

AREA

AGENDA DE REFLEXIÓN EN ARQUITECTURA, DISEÑO Y URBANISMO
agenda of reflection in architecture, design and urban-planning

cuatro
4

número 4
Agosto 1996

María L. F. de Mattiello

UNA BREVE HISTORIA DEL LUX Y EL LUMEN

Verónica Paiva

**ENTRE MIASMAS Y MICROBIOS: LA CIUDAD BAJO LA LENTE
DEL HIGIENISMO. BUENOS AIRES 1850-1890**

David Kullock

**SISTEMAS DE CIUDADES Y DESARROLLO REGIONAL:
REFLEXIONES SOBRE SU INTERRELACIÓN**

Horacio Berretta

TECNOLOGÍA APROPIADA Y VIVIENDA PARA LAS MAYORÍAS

Renée Dunowicz, A. Gerscovich, T. Boselli, R. Perazzo y R. Topolevsky

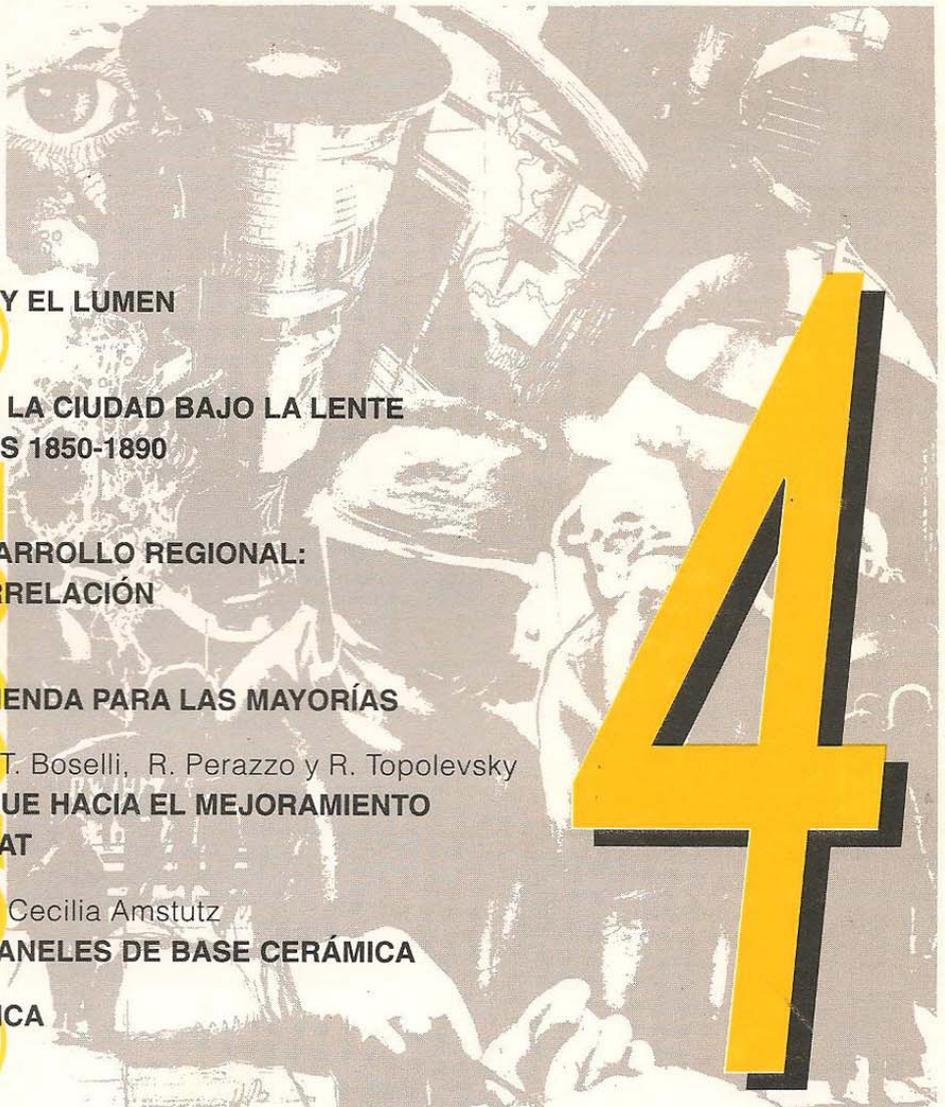
**LA CALIDAD: UN NUEVO ENFOQUE HACIA EL MEJORAMIENTO
EN LA PRODUCCIÓN DEL HÁBITAT**

Claudia Gastrón, Susana Casas y Cecilia Amstutz

AUDITORÍA TECNOLÓGICA EN PANELES DE BASE CERÁMICA

NOTA: ALGO MÁS DE MATEMÁTICA

RESEÑAS DE LIBROS



ISSN 0328-1337

AREA

AGENDA DE REFLEXIÓN EN ARQUITECTURA, DISEÑO Y URBANISMO
agenda of reflection in architecture, design and urban-planning

número 4
Agosto 1996

AREA

Agenda de reflexión en arquitectura, diseño
y urbanismo

Agenda of reflection in architecture, design
and urban-planning

número 4, agosto 1996

Director

Roberto Doberti

Editor

José Luis Caivano

Dirección/Address

Secretaría de Investigaciones en Ciencia y Técnica,
Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, UBA
Ciudad Universitaria, Pabellón 3, piso 4 - 1428
Buenos Aires, Argentina. Fax: (54-1) 782-8871
E-mail (J. L. Caivano): postmast@semvis.fadu.uba.ar

Fundador/Founding Editor

Eduardo Bekinschtein

Comité Editorial/Editorial Board

Rudolf Arnheim (Estados Unidos)
Gastón Breyer (Argentina)
John Martin Evans (Argentina)
Paul Green-Armytage (Australia)
Ramón Gutierrez (Argentina)
Tomás Maldonado (Italia)
Josep Muntañola Thornberg (España)
Odilia Suárez (Argentina)
Horacio Torres (Argentina)

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES

Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo

Decano/Dean:

Berardo Dujovne

Secretario de Investigación/Secretary of Research

Roberto Doberti

Secretario de Extensión/Secretary of Extension

Alfredo Yantorno

Ciclo Básico Común

Director/Director

Alberto Fernández

Coordinador General de Publicaciones/

General Coordinator of Publications

Ernesto Abramoff

Director de Publicaciones/Publishing Director

Darío Sztajnszrajber

Director de Arte/Art Director

María Laura Piaggio

Diagramación y Composición General/

General Diagramation and Composition

Oficina de Publicaciones del CBC

Oficina de Publicaciones del CBC

Ciudad Universitaria, Pabellón 3 - PB, 1428

Buenos Aires, Argentina

Tel.: (54-1) 780-1546 / Fax: (54-1) 786-5601

Impresión

Departamento de Impresiones del CBC



CONTENIDOS/CONTENTS

7. **Editorial**
9. *María L. F. de Mattiello*
Una breve historia del lux y el lumen
23. *Verónica Paiva*
Entre miasmas y microbios: La ciudad bajo la lente del higienismo. Buenos Aires 1850-1890
33. *David Kullock*
Sistemas de ciudades y desarrollo regional: Reflexiones sobre su interrelación
41. *Horacio Berretta*
Tecnología apropiada y vivienda para las mayorías
51. *Renée Dunowicz, A. Gerscovich, T. Boselli, R. Perazzo y R. Topolevsky*
La calidad: Un nuevo enfoque hacia el mejoramiento en la producción del hábitat
63. *Claudia Gastrón, Susana Casas y Cecilia Amstutz*
Auditoría tecnológica en paneles de base cerámica
75. **Nota**
Algo más de matemática
por Vera W. de Spinadel
77. **Reseñas de libros**
Mathematical impressions
Symmetry. A unifying concept
por Vera W. de Spinadel
79. **Information for authors and contributors**

Los contenidos de AREA aparecen en:
The contents of AREA are covered in:
Architectural Publications Index

AREA

AGENDA DE REFLEXIÓN EN ARQUITECTURA, DISEÑO Y URBANISMO
agenda of reflection in architecture, design and urban-planning

número 4, agosto 1996

EDITORIAL

En este número de AREA se dan dos novedades en lo que atañe a los aspectos editoriales y administrativos. Una es que se ha incorporado un nuevo miembro al Comité editorial, Gastón Breyer, de extensa trayectoria académica. La otra es que a partir de este número, AREA será publicada y distribuida por la Oficina de Publicaciones del Ciclo Básico Común de la Universidad de Buenos Aires, mediante un convenio establecido con la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo a través de la Secretaría de Extensión.

También hay dos novedades en cuanto a los contenidos. Por un lado, se inauguran las secciones de "Notas" breves y "Reseñas de libros". También a partir de aquí, los contenidos de la revista van a aparecer en el Architectural Publications Index, editado por el Royal Institute of British Architects. Esperamos en el futuro ampliar la lista de publicaciones de referencia que indexen o resuman los artículos de AREA.

En la sección central de artículos tenemos tres trabajos de carácter histórico que tratan de distintos temas y tres enfoques diferentes sobre vivienda y tecnología. María Luisa Mattiello traza una historia de las teorías acerca de la luz, desde la antigua Grecia hasta los albores del siglo xx. Verónica Paiva hace una reseña histórica de la influencia de la corriente higienista en el urbanismo de la segunda mitad del siglo xix en la ciudad de Buenos Aires. Siguiendo también una línea histórica, David Kullock presenta los estadios del desarrollo de la planificación urbano-regional, llegando hasta las tendencias actuales. Con una visión humanista, Horacio Berretta aborda los problemas de la tecnología adecuada para dar respuesta a las necesidades de vivienda de las grandes masas de población con escasos recursos económicos. En el artículo siguiente, donde se toca asimismo la problemática habitacional, Renée Dunowicz y otros cuatro coautores enfocan la cuestión de la calidad en la producción de la vivienda de interés social, teniendo en cuenta no sólo la etapa de construcción sino también la previa de diseño y la posterior de mantenimiento. Finalmente, Claudia Gastrón, Susana Casas y Cecilia Amstutz presentan los resultados de una investigación sobre paneles cerámicos utilizados en conjuntos habitacionales en la Argentina.

José Luis Caivano

UNA BREVE HISTORIA DEL LUX Y EL LUMEN

María L. F. de Mattiello

Laboratorio de Investigaciones Visuales,
Consejo Nacional de Investigaciones
Científicas y Técnicas
Instituto de la Visión

Dirección: Marcelo T. de Alvear 2261, piso 5,
1122 - Buenos Aires, Argentina.

Tel/fax: (54-1) 825-3838.

E-mail: privis@ubafm.edu.ar

El presente trabajo se ocupa de la historia de la luz, el color y la formación de las imágenes.

Analiza las creencias que retrasaron los estudios y confundieron la naturaleza de los fenómenos relacionados. Hace hincapié en la importancia de la historia y significado de las palabras "lux" y "lumen" para comprender una realidad que fluye entre lo físico y lo psíquico y que es responsable de nuestra capacidad de "ver".

Introducción

Las investigaciones visuales se caracterizaron desde un comienzo por su dualidad físico-fisiológica, y una prueba de ello es la etimología de las palabras *lux* y *lumen*, de empleo en la antigüedad. El diccionario latino-español de Raimundo de Miguel (1908) dice del *lux*: luz, resplandor, claridad del alba; dejando en claro el carácter físico del término. Sobre el *lumen* anota: claridad, humor cristalino del ojo, y citando como ejemplo una frase de Cicerón agrega, "lumberas de la República", refiriéndose a los hombres preclaros que para ese entonces gobernaban Grecia. En estas definiciones queda explícito que el *lumen* refería a "algo" que pertenecía al hombre.¹ Po-

1. Actualmente, *lumen* es la unidad de flujo luminoso: la cantidad total de luz (medida en watt) que radia por segundo una fuente de luz cuya

visión
vision

óptica
optics

luz
light

fotometría
photometry

radiaciones
radiations

A brief history of lux and lumen

The present work deals with the history of light, color and image construction. It analyzes the beliefs which delayed studies and led to misunderstandings on the nature of the phenomena related to them. It insists on the importance of the history and the meaning of the words "lux" and "lumen" to understand the reality that goes from physical to psychical facts and that conditions our capacity to "see".

siblemente, y por extensión, los antiguos llamaron lumen al “agente interno” reservando el término lux para el “agente externo”.

Cuando el latín fue desplazado por las lenguas vulgares, estos dos términos se confundieron en uno solo: luz. Esta confusión no se dio para otros continuos sensoriales, como por ejemplo la temperatura, donde se deslindó la medición física de la medición psicofísica de caliente y frío.

Esta historia constituye la esencia del libro de Vasco Ronchi (1897-1988) *Storia de la luce* (1983), de ineludible referencia en toda historia de la ciencia. Este destacado investigador, que nos visitara en la Argentina en la década del setenta, lideró gran parte de la óptica de este siglo; y de su obra nos interesa rescatar parte de sus pensamientos por creerlos importantes para esclarecer la aventura que fue entender: qué era la luz y la visión, el presente y futuro de las investigaciones visuales, y al decir de Ortega y Gasset (1947) “cómo resolver nuestra desesperación” por comprender un tema que aún hoy discutimos porque, por sobre todas las cosas, la visión es el órgano sensorial más potente que tenemos y el que más nos intriga.

Ronchi dice en una de sus obras:

Muchos no se interesan por el significado de las palabras porque piensan que es una inútil cuestión de términos; pero el hecho es que las palabras representan las ideas y si estas son confusas también lo son ellas. (Ronchi 1968: xl)

Justamente por ello, tratamos de analizar la historia del lux y del lumen a fin de aclarar aspectos de la física y la fisiología de la visión que, por repetidos, se aceptan sin saber su origen.

longitud de onda es 555 nm; mientras que lux es la unidad de la intensidad de iluminación: el flujo luminoso incidente por unidad de superficie. Ambas medidas se consideran fotométricas ya que ambas en su formulación tienen en cuenta la sensibilidad visual del observador patrón (ver Figura 6). La diferenciación establecida por el latín no se mantiene.

Desarrollo

Un punto de partida razonable para esta historia podría ser el siglo IV antes de Cristo. Para ese entonces, Aristóteles había dividido los sentidos en internos y externos. Los primeros correspondían al sentido común, imaginación, valoración y memoria, los externos a la visión, oído, gusto, tacto y olfato. Sobre estos últimos, Aristóteles afirmaba que necesitaban “la presencia de objetos sin los cuales no podían conocer”. Así, todo sentido externo debía funcionar bajo la acción de un factor externo y por “contacto” físico. En consecuencia, las acciones a distancia no eran consideradas.

Bajo esta aseveración, la investigación visual encontró dificultades que retrasaron su desarrollo por dos milenios, ya que era muy difícil saber qué “contactaba” con los ojos para que éstos pudieran ver una representación del mundo aparente, con colores, movimientos, formas, contrastes, etc. Hasta finalizar la antigüedad grecorromana, este problema generó numerosas teorías. Entre ellas se destacaron dos: la del rayo visual y la de la emisión.

El rayo visual fue concebido como bastones rectilíneos saliendo del ojo. Ellos eran capaces de explorar el mundo externo reportando al ojo la información que necesitaba para “ver”. La singularidad de la idea fue extraída de los ciegos que para conocer una forma la tocaban con sus manos o con un bastón. Esta concepción encontró un terreno muy favorable en los matemáticos, que la aplicaron con éxito al estudio de la perspectiva y más tarde al trazado de las sombras, dos disciplinas que se enseñan del mismo modo hasta el presente.

La teoría de la emisión, por el contrario, era difícil de comprender y sólo era sostenida por las escuelas epicúreas. Ella afirmaba que la visión sería provocada por “algo” que emitían los cuerpos. Este algo o flujo penetraría por la pupila excitando al ojo.

La teoría de los rayos visuales sirvió a Euclides (III a.C.) para escribir sus dos libros sobre óptica y catóptrica, y a Tolomeo (127-151 d.C.) para sus estudios astronómicos y en particular para su *Óptica*, en la cual desarrolló un estudio cuidadoso de los espejos esféricos.

Las dos teorías fueron compatibilizadas más tarde por Platón (427-347 a.C.). Él insistió, y fue aceptado por todos, en que los sentidos no eran mecanismos informativos perfectos y en consecuencia podían fallar. Así se sostuvo que el mundo aparente construido por la psiquis en base a la información que le llegaba de los sentidos no daba garantías sobre lo que realmente se veía. Platón trató de establecer una cierta jerarquía entre los sentidos más confiables y los menos confiables, colocando en último término a la visión. La falta de fe en lo que se veía constituyó un canon de la filosofía antigua y se hizo oficial una drástica sentencia: “no se puede hacer ciencia por medio de la vista. La visión debe ser controlada por el tacto”.

Esta fue una conclusión grave para la ciencia experimental y la principal causa de que las investigaciones visuales se detuvieran. (Ronchi 1968: xiii)

Pero como el hombre necesitaba seguir conociendo y resolviendo los problemas cotidianos, apareció un nuevo grupo de personas que, no haciendo caso de los principios establecidos, se dedicaron a resolver problemas de índole práctica. El ambiente de los sabios y cultos de la academia miró a estos hombres como seres inferiores y los llamó técnicos o artesanos. Así, el siglo I antes y después de Cristo fue una época desdoblada en sus objetivos.

En el siglo II aparece Galeno (129-200). Su interés concreto fue la anatomía del ojo. Él puso en evidencia la estructura sumamente compleja del mismo y su unión con el nervio óptico. También vislumbró que el ojo era sólo una estación de relevo en el proceso visual.

Las vicisitudes del período histórico que siguió a la época de Galeno determinaron que este tipo de estudios se refugiaron en Medio Oriente, y mientras que la filosofía y la ciencia occidental atravesaban una crisis profunda floreció la actividad en el mundo islámico. Dos son las personas importantes de este período, Alkindi (813-873) y Alhazen (965-1039) ambos, pertenecientes a la Escuela de Bagdad.

Alkindi trató especialmente el mecanismo de la visión y afirmó que el ojo era estimulado por rayos ex-

ternos que provenían del medio externo. Alhazen revalorizó la teoría de la emisión y logró conciliarla con la de los rayos rectilíneos que postulaba Alkindi. También enunció dos reglas: “cada elemento de la superficie de un cuerpo luminoso o iluminado, emite imágenes elementales en todas direcciones” y “las imágenes elementales que emite un cuerpo grande, penetran en el ojo estimulando lo sensorio y siguiendo un orden idéntico al de emisión”. Había nacido el concepto de imagen retiniana y estaba en embrión el concepto de fase. El agente externo, fue denominado lumen y lo que la psiquis recibía o agente interno, lux.

La escuela árabe se conoció en occidente por un monje polaco del siglo XIII de nombre Witelo o Vitellione. Su texto, que era una copia de los trabajos de Alhazen, fue impreso en 1533. En 1572, por interés de Pietro Ramus y por obra de Federico Risner, el manuscrito de Alhazen fue traducido y adjuntado al texto de Vitellione.

Sin embargo, en el ámbito de la cultura occidental, estos libros fueron tomados con cierta frialdad. Los matemáticos, que naturalmente se nutrían de Euclides, continuaron sirviéndose de la teoría de los rayos visuales, y si bien ellos debían aceptar que no se correspondían con la totalidad de los fenómenos, sostenían correctamente que constituía un óptimo instrumento para el estudio de la perspectiva y el trazado de las sombras. Lo cierto es que al finalizar este período histórico ya no se dudaba de que la visión tenía lugar por la acción del lumen sobre el ojo.

El problema central era el lux, que algunos todavía consideraban de naturaleza divina. El lux fue objeto de discusión sobre todo para establecer si se trataba de una “sustancia” o “accidente”, o simplemente de una “cualidad”.

Para esta época, los interesados en el tema se agruparon en tres líneas definidas, sentando el carácter eminentemente interdisciplinario que caracterizaría de aquí en más las investigaciones visuales. Estas líneas fueron: la propia de los matemáticos, que sostenían la teoría de los rayos visuales, la de la escuela árabe, de carácter físico-fisiológico, y la netamente metafísica de la filosofía occidental del siglo XIII.

A esta altura de la historia, los físicos llegaron a la siguiente conclusión: los rayos solares iluminan los

cuerpos (idea del lumen); con esto provocan la emisión de una “especie” de partículas que —según lo sostenido por Alhazen— penetran en el ojo permitiendo ver el mundo aparente (idea del lux).

Si bien para la visión directa de un objeto pequeño sin campo circundante estas conclusiones podían satisfacer a los filósofos, las ideas se volvían confusas cuando los rayos eran interceptados por elementos ópticos. Los espejos, en particular, constituían un misterio insoluble. Recordemos que para esa época los había planos, esféricos, cónicos, cilíndricos o de cualquier otra curvatura, y en ellos el mundo aparente se hacía mucho menos comprensible. Así, para muchos, las imágenes continuaban siendo un engaño.

Un nuevo hecho, destinado a tener consecuencias imprevisibles, apareció entre 1280 y 1285. Algunos artesanos, poniendo delante de los ojos de personas ancianas discos de vidrio mejoraban su visión. Como estos vidrios se parecían a lentejas, se los denominó lentes de vidrio. La aplicación de las lentes a los presbíteros fue una casualidad, pues nadie sabía todavía qué era la presbicia.

El nombre vulgar asignado al descubrimiento revela su origen artesanal no científico. *Un catedrático nunca hubiera dado este nombre a uno de sus descubrimientos*, y como los catedráticos no creían en los artesanos volvieron a decir: “las lentes de vidrios son engañosas; no miren a través de las lentes si no quieren ser engañados”. Sin embargo, los artesanos que sabían graduarlas modificando el radio de curvatura, siguieron prestando un gran servicio a la comunidad y sólo por ello no desaparecieron.

El ostracismo de la ciencia respecto a las lentes duró tres siglos y finalmente su aceptación se debió a la intervención de Battista Della Porta (1535-1615), J. Kepler (1571-1630) y Galileo Galilei (1564-1642). (Ronchi 1968: xxi)

Della Porta dedica un capítulo entero de su *Magia naturalis* a lentes y dispositivos ópticos. Al año siguiente se construye el primer catalejo de que se tenga noticia. Según un documento del holandés De Waard, el catalejo fue construido en Italia y llevado a Holanda en 1604, siendo reproducido por artesanos holandeses. En el mismo año Kepler publica el

Paralipomena ad Vitellionem, que se convierte en la verdadera piedra fundamental para la historia de la óptica. En esta obra se encuentra la clave del mecanismo de la visión y de la óptica casi como se enseña actualmente.

Kepler retoma la hipótesis de la óptica árabe según la cual de cada punto de un cuerpo luminoso o iluminado y en toda dirección llegan imágenes al ojo. En sus trabajos él sólo consideró trayectorias rectilíneas que denominó “rayos”, pero estos nuevos rayos nada tenían que ver con los rayos visuales considerados en la óptica medieval.

Kepler tampoco pensaba que la retina fuera el final del proceso visual. La consideró sólo un punto intermedio del largo recorrido que la información cumple hasta llegar a la corteza visual, y señaló que para tener la clave del mecanismo visual era necesario definir el proceso por el cual la psiquis toma del estímulo, o imagen retiniana, los elementos necesarios para representar el mundo aparente. Kepler no habló mucho de la luz y del color, y concentró su atención en la forma y su posición, problema que para ese entonces era de gran complejidad.

Se dio cuenta que el problema más arduo para la psiquis no era sólo localizar la forma sino calcular su distancia, ya que este dato era necesario para poder definir el tamaño. Como él trataba de resolver distancias, y en topografía las distancias se determinaban mediante triangulaciones, fue al encuentro del triángulo, y lo encontró en el que tiene por vértice la fuente lumínica y por base el diámetro pupilar.

Kepler no se contentó con explicar la imagen real de los objetos, también explicó la imagen virtual a través de espejos planos. Se dio cuenta que el cono de rayos que entra en el ojo debía tener a partir de su base una imagen simétrica e invertida al igual que como ocurre si se interpone un espejo. Nótese que esta inversión es producida en el ojo por el cristalino.

En su libro dedica sólo dos hojas a las lentes, explicando por qué éstas corrigen la presbicia y la miopía. Esto lo hace por presión de un personaje de su ciudad, el príncipe Dietrichstein. Este hecho es un ejemplo del poco interés que los científicos aún seguían teniendo por las lentes. De ahí en más las construcciones geométricas se desarrollaron sobre las bases dadas por Kepler y la regla de la triangulación

de la distancia pasó a ser un artificio de valor inestimable para la óptica geométrica.

En la primavera de 1609, fecha en que Ortega y Gasset ubica el nacimiento del hombre moderno y la rebelión de las ciencias mundanas frente al precedente imperio de la teología, Galileo prestó atención al catalejo. Consideró que podía ser un instrumento de valor para poder analizar las constelaciones estelares que en ese momento eran de su interés. Comenzó a perfeccionarlo, y por lo que él descubría y por el entusiasmo con que defendía el instrumento causó una revolución.

La intervención de Galileo se puede resumir en dos puntos. Con su nueva fe empírica, él demolió la terrible sentencia de la antigua filosofía: "no se puede hacer ciencia por medio de la vista". Con sus directivas dio inicio al perfeccionamiento de los instrumentos de observación destinados a potenciar la visión, mejorando su posibilidad de ver lo infinitamente grande y/o pequeño. Con la victoria clamorosa de la gran polémica de 1610 y luego con el aún más clamoroso proceso político, Galileo convirtió a la óptica en un campo de investigación de gran actualidad, rico en novedades, sorpresas y misterios.

Sin embargo, las doctrinas filosóficas seguían influyendo y había que demolerlas. Los nuevos ópticos no tenían todavía argumentos para ello. Entonces usaron el potente medio del olvido: no hablaron más del mundo aparente. La regla del triángulo de la distancia sirvió magníficamente para ello. Debido a que, en base a la propia regla de la triangulación la psiquis debía localizar un punto luminoso en el vértice del cono de rayos emergentes del sistema óptico, se podía llamar a dicho vértice "imagen" del punto objeto. En consecuencia, para estudiar las imágenes producidas por un sistema óptico, no era necesario hablar del ojo y mucho menos de la psiquis. (Ronchi 1968: xxix)

A partir de este momento, las imágenes adquirieron: 1) una existencia independiente del observador y 2) características físicas.

