....	17
4.2. ¿Cuánta energía se necesita? .....	17
4.3. Pérdidas de energía.....	18
4.4. Calcular la energía suministrada.....	18
5. ¿Cuánta energía se necesita para hacer funcionar algunos aparatos eléctricos? .....	19
6. ¿Cómo calcular la cantidad de energía necesaria para disponer de agua caliente en una casa? .....	24
6.1. Radiación solar .....	27
6.2. Cantidad de energía que aporta la radiación solar .....	28
6.3. Cálculo de la cantidad de energía proporcionada por un captador .....	28

## CUADERNO DEL ALUMNOI

## 4° E.S.O. - TECNOLOGÍA - "Invitemos al Sol a nuestra casa" .....

<b>ÍNDICE</b>	<b>PÁGS.</b>
7. ¿Cómo calcular la cantidad de energía necesaria para mantener una temperatura confortable en la casa? .....	30
• Balance de energía entre el edificio y el exterior .....	31
• Análisis de los intercambios de calor en un edificio .....	34
• Análisis del calor intercambiado a través de los cerramientos $Q_C$ .....	35
• Análisis del calor intercambiado por ventilación $Q_V$ .....	38
• Captación de energía solar $Q_S$ .....	39
7.1. Ventilación y refrigeración de los edificios.....	43
• Ventilación natural .....	43
• Refrigeración.....	45
7.2. Elementos específicos de aprovechamiento de energía solar.....	45
8. Ejemplos de estrategias bioclimáticas en los edificios de ARFRISOL .....	46
<b>Bloque 2: Proyectos .....</b>	<b>49</b>
1. Introducción y planteamiento del proyecto .....	49
<b>Apéndices .....</b>	<b>51</b>
1. Conceptos básicos para calcular la energía que se necesita.....	53
1.1. Cantidades de energía.....	53
1.2. Potencia .....	54
1.3. Rendimiento .....	56
2. ¿Cuánta energía se necesita para hacer funcionar algunos aparatos eléctricos? .....	59
2.1. ¿Cómo se puede obtener la energía eléctrica en la vivienda?.....	59
2.1.1. Red eléctrica .....	59
2.1.2. A partir de la energía solar .....	59
2.2. ¿Qué tipos de bombillas podemos utilizar? .....	60
2.3. ¿Qué nos indica la etiqueta energética de los electrodomésticos? .....	63

<b>ÍNDICE</b>	<b>PÁGS.</b>
3. ¿Cómo calcular la cantidad de energía necesaria para disponer de agua caliente en una casa? .....	65
3.1. ¿Cuánta energía se necesita para calentar un cuerpo? .....	65
3.2. Consumo de agua caliente sanitaria .....	66
3.3. Datos sobre la temperatura media en la red de agua .....	67
3.4. ¿Cómo calcular este aporte de energía quemando combustibles? .....	68
3.4.1. Proceso de combustión .....	68
3.4.2. Combustibles más utilizados .....	68
3.4.3. Cálculo del combustible necesario .....	69
3.4.4. Aparatos utilizados.....	69
3.5. Datos de radiación media diaria en distintas zonas de España....	70
4. Captadores solares .....	73
4.1. Descripción y utilidad .....	73
4.2. Fundamentos del funcionamiento .....	75
4.3. Elementos de la instalación .....	76
4.4. Parámetros a considerar .....	85
4.5. Evaluación y coste.....	86
5. Muro Trombe-Michel.....	88
5.1. Descripción y utilidad.....	88
5.2. Fundamentos del funcionamiento .....	89
5.3. Elementos .....	90
5.4. Parámetros a considerar .....	91
6. Recursos TIC .....	93
6.1. Para facilitar el cálculo .....	93
6.2. Programa de cálculo de la transmitancia térmica de sistemas constructivos .....	95
6.3. ¿Cómo utilizar la página web de ARFRISOL?.....	98
7. Documentación de la Memoria .....	102



