

## DESARROLLO DE UNA GUIA DE DISEÑO PARA EDIFICIOS ESCOLARES CONSIDERANDO PAUTAS DE EFICIENCIA ENERGETICA<sup>1</sup>

G. Casabianca<sup>2</sup>, M. V. Snoj, J. Marusic, J. Evans

Centro de Investigación Hábitat y Energía – SI – FADU - UBA  
Pabellón III – 4º Piso – Ciudad Universitaria – Capital Federal  
Tel. (011) 4789-6274 - e-mail: [gacasabianca@yahoo.com.ar](mailto:gacasabianca@yahoo.com.ar)

**RESUMEN:** Esta comunicación presenta el estado de avance de un trabajo que propone recopilar, sistematizar y desarrollar pautas de diseño energéticamente eficiente para edificios escolares ubicados en distintas regiones bioambientales de la Argentina. El objetivo del trabajo es desarrollar una guía o normativa que incluya pautas de diseño definidas en función de variables relacionadas con el uso eficiente y el ahorro de energía, complementando así las directrices de diseño incluidas en los criterios y normativa básica de arquitectura escolar vigentes. A partir del análisis de las distintas variables implicadas, se analizaron normativas específicas aplicadas en otros países y ejemplos de escuelas de nuestro país que han sido proyectadas tomando en cuenta criterios de uso eficiente de energía y auditadas para verificar su comportamiento, se organiza y sintetiza la información obtenida en forma de pautas de diseño energéticamente eficiente que puedan ser utilizadas como guía de proyecto.

**Palabras clave:** arquitectura escolar, diseño, eficiencia energética.

### INTRODUCCION

El uso racional de la energía en edificios es un tema ampliamente estudiado desde hace más de tres décadas, y en el mundo desarrollado se han llevado a cabo numerosos estudios para promover la eficiencia energética en los edificios, incluyendo estudios orientados al diseño de edificios escolares energéticamente eficientes que además, en muchos casos, incorporan el uso de energía solar. Desde la década de 1980 se han construido y evaluado proyectos de escuelas que utilizan energías renovables para su acondicionamiento y que en su diseño adoptan criterios de eficiencia energética destinados a reducir el gasto de energía, concentrándose en la reducción de pérdidas de calor a través del diseño edilicio y constructivo, y en mejoras en iluminación natural. En la Argentina, varios grupos de investigación han trabajado y obtenido interesantes resultados en diversos ejemplos de arquitectura educacional, con énfasis en nuevos proyectos acondicionados naturalmente y energéticamente eficientes en La Pampa (Filippin, 2005), Mendoza (Pattini y Kirschbaum, 2006) y Tucumán (Ledezma et al, 2005), entre otros. También el Arq. G. San Juan ha realizado un exhaustivo análisis tipológico y propuestas de diseño tendientes a mejoras en la eficiencia energética y la incidencia de mejoras tecnológicas en tipologías escolares bonaerenses (San Juan, 2001).

El anteproyecto de Criterios y Normativa Básica de Arquitectura Escolar (1997), aunque menciona la necesidad de obtener adecuadas condiciones de confort interiores mediante técnicas de acondicionamiento natural y recomienda la aplicación de varias normas IRAM sobre condiciones de transmitancia térmica, iluminación natural, orientación y asoleamiento, no incluye pautas específicas sobre eficiencia energética de los edificios (Casabianca y Snoj, 2008). El proyecto UBACyT 404 propone el desarrollo de pautas de eficiencia energética para edificios escolares, con el fin de complementar el contenido de la Normativa Básica con la especificación de pautas de uso racional de energía desarrolladas a partir del análisis de las distintas variables involucradas y de la información obtenida a partir de las experiencias realizadas en diversas regiones del país.