Esta increíble deformación filosófica todavía hoy domina en algunos sectores. El hecho es que,

sobre esta base se han llevado a cabo estudios importantes que retrasaron nuevamente el estudio de la visión.

Los cultores de esta nueva óptica, para evitar una revisión que hubiera sido demoledora, sepultaron a Kepler y con él a la regla del triángulo de la distancia. Es un fenómeno histórico y filosófico muy interesante: la óptica está toda fundada sobre esta regla y nadie la pone en evidencia. Que el ojo deba ver un punto luminoso en el vértice del cono de rayos que llegan a la pupila, es una verdad intuitiva que nadie discute. Pero en realidad esto no es cierto. (Ronchi 1968: xxx)

Después de Kepler, el concepto de la escuela árabe de que la visión fuera el resultado de un lumen capaz de impresionar la retina y hasta producir dolor y post imagen presentó un nuevo interés. Perdía significado la distinción entre el concepto de "rayos" y el de "emisión", y sobre todo ésta no tenía mucha razón de ser. Se pensó que el lumen era un "quid" que se propagaba a lo largo del rayo geométrico. Pero ¿qué era el quid? Así se volvió sobre el problema del lumen que fue tratado en dos obras: la *Dióptrica* de Descartes y la del jesuita Francisco María Grimaldi (1618-1663) titulada *Los aspectos matemáticos de la luz* (Grimaldi 1665). Estas obras discuten la hipótesis corpuscular y además, en la del padre Grimaldi, pueden consultarse los primeros experimentos de obtención del color por medio de prismas (Figura 1).

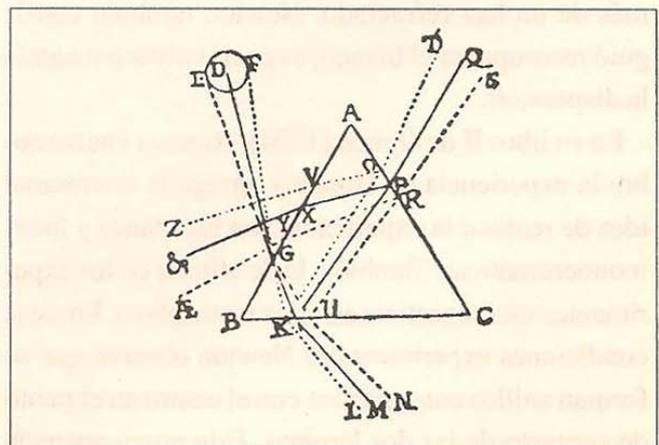


Figura 1: La refracción a través de un prisma de 60 grados. Dibujo extraído de *De lumine* del padre Grimaldi (1665: 257) (ver Ronchi 1983: 166).

También durante 1665 Robert Hooke (1635-1703) publica su *Micrografía*. Esta obra presentaba figuras vistas al microscopio y describía un fenómeno desconcertante: la coloración de láminas delgadas. En efecto, cuando se ponían casi en contacto dos láminas de vidrio transparente e incoloras se observaba sobre la superficie de contacto los colores del arco iris; la coloración desaparecía si las láminas se pegaban mucho o se separaban demasiado.

En este mismo año Newton (1642-1727) comienza sus estudios posiblemente inspirado por los trabajos de Grimaldi y Hooke. Newton se apasionó de sus argumentos y tuvo una idea genial: si el lumen fuese constituido por corpúsculos materiales éstos debían favorecer la ley de atracción entre cuerpos materiales, ley que para ese tiempo estaba mejor definida. En consecuencia, al pasar la luz del externo al interno de un cuerpo material los corpúsculos serían afectados por la atracción que el cuerpo ejercía sobre ellos y en consecuencia debían desviar su trayectoria. Un simple cálculo demostró que la desviación seguía la ley publicada por Descartes en la *Dióptrica* de 1638. La determinación de un mecanismo que explicará la refracción llevó a la fama al joven científico, tanto más porque él extrajo rápidamente una consecuencia muy interesante: admitiendo que los corpúsculos constituyeran el lumen, éstos tendrían masas diversas. Estas masas producirían distintas desviaciones cuando se acercaran a un mismo medio refringente donde no solamente se debía dar la refracción sino también la dispersión. En otras palabras, a un mismo haz incidente debía corresponder más de un haz refractado. Newton también consiguió recomponer el blanco, es decir volver para atrás la dispersión.

En su libro II de *Óptica* (1704), Newton vuelve sobre la experiencia de Hooke y agrega la interesante idea de realizar la experiencia con luz blanca y luces monocromáticas. También, la de utilizar en los experimentos una superficie esférica y otra plana. En estas condiciones experimentales Newton observó que se forman anillos concéntricos con el centro en el punto de contacto de las dos láminas. Este punto aparecía oscuro mientras que los anillos pasan del violeta al rojo, siendo ocho o nueve para la luz blanca y muchos más para la luz monocromática (Figura 2).

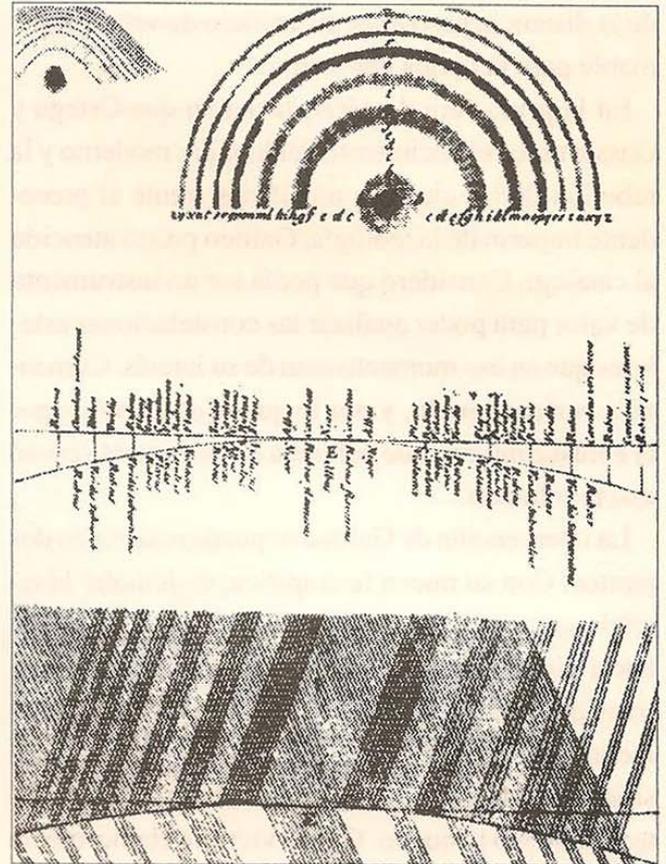


Figura 2: Dibujo extraído de la *Óptica* de Newton (1704), donde el autor representa y explica los "anillos" (ver Ronchi 1983: 198).

Analizando lo que ocurría con luz monocromática, Newton observó que se formaban anillos oscuros que separaban los grupos de anillos coloreados. Estos anillos se formaban donde el espesor de la lámina era múltiplo de un dado valor. También visualizó anillos claros donde el espesor tenía un valor intermedio entre dos anillos oscuros. Por último encontró los espesores necesarios para cada color.

Estas observaciones indicaban claramente una periodicidad en el comportamiento de la luz. Pero el andamiaje que Newton había construido para su trabajo no le permitía aceptar un modo de propagación de la luz digno de ser llamado difracción y por ello en su Definición III sólo dice: "Son rayos más o menos reflexibles, algunos se reflejan con mayor facilidad que otros". Nótese que igual fenómeno es descrito en el Libro III como "inflexión del rayo de luz".

Una nota interesante a propósito de la visión se encuentra en las Cuestiones XII y XIII. En ellas Newton se pregunta si no debería pensarse que los corpúsculos de lumen, golpeando el fondo de ojo (retina), producirían una vibración que se propagaría a

lo largo del nervio óptico llegando al cerebro y provocando las sensaciones visuales. Agrega que rayos de género diverso deben excitar vibraciones diversas y que estas diferencias darían lugar a la visión de los colores. Enseguida añade que las vibraciones relativas a rayos más refrangibles (violeta, 400 nm) deberían ser cortas y las relativas a rayos menos refrangibles (rojo, 700 nm) largas.

Recordemos que Newton también se ocupó de la doble refracción, fenómeno observado en 1669 por Erasmus Bartholini (1625-1698). Este naturalista sueco notó, en piedras calcáreas laminales, que cuando un haz de luz incide sobre los cristales de estas piedras, dicha luz se divide en dos haces, uno sigue la ley normal de la refracción mientras que el otro un camino no conocido o “una refracción extraordinaria” (Bartholini 1669).

Este fenómeno se correlacionó a otro anterior, aún más desconcertante: cuando un haz incidía en un conjunto de láminas transparentes, gran parte las atravesaba, pero otra parte se reflejaba en la primera y segunda capa de las láminas. Más tarde se supo que esto se debía a lo que hoy se denomina ángulo límite. Newton no pudo explicar estos fenómenos y atribuyó a “una propiedad congénita del rayo” la refracción extraordinaria.

Resumiendo, la idea que Newton tenía de la luz era que ella estaba compuesta de corpúsculos pequeños y veloces, que se propagaban rectilíneamente (rayos) en cualquier medio homogéneo y transparente sin producir ninguna modificación a la materia o a los rayos vecinos. Lo notable es que los muchos experimentos llevados a cabo por Newton clamaban por una teoría ondulatoria, que Newton se negó a admitir. También notable es que Newton, como el padre Grimaldi, no se pronunciara enfáticamente por la teoría corpuscular, quizás porque sentía que ella no se podía sostener. Conociendo bien el fenómeno de la interferencia, la difracción y la doble refracción, ambos sabían que la teoría corpuscular no alcanzaba para explicarlos. A Newton esto le fue señalado por sus contemporáneos, y no sólo por Huygens sino sobre todo por Hooke, que era sólo siete años mayor que Newton y en ese momento secretario de la Royal Society de Londres.

Resumiendo, hasta este momento el problema del lumen seguía interesando; la reflexión podía explicarse por una analogía mecánica con los cuerpos elásticos; ningún modelo mecánico podía explicar la refracción, que parecía un hecho rebelde.

Una minoría de científicos siguió investigando estos fenómenos y entre ellos debe destacarse al matemático francés Pierre Fermat (1601-1665). A él se debe un principio fundamental para la óptica que lleva su nombre. Él demostró —superando dificultades matemáticas no comunes para su tiempo— que el lumen recorre para pasar de un punto al otro el camino que requiere un tiempo mínimo. Él llega a esta conclusión admitiendo que la velocidad de propagación del lumen es tanto menor cuanto mayor es la densidad del medio.

También conviene recordar que ya desde un siglo antes, en los laboratorios donde se discutía la naturaleza del lumen, se había definido el principio de onda elemental, según el cual “cualquier punto de un medio al que llega una onda, se convierte en un nuevo centro de onda”.

Este principio fue precisado por Huygens (1629-1695) quien también precisó: “cuando una onda llega al orificio de un diafragma, el punto de orificio se convierte en un nuevo centro de onda elemental”. Después del orificio estas ondas se transmiten en todas direcciones, es decir, no se obtiene la propagación de la onda inicial sino una nueva onda.

Para afianzar estas conclusiones, los sostenedores de la teoría ondulatoria tropezaron con la teoría de las sombras que estaba bastante bien considerada y se valía de rayos de luz rectilíneos. Para salir de este problema Huygens (1690) agregó a su teoría de la onda elemental el concepto de onda eficaz. La onda eficaz era la suma de muchas ondas elementales y en consecuencia tenía un frente de onda potente (Figura 3). Nótese que el concepto de rayo por segunda vez volvía a ser teórico, pero el frente de onda comenzaba a ser una realidad. Hoy sabemos que cuando un frente de onda alcanza el ojo, esté o no presente el objeto que lo generó, el mismo se hará visible a nuestros ojos (fundamento de la holografía).

También Huygens explicó mecánicamente la propagación rectilínea, la reflexión y la refracción de las ondas, demostrando que se requería una veloci-

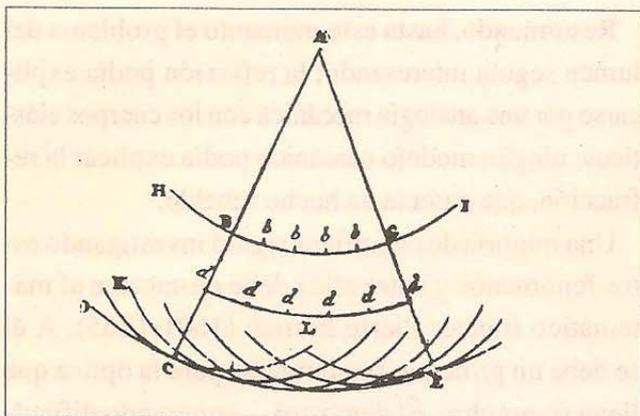


Figura 3: Esquema de Huygens que explica la envolvente de las ondas elementales. Dibujo extraído del *Tractatus de lumine* (1690) (ver Ronchi 1983: 226).

dad de propagación menor en el cuerpo más refringente. Finalmente también explicó la doble refracción. Es interesante notar que en los actuales cursos de física, estos razonamientos siguen enseñándose de igual modo.

Para ese tiempo, Ole Roemer (1644-1710) obtiene el valor de velocidad de la luz (lumen) analizando medidas astronómicas del eclipse de uno de los satélites de Júpiter. A partir de este momento hay que esperar al siglo XIX para obtener mayores resultados. Del *lux* no se habló más.

Para ese entonces el latín fue reemplazado por las lenguas vulgares. Del *lumen* y del *lux* se hizo una sola palabra que fue *luz* y que etimológicamente derivaba del *lux*. De la confusión filosófica que se hizo en aquel período surgió la idea de medir la luz con medios y métodos físicos, olvidando la intervención del ojo. Así nació una primera fotometría por obra de Pierre Bouguer (1698-1758), quien expone su fundamento en el famoso *Traité d'optique* (1760), publicado dos años después de su muerte.

Por mérito de esta obra Bouguer fue considerado en su tiempo el científico que después de Newton había obtenido mayores resultados en el estudio de las propiedades de la luz. Él puso en evidencia algunos puntos escabrosos como el de la "dimensión cero" que refería a la igualación que un observador realiza entre dos luces que considera iguales en intensidad. Este método de medición por igualación, donde el observador no valora ninguna diferencia residual, se utiliza hasta el día de hoy, y es también el adoptado por la colorimetría de principios de este siglo hasta la fecha.

Para Ronchi, la obra de Bouguer tienen un intere-

sante carácter filosófico. Dice al respecto:

durante el siglo XVIII se produjo una lenta y progresiva transformación que alejaba cada vez más la mente de los científicos de los esquemas del pasado, llenándola de preconcepciones falsas, pero sustentadas por evidencias indiscutibles. (Ronchi 1983: 248)

Así, el ambiente académico aceptó la teoría vertida en la obra de Bouguer sin mayor análisis, a pesar de que algunos la objetaban.

A comienzos del 1800, la idea que se tenía de la luz quedó establecida en la memoria de Etienne Malus (1775-1812), *Teoría de la doble refracción de la luz en las sustancias cristalinas* (1810), memoria que recibió un premio de la Academia de Francia en enero de 1810. En una parte del texto el autor dice:

Los fenómenos ópticos tienen la ventaja particular de poder ser medidos con gran precisión y estar regidos por un pequeño número de leyes matemáticas. Estas leyes son independientes de las hipótesis que puedan establecerse sobre la naturaleza de la luz; porque sea que se suponga con Newton que ella consiste en un fluido muy enrarecido que se emite por todas las partes de un cuerpo luminoso, o que se suponga con Huygens que la luz es producida por la ondulación de un fluido (éter), el camino de rayos es siempre el mismo. Yo adopto en esta obra la opinión de Newton, no como una verdad indiscutible sino como un medio para fijar ideas y para interpretar las operaciones de análisis. Es una simple hipótesis que por otra parte no tiene influencia sobre los resultados del cálculo. (Malus 1810: 255)

Como puede notarse, a pesar de ser Malus un seguidor de la teoría corpuscular, no parece ella despertar gran confianza. El problema era que las teorías de Huygens todavía eran difíciles de comprender y parecían incompatibles con fenómenos químicos producidos por la luz. La teoría de la emisión resultaba más creíble y concordaba mejor con los conocimientos físicos del momento y con teorías anteriores como la de sombras y perspectiva.

Para ese entonces un joven médico, Thomas Young (1773-1829), enunció uno de los principios fundamentales de la propagación de las ondas, que llamó principio de interferencia. Young (1801, 1802) demostró que muchos fenómenos ópticos que se habían dejado de lado eran fácilmente explicables admitiendo que las radiaciones eran ondas que podían interferirse. Young mide la frecuencia de las ondas y establece una correlación entre esa magnitud y los colores.

Pero, quien finalmente terminó por demoler definitivamente la teoría corpuscular de las radiaciones, fue Agustín Fresnel (1788-1827), un joven ingeniero francés que, confinado a un pequeño lugar por razones políticas, se dedicó al estudio de la difracción realizando cuidadosas mediciones mediante un micrómetro construido por el herrero de la zona. Fresnel consigue explicar con toda precisión los complicados fenómenos de la difracción, completando el

principio de Huygens en base a un conocimiento más acabado de la cinemática de las ondas. Él notó que no se podía hablar de interferencia de ondas como creía Huygens. Como había demostrado Young superponiendo dos ondas, observa que no siempre se obtiene sumas sino también diferencias debido a las diferencias de fases, y que estas diferencias podían también resultar cero, o en otras palabras cancelarse (Figura 4). Concluye que, por lo demostrado, convenía hablar de "integral" de ondas elementales.

Fresnel encontró estos integrales y además demostró que ellos estaban de acuerdo con resultados experimentales. Recordemos que la onda de Fresnel era considerada de naturaleza elástica y se suponía que se propagaba en un fluido misterioso, llamado éter, del cual nunca se definió sus características.

Fresnel publica sus ideas en una *Memoria* presentada a la Academia el 15 de julio de 1816 y en un concur-

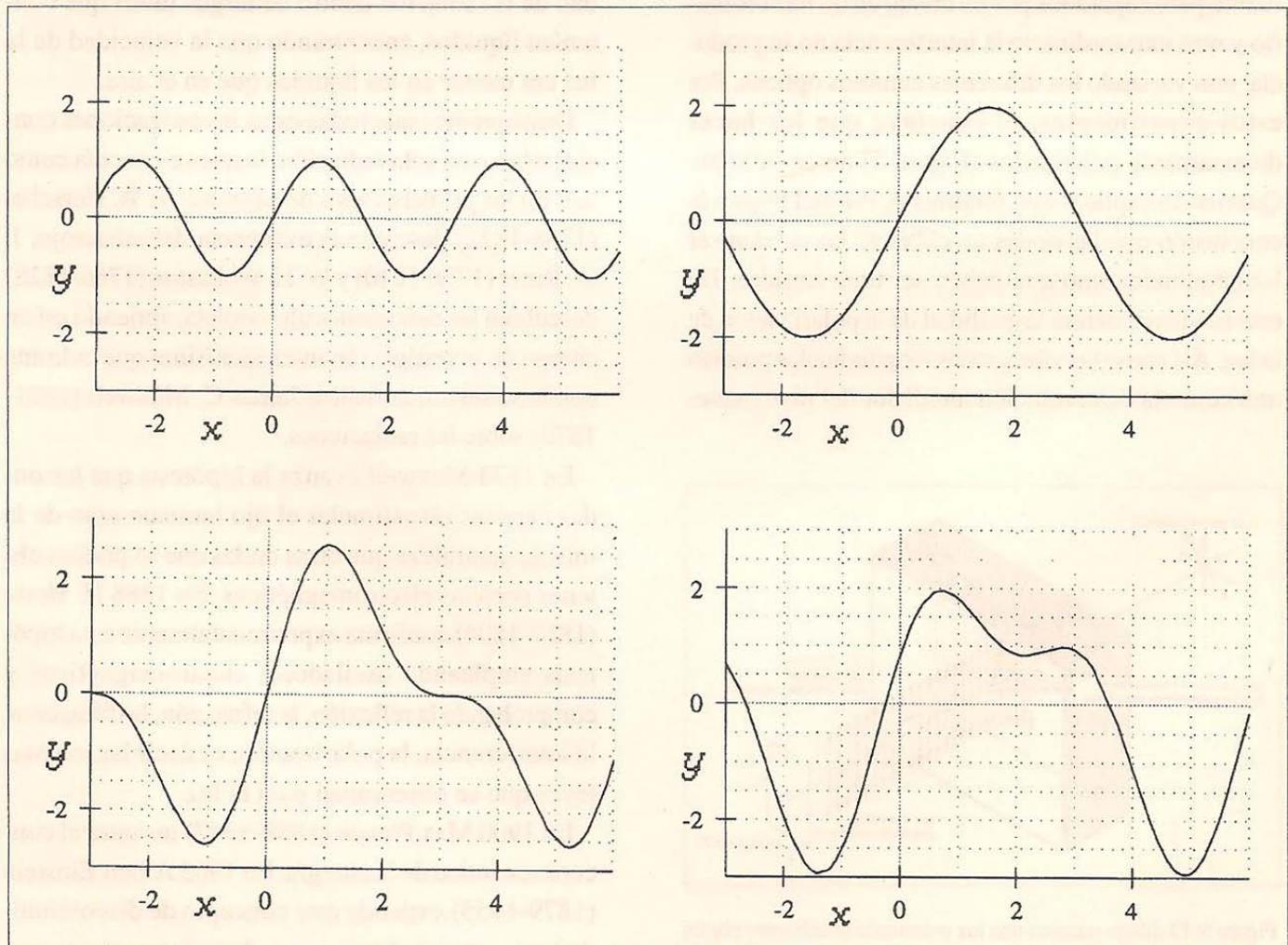


Figura 4: Esquema sobre composición de ondas. Arriba izquierda, función $y = \sin(2x)$; derecha, función $y = 2 \sin(x)$. Abajo izquierda, función $y = 2 \sin(x) + \sin(2x)$; derecha, $y = 2 \sin(x) + \sin(2x + 1)$.

so —con premio— que instituyó la Academia el 20 de abril de 1818 sobre el tema. Dicho concurso fue ganado por Fresnel en 1819, y por lo importante del trabajo esta fecha indica el fin de las ideas newtonianas.

Hay que destacar que Fresnel tenía un gran dominio de los mecanismos ondulatorios y del comportamiento de las ondas en los fenómenos de interferencia. Por ello, él se dio cuenta claramente que para que dos ondas interfirieran debían cumplir ciertos requisitos. Éstos hoy se resumen como: de homogeneidad y coherencia, igualdad espectral (igual longitud de onda) y constancia de diferencia de fase. También Fresnel indicó que en la práctica, para obtener interferencia, debía trabajarse con una única fuente luminosa dividiendo el haz de rayos en dos con caminos ópticos diferentes.

Cuando Fresnel, siguiendo sus estudios, comenzó a experimentar con sustancias birrefringentes, constató que superponiendo haces emitidos por una misma fuente pero separados por un cristal en un haz ordinario y otro extraordinario la interferencia no se producía, aun variando los diferentes caminos ópticos. Por estos experimentos, él concluye que los haces diversamente polarizados (Figura 5) no se influían. Queriendo explicar este fenómeno, Fresnel llega a la conclusión que las ondas en el “éter” no pueden ser longitudinales sino que deben ser transversales. De este modo encuentra la cualidad de la polarización de la luz. Así como las vibraciones longitudinales poseían una simetría de revolución alrededor del rayo, aque-

llas transversales poseían en vez una simetría con respecto a dos planos ortogonales pasantes por el rayo: el de la vibración y el perpendicular. Bastaba imaginar que el haz ordinario y el extraordinario fueran polarizados en dos planos perpendiculares para que la teoría y la práctica concordaran.

Esta concepción de la onda transversal encontró una gran resistencia en el ambiente científico, ya que no se podía concebir un éter fluidísimo y sutil que poseyese al mismo tiempo las propiedades mecánicas de un sólido rígido. Así se llega al siglo XIX, que constituye el período áureo de la teoría ondulatoria de las radiaciones.

León Foucault (1819-1868) y después Hipólito Fizeau (1819-1896) siguen realizando mediciones sobre la velocidad de las radiaciones en el ámbito terrestre, primero con el método de la rueda dentada y luego en laboratorio con el método del espejo rotante. En estas condiciones les fue posible medir la velocidad de la radiación dentro de largos tubos que contenían líquidos, encontrando que la velocidad de la luz era menor en los líquidos que en el aire.

Destaquemos que todas estas investigaciones consideraban una sola radiación, la que se conocía como luz. En los primeros años del siglo XIX, F. W. Herschel (1738-1822) descubre la existencia del infrarrojo, J. W. Ritter (1776-1810) y W. H. Wollaston (1766-1828) descubren las radiaciones ultravioleta, abriendo así un campo de investigación interesantísimo que culmina con la síntesis que realiza James C. Maxwell (1831-1879) sobre las radiaciones.

En 1873 Maxwell avanza la hipótesis que las ondas capaces de estimular el ojo humano eran de la misma naturaleza que otras ondas que se podían obtener por vías electromagnéticas. En 1888 H. Hertz (1857-1894) confirma experimentalmente esta hipótesis empleando osciladores electromagnéticos y comprobando la reflexión, la refracción, la difracción, la interferencia, la polarización, es decir las mismas leyes que se observaban para la luz.