## ANEXO B. ÍNDICE DE CONTENIDOS DE LA UNIDAD DIDÁCTICA DE 1º BACHILLERATO

ARFRISOL-SP9b

Unidad Didáctica de Bachillerato

10-09-01

### Í N D I C E

1. **¿Por qué es insostenible el sistema energético de las sociedades industrializadas?**
  - 1.1. ¿Qué entendemos por sistema energético?
  - 1.2. ¿Es sostenible el sistema energético mundial?
    - Las desigualdades en el consumo de energía en distintos países.
    - ¿Podríamos hacer un análisis correcto de los problemas existentes con el sistema energético centrándonos solo en el caso de las sociedades industrializadas?
  - 1.3. ¿Cómo podríamos caracterizar el sistema energético de las sociedades industrializadas?
    - ¿Cuáles son los recursos naturales más utilizados en los países industrializados como fuentes de energía primaria?
    - Otros problemas relacionados con el uso de combustibles fósiles y su influencia en el sistema energético.
  
2. **¿Cómo debería ser un sistema energético que contribuyese a resolver el problema de la energía?**
  - 2.1. Si la mayor parte de la energía que usamos procede del Sol, ¿la aprovechamos adecuadamente?
  - 2.2. ¿Qué recursos energéticos deberían sustituir a los combustibles fósiles?
  - 2.3. ¿Potenciar la dependencia o la autonomía en el acceso a la energía?
  - 2.4. ¿Cómo resolver el dilema “aumento de la demanda vs. ahorro”?
  
3. **¿Cómo podríamos caracterizar el consumo de energía en los edificios?**
  
4. **¿Cómo deberían ser las edificaciones que gestionen de forma sostenible las necesidades energéticas?**
  - 4.1. ¿Cómo deberían diseñarse los edificios para que sean energéticamente eficientes?
  - 4.2. ¿Qué aspectos urbanísticos influyen en la posibilidad de construir edificaciones bioclimáticas?
  - 4.3. ¿Cómo aprovechar mejor la energía solar en los edificios que no han sido diseñados y construidos siguiendo criterios de ahorro y de eficiencia energética?
  
5. **¿Qué medidas se deberían tomar para generalizar el diseño y construcción de edificaciones bioclimáticas?**
  - 5.1. Medidas tecnocientíficas, políticas y educativas
  - 5.2. El proyecto ARFRISOL
  
6. **Recapitulación**



## ANEXO II. INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN



## ANEXO A. CUESTIONARIO SOBRE LAS MATERIAS DE EDIFICACIÓN BIOCLIMÁTICA DIRIGIDO AL COLECTIVO DE PROFESORES DEL SUBPROYECTO 9

Fecha: / /

### Datos del profesor

Edad:

Género:

Formación/titulación:                      Especialidad:

Años como profesor:

Antigüedad en el centro:

Antigüedad en la asignatura de las UDD:

UDD que ha impartido:

En este momento, ¿han terminado la UD?     Sí                       No

### Sobre el PSE-ARFRISOL

1. ¿En qué grado diría que **conoce** el proyecto PSE-ARFRISOL?

Nada (1)						Mucho (7)

2. ¿Cuál es su **impresión general sobre este proyecto**?

Muy negativa (1)						Muy positiva (7)

Si quiere puede comentar:

--

3. Antes de aplicar esta UD, ¿se había **interesado por el tema de la edificación bioclimática**?
- Sí                       No

Sobre el Subproyecto 9

4. ¿Cuál es su **impresión general del SP9**?

Muy negativa (1)						Muy positiva (7)

Por favor, comente:

Sobre las Unidades Didácticas

5. ¿Cuál es su **impresión general de la UD**?

Muy negativa (1)						Muy positiva (7)

6. ¿Ha introducido algún **cambio** en la UD?

- a. En la programación inicial:                       Sí     No
- b. En la impartición presencial/en el aula:                       Sí     No
- c. En la impartición virtual/en web o en blogs:                       Sí     No
- d. En la evaluación parcial y final de la asignatura/materia/UD:                       Sí     No

7. ¿En qué grado cree que las UDD han resultado **eficaces** (han conseguido los objetivos por los que se desarrollaron)?