### OBJETIVOS

Considerando que para promover el uso racional de la energía en la arquitectura escolar es necesario incorporar pautas de eficiencia energética en normativas que orienten el diseño de proyectos o las mejoras en edificios existentes, y que además estas pautas deben responder a las condiciones de la oferta y demanda efectiva de energía en distintas regiones de la Argentina, se busca organizar, sistematizar y evaluar pautas ya implementadas de manera parcial o local y promover nuevas pautas acorde a la evolución de la problemática energética en el contexto global mundial, obteniendo como producto una guía o normativa que complemente los criterios y normativas de arquitectura escolar utilizadas en nuestro país.

Así, el objetivo del trabajo es desarrollar una guía de diseño o normativa orientada a mejorar la eficiencia energética de edificios escolares mediante la aplicación de pautas especialmente desarrolladas y sistematizadas, y que pueda ser utilizada tanto para orientar nuevos proyectos como para mejorar edificios existentes. Esta guía podría ser incorporada en normativas

<sup>1</sup> Este trabajo forma parte del proyecto UBACyT A 404, Programación Científica UBA 2008/2010

<sup>2</sup> Directora del Proyecto

nacionales o locales existentes, complementándolas. Los objetivos complementarios son: desarrollar estrategias de eficiencia energética en edificios escolares para las distintas regiones bioambientales de la Argentina; incorporar criterios y resultados obtenidos en el diseño y las evaluaciones post-ocupación de edificios escolares al conjunto de pautas propuestas; proveer métodos sencillos de análisis y evaluación energética a través del estudio de ejemplos representativos y promover la incorporación de criterios de uso racional y eficiencia energética en la práctica proyectual.

También se busca recopilar información para orientar la posible "Certificación energética" de edificios escolares, en relación con el sistema de certificación LEED para escuelas (USGBC, 2007), mediante un catálogo de pautas ordenado de acuerdo a su incidencia en la eficiencia energética, con el fin de establecer patrones de comparación del comportamiento energético del edificio.

## **METODOLOGÍA Y ESTADO DE AVANCE**

El método propuesto corresponde a un diseño de tipo exploratorio – descriptivo orientado a identificar, sistematizar y formalizar pautas de diseño arquitectónico que promuevan el uso eficiente de la energía en la arquitectura escolar. Las unidades de análisis elegidas son de dos tipos: por una parte, normativas existentes, nacionales e internacionales, sobre el tema; otro tipo corresponde a ejemplos de edificios escolares diseñados en distintas regiones del país o del exterior que resulten relevantes para el análisis, debido a la información que pudieran aportar.

A partir de la identificación de las variables vinculadas a la eficiencia energética en edificios, se analizaron las iniciativas o normativas sobre el tema vigentes en distintos países como antecedentes orientativos para el planteo de las pautas para nuestro país. Se consideraron especialmente interesantes la guía K 12 desarrollada por el ASHRAE (2008), el National Best Practices Manual for High Performance Schools (2008), publicado por el Departamento de Energía del gobierno de los Estados Unidos y las guías de diseño desarrolladas para el Ministerio de Educación de Nueva Zelanda.

Los dos primeros presentan una serie de recomendaciones donde se analizan exhaustivamente todos los aspectos que afectan el comportamiento energético de los edificios escolares, desde el planteo del proyecto y la elección del sitio hasta cuestiones vinculadas a su funcionamiento, incluyendo el mantenimiento y uso final del edificio. La guía K 12 parte de una introducción exponiendo criterios generales sobre el uso de los recursos disponibles y problema de emisiones de gases efecto invernadero como consecuencia del uso de la energía, estableciendo metas de ahorro de energía de alrededor del 30 % respecto a la situación actual; presenta una visión integral del proceso de diseño orientado al ahorro energético, da una serie de recomendaciones de diseño para 8 zonas climáticas de los Estados Unidos y presenta casos de estudio representativos para cada región como ejemplo a seguir. A continuación expone cómo pueden implementarse las recomendaciones y presenta una serie de apéndices que incluyen factores vinculados al comportamiento térmico de la envolvente edilicia.