En 1900 Max Planck (1858-1947) instaura el concepto cuántico de la energía. En 1905 Albert Einstein (1879-1955) extiende este concepto de discontinuidad a la energía luminosa y demuestra cómo, mediante el modelo de “cuanta de luz” (que N. G. Lewis en 1926 llamó fotones) puede explicarse un conspi-

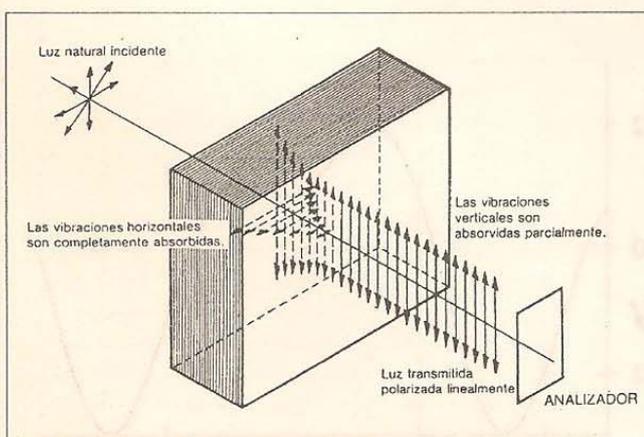


Figura 5: El dibujo muestra una luz polarizada linealmente por un cristal dicróico. A representa un segundo cristal o filtro polarizador que permite variar la intensidad de la luz además de comprobar su polarización (adaptado de Sears y Zemansky 1957: 901).

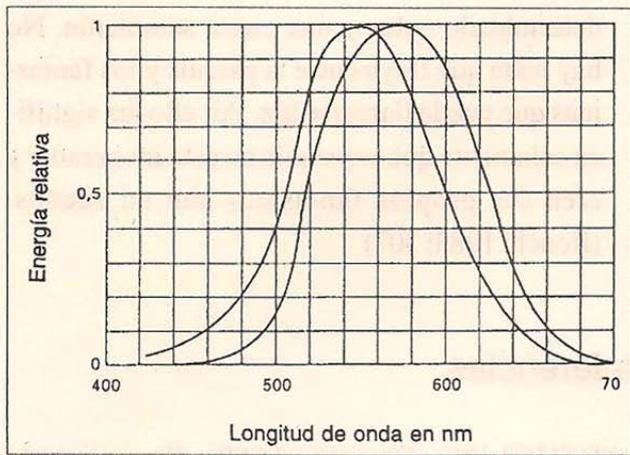


Figura 6: Sensibilidad visual del ojo humano para niveles fotópicos (curva de la derecha) y escotópicos (curva de la izquierda). Las curvas representan el promedio de 125 observadores (adaptado de Boff, Kaufman y Thomas 1986: 5-8).

cuo grupo de fenómenos que con el modelo ondulatorio clásico no se podía.

Mientras tanto, la medición de la luz continuó realizándose como lo había planteado Bouguer. A Ronchi le llama la atención que esto suceda después de tantos nuevos descubrimientos y dice:

Es notable la fe y la tenacidad demostrada por los que se dedicaron a este trabajo; y es aún más notable su comportamiento porque constituye un ejemplo admirable de la potencia de los preconceptos aun en la búsqueda experimental que debería ser "objetiva" e "impersonal". Es evidente que el propósito de medir la luz debió surgir de alguien que creyese que era una entidad mensurable olvidando que para ser mensurable debía ser objetiva y externa al observador. (Ronchi 1983: 289)

Sin embargo, desde el tiempo de Bouguer se emplea el ojo humano y el método de igualación. Es interesante hacer notar que este método psicofísico fue el único aceptado por los físicos para trabajar en colorimetría, porque en el fondo ellos sabían que otros métodos psicofísicos presentaban aún mayores desviaciones estándar difíciles de ser admitidas por un físico. Esta metodología acarreó otros problemas: determinar un ojo u observador patrón y un blanco patrón. Para resolver este problema hubo que realizar numerosas mediciones, contándose a la fecha con dos

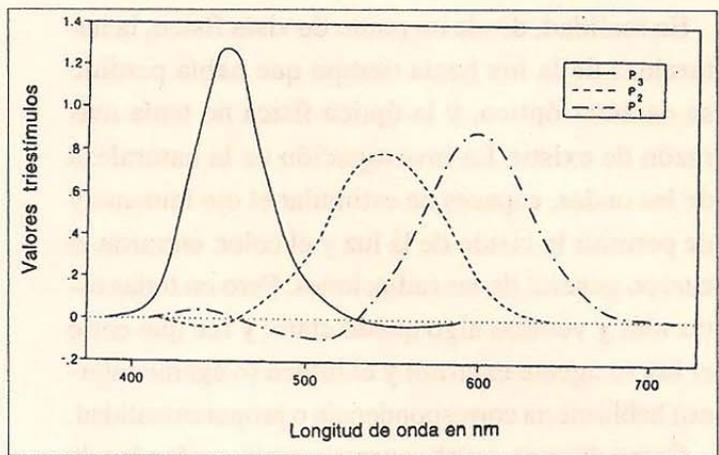


Figura 7: Valores triestímulos para un espectro de igual energía, empleando los primarios: 650 (P1), 530 (P2) y 460 (P3) (adaptado de Wright 1946: 130).

observadores patrones, como indican las Figuras 6 y 7, y diferentes blancos patrones (Figura 8).

A esta altura, los fotometrístas dejaron las anomalías visuales en mano de los fisiólogos y psicólogos y se conformaron con contar con un ojo patrón. No puede dejar de verse en toda esta historia una gran habilidad para sortear obstáculos a fin de llegar a una fotometría y colorimetría aceptables, ¡tan aceptables que el común de las personas cree que se trata de mediciones físicas!

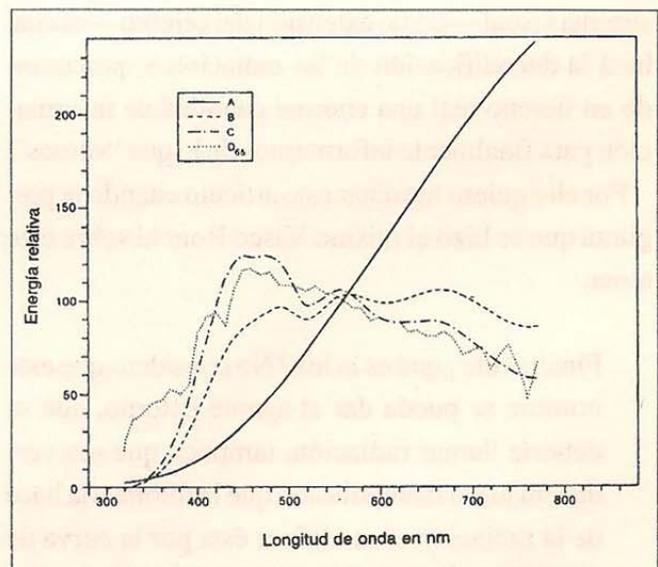


Figura 8: Distribución espectral de energía relativa de fuentes patrones adoptadas por la Comisión Internacional de Iluminación (CIE). El iluminante A corresponde a una lámpara incandescente de 2854 °K; el B a luz directa del sol a 4874 °K; el C a la luz de un cielo semicubierto a 6774 °K; el D65 a una luz de día con 6504 °K (adaptado de Boff, Kaufman y Thomas 1986: 5-8).

En realidad, desde un punto de vista físico, la naturaleza de la luz hacía tiempo que había perdido su carácter óptico, y la óptica física no tenía más razón de existir. La investigación de la naturaleza de las ondas, capaces de estimular el ojo humano y de permitir la visión de la luz y el color, entraron al cuerpo general de las radiaciones. Pero en todas estas idas y venidas algo quedó claro, y fue que entre el lux (o agente externo) y el lumen (o agente interno) había cierta correspondencia o proporcionalidad.

Como dijimos, muchas personas aún confunden de esta historia lo que es realmente físico de lo psíquico. En un momento de esta historia la atención se centró en el lumen y el lux se olvidó. Cuando el latín dejó de cumplir su función como lengua científica, las lenguas modernas acuñaron una sola palabra para el lumen y el lux. Así en todas las lenguas nos referimos sólo a la luz, *luce*, *lumière*, *light*, *licht* y nos olvidamos del agente interno que quedó en mano de los fisiólogos.

La última pregunta sería: ¿es correcto llamar luz a la manipulación que hace de ella la fotometría? Igual pregunta podría hacerse a la colorimetría: ¿es color lo que ella mide? Si pensamos en el lux tenemos que aceptar que de nuestro mundo externo sólo nos llegan múltiples radiaciones que es necesario decodificar para que adquieran sentido perceptivo. Si pensamos en el lumen debemos obligatoriamente referirnos al sistema visual —como extensión del cerebro— el cual hará la decodificación de las radiaciones, procesando en tiempo real una enorme cantidad de información para finalmente informarnos de lo que “vemos”.

Por ello quiero terminar este artículo citando la pregunta que se hizo el mismo Vasco Ronchi sobre este tema:

Finalmente ¿qué es la luz? No considero que este nombre se pueda dar al agente externo, que se debería llamar radiación, tampoco que sea verdadera luz la manipulación que la fotometría hace de la radiación al modificar ésta por la curva de sensibilidad del ojo. Quizás por ello sólo se puede hablar de fantasmas² dotados de brillo, de un

2. El término está usado en la acepción dada por la psiquiatría de la década del sesenta. Fantasmas: imágenes de la fantasía, imágenes psíquicas subjetivas que se distinguen de las

determinado color y una cierta saturación. No hay nada que fluya entre la psiquis y los fantasmas que pueda llamarse luz. Por ello luz significa solamente que la psiquis no está inoperante y crea sus propios fantasmas aun en sueños. (Ronchi 1983: 307)

Referencias

- BARTHOLINI, Erasmo. 1669. *Experimenta crystalli islandia disdiaclastici quibus mira et insolita refractio detegitur* (Copenhague).
- BOFF, K., KAUFMAN, L. y THOMAS, J. eds. 1986. *Handbook of perception and human performance*, vol. 1, *Sensory processes and perception* (Nueva York: John Wiley & Sons).
- DE MIGUEL, Raimundo. 1908. *Diccionario latino-español* (Madrid).
- ECK, M. 1966. *Los enfermos mentales y su tratamiento* (Barcelona: Herder).
- GRIMALDI, Francisco Maria. 1665. *Physico-mathesis de lumine, coloribus et iride* (Bolonia).
- HOOKE, Robert. 1665. *Micrographia* (Londres).
- HUYGENS, Christian. 1690. *Tractatus de lumine*, en *Opera reliquia*, ed. Gravesande, vol. I (Amsterdam: Waesberg, 1728).
- MALUS, Etienne L. 1810. *Théorie de la double refraction de la lumière dans les substances cristallisees* (París).
- NEWTON, Isaac. 1704. *Opticks: or, a treatise of the reflections, refractions, inflections and colours of light* (Nueva York: Dover, 1952, basada en la 4ta ed., Londres, 1730).
- ORTEGA Y GASSET, José. 1947. “En torno a Galileo”, *Revista de Occidente*.
- RONCHI, Vasco. 1968. *Scritti di ottica* (Milán: Edizioni il Polifilo).
- . 1983. *Storia de la luce. Da Euclide a Einstein* (Bari: Laterza).

alucinaciones porque en estas últimas el sujeto cree que se trata de realidades objetivas, existentes en el mundo exterior, mientras que en las primeras sabe que son producto de la fantasía (Eck, 1966: 291).

SEARS, F., y ZEMANSKY, M. 1954. *University physics*, 2da ed. (Cambridge Massachusetts: Addison Wesley). Traducción española por Albino Yusta Almarza, *Física general* (Madrid: Aguilar 1957).

WRIGHT, William David. 1946. *Researches on normal and defective colour vision* (Londres: Henry Kimpton).

YOUNG, Thomas. 1801. "On the theory of light and colours", *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 1802, 12-48.

———. 1802. "An account of some cases of the production of colours, not hitherto described", *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 387-397.

Recibido: 31 octubre 1995; aceptado: 20 marzo 1996

María L. Fago de Mattiello, graduada en la Facultad de Arquitectura de la Universidad de Buenos Aires en 1959, comienza su carrera docente en 1956 dentro del Departamento de Visión de dicha Facultad. Obtiene por concurso el cargo de Profesora Titular en la Facultad de Arquitectura de la Universidad de La

Plata en 1970 y luego en la de la Universidad de Buenos Aires, donde actualmente es profesora de Dibujo (dentro del Ciclo Básico Común) y de Sistemas de Representación Geométrica y Morfología. Su formación científica se inicia con una beca de la Universidad de Buenos Aires (1963) y otra del Fondo Nacional de las Artes (1964). Luego pasa a ser becaria del CONICET de 1966 a 1972, e ingresa a la Carrera del Investigador Científico con el grado de Independiente. Actualmente reviste en el CONICET como Investigador Principal, siendo su área de trabajo la psicofísica visual. Tiene más de cien publicaciones en revistas nacionales y extranjeras y tres libros: Dibujo, una introducción general para las carreras de diseño de la FADU (UBA, CBC, 1995), Lecciones de óptica fisiológica (en corrección), e Informe sobre 10 años de actividad de la División 6 de la CIE. Fotobiología y Fotoquímica. Es presidente del Comité Luminotécnico Argentino, vicepresidente de la Asociación Argentina de Luminotecnia, socio honorario del Grupo Argentino del Color y miembro de otras sociedades científicas. Actualmente dirige el Laboratorio de Investigaciones Visuales (LIVIS) del CONICET.

ENTRE MIASMAS Y MICROBIOS: LA CIUDAD BAJO LALENTE DEL HIGIENISMO. BUENOS AIRES 1850-1890

Verónica Paiva

ciudad
city

urbanismo
urban planning

higiene pública
hygiene

salud pública
public health

medio ambiente
environment

historia
history

Among miasmas and microbes: The city under the lens of hygienism. Buenos Aires 1850-1890

This article deals with the characteristics and contributions of the studies and urban practices carried out in Buenos Aires in the XIX century. Because this is a branch of medicine, most of the strategies proposed are aimed at keeping health. Therefore, this report is specially about the scientific conceptions of that, as regards the factors keeping health or causing illness. Thus the hypothesis that most of these urban strategies of hygienics were in relation to the scientific grounds they are based on. According to the medical beliefs before Pasteur the air, the water and the sun in a city, play a key role.

Instituto de Arte Americano e Investigaciones
Estéticas "Mario J. Buschiazzo",
Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo,
Universidad de Buenos Aires
Dirección: Ciudad Universitaria, Pabellón 3,
piso 4, 1428 Buenos Aires, Argentina

El artículo indaga sobre las características y los aportes del higienismo a los estudios y prácticas urbanas emprendidas sobre Buenos Aires durante el siglo XIX. Por tratarse de una rama de la disciplina médica, buena parte de las estrategias propuestas por el higienismo tuvieron como fin preservar la salud. De ahí que este trabajo se centra, especialmente, en las concepciones científicas de la época respecto de los factores que generan la salud o favorecen la enfermedad. Ello en tanto se formula la hipótesis de que buena parte de las estrategias urbanas del higienismo fueron coherentes con los fundamentos científicos en los que se apoyan. Dentro de las creencias médicas de esa etapa (anteriores a Pasteur) el aire, el agua y sol de una ciudad, juegan roles claves, que se destacan particularmente. El artículo trabaja fundamentalmente el período 1850-1890, aunque se repasan brevemente algunos antecedentes.

Introducción

Hasta que se consolida el urbanismo como un conjunto de nuevas formas de ver la ciudad —cuestión que sólo es perceptible ya entrado el siglo XX— otras disciplinas previamente conformadas ejercieron la palabra en torno a las problemáticas urbanas.

Entre ellas, el higienismo ocupa un lugar relevante. Su discurso sobre la higiene y la salubridad de las ciudades tuvo una fuerte influencia sobre las prácticas urbanas del siglo XIX, y en especial sobre las emprendidas en Buenos Aires durante la segunda mitad de la centuria. Por tratarse de un saber tributario de la medicina, buena parte de las medidas sugeridas por el higienismo tuvieron como fin preservar la salud. De allí que proponemos una lectura del pensamiento higienista para la ciudad, que considere centralmente los criterios científicos elaborados a través del tiempo en torno a los factores que generan la salud o favorecen la enfermedad. Ello, en tanto sostenemos que buena parte de las estrategias urbanas del higienismo fueron coherentes con los fundamentos científicos en los que se apoyan.

En este sentido, hasta la introducción del paradigma pasteuriano en ciencia, la calidad del aire, el agua y el sol de la ciudad, constituirán el argumento frecuentemente utilizado para explicar el desarrollo de las enfermedades, durante casi todo el siglo XIX. Respecto del aire, se piensa que se infecta con los desprendimientos pútridos, que el viento arrastra las partículas infectas a través de la ciudad, que la respiración constituye el mecanismo más seguro para enfermar de cólera o fiebre amarilla. En cuanto al agua, aún no se tiene una respuesta concluyente respecto de su papel como vector de enfermedades, aunque su potabilidad se buscó por el apartamiento de todo lo pútrido, en una etapa donde la bacteriología no había entrado aún en la escena científica y por tanto filtrar y desinfectar no implicaban aún la misma práctica sanitaria que clorificar.

Sin embargo, el programa higienista para la ciudad no sólo se transformó por los avances del saber científico sino por la aparición de nuevos problemas urbanos respecto de los cuales la disciplina debió expedirse. Así, hacia mitad del siglo XIX, el higienismo reformuló sus objetivos disciplinares y sus formas de organización ante la nuevas problemáticas sociales que emergen en las urbes de la época, como el hacinamiento y la pobreza. Es a ese período del higienismo en Buenos Aires, el que se extiende entre mitad del siglo XIX y 1890, al que nos referiremos particularmente en el presente artículo.

Breves antecedentes

Durante la etapa que abarca desde los siglos XV y XVII, y hasta los últimos veinte años del siglo XIX, en que Pasteur y Koch formulan al mundo sus teorías sobre el origen contagioso de las enfermedades, los médicos (y químicos) pondrán en una constelación de factores ambientales, tales como los cambios estacionales y atmosféricos o la calidad del agua y aire de una ciudad, la causa y origen de las epidemias. Conforme con esas teorías —cuyas raíces ambientalistas subsistirán hasta bien entrado el siglo XIX— parte de las propuestas urbanas del higienismo estuvieron destinadas a preservar la calidad de los tres elementos cuya pureza considera esencial para resguardar la salubridad de la ciudad: el aire, el agua y el sol, aunque sin embargo basándose en concepciones de salud y enfermedad muy diferentes de las que hoy consideramos.

En verdad, la referencia al aire, al agua y al sol, y la idea de que la aparición de las enfermedades está relacionada con los cambios estacionales y atmosféricos, es un asunto que ya puede rastrearse en los escritos hipocráticos y que también está en el centro de la teoría medieval. Sin embargo, las propuestas ambientales hipocráticas aún no estaban orientadas a la prevención sino tan sólo hacia la cura individual.

Será durante los siglos XVI y XVII cuando se acuña la medicina pública. En esa etapa se gesta el neohipocraticismo, es decir, el retorno a las variables hipocráticas sobre el origen de la enfermedad —clima, atmósfera, agua y aire— pero en el marco de la prevención. Las topografías médicas —mapeos descriptivos de las enfermedades de una región en función de sus cambios estacionales típicos o profesiones de sus habitantes— se convierten en el instrumento de análisis específico del período.

Pero a pesar de las transformaciones, durante largos años la relación que los médicos observan entre salud y enfermedad no supera la variación climática o el cambio estacional. Los diagnósticos médicos giran en torno a cuestiones como que el aire cálido relaja las fibras o que el frío las contrae y aumenta las fuerzas del organismo. Tal como plantea Alain Corbin (1982 [1987:22]):

se organiza una higiene privada que desconfía de las variaciones, los deshielos súbitos, los tiempos lluviosos, o la irrupción de una lluvia después de una gran sequía.

Lo que se modifica trascendentalmente durante la última parte del siglo XVIII —y en el marco de los descubrimientos de la química moderna— es el interés que provoca el aire. Con los primeros intentos de los químicos pneumáticos como Black, Stahl o el pastor Priestley por encontrar los gases que lo componen, hasta las definitivas formulaciones de Lavoisier en 1778, la química y la medicina reorientan fundamentalmente su búsqueda sobre los efectos del aire en la salud. Y en esta reformulación ya no importa tanto la relación aire-cuerpo sino la composición misma del aire.

¿Por qué traer estas disquisiciones de orden científico a nuestros análisis de cariz urbano? Porque es en el contexto de este nuevo interés por los atributos del aire respirable que nosotros vemos emerger ciertas estrategias urbano-sanitarias que se mantendrán estables durante casi todo el siglo XIX: tapar lodazales, alejar industrias, mercados, mataderos, cementerios u hospitales, emplazar bosques y plazas para oxigenar el aire se convierten en intervenciones tradicionales del higienismo, que busca combatir y alejar las miasmas (“efluvios malignos que se desprenden de los cuerpos enfermos, materias corruptas o aguas estancadas” [López 1991]) de los centros de población estable.

En Buenos Aires es posible rastrear este tipo de intervenciones ya en algunos de los bandos del Virrey Vértiz de 1770, en las medidas del Protomedicato (1780) o en las de la Academia de Medicina (1822). Hasta la primera parte del siglo XIX, todas las prácticas de higiene urbana tienen características comunes que detallaremos brevemente:

1. En primer lugar, sólo están dirigidas hacia el espacio público: alejar basuras, limpiar calles, edificar cementerios, trasladar talleres son prácticas que no exceden la órbita oficial, como tampoco lo son el ámbito de la edificación urbana sobre la que recaen: hospitales, cárceles o presidios.
2. Los estudios higiénicos y las instituciones sanitarias de la etapa trabajan en el marco de una defini-

ción que se traduce en el “aseo, limpieza y policía de la ciudad de Buenos Aires”, detrás del cual se esconde un concepto de higiene pública cuya misión es preservar la población de los ataques epidémicos. Definición de higiene pública que nos interesa destacar porque se modifica radicalmente durante la segunda parte del XIX.

El higienismo desde mitad del siglo XIX

La reformulación del concepto de salud

Siempre es difícil enmarcar los procesos entre fechas exactas. Mucho más en este caso, cuando ni entre los autores que trabajan el tema existe acuerdo con respecto al período en que empieza a gestarse un nuevo concepto de salud que marca un quiebre con la situación anterior. A nivel internacional, algunos autores ven la emergencia de la higiene moderna con la acción de los médicos y químicos franceses de la primera mitad del XIX (La Berge 1984: 363), y otros en cambio la ven en el movimiento de reformadores ingleses de la segunda mitad del XIX, como Edwin Chadwick o John Simon (Rosen 1947: 675). Más allá de estas disquisiciones que hacen a la discusión internacional, de algo estamos seguros, 1850 puede ser señalado como el momento en que en nuestro medio comienza la lenta emergencia de un nuevo concepto de salud, que durante los setenta y los ochenta se institucionalizará dentro del aparato público. ¿Cuál es el nuevo concepto al que nos referimos? Estas palabras de Eduardo Wilde despejarán la cuestión:

Siendo la misión del gobierno a este respecto, cuidar la salud del pueblo, sepamos qué se entiende por salud del pueblo. Nosotros no hemos de entender, lo que se entiende vulgarmente, preservación de enfermedades, impedimento a la importación ni propagación de las epidemias, nosotros tenemos que entender por salud del pueblo, todo lo que se refiere a su bienestar i esto comprende todo lo que contribuye a su comodidad física i moral. Luego las palabras: salud del pueblo, quieren decir: instrucción, moralidad, buena alimentación, buen aire,

precauciones sanitarias, asistencia pública, beneficencia pública, trabajo i hasta diversiones gratuitas; en fin, atención a todo lo que pueda constituir una exigencia de parte de cada uno i de todos los moradores de una comarca o de una ciudad. (Wilde 1878: 9).

Con el movimiento de higienistas, que surge internacionalmente hacia mitad del siglo XIX, se modifican radicalmente los antiguos conceptos de higiene y salud. La higiene ya no será entendida solo como el conjunto de prácticas destinadas a evitar la expansión de epidemias (vigilancia portuaria, medidas cuarentenarias) sino como un “programa sanitario” de vasto alcance, abarcativo de todos los aspectos de la salud humana: físicos, mentales y sociales. En este período se institucionaliza el concepto de *salud pública* tal como hoy lo entendemos, es decir como *plan preventivo*, orientado a preservar la salud y *calidad* de vida permanente de las personas, que implica *planeamiento profesional* y *regulación estatal* en lo relativo a las normas sobre saneamiento.

En el marco de esta redefinición de antiguos objetivos de la higiene, los profesionales del período se organizaron según pautas que difieren radicalmente de las de etapas anteriores, y que describiremos brevemente. Por empezar, constituyeron un movimiento disciplinar con dos objetivos básicos: 1) jerarquizar la higiene al nivel de ciencia; 2) colocar sus contenidos en el centro de la vida social e institucional del período.

Con respecto al primero de los asuntos, la higiene ya no será entendida sólo como el conjunto de medidas para evitar la expansión epidémica sino conceptualizada como una “ciencia”, basada en teoría, metodología y herramientas de acción. Entendida como disciplina científica, un rasgo distintivo del higienismo de la segunda mitad del XIX será la conformación profesional y la organización interdisciplinar (médicos, químicos e ingenieros).

Además, al comprenderse la higiene como un asunto de especialistas, las acciones de este movimiento no estarán destinadas a captar la adhesión popular, puesto que el pueblo no será visualizado como el actor en donde apoyarse para gestionar las reformas, sí más bien como el “beneficiario” de las mismas (re-

ceptor pasivo). En este sentido, los socios y aliados de los higienistas para encauzar sus acciones serán, por un lado, sus colegas de profesión, a quienes captarán mediante la difusión en revistas especializadas, conferencias en sociedades científicas, y más que nada creando espacios universitarios para el dictado de la disciplina. En Buenos Aires, las acciones de difusión aparecen primero en la *Revista Farmacéutica* (1854) y luego en la *Revista Médico Quirúrgica* (1864), en donde publicaron la mayoría de los higienistas del período (Rawson, Wilde, Mallo y otros). En lo que tiene que ver con la gestión de un espacio universitario, la creación de la cátedra de Higiene Pública dentro de la carrera de Medicina de la Universidad de Buenos Aires (1873), marca la cristalización de sus esfuerzos en este sentido.