Nada (1)						Mucho (7)

8. En su opinión, ¿cuáles serían los principales **puntos fuertes y débiles** de la UD con la que ha trabajado?

Puntos fuertes	Puntos débiles

9. ¿Cree que los contenidos a impartir en la UD están suficientemente ilustrados/reforzados con **material didáctico de apoyo**?

Nada (1)						Mucho (7)

10. ¿Se siente **identificado con la UD**?

- a. Con el enfoque pedagógico       Sí                       No  
 b. Con la metodología                 Sí                       No  
 c. Con los contenidos                  Sí                       No

11. ¿En qué medida piensa que la UD es **útil, difícil o divertida**?

	Poco (1)	Medio (2)	Mucho (3)
Útil para la vida cotidiana			
Difícil de entender			
Divertida, amena			

12. ¿Cómo cree que sus alumnos perciben el grado de **utilidad, dificultad y diversión** de la UD?

	Poco (1)	Medio (2)	Mucho (3)
Útil para la vida cotidiana			
Difícil de entender			
Divertida, amena			

13. Valore de 1 a 10 el grado de **aceptación** que tienen, por parte de los alumnos, los contenidos teóricos y prácticos de la asignatura.

	Valoración
Contenidos teóricos	
Contenidos prácticos	

14. ¿Cuál diría que es la **actitud** de los alumnos ante la edificación bioclimática?

Muy desfavorable (1)						Muy favorable (7)

15. ¿Cree que este tema (edificación bioclimática) genera **simpatías, sinergias o acciones**?

- a. De la dirección del centro:       Sí                       No                       NS/NC
- b. De los compañeros/profesores (relacionados y no relacionados con la materia/ámbito de docencia):       Sí                       No                       NS/NC
- c. De los padres de los alumnos:       Sí                       No                       NS/NC



25. ¿En un futuro próximo, cree que las **editoriales** apostarán para comercializar estas UDD?  
 Sí                       No                       NS/NC

Puede explicar la razón:

Sobre las visitas a los edificios bioclimáticos del PSE-ARFRISOL

26. ¿Considera una **actividad necesaria** la visita a estos edificios?     Sí                       No
27. ¿Cree que a los alumnos les gustaría la iniciativa?                       Sí                       No
28. ¿Se ha planteado esta posibilidad?                       Sí                       No
29. ¿Qué tipo de **evaluación** realizaría a sus alumnos antes, durante o con posterioridad a dicha visita?

30. A continuación puede hacer cualquier comentario o aclaración que considere necesario:

**MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN**

**ANEXO B. CUESTIONARIO SOBRE LAS MATERIAS DE EDIFICACIÓN BIOCLIMÁTICA DIRIGIDO AL COLECTIVO DE ALUMNOS DE 4º E.S.O.**

- **ASIGNATURA “TECNOLOGÍA”**
- **UNIDAD DIDÁCTICA “INVITEMOS AL SOL EN NUESTRA CASA”**





GRACIAS POR TU COLABORACIÓN

## UNIDAD DIDÁCTICA TECNOLOGÍA "INVITEMOS AL SOL EN NUESTRA CASA"



Instituto de Enseñanza Secundaria, Comunidad Autónoma  
Fecha, Hora

**ESTUDIANTES 4º ESO**

**Cuadernillo**

### POR FAVOR, LEE ATENTAMENTE LAS INSTRUCCIONES

En relación con la Asignatura de "Tecnología" y la Unidad Didáctica "Invitemos al sol en nuestra casa" te agradeceríamos que respondieses al siguiente cuadernillo.