El National Best Practices Manual for High Performance Schools desarrolla con mayor profundidad las recomendaciones de la guía K 12 para cada región climática. Propone metas o objetivos para un proceso de diseño integral que incluye calidad de aire interior, confort térmico, visual y acústico, seguridad, eficiencia energética, materiales, protección del ecosistema, uso eficiente del agua y la concepción del edificio mismo como una herramienta para educar al ocupante. Las recomendaciones van desde pautas iniciales a considerar en el planteo del proyecto hasta el desarrollo detallado de aspectos técnicos específicos para los sistemas de soporte tecnológicos.

Las guías de diseño desarrolladas para el Ministerio de Educación de Nueva Zelanda resultan interesantes por proponer un esquema sencillo, sin el detalle técnico de otras. Son una guía de recomendaciones de diseño de fácil aplicación para los proyectistas, dejando aspectos técnicos específicos en manos de especialistas en la materia. Los temas de las cuatro guías son: calefacción y aislamiento, iluminación, ventilación y calidad de aire interior y diseño interior y de equipamiento.

A partir del análisis realizado, se considera que las primeras son una interesante guía a seguir en cuanto a propuesta de metas en el tema y desarrollo de pautas de diseño adaptadas a las características y necesidades de cada región climática, que en el caso de nuestro país responderán a las regiones especificadas en la Norma IRAM 11603. Las guías neocelandesas son, en cuanto a su contenido, muy apropiadas como modelo ya que se relacionan mejor con el tipo de indicaciones incluidas en los Criterios y Normativa Básica de la Argentina, resultando útil una herramienta de diseño para proyectistas y dejando el desarrollo de aspectos técnicos específicos en manos de expertos en el tema (investigadores o tecnólogos).

Con respecto a la posibilidad de relación con métodos de certificación edilicia, las pautas estarían directamente vinculadas con varios requerimientos del punto Calidad Ambiental Interior propuesto en la norma LEED para escuelas, aunque la adaptación específica de las cuestiones de certificación vinculadas a la producción y construcción de la arquitectura escolar en Argentina requieren de mayor análisis por la complejidad inherente a los métodos de certificación mismos.

Con respecto al análisis de los ejemplos de arquitectura escolar desarrollados por distintos organismos oficiales o centros de investigación en distintas regiones del país, se encontró que existe en nuestro país muy interesante y completa información de casos de escuelas construidas, bien diseñadas y auditadas con muy buenos resultados, a partir de las cuales se pudieron extraer interesantes pautas de diseño para incorporar en la guía. Al mismo tiempo, el análisis de otros proyectos a construir o en proceso de ejecución en el Gran Buenos Aires (caso de la EEE 506 y E.I. San José en el partido de Alte. Brown, analizados en función a sus características térmicas y cumplimiento de Normas IRAM 11605, 11625 y 11630) arrojó resultados distintos, mucho menos efectivos que los casos anteriormente mencionados desde el punto de vista de su eficiencia energética. Este análisis puso en evidencia las notables diferencias en el producto arquitectónico resultante de un diseño elaborado o supervisado por expertos con conocimiento en la temática, y un diseño desarrollado por profesionales idóneos pero sin el conocimiento técnico específico.

## CONCLUSIONES PARCIALES

El desarrollo de la guía de diseño apunta a proveer una herramienta útil para los profesionales encargados de proyectar y ejecutar obras de arquitectura escolar. Se apoya en una amplia experiencia e información obtenida por investigadores y centros de referencia de nuestro país, tratando de organizarla y sistematizarla de forma sencilla y accesible a los profesionales no expertos en la temática de la eficiencia energética en edificios. Por otra parte, es importante reconocer los antecedentes en la temática que se han llevado a cabo en forma reciente, ya que estas normativas tienen uno o dos años de publicadas.