Para los profesionales del período, la higiene debe estar ubicada en un lugar central dentro la vida urbana de la época. Para que la salud pública sea posible, los contenidos de la higiene deben cruzar la totalidad de los reglamentos y leyes que regulan la vida urbana (los de vivienda, los de infraestructura, los de edilicia). De allí que buena parte de su acción estuvo dirigida a la renovación institucional del aparato público y a la sanción de leyes con contenidos sanitarios dentro de su articulado. Para lograrlo, buscaron la adhesión de políticos, funcionarios públicos y otros personajes con peso decisonal, o incluso por su propia militancia, ya como diputados o senadores.

En la Argentina, los logros de estas acciones pueden ser divididos en tres etapas: a) una primera que abarca desde 1850 hasta 1880, en donde la mayoría de las conquistas cristalizan en la sanción de reglamentos ejercitados por instituciones ya creadas (Consejo de Higiene Pública Provincial, Sección de Higiene Municipal); b) una segunda que abarca desde 1880 hasta 1890, que se caracteriza por la creación de nuevas instituciones de higiene y salud manejadas exclusivamente por profesionales que las organizan según sus criterios “científicos”, pero cuyo funcionamiento está signado por la inestabilidad y la precariedad económica; c) finalmente, los años 1890, que se caracterizan por la profesionalización total del aparato público. En esta última etapa, viejas tareas antes desempeñadas por vecinos, como la asistencia a la salud (antes a cargo de las Damas de Ca-

ridad), pasan a realizarse con el control directo de los médicos (Asistencia Pública), y otras ligadas a la inspección higiénica y el control de obras públicas (antes a cargo de las Comisiones Seccionales de Higiene) pasan a desempeñarse por la Administración Sanitaria (1892) o por la Inspección General (1892), en cuanto al control de las obras públicas urbanas.

En el contexto de esta reformulación de los contenidos y objetivos de la higiene, la ciudad volvió a colocarse como garantía de la salud poblacional. Desde este lugar, interesa conocer sobre la agenda de problemas, las concepciones y las nuevas prácticas de intervención urbana que se inauguran desde mitad de siglo.

Las nuevas problemáticas de la higiene urbana. Del espacio público al espacio privado

En tanto las teorías pasteurianas no habían entrado aún en la escena científica, el paradigma neohipocrático continuó siendo el argumento para explicar la aparición y desarrollo de las enfermedades. De allí que en esta nueva etapa, el aire, el agua y el sol de la ciudad siguieron siendo los pilares sobre los que el higienismo apoyó sus propuestas urbanas.

Respecto de este asunto, el higienismo del período retomó temas y problemas que ya estaban presentes en etapas anteriores (como la vigilancia portuaria o la preocupación por el espacio público), elaborando una agenda urbano-sanitaria que incluyó el alejamiento de los establecimientos insalubres (mataderos, saladeros, industrias, hospitales y cementerios), el emplazamiento de plazas en la ciudad para asegurar la oxigenación del aire, medidas ligadas a la infraestructura (pavimentos, agua corriente), a la edificación urbana (altura de edificios, ancho de las calles, relación de la altura de los frentes con el ancho de la calle), y otro tipo de prácticas urbanas que —como dijimos— ya tenían antecedentes en el pasado.

Sin embargo, la nueva serie de problemas sociales que emergen en las urbes industriales de la segunda parte del siglo XIX —pobreza, enfermedades, hacinamiento, carencia de alojamiento adecuado— rearticulan totalmente las antiguas preocupaciones

médicas en torno a los efectos del ambiente sobre la salud, y en este marco comienza a surgir una nueva concepción de salud pública que visualiza una fuerte relación entre pobreza y enfermedad.

A nivel internacional fueron hombres como John Simon (1816-1904), Edwin Chadwick (Inglaterra, 1848), Rudolf Virchow (1848), William Farr (Inglaterra, 1807-1883) o Max Von Pettenkofer (Alemania, 1818-1901) algunos de los voceros más importantes del higienismo de este período. En la Argentina, fueron profesionales como Puiggari, Rawson, Wilde o Pedro Mayo —entre los higienistas de 1850 a 1890— los encargados de introducir estas nuevas ideas, poniendo en relieve la enorme relación entre pobreza y salud, y el rol que debe jugar el Estado en la regulación de este asunto: “La higiene pública, es la higiene de los pobres i está y debe estar, a cargo de los gobiernos”, decía Wilde (1878: 9).

A nivel urbano, uno de los temas centrales que surgen como consecuencia de esta nueva preocupación por la relación entre pobreza y salud fue la cuestión de los conventillos. Para encararlo, los higienistas retomaron sus tradicionales teorías neohipocráticas sobre el origen de la enfermedad, volviendo a colocar al aire, el agua y el sol en el centro de sus preocupaciones científicas. Pero el aspecto renovador del período es como este histórico apego a tener en cuenta la calidad del aire respirable, *se traslada desde el espacio público al privado*, focalizando el interés en los efectos perniciosos del aire confinado que se respira en el conventillo (exceso de anhídrido carbónico en las piezas, aire cargado de materia orgánica infecta).

Este nuevo interés por el *aire confinado* aparece en todas las Conferencias Sanitarias Internacionales que se suceden entre 1851 y 1897, en una de las cuales se afirma:

El miasma del cólera parece ser volátil; se mezcla con el aire del medio, que aparentemente es su principal vehículo, y conserva toda su actividad en el aire confinado. (Howard-Jones 1974: 270)

Tal como se ve en este pasaje, el debate en torno a los efectos del “aire confinado” parece ser el eje de

las discusiones del período. Y en el contexto de aquella nueva preocupación por frenar cualquier foco infeccioso dentro de los espacios interiores (miasmas que se desarrollan en la humedad de los sótanos, enfermedades contraídas por el hacinamiento), propusieron un bagaje de medidas de saneamiento que resultaron innovadoras en materia de vivienda: asegurar la continua circulación del aire, ventilar por medios naturales o mecánicos (ventiladores), fijar una altura mínima de cuatro metros para la ubicación de los techos (elaborada por el higienista Pettenkofer, en función de la relación oxígeno-anhídrido carbónico), embaldosar los pisos de los cuartos, alejar basuras y excrementos, limpiar las piezas, correr letrinas y cocinas, vigilar la construcción de patios y sótanos, formaron parte de las nuevas propuestas de este higienismo, que buscó atrapar el miasma “tanto por adentro como por afuera del muro”, como dice Alain Corbin (1982 [1987: 158]).

En tanto la renovación administrativa y la sanción de leyes y reglamentos sobre higiene constituyeron un objetivo esencial para el higienismo de mitad del *xix*, buena parte de su acción estuvo dirigida hacia ese tipo de reformas. La efectividad de sus propuestas en este sentido puede rastrearse a través de las muchas ordenanzas y reglamentos en materia de higiene de conventillos compilados en los Digestos Municipales para Buenos Aires desde 1852 en adelante.

En este sentido, la ordenanza sobre “Inspección, vigilancia e higiene de los hoteles o casas habitadas por más de una familia” del 14 de enero de 1871 (MCBA 1872: 185-186), que dispone sobre la altura mínima que deberán tener las habitaciones (4 metros), o el “Reglamento para las casas de inquilinato, conventillos y bodegones” del 16 de junio de 1871, que regula sobre la obligatoriedad de blanquear periódicamente los conventillos, pintar sus puertas y ventanas, prohibir el uso de tablas viejas, estipula los materiales utilizables en los techos, prohíbe los pisos de tierra, obliga la utilización de una ventana o ventilador por habitación y manda sobre la ubicación de cocinas, letrinas y resumideros lejos de las habitaciones (MCBA 1884: 117-119), son más que reveladoras respecto de los aspectos de la vivienda, cuya regulación gestionó el higienismo.

Años más tarde, algunos contenidos sanitarios en materia de alojamiento aparecen también en el “Reglamento General de Construcciones” (MCBA 1890: 200-215), dedicado a la vivienda en general —no sólo la carenciada— y redactado por los ingenieros de la Oficina de Obras Públicas en 1887, dando cuenta del peso disciplinar que tuvo el higienismo en alguna parte de la formación de los ingenieros.

El agua en la mirada de médicos, químicos e ingenieros

Junto al aire y el sol, el agua constituyó el tercer pilar sobre el que el higienismo apoyó sus propuestas urbanas. Pero a diferencia de aquellos dos primeros elementos, la cuestión del agua no sólo llevó la mirada de los químicos y médicos sino también la de los ingenieros, cuyo papel en este asunto nos interesa destacar.

En lo que tiene que ver con la salud, el agua no presentará en este período cambios significativos respecto a su papel como vehículo de enfermedades. Su rol en estos términos será hartamente discutido, perdiendo importancia frente a otras hipótesis que siguen colocando en el aire y en el suelo el argumento epidemiológico más importante.

Sin perjuicio de ello, el agua y su abastecimiento presentarán cambios revolucionarios en la etapa, dentro de los cuales rescatamos dos: el énfasis en su valor doméstico y los cambios que se producen con respecto a los medios técnicos para su aprovisionamiento. En Buenos Aires, los dos grandes proyectos que se registran en la segunda parte del *siglo xix* para la provisión de agua potable son los del ingeniero Coghlan y el ingeniero Bateman.

Sintéticamente, el proyecto de Coghlan preveía llevar el agua por cañerías desde la costa del río en el bajo de la Recoleta, hasta el Parque de Artillería. Por decisión de Alsina, el servicio se extendió a los vecinos que se hallaran en la zona. Si bien el proyecto de Coghlan ya podría calificarse como moderno, en tanto preveía las conexiones domiciliarias, lo cierto es que las mismas no se concretaron, y el abastecimiento sólo alcanzó la vía de los surtidores públicos. Por otro lado, el proyecto Coghlan se puso en práctica por las necesidades del Ferrocarril Oeste (debido a que las aguas salobres de los pozos dañaban sus

maquinarias), mostrando ello una tendencia muy común en los primeros proyectos mundiales de abastecimiento de agua, que se impulsan más por necesidades industriales que domésticas.

En este sentido, el abastecimiento de agua para uso domiciliario es un rasgo típico de las preocupaciones sanitarias de la segunda parte del siglo XIX, que vemos más encarnadas tras el proyecto Bateman que el de Coghlan. ¿Qué razones hay para este énfasis en el uso doméstico del agua en esta parte del siglo? Varias, que conjugan la mirada de médicos, químicos e ingenieros: la salud, los nuevos problemas urbanos (pobreza y hacinamiento) y los avances técnicos de la ingeniería, que posibilitan la ejecución de las grandes obras sanitarias.

Desde el punto de vista médico, si bien hasta los últimos años del siglo XIX la provisión de agua potable parece no tener relevancia en términos de “enfermedad y consumo” (en tanto no existe una respuesta concluyente en torno a la vía hídrica de las enfermedades), sí la tiene en otros términos, como *aseo y enfermedad, o limpieza doméstica y salud*. ¿Por qué? Porque los criterios médicos de esta etapa buscan la raíz de las epidemias fundamentalmente en el aire —como hemos visto— pero también en los hábitos morales e higiénicos de las personas. Beber alcohol, comer en abundancia, abrigarse o desabrigarse demasiado, no higienizarse, no limpiar debidamente el hogar son consideradas vías posibles de adquisición de enfermedad. Desde este lugar, la provisión de agua para aseo personal o limpieza de la habitación se convirtió en un instrumento esencial para este higienismo de mitad de siglo, cuyos nuevos problemas disciplinares son justamente la relación entre pobreza, limpieza, hacinamiento y enfermedad. Por otro lado, drenar tiene sentido para el neo-hipocraticismo en cuanto implica aislar el suelo (lugar de germinación del miasma) de la posible infección de las aguas servidas.

Paralelamente, un fuerte desarrollo de la ingeniería posibilita los medios técnicos para el abastecimiento doméstico en escala. En este sentido, la mayoría de los autores coincide en ubicar el nacimiento de la ingeniería sanitaria con la acción de los reformadores de la segunda mitad del siglo XIX, como Edwin Chadwick o John Simon. Ellos fueron los

gestores de las grandes obras de abastecimiento, drenaje y desagüe cloacal o modelo de circulación continua, cadena de procesos incesantes que generalmente buscaba su último eslabón en la irrigación de terrenos con fines agrícolas.

En este sentido, Arrufó, un protagonista de la puesta en práctica de estas obras en Buenos Aires, nos explica claramente los tres pasos de este círculo:

Son tres los principios ó condiciones indispensables á la salubrificaci3n de una ciudad.

1. Una abundante distribuci3n de agua alimenticia y dem1s usos como el riego y limpieza.

2. Una canalizaci3n subterr1nea que d3e paso a los l1quidos impuros y 1 todas las materias susceptibles de ser disueltas 3 arrastradas por ellos, para arrojarlas distantes de los parajes habitados.

3. “La purificaci3n de estos l1quidos, antes de desaguar en los r1os 3 canales, 1 fin, por una parte, de precaver la infecci3n de ellos, y por otra restituir 1 la agricultura los principios fertilizantes que reclama.

Tal es el conjunto 1 que los ingleses llaman “circulaci3n continua” y lo han establecido como ley necesaria para la salud p1blica. (Arruf3 1871: 7).

Abastecer, drenar y desaguar, o el modelo de circulaci3n continua, constituy3 la gran idea sanitaria de la segunda parte del siglo XIX, en Buenos Aires encarada tras el proyecto de Bateman. El contrato con ese ingeniero ingl3s se firm3 el 14 de enero de 1871. La realizaci3n de la totalidad de las obras llev3 en realidad muchos m1s a1os que los que se hab1an previsto, y su ejecuci3n escondi3 arreglos financieros y desarreglos de orden t3cnico que dieron lugar a grandes debates pol1ticos, algunos de los cuales fueron protagonizados por el ingeniero Huergo en el Senado (respecto de cuestiones como la falta de control sobre los planes proyectados por Bateman y otro tipo de cr1ticas con respecto a irregularidades en los precios de los materiales).

A nivel t3cnico, las obras de Bateman se pusieron en funcionamiento de acuerdo con las concepciones t3picas de la 3poca: utilizaci3n de los filtros len-

tos (en vez de rápidos), el sistema *tout á l'égout* (todo a la alcantarilla) y procesos de filtrado que aún no contemplaban los descubrimientos pasteurianos, que sólo se introducen con la aplicación de coagulantes al agua (cuyos primeros ensayos se realizaron en 1900) y con el uso del cloro como agente desinfectante, que en Buenos Aires se empieza a utilizar en 1922. Las obras de Bateman, iniciadas en 1871, recién se terminaron en 1905.

Concluyendo

Aire, agua y sol, tres pilares sobre los que el higienismo apoyó sus propuestas urbanas. Bajo la lente de médicos y químicos, el aire jugó un rol esencial, materializándose en preocupaciones que abarcaron tanto la higiene del espacio público como la salubridad del espacio privado. Para asegurar la salubridad del espacio público, el higienismo retomó estrategias que ya estaban presentes en épocas anteriores (alejar cementerios, mataderos), a la vez que, en el marco de los nuevos problemas que emergen en el escenario urbano de la época (hacinamiento, pobreza), inaugura la mirada hacia el espacio privado, proponiendo una serie de medidas renovadoras en materia de vivienda.

En la segunda mitad del siglo XIX, el higienismo se introduce en el espacio y en la vida privada. Se acerca con medidas de higiene de la habitación, prácticas de control domiciliario y conexiones internas de abastecimiento de agua, que se implementan gracias a los avances técnicos de la ingeniería.

El higienismo de la segunda mitad del siglo XIX propone un programa de higiene pública, y esta denominación debe entenderse en varios sentidos. Es pública porque exige que el estado ocupe un lugar en la regulación de los asuntos relativos a la salud, y es pública porque las prácticas urbanas que sugiere no superan la reforma sanitaria. En este sentido, aun cuando el higienismo del período se acerque por primera vez al problema de la pobreza, las acciones sugeridas para remediarla no traspasan las reformas ambientales (pavimentos, agua, mejoras materiales de la habitación). Con la introducción de los criterios pasteurianos en ciencia y las reformu-

laciones disciplinares que se producen hacia la década del noventa, la vieja higiene pública dará paso lentamente a una nueva agenda de higiene social. Veremos los motivos que inciden en esta transformación.

Por un lado, con la formulación de la teoría microbiana (que aunque se construye desde 1865 sólo es definitivamente perceptible en el quehacer científico en los últimos quince años del siglo XIX) caen para siempre los presupuestos neo-hipocráticos, y con ellos todo el cuerpo de estrategias higiénicas que eran coherentes con ese paradigma. En tanto desde Pasteur y Koch ya no todo lo pútrido es igual a lo insano, alejar mataderos, cementerios o industrias ya no tendrá sentido como estrategia de salubridad, y los nuevos higienistas buscarán investigar en laboratorios, rastrear y aislar gérmenes patógenos, buscar vacunas o antibióticos que combatan específicamente las enfermedades, dando nacimiento a la epidemiología.

Paralelamente, desde la década de 1890, cambiará radicalmente la manera de aprehender y abordar los conflictos obreros y sociales de la época, redefiniendo nuevamente el concepto de medicina pública. Los higienistas sociales del noventa comenzarán a entender que la salud humana no puede mejorarse solamente por reformas infraestructurales (agua, pavimentos) sino interviniendo directamente sobre las condiciones de vida material y social de los trabajadores. En este marco nace la higiene social, cuerpo de teoría y estrategias abarcativo de distintos tipos de intervenciones: a) Por un lado leyes (descanso dominical, ocho horas, trabajo de niños y mujeres, conciliación y arbitraje, seguros sociales). b) Por otro, prácticas de asistencia social (beneficencia, mutualismo). c) Y por fin, medidas relativas a la obtención del alojamiento obrero (ya no la mera higiene sino la casa propia), cuestión que se presenta como un asunto clave del higienismo y el reformismo social del noventa.

Referencias

ARRUFÓ, Jaime. 1871. *Salubricación de una ciudad por los principios de la circulación continua* (Buenos Aires: Imprenta del Siglo).

- CORBIN, Alain. 1982. *Le miasme et la jonquille. L'Odorat et l'imaginaire social* (París: Editions Aubier Montaigne). Traducción española por Carlota Vallée Lazo, *El perfume o el miasma. El olfato y lo imaginario social. Siglos xvii y xix* (México: Fondo de Cultura Económica, 1987).
- HOWARD-JONES, N. 1974. "Antecedentes científicos de las Conferencias Sanitarias Internacionales, 1851-1938", *Crónica de la OMS* 28, 256-275.
- LA BERGE, Ann F. 1984. "The early nineteenth-century French public health movement: The disciplinary development and institutionalization of Hygiene Publique", *Bulletin of the History of Medicine* 58, 363-379.
- MCBA (Municipalidad de la Ciudad de Buenos Aires). 1872. *Digesto Municipal de Buenos Aires*.
- . 1884. *Digesto Municipal de la Ciudad Buenos Aires*.
- . 1890. *Digesto Municipal de la Ciudad de Buenos Aires*.
- LÓPEZ, Antonio, coord. 1991. "Miasma", en *Aula. Diccionario Enciclopédico Universal* (España: Cultural).

- ROSEN, George. 1947. "What is social medicine?", *Bulletin of the History of Medicine* XXI, 674-733.
- WILDE, Eduardo. 1878. *Curso de higiene pública. Lecciones del Dr. Eduardo Wilde en el Colegio Nacional Buenos Aires* (Buenos Aires: Imprenta y Librería Mayo).

Recibido: 25 junio 1995; aceptado: 20 marzo 1996

Verónica Teresa Paiva nació en Buenos Aires en 1963. En 1990 se graduó de licenciada en sociología en la Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad de Buenos Aires. Actualmente es becaria de investigación de dicha universidad, dirigida por Alicia Novick. Entre otros, publicó los siguientes trabajos "El higienismo en la conformación del pensamiento urbano del siglo xix" en Nuevo Espacio, Revista de Sociología, Facultad de Ciencias Sociales, Buenos Aires, e "Higiene e higienistas en el siglo xix: Buenos Aires 1870-1910" en Investigaciones de Becarios UBA en la FADU, 1994, Secretaría de Investigaciones en Ciencia y Técnica, FADU-UBA.

SISTEMAS DE CIUDADES Y DESARROLLO REGIONAL: REFLEXIONES SOBRE SU INTERRELACIÓN

David Kullock

conformación regional
regional structure

desequilibrios
unbalances

desarrollo regional
regional development

desregulación
deregulation

tendencias emergentes
emerging tendencies

Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo,
Universidad de Buenos Aires
Dirección: Ciudad Universitaria, Pabellón 3,
piso 4, 1428 Buenos Aires, Argentina.
E-mail: dkullo@fadu.uba.ar

Podemos reconocer diversos ciclos en el tratamiento de la cuestión regional: formulación de teorías, adopción de políticas de desarrollo, liberalización total al accionar de las fuerzas del mercado. Para poder comprenderlos, es necesario ubicar cronológicamente y develar la concepción de las relaciones espacio-sociedad que subyacen en cada uno de estos intentos. Luego de veinte años de desregulación y mínima intervención estatal, los resultados son paradójicos. Dada la inutilidad del bagaje conceptual tradicional, van emergiendo diversas tendencias para el entendimiento y la adopción de estrategias de actuación en pro de un desarrollo regional más equitativo.

Urban systems and regional development

Different stages can be recognized in the treatment of regional matter: formulation of theories, adoption of development policies, total freedom in the operation of market forces. To be able to understand them, it is necessary to situate in time and reveal the meaning of the relationships between physical space and society lying in each of these attempts. After twenty years of deregulation and minimum participation from the state, the results turn out to be paradoxical. Given the uselessness of traditional knowledge, different tendencies are emerging for the adoption and understanding of action strategies on behalf of a more equitable regional development.

Introducción

La literatura sobre la problemática regional nos apabulla con una diversidad de cuestiones: aproximaciones teóricas de viejo cuño sobre presuntas regularidades en la estructura territorial, políticas de desarrollo que pivotean sobre distintos elementos de dicha estructuración, constataciones sobre las reales transformaciones territoriales que acaecen en nuestros países al compás de distintas políticas, etc. El presente trabajo procura realizar una visión com-

Este trabajo fue presentado en el seminario "Las Ciudades en la Ordenación del Territorio", Mar del Plata, mayo de 1994.

prensiva sobre estas cuestiones, ordenándolas cronológicamente y analizando la concepción de las relaciones sociedad-espacio que las mismas involucran. Con dicho propósito podemos reconocer tres períodos en la temática que nos ocupa: la prehistoria, la historia y la actualidad.

1. La prehistoria

El primer período, ya casi prehistórico, se inicia en el siglo pasado y se extiende hasta mediados del presente. Está caracterizado por la formulación de desarrollos conceptuales y la realización de constataciones empíricas, que pretendieron devenir en teorías de la organización territorial. Von Thunen, Weber, Christaller y Losch son las figuras señeras, y sus desarrollos estuvieron referidos al ordenamiento de las explotaciones agrícolas, las actividades industriales y los servicios terciarios en función de insumos, mercados y distancias (Bailly 1977, Derycke 1970).

En estas postulaciones, el territorio generalmente es considerado como un espacio ideal y homogéneo de concepción geométrica que, asimilando leyes físicas, llega a ser gravitatorio (Coraggio 1981), organizador de jerarquías urbanas, redes y sistemas de ciudades. El grado de generalidad de estas teorías, su discutible punto de partida en concepciones de equilibrio de los fenómenos que representaba y, más aún, la ingenuidad con que se procuró reconocerlas en la realidad con abstracción de circunstancias geográficas, políticas y sociales, resultaron en un mero ejercicio abstracto en el cual las irregularidades que se presentaban eran entendidas como anomalías de la realidad, más que como insuficiencias de los modelos.

De todas formas, estas concepciones no devienen aún en gestión, dado que no hay, en estos tiempos y en nuestros países, una política de desarrollo regional expresa, sólo la paulatina ocupación de aquellos espacios que por sus ventajas comparativas (recursos naturales y accesibilidad, en especial) resultaban oportunos a partir del paradigma de desarrollo dominante: el progreso, en cuanto crecimiento cuantitativo de población y actividades productivas.

2. La historia

En tanto a mediados de siglo se asistía a las últimas formulaciones básicas de dichas teorías, ya había comenzado a desarrollarse el segundo período, el que no se caracteriza por la formulación de postulaciones teóricas sino por la adopción de políticas de desarrollo regional. Como forma de salida a la crisis mundial de 1929 y, más netamente, como política de posguerra, comienza a validarse en Latinoamérica la pertinencia de la planificación estatal, respaldada por los éxitos que había logrado en Europa Occidental para la reconstrucción de los países devastados por la contienda y en Europa Oriental para la construcción de los regímenes socialistas.

Este interés en la planificación y el desarrollo regional no era de orden académico, sino que resultaba de la percepción de que el paradigma del progreso indefinido con que nuestros países se habían articulado en los circuitos mundiales de la producción y el intercambio, devenían en situaciones problemáticas que la sola dinámica de los agentes económicos privados no podría solucionar.

Es de interés señalar que lo que se definió como situaciones problemáticas incluía dos grandes grupos de cuestiones (De Mattos 1990). Por una parte, el problema de las disparidades regionales, entendido como inadecuada concentración espacial de actividades población y empleos, con su correlato de inequidad en las posibilidades de satisfacción de las necesidades básicas de la población. Por otra parte, el problema de la integración económico territorial, entendido como escasa penetración de las actividades y procesos capitalistas de producción, lo cual daba como resultado la coexistencia de regiones dinámicas y regiones periféricas al sistema. Ambos problemas, aunque podrían ser vistos como complementarios, expresaban en su formulación los dos puntos de vista que, en forma contradictoria, anidaban en los intentos de desarrollo regional de este período (Sabatini 1990).

El primero, que implica procesos de desarrollo social equitativos, resulta ser prolongación de los regionalismos utópicos que, al estilo de Mumford, venían siendo formulados desde hacía décadas. El segundo, que involucra expansión de la base de re-

cursos naturales incorporables al sistema productivo, así como ampliación de sus mercados internos, resulta ser expresión de las necesidades de crecimiento de las fuerzas económicas dominantes.