**Edad:** ..... **Sexo:** Hombre  Mujer

**Asignatura preferida:** .....

**Aficiones:** .....

**Número de componentes en tu familia:** ..... **Vivo en:** Casa  Piso

### NOTA DE CONSENTIMIENTO

Para la cesión de todos los derechos de autor. Éstos dibujos son propiedad del CIEMAT-CISOT y de uso exclusivo para fines de investigación: SÍ  NO

### POR FAVOR, LEE ATENTAMENTE LAS INSTRUCCIONES

La siguiente tabla presenta el índice básico de contenidos de la Unidad Didáctica. Valora las partes del temario, anotando en cada casilla 1, 2 o 3 según consideres que son:

a) Útiles para la vida diaria	1=poco útil, 2=medio, 3=muy útil
b) Dificiles de comprender	1=poco difícil, 2=medio, 3=muy difícil
c) Divertidos de estudiar	1=poco divertido, 2=medio, 3=muy divertido

PARTES DEL TEMARIO	a) Útil para la vida diaria	b) Difícil de comprender	c) Divertido de estudiar
0. Unidad didáctica en general			
<b>Bloque 1: El problema del modelo energético</b>			
A. Arquitectura bioclimática			
B. ¿Qué datos debemos conocer para mejorar la eficiencia de un edificio?			
C. ¿Qué estrategia de diseño seguir?			
D. ¿Cuánta energía se necesita para hacer funcionar algunos aparatos eléctricos?			
E. ¿Cómo calcular la cantidad de energía necesaria para disponer de agua caliente en una casa?			
F. ¿Cómo calcular la cantidad de energía necesaria para mantener una temperatura confortable en la casa?			
G. Ejemplos de estrategias bioclimáticas en los edificios de ARFRISOL			
<b>Bloque 2: Proyectos</b>			
A. ¿Cómo calcular la cantidad de energía necesaria para disponer de agua caliente en una casa?			
B. ¿Cuánta energía se necesita para hacer funcionar algunos aparatos eléctricos?			
C. Captador solar térmico			
D. Muro Trombe-Michel			

### DANOS TU OPINIÓN...

Escribe 2 preguntas/dudas que tengas sobre la edificación bioclimática:

Pregunta 1.

Pregunta 2.



¿Que significa?

¿Te ha interesado responder a las preguntas de este cuadernillo?

Comentarios...

### LA ASIGNATURA EN MI CASA

¿Qué cosas de las que se han explicado en esta asignatura pueden hacer que tu casa sea más cómoda y eficiente energéticamente?

¿Cuál crees que es el principal beneficio de las edificaciones bioclimáticas?

¿Y el principal inconveniente?

¿Qué te parece el tema de las edificaciones bioclimáticas?



¿Qué crees que les parecerá a tus padres el tema de las edificaciones bioclimáticas?



### LA ASIGNATURA EN MI COLEGIO

Explica porqué te han parecido...más útiles para la vida diaria...

...más difíciles de comprender...

...más divertidos de estudiar...

¿Sabías algo sobre edificaciones bioclimáticas antes de iniciar esta asignatura? Sí  No  Ns/Nc

Comenta tu valoración general de esta asignatura:



### DIBUJO “EDIFICIO CONVENCIONAL”

Describe brevemente un edificio convencional...

### DIBUJO “EDIFICIO BIOCLIMÁTICO”

Describe brevemente un edificio bioclimático...

**ANEXO C. CUESTIONARIO SOBRE LAS MATERIAS DE EDIFICACIÓN BIOCLIMÁTICA DIRIGIDO AL COLECTIVO DE ALUMNOS DE 1º BACHILLERATO**

- **ASIGNATURA “CIENCIAS PARA EL MUNDO CONTEMPORÁNEO”**
- **UNIDAD DIDÁCTICA “HACÍA UNA GESTIÓN SOSTENIBLE DE NUESTRAS NECESIDADES ENERGÉTICAS: LAS EDIFICACIONES BIOCLIMÁTICAS”**





GRACIAS POR TU COLABORACIÓN

**UNIDAD DIDÁCTICA  
“CIENCIAS PARA EL MUNDO CONTEMPORÁNEO”  
“HACIA UNA GESTIÓN SOSTENIBLE DE NUESTRAS NECESIDADES  
ENERGÉTICAS: LAS EDIFICACIONES BIOCLIMÁTICAS”**