Apoyándose en esos dos pilares, los ejemplos de normativas y la información sobre el tema producida por investigadores en la Argentina, se está dando la forma definitiva a esta guía de diseño. En general, debido a las normales limitaciones temporales de ejecución del proyecto de investigación, y a las condiciones de ejecución (incluyendo presupuestarias) de la arquitectura educacional en nuestro país, se puso énfasis en la etapa de diseño o proyecto, dejando entre paréntesis las cuestiones técnicas o tecnológicas más complejas vigentes en países del primer mundo. Un diseño correctamente orientado desde su concepción hacia la eficiencia energética es una base donde pueden apoyarse los técnicos o investigadores con conocimiento específico en la temática para ir más allá, desarrollando nuevas propuestas o soluciones más complejas, sin la necesidad de ir subsanando graves problemas básicos.

## REFERENCIAS

- ASHRAE- American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers (2008) Advanced Energy Design Guide for K 12 School Buildings. ASHRAE – Atlanta, GA, Estados Unidos, ISBN 978-1-933742-21-2.
- Casabianca G., Snoj M. (2008) Desarrollo de pautas de eficiencia energética para edificios escolares. En Comunicaciones al XXXI Congreso de ASADES, Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 12, Editado por INENCO, Salta, ISSN 0329-5184
- Department of Energy, USA (2008) National Best Practices Manual for Building High Performance Schools. En [www.doe.gov/bridge](http://www.doe.gov/bridge).
- Filippín C. (2005) Uso eficiente de la energía en edificios. Amerindia. La Pampa, Argentina.
- Gonzalo G., Quiñones G., Llabra C., Márquez Vega G. (2007) Evaluación del comportamiento térmico y propuesta de mejoras para una escuela en Hualinchay, Tucumán. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ISSN 0329-5184, Vol. 11, págs. 5.105-5.112. INENCO-UNSa, Salta.
- Ledesma S., Cisterna M., Márquez Vega G., Quiñones G., Nota V. y Gonzalo G. (2005) Evaluación de ahorro energético en iluminación artificial en aulas de edificios escolares en Tucumán. En AVERMA, Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 9, Editado por INENCO, Salta, ISSN 0329-5184
- Ministry of Education, NZ (2007) Design Quality Learning Spaces. Lighting (Web ISBN 0-478-13624-2); Heating & Insulation (Web ISBN 0-478-13626-9) y Ventilation & Indoor Air Quality (Web ISBN 0-478-13625-0).
- Pattini A., Kirschbaum C. (2006) Iluminación natural en edificios escolares. El caso del control y distribución lumínica en aulas de edificios escolares construidos en Mendoza. En AVERMA, Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 10, Editado por INENCO, Salta, ISSN 0329-5184
- Ministerio de Cultura y Educación de La Nación (1997) Criterios y Normativa Básica de Arquitectura Escolar. Anteproyecto. Versión 1. 1997.
- San Juan G., Hoses S. (2001). Arquitectura Educacional. Investigación y transferencia 1995-2001- Area temática Educación – Unidad de investigación N° 2. IDEHAB – FAU – UNLP – CONICET. ISBN 950-34-0227-1. La Plata, Buenos Aires, Argentina.
- SECYT (2005) Bases para un Plan Estratégico de Mediano Plazo en Ciencia, Tecnología e Innovación. SECYT – Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología, Presidencia de La Nación.
- USGBC – U.S. Green Building Council (2007) LEED for Schools. En [www.usgbc.org](http://www.usgbc.org).

## ABSTRACT

### **Development of energy efficiency guidelines for educational buildings.**

This communication exposes the state of advance of a study that proposes to compile, systematize and develop guidelines of energy efficient design for school buildings located in different regions of Argentina. The aim of this study is to develop a normative that includes design patterns according to variables related to energy efficient use. These guidelines will complement the design directives included in the criteria and basic normative of school architecture. Considering the analysis of the variables involved, specific norms applied in other countries were analyzed along with examples of Argentinean schools that have been projected following energy efficiency use criteria, and audited to verify their thermal and energetic behaviour. The next step would be to organize and synthesize the information obtained in a guideline on energy efficient design for schools.

Keywords: efficiency energy, educational buildings, architecture.