Las acciones de desarrollo regional que se emprendieron a tales efectos se sustentaron en el paradigma de desarrollo entonces dominante, de origen keynesiano, expresado por los modelos propuestos por la CEPAL en las décadas del cincuenta y del sesenta (De Mattos 1993), y referidos a los sistemas de producción fordistas que se habían desarrollado en los países centrales. En síntesis, el paradigma desarrollista propulsaba la introducción de actividades productivas modernas, sustitutivas de importaciones y dirigidas al mercado interno, que condicionarían la modernización de las restantes actividades productivas e inducirían al desarrollo social más equitativo que se pretendía.

Paradigma dominante y propósito de desarrollo regional resultaron en propuestas de intervención en regiones deprimidas, que tuvieron distintas manifestaciones a lo largo del tiempo. La primera forma que adoptaron fue, en las décadas del cuarenta y del cincuenta, la del *desarrollo integrado de cuencas* que, a imagen y semejanza de lo que se había realizado en la cuenca del río Tennessee en los Estados Unidos, incluía obras hidroeléctricas y de infraestructura básica, complementadas por programas de desarrollo agropecuario. La segunda forma fue la de los *polos de crecimiento*, inspirada en el *aménagement du territoire* francés de los años sesenta, que implicaba la creación de complejos industriales en cabeceras de regiones deprimidas, los que inducirían al desarrollo de industrias subsidiarias y del sector servicios, irradiando la modernización productiva y el desarrollo social al espacio regional involucrado.

Ya en los años setenta, una ligera variante de la doctrina de los polos regionales de crecimiento consistió en las propuestas de “fortalecimiento de las ciudades intermedias”, en las cuales el meollo de la cuestión no pasaba exclusivamente por la radicación industrial sino también por la descentralización de actividades terciarias y, en especial, del poder político administrativo como clave del desarrollo regional (Van Linder y Verkoven 1991).

Prácticamente en la década del ochenta, e inspirándose en las experiencias israelíes, se proclaman dos nuevas formas de desarrollo regional complementarias entre sí: el *desarrollo rural integrado* y la *planificación de los centros de servicios rurales*. La última, ya francamente dirigida al reforzamiento del sistema de servicios terciarios, aunque concibiéndolos como potenciales generadores de crecimiento económico (Von Linder 1991) y la primera pivoteando sobre la interrelación agricultura-espacio rural (De Mattos 1990).

Con menor presencia en el desarrollo integrado de cuencas, pero en forma notoria en todas las postulaciones restantes, es evidente el sustrato que las teorías de localización formuladas durante las largas décadas anteriores (en especial la teoría de los lugares centrales como estructuradores del sistema de ciudades) aportaron a estas políticas de desarrollo. Los resultados de la aplicación de estas políticas permiten evaluar la validez de sus postulaciones, así como la de las concepciones teóricas que las sustentaron. Al respecto, la mayor parte de las evaluaciones realizadas señalan que, a lo sumo, los resultados han sido escasos. En aquellos casos en que llegaron a atenuar las disparidades interregionales, no pudieron evitar las inequidades intrarregionales (De Mattos 1993).

A la explicación de estos fracasos concurren diversas constataciones. En el caso de las actividades industriales, las empresas que se trasladaron a las regiones periféricas fueron en general grupos multirregionales o multinacionales, intensivos en capital, generadores de escaso empleo y, especialmente, reorientadores de sus utilidades y posteriores inversiones hacia las cabeceras nacionales cuya primacía se procuraba atenuar. En el caso de la modernización o expansión de las actividades primarias, las formas tecnológicas adaptadas redujeron las posibilidades de empleo tradicionales —si eran áreas ya en explotación— o, en caso contrario, crearon pocos puestos de trabajo, generalmente alejados de los niveles de capacitación de la mano de obra local, produciendo nuevas instancias de expulsión de la misma y creando una simultaneidad de formas modernas y tradicionales de explotación que atentaron contra la continuidad de estas últimas. Tampoco revirtieron sus ganancias

ganancias en el mismo espacio regional, sino que las transfirieron a las regiones dinámicas.

En definitiva, la aplicación de dichas políticas regionales permitió cumplimentar el segundo de los objetivos señalados: la integración económico territorial, en cuanto penetración de las formas capitalistas en regiones atrasadas. Quedó incumplido el primer objetivo dado que, con excepción de los indicadores económicos más agregados, no se modificaron las situaciones de retraso y disparidad socioeconómica a cuya reversión apuntaba el primero de los objetivos.

Cabe cuestionarse entonces la validez de las postulaciones teóricas de organización del espacio sobre las cuales se basaron. Al respecto podría indicarse que dichos intentos de desarrollo regional partieron del mismo supuesto erróneo que las postulaciones teóricas: considerar que lo espacial tiene existencia por fuera de lo social (Sabatini 1990) o, peor aún, suponer que una intervención espacial puede automáticamente dar lugar a modificaciones sociales.

La percepción de los equívocos acaecidos tanto en la investigación como en la gestión regional, ya es asumida en los finales de los años setenta. En las conclusiones del “Seminario sobre la Cuestión Regional en América Latina” organizado por SIAP-CLACSO y realizado en la ciudad de México en abril de 1978, se dice:

La cuestión regional se refiere al desarrollo territorial desigual de las fuerzas productivas, a las condiciones diferenciales de vida y de participación social de los sectores sociales y de grupos étnicos localizados. Es, por lo tanto, una cuestión social referida a la situación de grandes masas de pueblos latinoamericanos, a las posibilidades de desarrollo de nuestras sociedades y muy en especial a la cuestión nacional misma ... se quiere romper con la autonomía de los fenómenos espaciales (vicio denominado “espacialismo”) estableciendo la necesaria relación entre formas espaciales, apropiación del territorio y sociedad... (Villamil 1981: 212)

Lamentablemente, esta clarificación de la índole de la cuestión regional acaece en tanto el modelo

keynesiano se agota, y con él el reconocimiento de la legitimidad de la intervención del Estado en los procesos de desarrollo.

3. La actualidad

La década del setenta asistió a una profunda crisis del sistema socioproductivo vigente fundado en el modelo keynesiano, con efectos negativos tanto para las fuerzas empresariales (mermas en la productividad, en los ritmos de acumulación y en las tasas de rentabilidad), como para los trabajadores (disminución de salarios e incremento del desempleo). En sustitución es acuñado el modelo neoliberal, el que preconiza el libre juego de las fuerzas del mercado, el ocaso del Estado en sus versiones desarrollista y benefactor, así como su reemplazo —a través de la reforma del Estado— por formas más pequeñas, más eficientes, con funciones sólo subsidiarias y agudamente focalizado en sus políticas sociales.

Ya no es necesaria la presencia de regímenes militares para imponerlo. La impagable deuda externa asegura el alineamiento de los países latinoamericanos bajo este paradigma. Según el mismo, el desarrollo regional equitativo resultaría del accionar de las propias fuerzas del mercado, al concurrir a las regiones menos desarrolladas para usufructuar sus ventajas comparativas, en especial la presencia de recursos naturales y la disponibilidad de mano de obra barata (Sabatini 1990).

Pareciera poco convincente este argumento, dada la parcial presencia de tales ventajas en todas las regiones deprimidas, además de la mínima seguridad —en los casos en que se concurriera a dichas regiones— de que los excedentes del proceso de producción irradian en las mismas, en vez de transferirse a las regiones privilegiadas, como ya ocurrió en los casos de políticas públicas de desarrollo de la anterior etapa. A diferencia de aquellos casos, no hay ahora teorías de estructuración espacial que den sustento a estas hipótesis; sólo algunas investigaciones empíricas realizadas en países desarrollados (y por lo tanto de improbable generalización), que indican que un mayor grado de desarrollo tiende a una distribución interregional más equilibrada (De Mattos 1993).

Menos de veinte años de aplicación de esta política de desregulación del accionar de las fuerzas del mercado y mínima intervención estatal van arrojando resultados dispares que, en algunos casos, presentan mayores niveles de desconcentración que los alcanzados en todas las décadas anteriores de planificación para el desarrollo regional (Gilbert 1993).

La direccionalidad de los procesos productivos hacia el mercado de exportación en vez del mercado interno, unido a la expansión de las nuevas tecnologías de información y la consecuente adopción de una gestión empresarial centralizada decisionalmente y descentralizada productivamente (De Mattos 1993), va produciendo diversas modificaciones en el patrón de localización:

- La disminución del crecimiento de las ciudades principales, afectadas por las deseconomías de la congestión, y el simultáneo desarrollo de asentamientos industriales en ciudades menores y cercanas a las anteriores, tiende a la configuración de formas más policéntricas de desarrollo metropolitano (Gilbert 1993).

- El crecimiento de ciudades intermedias o de zonas hasta ahora inexploradas, por las facilidades que presentan para la producción exportadora.

- El estancamiento de ciudades intermedias y de zonas rurales anteriormente vinculadas con la producción para el mercado interno y que presentan dificultades para su reconversión (De Mattos 1993).

En todos estos casos, lo que va perdiendo consistencia ante la secundariedad de la producción para el mercado interno es la tradicional contigüidad entre la localización de la producción y la residencia de la población, en cuanto mercado de consumo y mercado de mano de obra. Desaparece la “retroalimentación entre la concentración empresarial del capital y la concentración territorial” (De Mattos 1993: 7), dada la mayor aleatoriedad locacional y la mayor movilidad espacial de la primera.

El espacio, como distancia que provoca fricciones y costos, ha perdido importancia. En cambio, surgen como factores de localización significativos la presencia de algunos de sus atributos: la existencia de recursos naturales, mano de obra barata y no conflictiva y vías de comunicación y embarque hacia el exterior. Aunque con mayor diversidad y distinta

orientación de flujos, se retorna a pautas de localización similares a aquellas que conformaron a nuestros países en la época de la colonización previa a sus procesos de independencia.

4. Tendencias emergentes

Como dice Boisier, “la capacitación profesional y el bagaje intelectual del pasado reciente parece haber perdido su utilidad y es confuso ... cómo hacerlos adecuados al nuevo contexto” (en Gilbert 1993: 55). En medio de esta confusión, diversas posturas van emergiendo desde el campo intelectual.

Una de ellas, designada como “contestaria” y “crítica”, tiene hito fundacional en los debates del Seminario de México de 1978 ya mencionado y es profundizada por José Luis Coraggio. Parte de considerar que en una economía capitalista no es factible la realización de un desarrollo regional equilibrado, dado que son cuestiones intrínsecamente contradictorias (De Mattos 1990), lo cual involucraría —a diferencia de las concepciones transformistas— una posición subsidiaria de lo espacial dentro de los procesos sociales. Posteriormente, esta corriente flexibiliza sus conceptos y la dimensión territorial y su planificación pasan a ser consideradas significativas para la transformación social, a partir de las cuestiones étnicas, ambientales y localistas involucradas en la misma (Sabatini 1990).

En la segunda postura, denominada “participativa” y representada por S. Boisier, el centro de la atención se desplaza hacia los actores regionales en cuanto responsables solidarios de incrementar la capacidad negociadora, en representación de sus regiones y en procura de una mayor retención del excedente producido en las mismas (De Mattos 1990). Aunque con sustrato social, es criticada por la reaparición del sesgo espacialista, siendo a su vez defendida como imagen objetivo a lograr. Cabe verificar aún la viabilidad de constitución de estos actores sociales regionales.

La tercera postura, menos difundida y debatida a nivel académico, va surgiendo en trabajos producidos principalmente en España. Se refiere a la conveniencia de institucionalización y legitimación del ordenamiento territorial como herramienta técnica de

negociación con los agentes sociales. El espacio de gestión que se avizora a tal efecto es el aporte de mecanismos concretos de información y evaluación para la toma de decisiones de localización de los particulares, mediante criterios que compatibilicen sustentabilidad ecológica y microeconómica (Marchena Gómez 1993). Ya no hay una visualización del desarrollo regional ni de finalidades sociales, sólo una respuesta de índole técnica y con contenidos ecológicos a “los retos de la economía de libre mercado” (Marchena Gómez 1993: 26).

Cabe preguntarse finalmente qué tipo de teoría socioterritorial podrá dar cuenta de las nuevas pautas de transformación territorial y fundamento a las respuestas que pudieran darse a las mismas. En primera instancia y evidentemente, no podrá referirse a la escala de microlocalización de las teorías clásicas sino que deberá tender a una globalización del territorio acorde con la globalización del mercado a que estamos asistiendo. En segunda instancia, más que referirse a puntos estáticos en el espacio vinculados por flujos, deberá focalizarse en fuertes flujos dinámicos y cambiantes que relacionen áreas de producción y de consumo, atravesando ciudades, a veces casi incidentalmente, como puntos fijos del espacio. En tercera instancia, tendrá que dar lugar al accionar de los actores sociales responsables de la dinámica productiva, así como a las fuerzas sociales posibles de oponerse a los resultados de dicha dinámica. En este sentido, habría que tender puentes entre los protagonistas de las cuestiones étnicas, ambientales y localistas a que alude Coraggio, con los presuntos actores regionales a construir a que se refiere Boisier.

Tampoco deberían desecharse las propuestas de institucionalización y legitimación que esgrime Marchena Gómez, pero acordándoseles contenidos y objetivos más amplios que los por él recomendados. Seguramente, más que teorías, deberían elaborarse criterios flexibles que sirvan para orientar en el entendimiento de las actuales transformaciones territoriales. De manera similar, más que planes y programas concretos, deberían formularse estrategias que optimicen las estrechas posibilidades de actuación existentes, si es que pretendemos que los objetivos de equidad social retomen la primacía que las actuales circunstancias le van escamoteando.

Referencias

- BAILLY, Antoine. 1977. *L'organisation urbaine. Théories et modèles* (París: Centre de la Recherche d'Urbanisme). Trad. española por Jesús J. Oya, *La organización urbana. Teorías y modelos* (Madrid: IEAL, colección Nuevo Urbanismo, 1978).
- CORAGGIO, José Luis. 1981. “Las bases territoriales de la planificación regional en América latina”, en *Experiencias de planificación regional en América latina. Una teoría en busca de una política* (México: Naciones Unidas-CEPAL-ILPES-SIAP), 147-179.
- DE MATTOS, Carlos. 1990. “Paradigmas, modelos y estrategias en la práctica latinoamericana de la planificación regional”, *SIAP 89* (Guatemala), 5-41.
- . 1993. *La obstinada marginalidad de las políticas territoriales: el caso latinoamericano* (Santiago de Chile: IDEU, Documentos Serie Azul N° 3).
- DERYCKE, Pierre H. 1970. *L'économie urbaine* (París: Presses Universitaires de France). Trad. española por Blanca Toral García, *La economía urbana* (Madrid: IEAL, colección Nuevo Urbanismo, 1971).
- GILBERT, Alan. 1993. “Ciudades del tercer mundo. La evolución del sistema nacional de asentamientos”, *EURE 57* (Santiago de Chile), 41-58.
- MARCHENA GÓMEZ, Manuel. 1993. “La tozudez del mercado y las decisiones sobre ordenación del territorio”, *EURE 58* (Santiago de Chile), 19-28.
- SABATINI, Francisco. 1990. “Planificación del desarrollo regional: Desde los sistemas espaciales a los procesos sociales territoriales”, *SIAP 89* (Guatemala), 42-75.
- VAN LINDER, Paul, y Otto VERKOVEN. 1991. “Presentación”, *SIAP 93* (Guatemala), 7-20.
- VILLAMIL, José J. 1981. “Investigación y planificación territorial”, en *Experiencias de planificación regional en América latina. Una teoría en busca de una política* (México: Naciones Unidas-CEPAL-ILPES-SIAP), 211-222.

Recibido: 20 septiembre 1994; aceptado: 10 abril 1995

David Kullock es arquitecto y planificador urbano y regional. Actualmente es director del posgrado de Planificación Urbana y Regional y del Programa de Estudios y Asistencia a Municipios de la FADU, UBA. Ha dirigido estudios urbanísticos referidos a las ciudades de Formosa, Campana, Zárate y San Martín de los

Andes, estudios de impacto y diagnósticos ambientales de las regiones Patagonia y Cuyo, y de las provincias del Chaco y de La Rioja. Desarrolló investigaciones sobre evaluación ambiental, experiencias multidisciplinarias en problemas ambientales y política de vivienda. Cuenta con publicaciones sobre temáticas ambientales, gestión urbana, planificación participativa y hábitat popular.

TECNOLOGÍA APROPIADA Y VIVIENDA PARA LAS MAYORÍAS

Horacio Berretta

Centro Experimental de la Vivienda
Económica (CEVE)

Dirección: Igualdad 3585, Villa Siburu, 5003
Córdoba, Argentina. Tel/fax (54-51) 89-4442.

E-mail: postmast@ceve.org.ar

globalización de la pobreza
generalization of poverty

tecnología imperial
imperial technology

desarrollo social
social development

solidaridad
solidarity

participación
participation

subsistencia
subsistence

tecnología apropiada
adequate technologies

mano de obra intensiva
intensive manpower

Adequate technologies and housing for the great majority

The proposals of Modernism for universal freedom: science and technology and trade generalization, have become the basis of a world empire that tends to the development for the developed ones. The technological style supported by this "maecenas" is mainly addressed to deals, power, and insane stupidity. From Ghandi and Schumacher on, we understand that the great majority needs "appropriate and able to seize technologies" for survival, in view of the growing generalization of poverty. Thus, in housing affairs we have to reach new technological processes related to development methodologies and processes to establish an effective and massive service.

Las propuestas de la modernidad para la liberación universal: ciencia y técnica y generalización del comercio, resultaron ser la base de un imperio mundial orientado al desarrollo para los desarrollados. El estilo tecnológico sostenido por este "mecenas" se dirige, en gran medida al negocio, al poder y a la zoncera alienante. A partir de Ghandi y Schumacher comprendemos que las mayorías necesitan "tecnologías apropiadas y apropiables" para la subsistencia frente a la creciente globalización de la pobreza. Así, en el campo habitacional debemos arribar a nuevos procesos tecnológicos relacionados a procesos y metodologías de desarrollo, para asentar una efectiva tarea masiva de servicio.

Introducción

Una deslumbrante y contradictoria civilización moderna se ha ido afirmando a partir de la sociedad liberal. Un discurso filosófico racionalista y libertario se entreteteje con su accionar irracional, materialista y totalitario, coherente con leyes intocables y casi sagradas del mercado, que podríamos resumir en la sentencia popular "lobo libre en gallinero libre". La eficacia de este modelo, centrado en el crecimiento económico y el lucro en beneficio de unos pocos, se asienta sobre el basamento de la planificación de un nuevo orden mundial con el con-

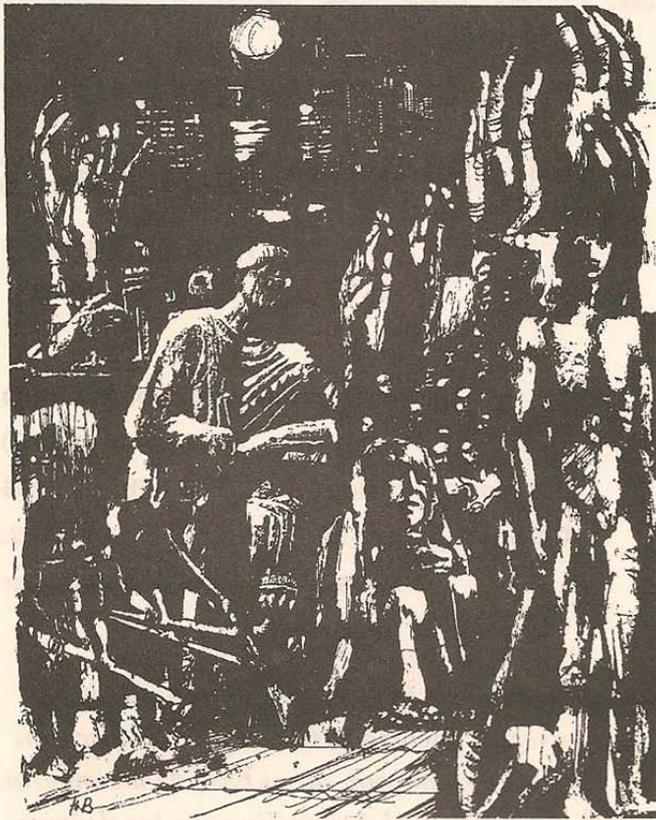


Figura 1: Las leyes del imperio.

curso de la ciencia y la tecnología y culmina en la edificación de un poderoso e impersonal imperio, sin fronteras. Su confusa mezcla de “trigo y cizaña” no ha encontrado, hasta ahora, resistencia o límite que no haya podido superar, salvo sus desvaríos hedonistas y su incapacidad de ver la realidad concreta para generar un desarrollo más universal y solidario. En esta compleja encrucijada, plena de luces y sombras, y también de negros nubarrones, las elites dominantes (como lo han hecho siempre) se aferran al poder y el gozo de sus beneficios, armando su defensa en fortalezas externas y también en las del propio corazón, imposibilitando el acceso de las mayorías famélicas del globo a la mesa del festín y del mercado.

Dice Toffler en un artículo titulado “La revuelta de los ricos” (1993): “¿Por qué tenemos que cargarnos de un ejército de analfabetos y desnutridos, innecesarios para la buena productividad, en un futuro luminoso?”. Algo así como, según el relato bíblico, ante la pregunta del Creador: “Caín, Caín, qué has hecho de Abel?”; Caín responde, (después de haberle dado muerte): “¿acaso soy el guardián de mi hermano”? (La Biblia, Génesis). Así pues frente al dramático interrogante que se cierne sobre el

esplendor y optimismo de la sociedad productiva, hasta el Fondo Monetario Internacional se cuestiona hoy si no será necesario, junto a razonables cambios y ajustes, afirmar seriamente sanos principios, si no de justicia social al menos de “inicios de políticas sociales realistas”, aunque sea para “morigerar” la presumible revuelta universal de mayorías siempre postergadas.

En este contexto es útil recordar que, frente a la violencia del hambre, las guerras inútiles y el desfreno de las dirigencias caprichosas y mezquinas de todos los tiempos, han sido las masas pobres, con su tozudez por subsistir y reconstruir a partir de sus precarios medios, el fundamento esencial para volver a afirmar con sudor y sacrificio sociedades devastadas y las arcas exhaustas.

Sin embargo, aunque estemos sumergidos en el individualismo mercantil y decadente de la posmodernidad, debemos intentar el reencuentro con viejas ideas de solidaridad y compromiso comunitario para acompañar el anhelado despertar de los pueblos. No podemos pues seguir pateando para adelante “la bomba social y del medio ambiente”, pobreza y miseria crecientes, hambre, explotación, marginación, degradación, alienación y violencia activa y pasiva, en el marco de la acelerada destrucción de nuestra madre tierra, que son los reales problemas de la humanidad. Frente a esta situación límite, y no obstante su impacto personal y social, creo que debemos hacer el intento de generar con premura nuevos procesos (válidos también en el campo habitacional), compatibilizando en dura estrategia de subsistencia lo deseable con aquello que es posible. Necesitamos, empapados del sano realismo de las mayorías y con apoyo de tecnologías apropiadas, colaborar en recomponer la fe, la esperanza y la solidaridad perdidas, para imaginar un mundo nuevo y una nueva civilización para “todo el hombre y todos los hombres”.

La tecnología en boga

Pese al generalizado conocimiento de esta encrucijada, estamos iniciando la llamada tercera revolución tecnológica del planeta, cuando el grueso de la humanidad no disfruta aún de beneficios básicos de la Revolución Industrial.

No se trata sin embargo de un rechazo romántico y generalizado de la tecnología actual (allí donde comulga con el medio ambiente y el desarrollo humano), sino de la apertura de caminos nuevos y complementarios, para morigerar, al menos, la masiva brecha creada, entre Norte y Sur y la posibilidad de “ser y no ser”, que son las graves instancias que nos abre la imposición de la tecnología imperial. Debemos luchar pues, para que no se siga confirmando, la aguda predicción de un líder chicano: “Cada vez que los gringos hacen un invento, quedamos un escalón más abajo”.

Primera parte: Tecnología apropiada

¿Si las poblaciones pobres y mayoritarias por cuenta propia y con escasos recursos consiguen tanto para subsistir, de qué no serían capaces si contaran con el apoyo que necesitan? (Conferencia Episcopal Brasileña 1986)



Figura 2: Alienación del hombre y destrucción del medio ambiente.

El problema creciente del déficit económico-social y del espacio

Pareciera que no es fácil tomar conciencia de que al final del presente siglo, el 80 por ciento de la población de los países piadosamente denominados “en desarrollo” vivirá en explosivos conglomerados ciudadanos. *La bomba social en acción*. En efecto, unos cuatro mil millones de hombres estarán hacinados en ciudades medias o monstruosas urbes, como México, San Pablo o Buenos Aires (Huffman 1988), donde el espacio familiar y urbano y los servicios, serán sin lugar a dudas, cada día más deficientes u obsoletos y sin posibilidad de recambio.

En estos países con permanente déficit económico-social, tenemos que tener en cuenta que la función manifiesta del Estado en el hábitat, en vez de crecer se ha ido reduciendo hasta llegar aproximadamente desde un cero a sólo un dos por ciento promedio de los gastos estatales (Huffman 1988).

Pese al pavoroso déficit habitacional de arrastre y en expansión, se comprueba también, de acuerdo a estudios del Banco Mundial, que la porción del Producto Bruto Nacional invertido en vivienda ha disminuido globalmente en la última década, en un 25 por ciento (Huffman 1988). Por ello es fácil de imaginar que el grueso de la población mundial se aleja cada día más de las posibilidades de habitar en forma no digamos confortable sino humana.

Por otra parte, una mirada globalizadora tanto en el campo habitacional como en el que hace a la mayoría de las necesidades primarias de los pueblos nos muestra que gran parte de la tecnología aplicada o en desarrollo es inalcanzable o inadecuada para ellos. Esto es atribuible no sólo a fallas de las democracias formales (no sociales), sino también al hecho de que el estilo tecnológico encarado y difundido por los países ricos y dominantes de la sociedad productiva se ha desenvuelto cada vez más con mayor sofisticación, uso intensivo de capital, fuerte dependencia energética mundial y un alto compromiso con la destrucción y explotación del medio ambiente, siendo generador de creciente e irracional reemplazo de mano de obra por la máquina, es decir tecnologías responsables de un proceso de “modernidad” que trae cada vez más avances y lucro sólo para los más fuertes y competitivos

en la nueva liturgia del mercado y la sociedad consumista.