Instituto de Enseñanza Secundaria, Comunidad Autónoma  
Fecha, Hora

**ESTUDIANTES 1º  
BACHILLERATO**

**Cuadernillo**

**POR FAVOR, LEE ATENTAMENTE LAS INSTRUCCIONES**

En relación con la Asignatura de “Ciencias para el mundo contemporáneo” y la Unidad Didáctica “Hacia una gestión sostenible de nuestras necesidades energéticas: Las edificaciones bioclimáticas” te agradeceríamos que respondieses al siguiente cuadernillo.

**Edad:** ..... **Sexo:** Hombre  Mujer

**Asignatura preferida:** .....

**Aficiones:** .....

**Número de componentes en tu familia:** ..... **Vivo en:** Casa  Piso

**NOTA DE CONSENTIMIENTO**

Para la cesión de todos los derechos de autor. Estos dibujos son propiedad del CIEMAT-CISOT y de uso exclusivo para fines de investigación: SÍ  NO

**POR FAVOR, LEE ATENTAMENTE LAS INSTRUCCIONES**

La siguiente tabla presenta el índice básico de contenidos de la Unidad Didáctica. Valora las partes del temario, anotando en cada casilla 1, 2 o 3 según consideres que son:

a) Útiles para la vida diaria	1=poco útil, 2=medio, 3=muy útil
b) Dificiles de comprender	1=poco difícil, 2=medio, 3=muy difícil
c) Divertidos de estudiar	1=poco divertido, 2=medio, 3=muy divertido

PARTES DEL TEMARIO	a) Útil para la vida diaria	b) Difícil de comprender	c) Divertido de estudiar
0. Unidad didáctica en general			
A. ¿Por qué es insostenible el sistema energético de las sociedades industrializadas?			
B. ¿Cómo debería ser un sistema energético que contribuyese a resolver el problema de la energía?			
C. ¿Cómo podríamos caracterizar el consumo de energía en los edificios?			
D. ¿Cómo deberían ser las edificaciones que gestionen de forma sostenible las necesidades energéticas?			
E. ¿Qué medidas se deberían tomar para generalizar el diseño y construcción de edificaciones bioclimáticas?			
F. El proyecto ARFRISOL			

**DANOS TU OPINIÓN...**

▪ Escribe dos preguntas o dudas que tengas sobre la edificación bioclimática:

1)

2)



▪ ¿Que significa?

▪ ¿Te ha interesado responder a las preguntas de este cuadernillo?

▪ Comentarios...

### LA ASIGNATURA EN MI CASA

▪ ¿Qué cosas de las que se han explicado en esta asignatura pueden hacer que tu casa sea más cómoda y eficiente energéticamente?

▪ ¿Cuál crees que es el principal beneficio de las edificaciones bioclimáticas?

¿Y el principal inconveniente?

▪ ¿Qué te parece el tema de las edificaciones bioclimáticas?



▪ ¿Qué crees que les parecerá a tus padres el tema de las edificaciones bioclimáticas?



### LA ASIGNATURA EN MI COLEGIO

▪ Explica porqué te han parecido...más útiles para la vida diaria...

...más difíciles de comprender...

...más divertidos de estudiar...

▪ ¿Sabías algo sobre edificaciones bioclimáticas antes de iniciar esta asignatura? Sí  No  Ns/Nc

▪ Comenta tu valoración general de esta asignatura:



**DIBUJO “EDIFICIO CONVENCIONAL”**

Describe brevemente un edificio convencional...

**DIBUJO “EDIFICIO BIOCLIMÁTICO”**

Describe brevemente un edificio bioclimático...