Esta dirección o estilo tecnológico ha sido orientado por “mecenas” cuyas intenciones no apuntan al servicio efectivo del grueso de la humanidad y la comunión con el orden natural, sino en gran medida al afianzamiento de la abundancia material, poderío y despilfarro de países y sectores dominantes (Pablo VI 1967, Juan Pablo II 1981).

Constatamos pues que el progreso técnico y humano no siempre caminan parejos, ya que en su fundamento el problema del progreso es esencialmente un problema espiritual y moral. Por ello, no caben dudas de que al finalizar el contrastado y explosivo siglo presente, las propuestas más audaces de la ciencia y la técnica no podrán seguir orientándose a viajar a las estrellas, preparar “guerras de galaxias” o generar mayor cantidad de lujosos y complejos “chiches” electrónicos, sino colaborar comprometidamente en dar soluciones posibles y realistas a las necesidades básicas y explosivas de las mayorías pobres.

La tarea a realizar

No podemos soslayar por más tiempo el cambio del rumbo que debiera imprimirse a la innovación tecnológica referente a diversos aspectos de la vida en nuestras sociedades americanas y del tercer mundo. No basta pues sólo el afianzamiento de la construcción de “un puente” entre el sistema científico-tecnológico y el sector productivo formal, sino también (de una manera acorde y paralela) de “alargar acertadamente los brazos” de las multitudes carenciadas, según sus requerimientos y culturas, para incorporarlas de manera progresiva y adecuada a un nivel mínimo de subsistencia y estabilidad.

Por ello es urgente una más racional y justa distribución de los escasos recursos públicos, unido a las posibilidades de brindar a las masas el apoyo técnico-social debido, para mejor utilizar sus también menguados recursos económicos e implementar sus cuantiosos recursos humanos (enorme capital generalmente olvidado por políticos y técnicos). La urgencia de definición política al respecto se apoya en la necesidad de implementar (fuera de toda declamación) un camino progresivo y acorde de desarrollo de tecnologías y métodos apropiados para esta situación, es-

tructurado con los correspondientes procesos de organización comunitaria, capacitación masiva, crédito conveniente y un accionar más democrático, solidario y participativo. En esta tarea necesariamente convergente, la universidad, organizaciones científicas y tecnológicas, grupos técnicos, sociedades intermedias y organizaciones no gubernamentales, así como las diversas organizaciones comunitarias, no pueden seguir trabajando aisladamente y sin apoyo efectivo, persistente y no demagógico del Estado como entidad viabilizadora y de regulación justa.

Las ideas de tecnología apropiada y apropiable

A partir de Ghandi y Schumacher, se avisa un nuevo estilo tecnológico y una complementaria y (aunque pequeña) creciente búsqueda de desenvolvimiento de tecnologías de función social, o tecnologías alternativas, o tecnologías apropiadas y apropiables por las masas, o también de nexos entre las tecnologías populares y la tecnología moderna.

Vemos, por ejemplo, que las tecnologías de capital intensivo desplegadas en Europa, los Estados Unidos y Japón resultaron sumamente eficientes en su medio, pero su introducción indiscriminada en las sociedades menos desarrolladas y más pobres en gran medida ha producido enormes huecos y creado más problemas que los que se intentaban resolver (OCDE 1979).

La idea de tecnología adecuada o socialmente apropiada no es pues un intento de volver al pasado, sino de rescatar el principio de que el valor de una nueva tecnología no estriba solamente en su “perspectiva económica y su solidez técnica, sino también en su capacidad de comprensión y adaptación al medio: económico, social, ecológico y cultural” (OCDE 1979). De aquí la voluntad de orientar su creciente desenvolvimiento y aplicación, de acuerdo a la dimensión local, con vocación de complemento y no de sustitución de la tecnología moderna, allí donde es útil e irremplazable. Se crea así la expresión de lo que Ignacy Sachs (1980) ha llamado “los valores del pluralismo tecnológico” para afirmar un desarrollo más efectivo y también masivo en las sociedades del tercer mundo.

Pareciera útil repasar aquí algunas de las características ya conocidas de lo que se denomina tecnología apropiada o socialmente apropiada:

a) *Autodeterminación tecnológica respetuosa de las identidades culturales*: Tecnología socialmente apropiada es un término que presupone un enfoque y visión original de la sociedad y el mundo. Sugiere, desde la experiencia, que la tecnología desarrollada en la sociedad productora no es neutral ni evoluciona en una dirección única y excluyente. Busca que los distintos grupos étnicos y geográficos desarrollen o adapten tecnologías apropiadas a sus circunstancias, como factor esencial para preservar la propia cultura e independencia. Crece así la feliz idea de que “el desarrollo” puede convertirse en un camino cierto de innovación material y también de crecimiento espiritual, en profunda relación con las bases de la sociedad, el medio ambiente y el cosmos, y no sólo en riqueza material y poder en manos de una minoría.

b) *Acento en la humanización del proceso de producción*: “La producción por las masas y no la producción para las masas”, como decía Ghandi (1976), pone necesariamente el centro sobre el trabajo y no sólo sobre el beneficio o el poder. El desarrollo de tecnologías alternativas debe tender a generar empleo y no a suprimirlo, buscando poner el acento sobre el productor y la humanización de sus tareas o la función social de aquel, y no sólo sobre el producto y su inserción en el mercado.

c) *Recomposición de una producción básica de subsistencia*: Es decir, el proceso tecnológico colaborando eficazmente en recomponer temporaria y urgentemente una producción generalizada de subsistencia (destruida irracionalmente por la revolución industrial y base esencial hoy de justicia distributiva), para ir alentando de manera progresiva la generación de un crecimiento y riqueza reales, pero de reparto más universal.

d) *Recuperación del ingenio práctico del pueblo*: Urge también la recuperación del ingenio práctico de las gentes, ampliando sus brazos para ayudar a que, libre y organizadamente, se hagan dueñas de su destino y puedan contribuir así al mejoramiento de la sociedad global.

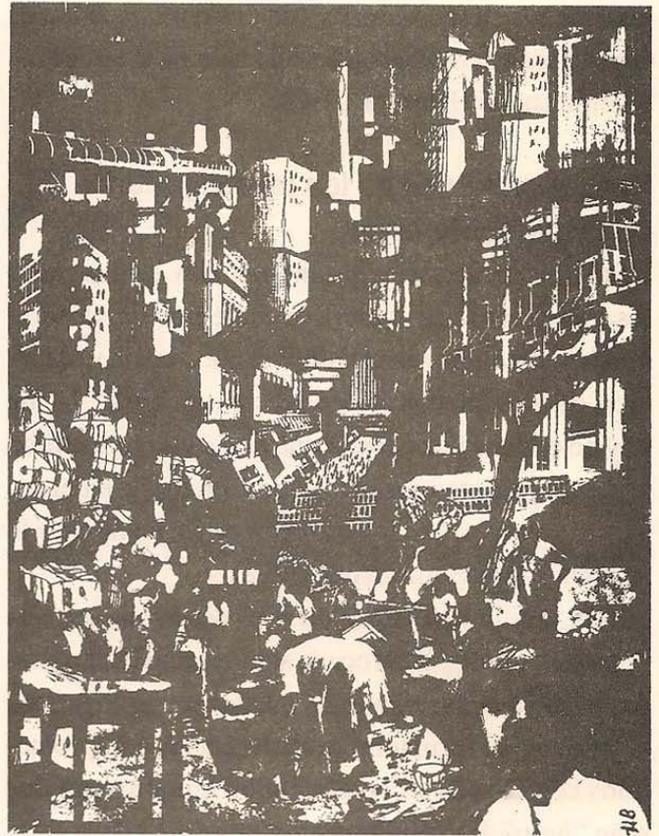


Figura 3: Tecnología para mayor desarrollo de los desarrollados.

Desarrollo de políticas científico-tecnológicas apropiadas acordes con las necesidades de los pueblos

Quiero volver a subrayar aquí que la dirección del conocimiento y el quehacer científico-técnico orientados a la solución de los problemas y aspiraciones mayoritarias no propone un rechazo ingenuo de deslumbrantes e innegables avances de la ciencia y la técnica actual, allá donde se han alineado con la vida y el orden natural, sino que intenta contribuir a la apertura de nuevos y complementados caminos de mayor significación social, humanista y ecológica, y al desarrollo claro de políticas comprometidas realmente con el desarrollo integral y de toda la humanidad. En esta dirección, las políticas científico-tecnológicas a afianzar, nos muestran alternativas complementarias entre el estilo tecnológico actual y el nuevo desenvolvimiento de tecnologías de fácil apropiación social (Herrera 1988).

Alternativas: a) Que la tecnología conveniente al desarrollo integral exista, en ese caso se la aplica. b) Que exista pero que deba ser modificada o adaptada según los requerimientos locales. c) Que haya que recrearla a partir de la combinación de elementos

existentes pero combinados de diferente manera. d) Que haya que crearla con una clara intención de apropiación social (Herrera 1988).

Responsabilidad de los investigadores en el momento actual

Por fin, parafraseando a numerosos investigadores y pensadores actuales, ya es tiempo de un cambio de mentalidad en el campo de la ciencia y la técnica, de acuerdo con el signo de los tiempos, “ya que hoy no es pensable aceptar que el quehacer científico y tecnológico siga desarrollándose en forma independiente y sin vinculación estrecha con el medio que lo sostiene” (De Hamptienne 1982).

Para que la investigación y el desarrollo en esta línea de tecnología enfocada según necesidades fundamentales de las mayorías puedan tomar vigencia, es primordial formar recursos humanos comprometidos con la vida y con el hombre común, para que sean “humildes servidores, impregnados de la sabiduría de las bienaventuranzas evangélicas” y “comprometidos con lo profundamente humano y comunitario” (Schumacher 1978).

Segunda parte: Tecnología apropiada en el hábitat social

Investigación y transferencia en el campo de la vivienda social

Dentro de esta óptica, nos ubicamos en el campo habitacional para preguntarnos si no es conveniente y urgente desarrollar y adaptar participativamente y transferir métodos y técnicas constructivas y auxiliares, para apoyo de los sectores más necesitados de la población, donde se localiza el cuantioso déficit al que ya hemos hecho referencia, el cual no es posible solucionarlo con productos ideales: “vivienda llave en mano”, de costosa tecnología, como lo han hecho los países ricos del norte.

Por ello conviene tener presente que estos sectores por sí mismos tienen escasas posibilidades de utilizar tecnologías de complejidad creciente, sofisticadas y costosas, o innovar sobre las de origen tradicional o folclórico (generalmente relacionadas al atraso y la pobreza).

Constatamos en cambio:

- Que la industria y el profesional en general, con los ojos puestos en la clientela solvente y los centros productores de tecnologías del exterior, en gran medida se desentienden del proceso tecnológico que conviene a los tramos mayoritarios, de escasos recursos.

- Que la búsqueda de soluciones creativas, pero de baja rentabilidad, no despierta demasiado el entusiasmo de muchos investigadores (generalmente arquitectos) comprometidos con las corrientes cambiantes de la plástica y las modas de carácter internacional.

- Se comprueba también el escaso interés demostrado, en la práctica por los gobiernos, referentes a distintos aspectos del hábitat popular y el desarrollo de tecnologías económicas en relación a la producción de la vivienda autogestionaria.

El problema de la pobreza, y por lo tanto del hábitat popular, no es de interés de los políticos y dirigencia en general, contribuyendo así a que la situación socio-habitacional de los países del tercer mundo se agrave en forma creciente, contando cada vez con menos capacidad de llegar a soluciones masivas posibles. Los sueños de vivienda “digna y costosa para todos” son la mejor manera de seguir haciendo vivienda sólo para los que la pueden pagar, aunque es “elegante” insistir en soluciones “ideales”, imposibles.

Algunas características de las tecnologías constructivas apropiadas y apropiables

Humanización de tareas: Disminuir horas de trabajo, simplificar herramientas utilizables por una abundante mano de obra disponible, hacer más humana y libre cada tarea sin necesidad de un pesado aprendizaje, tanto de la fabricación de partes como de la construcción o montaje; igualar las posibilidades constructivas de “los que saben y los que no saben”, permitiendo la incorporación de mujeres y aun de niños (para ayuda mutua y esfuerzo propio, sistemas mixtos, etc.). Se deben lograr procedimientos de fácil adopción y transformación (apropiación) y diversas maneras de aplicación compartida o individual, que permitan una gran flexibilización e intercambio de roles, para programas de autogestión y autoconstrucción y sistemas mixtos de ejecución de vivienda progresiva, semilla, núcleo, etc.

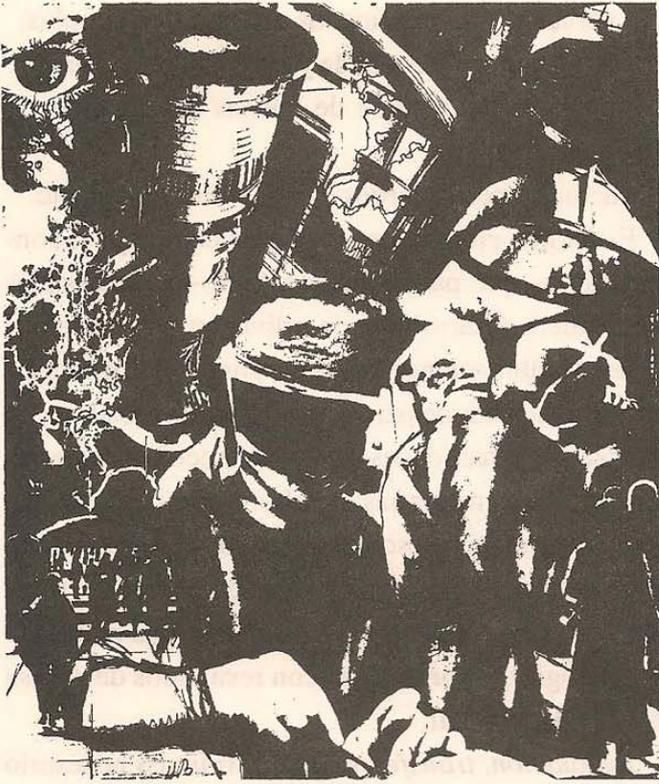


Figura 4: Cuando la tecnología de avanzada comulga con la vida.

Organización del proceso constructivo: La organización de las tareas constructivas debido tanto a necesidades sociales, como a necesidades inherentes al procedimiento técnico, conviene que sean simples y claras, respetuosas de las maneras de trabajo de los pobladores, evitando (en el caso de autoconstrucción) calcar formas de programación y control extraídas de rígidos esquemas de organización industrial.

Mano de obra intensiva: El uso de mano de obra no calificada o de escasa experiencia constituye un fuerte determinante del estilo tecnológico a emprender, dado que la tecnología apropiada no apunta sólo al producto sino sobre todo a un proceso generalizable y personalizador. El desarrollo de tecnologías constructivas de función social exige ir elaborando un amplio abanico de propuestas técnicas, procedimientos y métodos (constructivos, económicos, sociales, productivos, organizativos, legales, etc.) en relación estrecha con cultura y clima y sobre todo según reales posibilidades de los usuarios y respaldo financiero.

Apropiación: También se busca transmitir maneras participativas y creativas de apropiación en el hacer concreto, para viabilizar una fácil y eficaz in-

corporación y adaptación a la propia cultura, y esto presupone su libre uso, mejoramiento y ajuste (Berretta 1978).

Economía de equipos: Tanto el equipo y sus herramientas como los sistemas y medios utilizados deben ser económicos y de simple mantenimiento y reparación, para asegurar su continuidad y posterior reemplazo o mejoramiento progresivo.

Aprovechamiento de recursos locales: El uso correcto de materiales simples y recursos locales, si es posible con decreciente utilización de energía costosa, ha de contribuir a conservar el necesario equilibrio ecológico y disminuir la dependencia del exterior.

Participación de organizaciones múltiples: En los países del tercer mundo, la tecnología apropiada constituye un viabilizador de la participación grupal, ya sea en organizaciones múltiples que tienden a la autogestión o en la realización de empresas comunitarias, pequeñas y medianas empresas locales (microemprendimientos y microempresas).

Fortalecimiento del sector privado: Con esta visión se puede decir por fin que el fortalecimiento del sector privado (propio de los actuales ajustes) cabe no sólo orientarlo al robustecimiento de la empresa formal privada sino principalmente al robustecimiento y desarrollo de diversas formas participativas de gestión social, con apoyo técnico de sociedades intermedias, iglesias, comunas, organizaciones no gubernamentales, etc.

Investigación-acción

La tecnología en boga se orienta en base a un sistema de valores que tiende en gran medida a definir productos rentables para el mercado formal. Como consecuencia de esto, las ideas de participación y mano de obra intensiva, humanización del espacio y el trabajo, recuperación cultural, libertad creativa, inserción armoniosa en la naturaleza, apropiación social, etc., no constituyen objetivos del desarrollo tecnológico convencional y de mercado. Sin embargo, estas ideas deberían gradualmente imprimir direccionalidad a la producción del hábitat, si empezamos a privilegiar la idea del servicio, en relación no sólo a su finalidad constructiva y de beneficio sino también como proceso y acción, personalizadora y comunitaria.

Servicio de investigación-acción: Para contribuir pues a encaminar una progresiva y conveniente innovación o adaptación tecnológica en este derrotero, será deseable ampliar experiencias a partir de una conjunción de investigadores, funcionarios, técnicos de campo, pobladores, pequeñas empresas y empresas comunitarias, desarrollando una metodología troncal, flexible y con diversos grados y posibilidades de participación de todos estos involucrados en “procesos de vivienda y promoción”. Esta línea de trabajo que llamaremos “servicio de investigación-acción” trata de desarrollar un procedimiento metodológico que puede relacionar diversas maneras de participación y seguimiento entre técnicos de interdisciplina y comunidades concretas (Berretta 1978).

Proyectos experimentales: El desenvolvimiento de una metodología integrada de investigación-acción en este terreno implica la ejecución interdisciplinaria y grupal de tareas de gabinete y campo, con evaluaciones cíclicas (experiencia controlada) capaces de ir generando, por un lado, un “retorno” para retroalimentación de la investigación, por otro, una “apropiación y modificación responsable” (por parte de los usuarios) de las técnicas y el proceso mismo, con el creativo apoyo que representa el desenvolvimiento en paralelo de sus capacidades de gestión.

Compatibilización de contrarios: Estas experiencias necesarias para el avance del conocimiento práctico requieren también la capacidad de compatibilizar “términos contrarios”¹ que no pueden ser resueltos sólo por el pensamiento lógico. Así, reconciliar términos contrarios requiere un alto grado de esfuerzo y creatividad en la búsqueda (en el campo de la investigación de tecnologías constructivas) de productos:

- masivos pero a su vez adecuados a cada región;
- flexibles y eficientes, aunque de bajo costo;
- livianos y de fácil manipulación pero de alta resistencia y durabilidad;

1. En esta línea podemos mencionar: la bloquera “Cinva-Ran” de Colombia; sistemas constructivos “MAS”, “BENO”, “FC” y “Semilla” del CEVE; “UNE” 1 y 2, “Chubut” y “Ñande Roga” de Argentina; “Simplex-Cepol”, “Hogar de Cristo”, “Corrumel”, “Uniplac” y “Vida” de Chile; “Servivienda” de Colombia; “Sandino” de Cuba; “Bahareque” y “Vivienda Ecológica” de México; “EA”, “MC Prefab” y “Tangran” de Brasil; “Quincha prefabricada” del Perú; los bloques de azufre del arq. Horteiga, las tejas de cemento “Sofonias”, etc.

- variados y diversificados a la vez que simples;
- de terminación acabada y ejecución sencilla;
- económicos aunque de buenas condiciones de habitabilidad;
- actuales pero acordes con la cultura local, etc.

Esta tarea creativa se torna más compleja si consideramos que para procesos socio-habitacionales se requiere desarrollar y coordinar en la praxis múltiples combinaciones interdisciplinarias. En esta dirección, la labor de permanente gestión creadora, en contacto con realidades concretas, poco tiene que ver con prácticas rutinarias de laboratorio o biblioteca, en la repetición de esquemas remanidos, trabajando a veces con costosos y sofisticados procedimientos que, en este campo, poco agregan a lo ya conocido (tautología), y por lo tanto con resultados de escasa trascendencia real.

Evaluación, transferencia, difusión: Es necesario encarar proyectos experimentales compartidos a partir de diálogo y servicio comprometidos con la realidad, que posibiliten, después de evaluados, su rectificación y difusión. Ello presupone también la crítica razonada de prácticas empíricas (aprender haciendo) y participativas (hacer y aprender juntos), introduciendo grados de abstracción progresiva y una dosis de agilidad mental, apertura y capacidad de síntesis. Evitando por otra parte caer en la preocupación exagerada por la pureza del método sin la pasión por la finalidad social de procesos y productos buscados, que podría llevar a convertir la metodología en móvil último más que en herramienta de trabajo.

Dadas las numerosas dificultades restrictivas para el desarrollo de nuevos métodos, técnicas, productos, herramientas, y debido a limitaciones y condiciones particulares —económicas, culturales, ambientales, etc.—, se puede constatar que en este campo de investigación-acción la justificación del procedimiento se nutre de la “teoría”, pero sobre todo de la “eficacia evidente”, desarrollada en experiencias cíclicas seriamente estudiadas.

La teoría científica, la habilidad práctica de compartir experiencias y la evaluación metódica, por aproximaciones sucesivas, determinan un “tiempo” que no es el de la tecnología de avanzada, ya que su resultado no está definido solamente por la bondad

del producto final sino también por el proceso humanizado y compartido de organización, fabricación, entrenamiento, educación, financiación, administración, montaje, adopción, adaptación, etc., en donde se hallan estrechamente vinculadas técnicas constructivas, socio-organizativas, educativas, económicas, legales, etc. No se trata pues, de "preocuparse solamente de innovaciones tecnológicas, sino también de innovaciones sociales, interrelacionadas" (Sauquet 1985).

Por último, la metodología de investigación-acción, que necesita apoyarse en el desarrollo de un ámbito de reflexión común, requiere el desenvolvimiento de métodos participativos que complementen los métodos convencionales de evaluación. Ello posibilitará compartir una permanente actitud de apertura a la cambiante realidad, y también cambios de actitud, tanto entre investigadores y técnicos como con pobladores, promotores, industriales y gobiernos.

Hacia nuevos enfoques de las políticas habitacionales

Es imprescindible pues, que los Estados tomen conciencia de una vez por todas de sus falencias y también de sus necesidades de ser viabilizadores y no ejecutores burocráticos trabantes, de manera de conseguir una participación real y efectiva de todos los sectores socio-organizativos, económico-financieros, legales, etc., para la producción de bienes y servicios habitacionales progresivos y económicos. Creo que sólo así se podrán instrumentar políticas alternativas correctas, dejando de derrochar capitales y energía, que llegan a ser incalculables y que no sirven más que para incrementar déficit y frustraciones.

Sería útil también que los políticos del tercer mundo y de nuestro país abrieran humildemente los ojos y el intelecto para valorar experiencias importantísimas como los de la ley uruguaya de vivienda, la acción de Fonhapo en México y Fundasal en El Salvador, y la trayectoria chilena y cubana de vivienda social, Servivienda en Colombia, así como el decreto 690/92 de Argentina (primer ensayo de vivienda realmente social en el país, lamentablemente pasada a vía muerta), la Mesa de Concertación de Córdoba, la política habitacional de Mendoza, Un Techo para mi Hermano en Río Negro, la acción

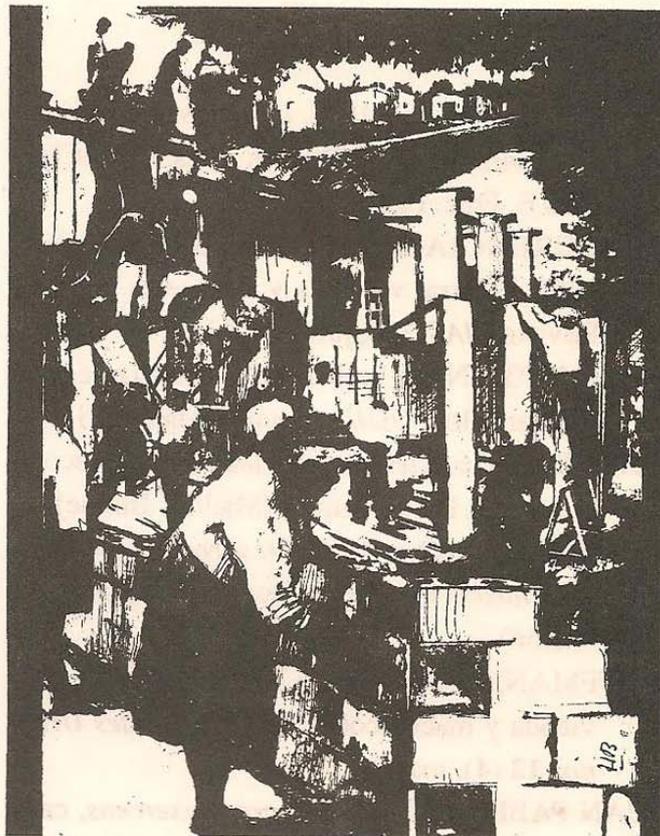


Figura 5: Desarrollar tecnologías apropiadas y apropiables por las mayorías.

habitacional de las comunas de Rafaela y Zárate y la acción de numerosas organizaciones no gubernamentales y comunidades organizadas.

Por último, los Estados deberían avanzar en clarificar criterios de selección y desarrollo tecnológico para orientar una sana y justa política habitacional. De esta manera sería posible definir si el sistema de ciencia y técnica (en el área) y el sistema social y de producción de vivienda pueden integrarse en una planificación racional tan útil para contribuir al fomento, difusión, transferencia, apropiación, adaptación y uso de los conocimientos desarrollados, en constante equilibrio y vínculo con la realidad de todos los involucrados (acumular experiencia para servir mejor).

Creo que sólo así el rumbo de la investigación tecnológica en este campo no dependerá únicamente de "la oferta y la demanda" (mercancía), impuesta muchas veces sólo por sectores de poder, sino de las necesidades mayoritarias garantizadas por una acción orientadora y planificadora del Estado, verdaderamente en su rol: democrático y social.

Referencias

- BERRETTA, Horacio. 1978. *Investigación y vivienda de interés social* (Buenos Aires: CONICET-CEVE, Edic. FECIC).
- CONFERENCIA EPISCOPAL BRASILEÑA. 1986. "Tierra, vivienda y ambientes pobres", Revista *CIAS*, 324, julio, 37-40.
- DE HAMPTIENNE, Ivan. 1982. "Ciencia, técnica y desarrollo", *QUID* (Buenos Aires) 5, 17.
- GHANDI. 1976. *Ciencia para los pueblos*, recopilación por Dadra Kumar (Madrid: Blume).
- HERRERA, Amilcar. 1988. *Desarrollo tecnológico y medio ambiente* (Buenos Aires: Nueva Visión).
- HUFFMAN, Edwin (Banco Mundial). 1988. "Vivienda y macroeconomía", *Horizontes Urbanos* 12 (4), mayo, 1, 2 y 6.
- JUAN PABLO II. 1981. *Laborens exercens*, carta encíclica (Buenos Aires: Ediciones Paulina).
- LA BIBLIA. Génesis.
- OCDE (Organización de Cooperación y Desarrollo Económico Europeo). 1979. *La technologie appropriée* (México: Edición del CEESTEM).
- PABLO VI. 1967. *Popularum progressio*, carta encíclica (Buenos Aires: Ediciones Paulina).
- SACHS, Ignacy. 1980. *Technologies appropriées pour le Tiers-Monde* (París: Centre International de Recherche sur l'Environnement).
- SAUQUET, M. 1985. "Batir", *Reseau: Tech et Deveolppment* ("Gret", centro tecnológico francés, París) 31.

- SCHUMACHER, Ernest F. 1978. *Small is beautiful (A study of economics as if people mattered)*. Trad. francesa, *Small is beautiful - Une société a la mesure de l'homme* (Francia: Contretemps - Le Seuil - Evreux).
- TOFFLER, Alvin, y Heydi TOFFLER. 1993. "La revuelta de los ricos", diario *Clarín* (Buenos Aires), sección "Opinión y Sociedad", 12 de octubre de 1993, 15.

Recibido: 20 octubre 1995; aceptado: 8 marzo 1996

Horacio Berretta García es arquitecto, Investigador Superior del CONICET, organizador y actual director del Centro Experimental de la Vivienda Económica de Córdoba, Argentina. Ha sido profesor en las Universidades Nacionales de Buenos Aires y La Plata, en la Universidad Católica de Córdoba y la Universidad de Belgrano. Fue jefe del Programa XIV de Ciencia y Técnica para el Desarrollo de América latina (CYTED-D). Es miembro de la Academia del Plata. Ha recibido los siguientes premios: Premio Consagración "Luis Migone" de la Academia Nacional de Ingeniería en 1989, cinco Primeros Premios de Arquitectura (en colaboración) y Primer Premio (tecnología) Bienal de Quito de 1984. Es titular (en colaboración) de seis patentes constructivas y tres certificados de aptitud técnica. Con sistemas constructivos propios y del CEVE, se han construido 80 prototipos y más de 3.000 viviendas económicas en la Argentina, Uruguay y Brasil.

LA CALIDAD: UN NUEVO ENFOQUE HACIA EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN DEL HÁBITAT

Renée Dunowicz
Alicia Gerscovich
Teresa Boselli
Roberto Perazzo
Raúl Topolevsky

vivienda social
social housing

mejoramiento de la calidad
improvement of quality

proyecto, construcción y uso
project, execution and use

Programa de Mantenimiento Habitacional
Secretaría de Investigaciones en Ciencia y
Técnica, Facultad de Arquitectura,
Diseño y Urbanismo,
Universidad de Buenos Aires
Dirección: Ciudad Universitaria, Pabellón 3,
piso 4, 1428 Buenos Aires, Argentina.
E-mail: rdunow@fadu.uba.ar

Quality: A new focus toward the improvement of the habitat production

To achieve a better quality of life through the design of the habitat requires not only taking into account levels of comfort that each society demands in a given moment, but also assuring its permanence during the lifetime such habitat was projected for. In this way, the satisfaction of massive housing needs must be conceived, not so much as the production and delivery of a property, but rather as the provision of a service that must be extended farther than the instance of the occupation. The appearance of defects in the dwellings, soon after the beginning of its operative life and/or before its predicted lifetime is met, leads to what it is known today as "pathology of the construction". In this field it is fundamental to investigate the causes of the appearance of pathologies and to search for appropriate methods of diagnostics. The way toward quality improvement involves a cultural change and the application of an integral system. Permanent education and continued training of all the actors involved —professionals, technicians, laborers, users— are paramount to find effective answers to the above mentioned problems.

Procurar una mejor calidad de vida a través del diseño del hábitat implica no sólo acondicionarlo a los niveles de confort que cada sociedad se plantea —en un momento dado— sino también garantizar su permanencia en el tiempo proyectado. En este sentido, la satisfacción de necesidades habitacionales masivas debe concebirse no tanto como la producción y entrega de un bien sino como la provisión de un servicio que se extiende más allá de la instancia de la ocupación. La aparición de defectos en las viviendas, a poco de comenzar su vida operativa y/o cuando la vida útil prevista no ha culminado, da lugar a lo que hoy se entiende por "patología de la construcción". En este campo es fundamental investigar sobre las causas de la aparición de patologías y en la búsqueda de métodos de diagnóstico adecuados. El tránsito hacia el mejoramiento de la calidad implica un cambio cultural y la aplicación de un sistema integral. A partir de la educación permanente y la capacitación continua de todos los actores involucrados —profesionales, técnicos, obreros, usuarios— será posible encontrar respuestas efectivas a los problemas planteados.

Introducción

El proceso integral de la conservación del espacio construido reviste una importancia social y económica que en nuestro país no ha sido debidamente considerada en el trazado de políticas para el sector de la vivienda. El resultado ha sido y es un hábitat cualitativamente degradado y de corta vida útil. *¿Cómo garantizar la vida útil del hábitat construido? ¿Cómo mejorar su calidad?* Procurar una mejor calidad de vida a través del diseño del hábitat implica no sólo acondicionarlo a los niveles de confort que cada sociedad se plantea —en un momento dado— sino también garantizar su permanencia en el tiempo proyectado.

En este campo, existen problemas no resueltos que requieren de conocimientos que la investigación científica puede procurar. En los últimos años, el explosivo desarrollo tecnológico incorporó nuevos materiales y modificó las formas tradicionales de producción, perdiéndose una característica del sistema tradicional: la verificación paulatina de los materiales en el uso (*performance*). Estos cambios, si bien respondieron cuantitativa y cualitativamente a la demanda masiva, trajeron aparejados nuevos problemas en las construcciones.

Las relaciones entre el espacio construido y su apropiación, entre los edificios y su entorno, y entre la efectividad del producto final y su durabilidad se han alterado. Por otra parte, también se han modificado las demandas del mercado y en particular las necesidades del destinatario final. Hoy las demandas se orientan a elevar los niveles de calidad, seguridad de

la edificación, confort, simultáneamente a una mayor flexibilidad en el uso de los espacios y una mayor adaptabilidad a los cambios en el modo de vida.

Las cifras actuales del déficit habitacional son conocidas. En Latinoamérica, cerca de 140 millones de personas tienen problemas de vivienda. En la Argentina, según el Censo Nacional de Población y Vivienda de 1991, 12 millones de personas padecen igual situación. A esta cifra hay que agregar las viviendas construidas por el Estado en los últimos veinticinco años, que hoy presentan un envejecimiento precoz y no han sido consideradas deficitarias por el Censo.

Esta degradación prematura del estado físico y funcional, en particular de los conjuntos habitacionales, tiene su origen, entre otras causas, en fallas técnico-constructivas, en la indefinición dominial para administrar el bien compartido y en un uso y mantenimiento inadecuados por parte de sus ocupantes. Su consecuencia es un *deterioro prematuro de las condiciones de habitabilidad y seguridad previstas*, que dificulta el proceso de apropiación del hábitat por parte de los habitantes, pero fundamentalmente, no favorece la integración social, cultural y económica de los barrios al tejido de la ciudad, que finalmente los margina.

A través de la operatoria FONAVI (Fondo Nacional de la Vivienda, Ley 21.581/77), uno de los instrumentos utilizados por el Estado para resolver el déficit habitacional, se han construido aproximadamente hasta nuestros días 450.000 viviendas, de las cuales 45.000 se ubican en el área metropolitana de Buenos Aires. Esta operatoria, como algunas que la precedieron, se centró en la producción de vivien-

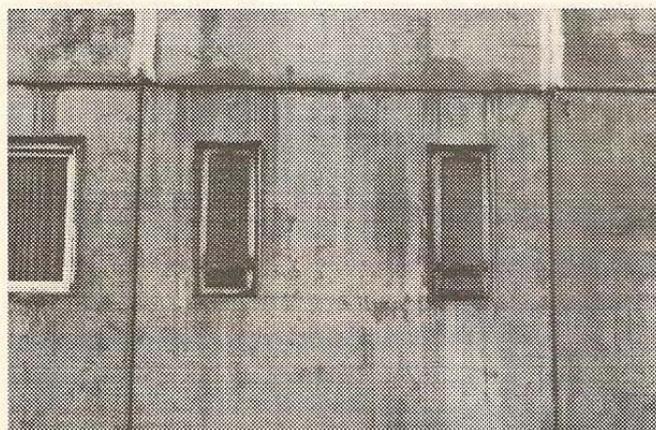


Figura 1: 1a) Infiltración de agua por juntas, debida al descascaramiento de vértices y aristas de paneles premoldeados de hormigón. 1b) Riesgo estructural en medios de salida, debido a armaduras expuestas en tramos de escaleras premoldeadas de hormigón.

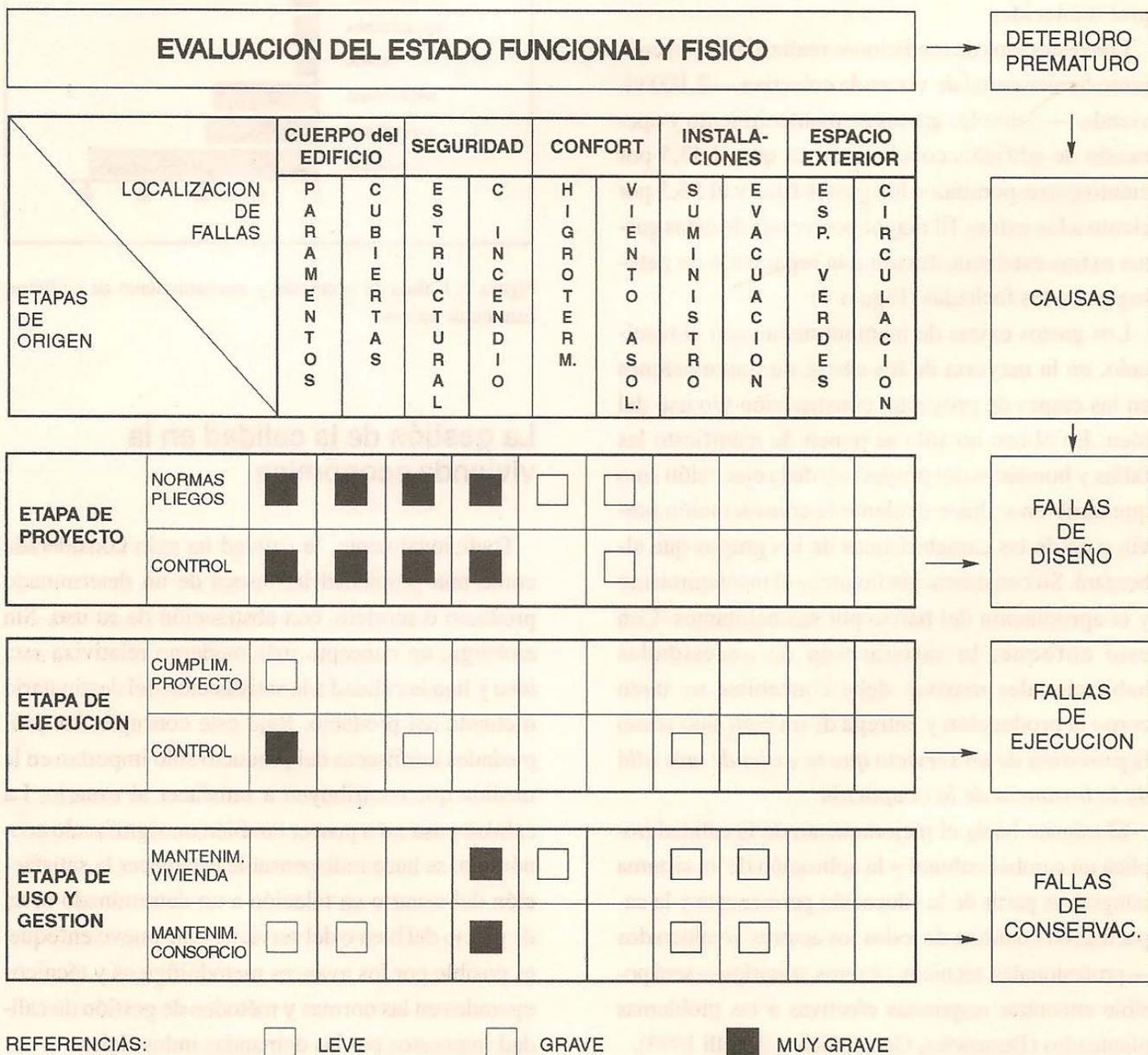
das nuevas, en las que no se consideró el uso, administración y mantenimiento posterior por parte de sus habitantes.

Por otra parte, la aparición de defectos en estas viviendas, a poco de comenzar su vida operativa y cuando la vida útil prevista no había culminado, originaron "patologías constructivas" (Figura 1). Es fundamental investigar sobre las causas de la aparición de patologías y los métodos de diagnóstico adecuados. Los resultados de estos estudios deben ser transferidos a todos los actores del proceso de producción del hábitat, convertidos en conocimientos aplicables en la actividad de la *prevención*. Esta

transferencia y aplicación de los resultados al sector de la construcción —en particular al de la vivienda social— será una contribución al mejoramiento de su calidad (Turchini 1994).

Evaluaciones realizadas sobre viviendas producidas en el marco de las operatorias del FONAVI —con sistemas no tradicionales— detectaron que, en general, las patologías constructivas son el resultado de imprevisiones o errores en el proceso constructivo (MacDonnell 1989). Sin embargo, entendemos que es fundamentalmente a nivel de *proyecto* donde se resuelven la compatibilización de los materiales y sistemas en un edificio, su durabilidad

Tabla 1: Matriz de patologías según rubros y etapas de origen.



constructiva y sus requerimientos funcionales. Si se tiene en cuenta la diversidad y complejidad de las construcciones actuales, es imprescindible efectuar un análisis de todos los elementos intervinientes considerando no sólo su funcionalidad y su estética sino también su durabilidad. Esto implica contemplar su mutua interacción a lo largo de toda la vida del producto resultante (Tabla 1).

Asegurar niveles sostenidos de calidad en la producción del hábitat para períodos preestablecidos, requiere un diseño adecuado y una correcta ejecución que garanticen un buen uso posterior. Por otra parte, la vivienda es el producto más caro que el hombre consume en su vida. Como tal, requiere de un mantenimiento efectivo durante su uso para llegar al término de su vida útil en las condiciones preestablecidas.

Los resultados de mediciones realizadas en un conjunto habitacional de vivienda colectiva —2.100 viviendas— sobre los gastos de mantenimiento y operación de edificios concluyeron en que el 43,5 por ciento correspondían a los gastos fijos y el 56,5 por ciento a los extras. El mayor porcentaje de estos gastos extras estaba destinado a la reparación de patologías en las fachadas (Figura 2).

Los gastos extras de mantenimiento son el resultado, en la mayoría de los casos, de imprevisiones en las etapas de proyecto, construcción y/o uso del bien. En el uso no sólo se ponen de manifiesto las fallas y bondades del proyecto y de la ejecución sino que también se hace evidente la consideración previa o no de las características de los grupos que albergará. Su consideración favorece el mantenimiento y la apropiación del barrio por sus habitantes. Con este enfoque, la satisfacción de necesidades habitacionales masivas debe concebirse no tanto como la producción y entrega de un bien sino como la *provisión de un servicio que se extiende más allá de la instancia de la ocupación*.

El tránsito hacia el mejoramiento de la calidad implica un cambio cultural y la aplicación de un sistema integral. A partir de la educación permanente y la capacitación continua de todos los actores involucrados —profesionales, técnicos, obreros, usuarios— será posible encontrar respuestas efectivas a los problemas planteados (Dunowicz, Gerscovich y Boselli 1993).

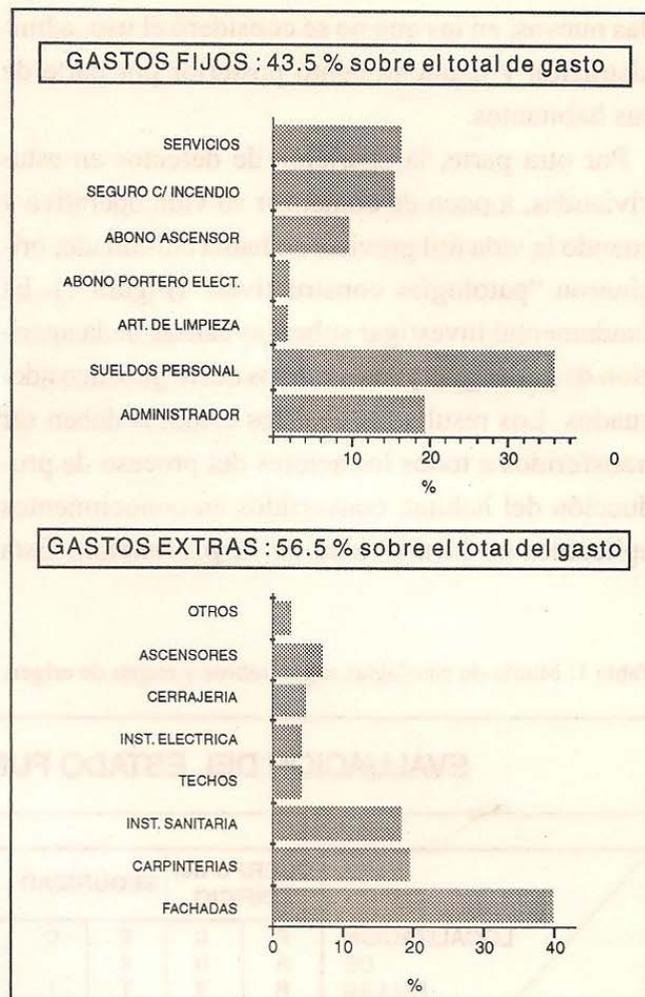


Figura 2: Gastos de operación y mantenimiento de edificios. Estudio de un caso.

La gestión de la calidad en la vivienda económica

Tradicionalmente, la calidad ha sido considerada como una propiedad intrínseca de un determinado producto o servicio, con abstracción de su uso. Sin embargo, un concepto más moderno relativiza esta idea y liga la calidad a la satisfacción del destinatario o cliente del producto. Bajo este concepto, las propiedades intrínsecas del producto sólo importan en la medida que contribuyen a satisfacer al usuario. La calidad pasa así a poseer también un significado económico: se hace indispensable establecer la satisfacción del usuario en relación a un determinado nivel de precio del bien o del servicio. Este nuevo enfoque, es posible por los avances metodológicos y técnicos operados en las normas y métodos de gestión de calidad impuestos por las demandas industriales.

a. Normas, controles y aseguramiento de la calidad

Las normas constituyen el paso previo indispensable para compatibilizar procesos, materiales y subsistemas. En ellas se deben basar las especificaciones que permitan el seguimiento de la calidad de la obra a medida que ésta se va plasmando. Para implementar un concepto global de calidad en la construcción es imprescindible establecer una trama básica y coherente de normas que permita efectuar este control en todas las etapas, desde el proyecto hasta el posterior uso y mantenimiento. En este sentido, actualmente la calidad es entendida no sólo como la medida de un producto terminado sino como la de un proceso.

Las organizaciones encargadas de implementar normas son numerosas. Su producción se refiere especialmente a materiales y sistemas. Sin embargo, esta concepción parcializada de la estructura normativa dificulta la verificación de su aplicación durante el proceso constructivo. Salvo en el caso de los hormigones y de algunos materiales estructurales —que comprometen la seguridad— excepcionalmente los profesionales tienen la posibilidad de corroborar las normas en el momento de adquirir materiales y elementos, y mucho menos de verificar su cumplimiento al pie de la obra.

En la Argentina, el ente normalizador reconocido es el IRAM (Instituto Argentino de Racionalización de Materiales), y sus normas son acordadas entre fabricantes y usuarios. Los reglamentos CIRSOC (Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de Seguridad para las Obras Civiles) especifican las condiciones a cumplir en el diseño y ejecución para las construcciones de hormigón y acero. Por su parte, la Subsecretaría de Vivienda y Calidad Ambiental aporta numerosas normas ambientales, urbanas y tecnológicas para ser aplicadas en las construcciones con participación del Estado. A partir de 1967, esta Secretaría otorga el Certificado de Aptitud Técnica (CAT) a nuevos materiales, elementos y procedimientos constructivos, validando tecnológicamente a los mismos.

A pesar del esfuerzo realizado en materia normativa, no ha habido un trabajo tendiente a incorporar estas normas dentro de un marco global de procedi-

mientos que sepa aprovecharlas de manera coherente. Por lo tanto, existe una virtual ausencia de controles recíprocos entre los distintos eslabones de la cadena de fabricación, que van desde las materias primas hasta las semi-elaboradas que se utilizan en las obras. El mercado comprador, por su parte, ha renunciado a corregir estos hechos, ya que sobre el consumidor final —en este caso el constructor— debería pesar un cúmulo inimaginable de verificaciones. El resultado es que la normalización de materiales y elementos no se utiliza en la etapa proyectual. Cuando se llega a la ejecución, por lo general, se compra un material o elemento constructivo por la función que cumple y no por su prestación.

El mercado da lugar así a tres niveles de desprotección:

- el comerciante frente al fabricante,
- el profesional o empresario frente al comerciante, y
- el usuario final frente al constructor y/o profesional.

Es evidente que el perjuicio económico por una calidad inadecuada recae sobre todos los actores intervinientes, pero el principal damnificado es el ocupante que debe habitar una vivienda que se deteriora más rápidamente que lo previsible.

Las Bases del Premio Nacional a la Calidad, año 1994, amplían el concepto de *calidad*, universalmente concebido como valor referido a las características físicas de bienes materiales, al incorporarle componentes que tienen que ver con percepciones y expectativas respecto de todo tipo de prestaciones. La calidad deja de estar definida por el prestador para pasar a ser definida por el destinatario de la prestación. Se entiende así a la calidad no sólo como una función de control aplicada al final del proceso que da lugar al bien o servicio sino como un *instrumento preventivo* aplicado a lo largo de la cadena productiva, llegando a ser una verdadera herramienta de gestión empresarial. *¿Cómo se trasladan estos conceptos integrales de calidad a la producción masiva de viviendas?*

Las normativas ISO (International Standard Organization) para gestión y aseguramiento de la calidad (Senlle y Stoll 1994) aparecen como el sus-

tento metodológico para trasladar estos conceptos al ámbito de los materiales y de los procesos de la construcción. A diferencia de la normativa más difundida a que hemos hecho referencia, y que se aplica a partes, elementos y subsistemas, las normativas ISO 9.000 son de tipo doctrinario y tienden a establecer un concepto sistémico que engloba a todo un proceso. Las normativas ISO tienden al aseguramiento de la calidad antes que a su control por la vía tradicional de verificación de normas parciales. El mismo se establece por la vía de manuales, procedimientos y sistemas de documentación que deben elaborarse a la medida de cada situación. Estos procedimientos procuran crear en cada etapa de producción la confianza de que las anteriores han sido completadas satisfactoriamente, compartiendo de esta manera la responsabilidad de la calidad final del producto con todos los eslabones del proceso productivo. Resumiendo, puede decirse que las normativas ISO proponen asegurar que cada etapa de un complejo proceso productivo *hace lo que dice, dice lo que hace y puede probarlo en cualquier momento*. Por lo expuesto, es indispensable encarar el estudio de la normativa ISO 9.000 y su aplicación a la problemática de la construcción y mantenimiento del parque habitacional.

b. El rol de los materiales y sistemas constructivos en la etapa de proyecto

La arquitectura es también construcción. No basta con que pensemos y resolvamos los problemas funcionales y su expresión espacial; debemos construir esos espacios y su expresión estará condicionada por cómo los construyamos. Por esto la concepción espacial y la forma en que estos espacios se construyen deben ser una sola cosa; deben estar unificados en el proceso creador después de haber dialogado de una manera viva y sin compromisos en la cabeza del arquitecto. (Dieste 1993: 5)

El hábitat que proyectamos debe satisfacer las necesidades de habitabilidad, seguridad y durabilidad, que traducidas en requerimientos tecnológicos deben ser la base de elección de los materiales y sistemas constructivos adecuados en la formulación del

proyecto. Sin embargo, el modo usual de encarar los aspectos tecnológicos en la faz proyectual difieren de lo expuesto. En primer lugar se tiende a que los procedimientos constructivos pasen a un plano meramente funcional para completar un planteo espacial teórico, en lugar de considerarlos elementos activos en la definición de prestaciones, pautas de funcionalidad y satisfacción del usuario. Raramente interviene en los planteos proyectuales la consideración del uso y mantenimiento de la obra a lo largo de su vida útil.