## ANEXO III. COMENTARIOS LITERALES

Comentarios literales sobre la impresión general del proyecto PSE-ARFRISOL:

*“Interesante que se aborde el tema de la eficiencia y ahorro energético en todos los niveles del sistema educativo”.*

*“En el currículo de nuestra materia se trata este tema de forma leve y personalmente creo que debería desarrollarse de forma más profunda, cosa que he pretendido hacer con estas dos UUDD”.*

*“Es una iniciativa que ha tenido el acierto de impulsar soluciones técnicas y además de preocuparse de educar a los futuros ciudadanos (educación)”.*

*“Me parece una idea estupenda en acostumbrar y concienciar a los niños (futuros adultos) para una construcción más coherente y sostenible”.*

*“El tema tiene una actualidad innegable como se desprende de los problemas que afectan tan seriamente al planeta”.*

Comentarios literales sobre la impresión general del Subproyecto 9 de difusión que reflejan la diversidad de opiniones y que apuntan tanto valoraciones positivas como críticas con la elaboración de este subproyecto o su implementación en el aula:

*“Me parece muy interesante aumentar en los alumnos la inquietud por un uso racional de la energía y, sobre todo en este caso, cómo contribuir a un correcto aprovechamiento de los recursos energéticos desde el punto de vista de la edificación. Las unidades didácticas llevadas a cabo en el aula son un buen instrumento para conseguir tal fin”.*

*“Muy buena, el alumnado debe ser consciente de los problemas y debe conocer soluciones alternativas a las más frecuentes”.*

*“Es interesante aplicar en el aula toda una serie de conocimientos relacionados con el mundo de la edificación bioclimática”.*

*“Es importante relacionar este tipo de construcción con realidades como los problemas medioambientales y energéticos (desarrollo sostenible, dependencia energética, etc.)”.*

*“Me pareció muy interesante a nivel personal, pues aprendí muchas cosas y era un tema sobre el que quería profundizar más en el aula. Muy interesante para mí y para los alumnos”.*

*“La unidad en sí está muy bien hecha y, tras estas puestas en práctica, no me cabe duda de que el resultado del trabajo es muy valioso. Creo que la idea es muy buena y la elaboración también”.*

*“En general creo que los profesores responsables de la elaboración de esos materiales han hecho una gran labor. Sólo he trabajado dos UUDD, pero la impresión es muy positiva por el estilo y contenidos trabajados”.*

*“Las primeras secciones fueron más difíciles pero en seguida los vi muy motivados”.*

*“Los materiales didácticos son de excelente calidad, aunque resultó complicado trabajarlo en tan poco tiempo (se nos habló de una unidad didáctica-quincena)”.*

*“Mi impresión general fue buena aunque dos años después me sorprende que en Asturias, una comunidad con un edificio que, en teoría iba a ser visitado por los alumnos, el proyecto Arfrisol no haya llegado a las aulas, o al menos esa es mi impresión”.*

*“Los materiales eran muy repetitivos y difíciles de seguir para alumnos de 2º”.*

*“Algunas actividades se han hecho bastante largas y en ocasiones les ha costado trabajo llevarlas a cabo. Hago esta valoración porque he visto la influencia en mis alumnos de la unidad didáctica”.*

Comentarios literales sobre el tipo de evaluación que realizarían antes, durante o con posterioridad a dicha visita, de los contenedores-demostradores de investigación del PSE-ARFRISOL:

*“Un breve cuestionario después de la visita donde deban indicar los elementos que integra el edificio visitado, así como materiales que utiliza, orientación...Y algunos datos que aporta el guía”.*

*“Durante la visita deberían ir rellenando un cuadernillo de actividades diseñado para tal fin. Después de la visita se debería realizar un cuestionario para evaluar el grado de comprensión del alumno respecto a lo mostrado en la visita”.*

*“La visita estaría bien ubicarla después del desarrollo de la unidad, antes por tanto evaluaría los contenidos impartidos, durante la visita diseñaría un cuadernillo con preguntas para que lo desarrollasen durante la misma remarcando las cuestiones que más me interesasen de cada visita en concreto, y evaluaría el grado de interés que han mostrado en la visita y en la elaboración del cuadernillo”.*