En la actualidad, un programa informático de aplicación a la construcción en que los materiales y sus prestaciones, procedimientos de fabricación y modos de aseguramiento de la calidad se incorporen tempranamente en la faz proyectual, puede constituir una base en la que se apoye la elaboración de los detalles del resto del proyecto, poniéndose de manifiesto los criterios de optimización que subyacen en el mismo. Estos criterios de optimización derivan de opciones frente a las variables que hacen a la calidad, tales como economía de recursos, estética, durabilidad, seguridad, habitabilidad, mantenimiento, racionalización del balance energético, etc. Para cada una de estas variables los materiales y procedimientos constructivos deben ser caracterizados por su verificabilidad, costo, función y por los parámetros que definen sus prestaciones.

Propuesta metodológica: un enfoque desde la ciencia de los materiales

Para concretar este modo de abordaje, consideramos necesario implementar un programa de investigación que supla una carencia importante en materia de recursos y elementos metodológicos sistémicos para integrar a la dimensión creativa de la faz proyectual la tarea de selección de los materiales y procesos constructivos. Este programa debe proponer:

- Establecer un *marco conceptual* que incorpore los requerimientos de aseguramiento de calidad en esta etapa y que contemple las normas y procedimientos de uso y mantenimiento de las obras.

- Analizar la *compatibilidad de los materiales* entre sí y frente a agentes externos. Una pauta faltante es el análisis de las interrelaciones de los parámetros que definen a los materiales y sistemas constructivos con los distintos tipos de sollicitaciones. El resultado de este análisis debe integrarse en fichas técnicas de prestaciones que ayuden a precisar la familia de materiales apropiados a utilizar para cada elemento constructivo, dentro de una familia de materiales aceptables.

- Considerar la *degradación de los materiales*, ya que éstos pierden sus características a medida que transcurre el tiempo y se multiplican sus interacciones con el medio y/o con otros materiales del sistema. Por ejemplo, cuando el vector de la interacción es un agente químico recibe el nombre de corrosión, mientras que si el vector es la sollicitación mecánica recibe el nombre de fractura o fatiga.

Aspectos instrumentales y de diagnóstico

Se han señalado aspectos de procedimiento y marcos conceptuales de referencia para incorporar los materiales y la gestión de la calidad en el proceso constructivo. Su resultado debe traducirse en requerimientos, mediciones, y diagnósticos precisos que puedan volcarse en acciones prácticas y concretas. Los requerimientos de un manual de calidad, las especificaciones de un material o de un proceso constructivo, los parámetros y procesos que deben documentarse y el manejo y validez de dicha documentación deben apoyarse en recursos instrumentales, de laboratorio y de análisis o de desarrollo muy específicos. Existen al menos cuatro vertientes a explorar en este sentido, a saber:

a. La realización sistemática de *estudios, ensayos y pruebas de laboratorio* que permitan definir parámetros, y prestaciones de algunos materiales básicos: tipificación y caracterización cuantitativa de materiales de uso regular.

b. El desarrollo y la utilización de *recursos informáticos* en el diseño, proyecto y diagnóstico de vida de estructuras y elementos constructivos.

c. El desarrollo y aplicación de *métodos de ensayo destructivo y no destructivo* para la estimación de sobrecarga de materiales y elementos constructivos.

d. El desarrollo de *nuevos materiales, técnicas y procesos* aptos para la construcción o para el mantenimiento y la reparación de edificios.

a. Ensayos y pruebas de laboratorio

El ensayo y prueba en laboratorio de materiales para la construcción no han sido utilizados con la misma intensidad que para máquinas y procesos industriales. Sin embargo, ante un mercado de oferta diversificado y posibilidades técnicas de definir materiales para fines particulares, corresponde analizar la respuesta de cada uno a la función que se pretende del mismo, con miras a satisfacer una meta establecida de calidad para toda la obra.

Al desempeño de los materiales contribuyen dos elementos. El primero es su entorno arquitectónico, o sea, el ambiente en que desempeña sus funciones y las interacciones con otros elementos constructivos o agentes del medio ambiente. El segundo elemento es su propia arquitectura interna en la que interviene el ordenamiento de sus átomos y moléculas y sus mutuas atracciones.

La ciencia y la tecnología de los materiales (Shackelford 1991) ha avanzado enormemente en establecer los puentes que permiten salvar lo micro y lo macroscópico por medio de técnicas de cálculo, de análisis y de ensayo en laboratorio. Los análisis pueden ser de tipo físico o químico, y permiten tipificar de manera cuantitativa no sólo materiales para su uso regular sino también el estudio de sus diversos modos de degradación por corrosión, fatiga o fractura.

La *corrosión* de un material comporta transformaciones a nivel atómico y molecular que redundan en alteraciones de sus propiedades mecánicas y estructurales. Esta puede surgir de una incompatibilidad entre dos o más materiales que dan lugar a una reacción química que, lenta pero inexorablemente, los destruye (distintos metales en contacto en una cañería de calefacción, una colada de hormigón hecha con arenas con contenido de sal en contacto con el hierro estructural), o por agentes del medio (lluvia ácida, acción del agua de mar, etc.).

Otro modo de degradación se produce por sollicitaciones mecánicas cíclicas y repetitivas. Se conoce con el nombre de *fatiga* a la falla de un metal frente a este tipo de acción en que los esfuerzos involucrados pueden ser menores que los necesarios para dañarlo con una sollicitación estática. Cargas o sollicitaciones cíclicas se presentan, por ejemplo, en un edificio por calentamiento diferencial del sol, por la carga y descarga repetitiva de tanques de agua o por el tránsito de vehículos que producen vibraciones (Kalpakjian 1985).

El proceso de fatiga puede estudiarse en el laboratorio sometiendo una probeta a sollicitaciones cíclicas de manera controlada. La rotura por fatiga conlleva el crecimiento de grietas que se propagan en la dirección que le marcan los esfuerzos que soporta. El límite de fatiga que puede determinarse experimentalmente fija el esfuerzo máximo por debajo del cual el material no se degrada mecánicamente frente a las sollicitaciones y puede por consiguiente prolongar su vida útil. La degradación por fatiga se puede producir tanto en metales como en otros materiales, tales como cerámicos o vidrios. En estos últimos, las sollicitaciones no necesitan ser cíclicas sino que pueden ser dinámicas o estáticas y en presencia de agua o humedad.

Tanto la génesis como el progreso de este tipo de procesos de degradación, que son inicialmente muy lentos, puede ser estudiado cuantitativamente de modo preciso sólo en laboratorio. Esos estudios permiten predecir cómo, de persistir los esfuerzos degradantes, el proceso puede acelerarse hasta producir la falla catastrófica del material. Los valores obtenidos en laboratorio permiten pues la extrapolación a condiciones de uso regular y hacen posible tanto especificar *a priori* la performance y modo correcto de uso de materiales y subsistemas como un diagnóstico preciso de su sobrevida. Por extensión, hace posible la definición de un elenco de ensayos, pruebas y mediciones a pie de obra para la recepción de los materiales.

b. Uso de medios informáticos

b1. Sistemas informáticos para la etapa proyectual

La cantidad y diversidad de materiales y elementos constructivos que deben tenerse en cuenta simul-

táneamente es muy grande, y es necesario pensar en recursos especiales para encarar un proyecto de arquitectura. La construcción de una base de datos relacional de elementos constructivos y materiales con las adecuadas referencias cruzadas acerca de compatibilidades, interacciones y prestaciones, es posible a través de la informática.

La construcción de una herramienta informática de esta naturaleza requiere, sin embargo, del esfuerzo previo de definiciones metodológicas para la tarea proyectual a que ya hemos hecho referencia. Se debe dar la base indispensable de ingeniería de sistemas para construirla. Sin esa tarea previa, la base de datos no dejará de ser un mero catálogo de dudosa utilidad. Para que se constituya en una herramienta práctica, el requerimiento que se le debe imponer es doble. Por una parte debe ser susceptible de ampliaciones, diversificaciones y especializaciones, manteniendo la misma estructura conceptual de base. Por la otra, debe permitir un trabajo interactivo ágil de selección, búsqueda y descarte de alternativas.

Los medios de programación actuales van, sin embargo, mucho más allá, y hacen posible pensar en una continuación natural a la tarea de construir una o más bases de datos. Desde hace ya varios años se ha impuesto un concepto extremadamente poderoso para la construcción de complejos paquetes de software interactivos denominado "programación orientada a objetos" (Budd 1995). Dentro de esta metodología se definen elementos del programa como "objetos" abstractos, con las propiedades que resulten convenientes, y luego se los manipula informáticamente insertándolos en contextos de diversa complejidad. Este proceso modular es para el programador enteramente análogo a lo que para el arquitecto es la definición de elementos constructivos básicos con los que luego "arma" un edificio. Los objetos informáticos pueden agruparse, dando lugar a un "objeto" de mayor generalidad (lo mismo que una pared, un tabique y un techo se agrupan como "cerramientos"), o componerse formando entes de creciente complejidad (las losas, las vigas y las columnas se "componen" para formar otro objeto más complejo denominado "estructura").

No debiera resultar difícil integrar además un software de este tipo con el manejo de la documentación

de aseguramiento de la calidad durante la construcción y otra información auxiliar tal como la insola- ción anual, el balance energético, la simulación de sistemas de aire acondicionado y calefacción, los cálculos estructurales, los sistemas de manipulación y transporte de materiales durante la obra, el mante- nimiento preventivo, etc.

b2. Recursos informáticos para el diagnóstico

Más allá de los aspectos proyectuales, la compu- tación ofrece una herramienta insustituible para la simulación del funcionamiento del edificio o de al- gunos de sus aspectos (por ejemplo su estructura o sus revestimientos) a lo largo de toda su vida útil. Existen en la actualidad programas de cálculo avan- zados que utilizan el método llamado de “elementos finitos”, para el cálculo de solicitaciones estructu- rales, térmicas o de otro tipo, en condiciones suma- mente fieles a las que sufre el edificio.

Estos métodos tornan obsoletos muchos recursos de cálculo estructural de uso cotidiano. Permiten la incorporación de materiales diversos en una misma trama portante o el diseño de estructuras esbeltas en la que se optimiza el uso de los materiales llevándo- los a la plenitud de sus posibilidades. No es difícil integrar cálculos de estructuras de este tipo con efec- tos dinámicos como vibraciones o solicitaciones del viento, o con efectos térmicos producidos por siste- mas de calefacción o por máquinas o calderas.

Podría de este modo simularse, por ejemplo, el des- empeño de un revestimiento frente a la alternancia de calor y frío producida por el verano y el invierno a lo largo de años, y determinar cuando puede co- menzar a fracturarse por fatiga, cómo se acelera su degradación por agentes químicos, etc. Otro ámbito de aplicación es el diagnóstico para el mantenimien- to preventivo o correctivo de edificios habitados.

Si bien las herramientas principales ya existen, para desarrollar esta herramienta informática es necesar- io encarar una actividad de investigación que tienda a integrar el potencial de los códigos existentes de cálculo de estructuras o de transmisión del calor con problemas constructivos definidos sobre los que exis- tan demandas concretas, por ejemplo, de su diagnós- tico de sobrevida.

c. Métodos de diagnóstico para el mantenimiento

Las tareas de mantenimiento de grandes edificios abarcan no sólo la reparación de daños ya declara- dos sino la prevención de otros antes de que se pro- duzcan. De hecho, la tendencia natural es poner el énfasis precisamente en este aspecto, ya que la pre- vención es mucho más sencilla y económica que la reparación. Para encarar un eficaz mantenimiento predictivo debe conocerse tanto el comportamiento de los materiales como la manera de predecir su fa- lla tempranamente mediante ensayos y mediciones en obra y en el laboratorio (Topolevsky et al. 1995).

Las vertientes de investigación planteadas son, por una parte, el estudio y cuantificación sistemática de daños en materiales propios de una obra y, por la otra, el desarrollo de métodos de ensayo y medi- ción. El estudio de la degradación a que hemos he- cho referencia en secciones anteriores sirve para fijar parámetros de diseño. Sin embargo, aún conside- rando estos parámetros, los materiales se deterio- ran por el mero transcurso del tiempo en presencia de cargas y solicitaciones. Este deterioro progresi- vo puede cuantificarse precisamente por medio de curvas denominadas “de daño”, que determinan cómo y cuánto progresan las fallas microscópicas en el seno del material y dan una estimación preci- sa de la sobrevida esperable a medida que pasa el tiempo y se lo somete a cargas y solicitaciones tanto estáticas como dinámicas. Este tipo de curvas no han sido prácticamente estudiadas para los mate- riales de construcción y constituyen un campo am- plio para investigaciones.

Una vez conocido de qué manera el daño puede limitar el desempeño de piezas o elementos construc- tivos, es necesario disponer de métodos de ensayo en obra o en laboratorio que permitan cuantificar el ni- vel de deterioro. Los métodos de ensayo pueden ser tanto destructivos como no destructivos. La toma usual de probetas de hormigón y su posterior des- trucción controlada son el ejemplo más sencillo de ensayo del primer tipo. Aun cuando estos procedi- mientos se vienen poniendo en práctica con cierta regularidad desde hace ya mucho tiempo, no se han realizado los trabajos teóricos y de laboratorio nece- sarios para integrarlos con toda la batería de conoci-

miento de *fractomecánica* y demás capítulos de la ciencia de los materiales (ASM 1987).

Un campo particularmente inexplorado son los sondeos no destructivos. Sólo recientemente está disponible en el mercado el método de *gammagrafía* para realizar tomografías, principalmente de vigas y columnas de hormigón armado y determinar cantidad, ubicación y estado de los hierros en su interior. Este método, que es extraordinariamente promisorio, se encuentra aún en sus comienzos, ya que puede extender su uso a una variedad de otros aspectos tales como determinar la presencia de burbujas, el progreso de fisuras no observables desde el exterior, o la presen-

cia de elementos químicos que pueden afectar el potencial deterioro futuro de la estructura, el estudio de cañerías e instalaciones embutidas, etc. (Figura 3).

Las *ecografías* pueden también dar otro tipo de información sin deteriorar o afectar de ninguna manera los elementos constructivos que se estudian. Estos son estudiados someténdolos a fuentes de ultrasonido y detectando el eco producido por irregularidades o elementos ocultos en su interior. En el estudio de estructuras metálicas, soldaduras o elementos portantes sometidos a tensiones suele también utilizarse el registro de emisiones acústicas de muy alta frecuencia producidas por el progreso microscópico de fisuras y fallas. Con este método es posible predecir puntos con solicitaciones extremas o con una alta potencialidad de fallas.

Para finalizar esta enumeración —que por otra parte es necesariamente muy incompleta— debería mencionarse el sensado de vibraciones para analizar la respuesta de toda una estructura frente a solicitaciones dinámicas como las que pueden deberse a la circulación de vehículos o por efecto del viento y otros agentes del medio. Esta información, sobre la que las ciencias y la ingeniería han acumulado una importante experiencia, no solamente puede ser útil en las tareas de mantenimiento de edificios sino también en el estudio de construcciones en riesgo de derrumbe o para demoliciones. El sensado de los desplazamientos en una estructura es el paso previo a la simulación dinámica de su estructura por métodos numéricos avanzados y el análisis de su desempeño en el decurso de su vida útil, diagnosticando puntos críticos o fallas potenciales.

d. Nuevos materiales

El campo de los nuevos materiales está revolucionando incontables áreas de la producción. El íntimo conocimiento de los mecanismos por medio de los cuales los materiales fallan o se deforman, conducen el calor o la electricidad, cambian su estructura cristalina o cualquiera de los parámetros internos de su constitución, ha hecho posible el diseño y producción de materiales “a la medida” de numerosas aplicaciones específicas.

La tendencia más moderna en el diseño de materiales es la línea de los así llamados “materiales in-

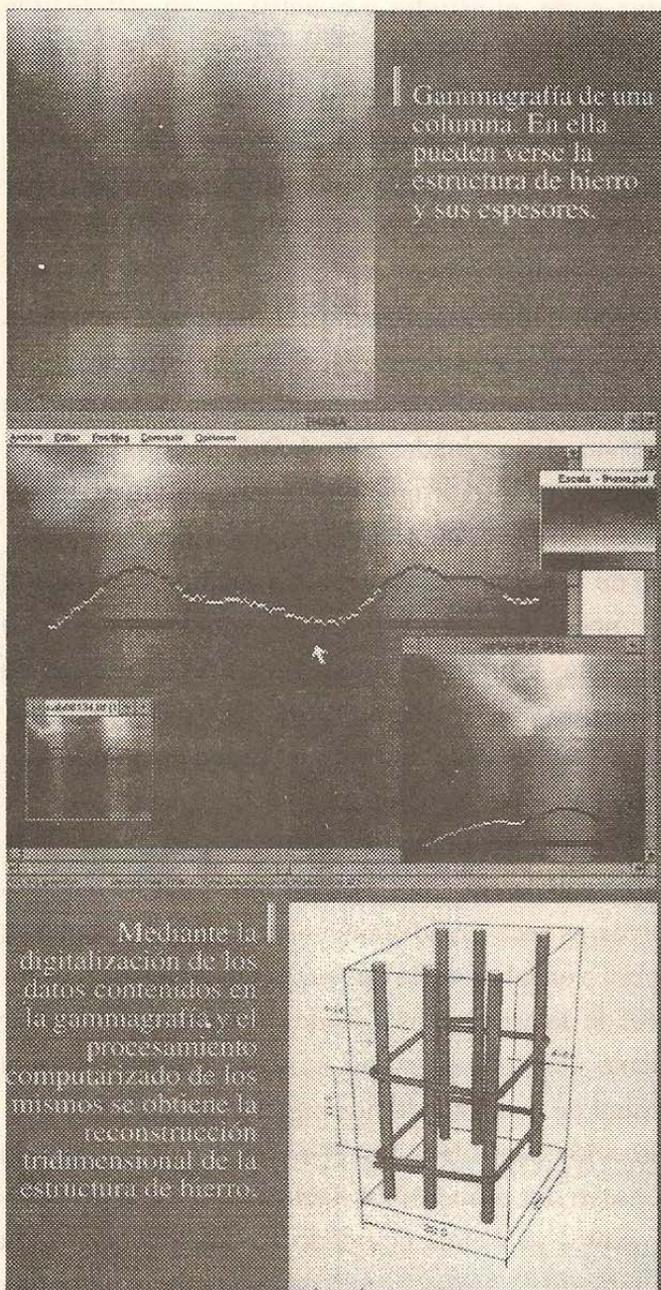


Figura 3: Tomografía del hormigón armado, desarrollo del Dr. Mario Mariscotti.

teligentes". Éstos varían sus prestaciones de manera predeterminada frente a cambios en el medio en que se encuentran. Tal por ejemplo, vidrios que varían su opacidad ante la presencia de luz o al ser sometidos a un potencial eléctrico, materiales que al aumentar la temperatura varíen controladamente su conductividad térmica, o materiales cuya conductividad eléctrica disminuye cuando se los somete a esfuerzos.

Materiales con estas características incorporados en la construcción pueden servir para proveer una alarma temprana en el deterioro de cables de ascensores o de estructuras portantes, para regular la iluminación o la pérdida innecesaria de energía, indicar fallas de revestimientos hidrófugos mucho antes que los daños sean irreparables, proveer aislantes de calefacción o aire acondicionado más eficaces, y un sinnúmero de otras aplicaciones que abaratarían y simplificarían de manera drástica las tareas de mantenimiento y reparación.

En la lista de nuevos materiales se deben también inscribir el desarrollo de *materiales estructurales*, elementos constructivos prefabricados o revestimientos con prestaciones especialmente establecidas y de bajo costo, basados en materiales tradicionales y de gran disponibilidad. El desarrollo de materiales y sistemas adhesivos puede también poseer un impacto más que significativo en los tiempos y costos de construcción.

Dentro de este capítulo debe incluirse también el estudio de *materiales ambientales*, problema éste que está llamado a ser de primordial importancia en el futuro de mediano plazo. Actualmente, grandes cantidades de tierras fértiles de primerísima calidad se desperdician utilizándolas a diario para fabricar ladrillos. Al mismo tiempo, nada se hace para aprovechar desperdicios o para inmovilizar basuras utilizándolos en elementos y materiales para la construcción en los que se puede garantizar por otra parte su perfecta inocuidad para el usuario final de la obra. Esta temática puede también desarrollarse coordinadamente con ciertas explotaciones minerales cuyos descartes son dañinos para el medio y pueden, en cambio, ser ideales para fabricar materiales para la construcción. El tema de materiales ambientales para la construcción también comprende el

estudio de la eliminación final de los mismos de manera amigable para el medio, una vez que cumplió su vida útil.

El ámbito para la investigación en el tema de nuevos materiales para la construcción puede, sin temor a exagerar, considerarse inagotable, aplicando toda la potencialidad disponible de desarrollo en el tema desde una perspectiva interdisciplinaria.

Conclusiones

Hemos presentado algunos temas para ser desarrollados interdisciplinariamente en el campo de la gestión de la calidad y del estudio de los materiales en la construcción de vivienda de interés social. Se han trazado los primeros lineamientos de una problemática con un interés social y económico innegable, al par que ofrecen desafíos tanto de valor académico cuanto tecnológico y productivo, que pueden ser un marco propicio para posibilitar una fertilización cruzada entre orientaciones profesionales y científicas a partir de ámbitos diversos.

Tanto en la investigación científica como en la actividad profesional, económica y empresaria se advierten claros cambios hacia una acelerada globalización. La existencia de la Comunidad Económica Europea, el NAFTA y el Mercosur son signos elocuentes en este sentido. En este nuevo contexto internacional, tanto la competitividad como la solución a los problemas sociales serán los principales activos con que podrá contar la sociedad. La problemática que hemos analizado en el presente trabajo se propone esas metas partiendo de las bases mismas: la gestión de la calidad y en particular de la ciencia de los materiales en la producción de obras de arquitectura de interés social.

Referencias

- ASM (American Standards for Materials). 1987. *Metal handbook*, vol XII "Fractography" (Metal's Park, Ohio: ASM).
- BUDD, A. 1995. *Introducción a la programación orientada a objetos*.

- DIESTE, Eladio. 1993. "Arquitectura y construcción", en *Anales del 2º Curso Iberoamericano de Técnicas Constructivas Industrializadas para Viviendas de Interés Social* (Montevideo: CYTED), 5.
- DUNOWICZ, Renée, Alicia GERSCOVICH y Teresa BOSELLI. 1993. *Usuarios, técnicos y municipio en la rehabilitación del hábitat* (Buenos Aires: Secretaría de Investigaciones, FADU-UBA, Serie Difusión N° 6).
- KALPAKJIAN, S. 1985. *Manufacturing processes for engineering materials* (Reading, Massachusetts: Addison-Wesley).
- MacDONNELL, Horacio. 1989. "Evaluación de la construcción industrializada en los programas FONAVT", *La Vivienda Económica* (Buenos Aires) N° 25, diciembre, 14.
- SENLE, A., y G. STOLL. 1994. *ISO 9.000: Calidad total y normalización* (Barcelona: Ediciones Gestión).
- SHACKELFORD, J. 1991. *Introduction to material sciences for engineers* (Nueva York: McMillan).
- TOPOLEVSKY, R., U. FIERRO y N. ÁLVAREZ VILLAR. 1995. "Caracterización a la fractura de morteros a partir de la determinación de K_{Ic} y $CTOD_c$ ", *Anales de la Reunión de la Sociedad Argentina de Materiales* (Buenos Aires: Sociedad Argentina de Materiales).
- TURCHINI, Giuseppe. 1994. "Investigación metodológica", en *Dealing with defects in building, Proceedings of the International Symposium*, parte 1, comp. M. Moroni y P. Sartori (Milán: BE-MA), 21.

Recibido: 15 julio 1995; aceptado: 8 marzo 1996

Renée Dunowicz es arquitecta, profesora regular de la carrera de Arquitectura, directora del Programa de Mantenimiento Habitacional y codirectora del Centro de Estudios del Hábitat y la Vivienda de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad de Buenos Aires.

Alicia Gerscovich es arquitecta, docente en la carrera de Arquitectura, jefe de investigación del Programa de Mantenimiento Habitacional con sede en el Centro de Estudios del Hábitat y la Vivienda de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad de Buenos Aires.

Teresa Boselli es arquitecta, docente en la carrera de Arquitectura, investigador principal del Programa de Mantenimiento Habitacional con sede en el Centro de Estudios del Hábitat y la Vivienda de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad de Buenos Aires.

Roberto Perazzo es doctor en física y profesor titular regular, con sede en el Centro de Estudios Avanzados de la Universidad de Buenos Aires.

Raúl Topolevsky es doctor en física, jefe del Departamento de Ciencia y Técnica de los Materiales en CITEFA, y consultor técnico de SIDERCA, SIDERAR, SOIMCO, CONARCO y otras empresas.

AUDITORÍA TECNOLÓGICA EN PANELES DE BASE CERÁMICA

Claudia Gastrón
Susana Casas
Cecilia Amstutz

sistemas no tradicionales de producción industrial
non-traditional systems of industrial production

panel cerámico
ceramic panel

auditoria tecnológica
technological audit

patologías
pathologies

Programa ATICOH (Aplicación de Tecnologías en la Industria de la Construcción del Hábitat)
Secretaría de Investigaciones en Ciencia y Técnica, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de Buenos Aires
Dirección: Ciudad Universitaria, Pabellón 3, piso 4, 1428 Buenos Aires, Argentina

A partir de la detección de patologías originadas durante el proceso de producción y montaje de sistemas no tradicionales industrializados, nos abocamos a realizar una auditoría tecnológica en paneles de base cerámica, ya que no había antecedentes en dichos paneles. Con ese objetivo analizamos los tipos de patologías detectadas en la República Argentina, en conjuntos habitacionales construidos con sistemas industrializados en general. Analizamos la normativa vigente en paneles cerámicos a fin de verificar su cumplimiento. El siguiente artículo es parte del trabajo que está desarrollando el programa ATICOH.

Technological audit of ceramic panels

As pathologies originated during the production and assembly of non-traditional industrialized systems were detected, we devoted ourselves to a technological audit of ceramic panels. There were no antecedents on these panels. We analyzed the type of the detected pathologies in the Argentine Republic, in dwelling groups built in general with industrialized systems. We also analyzed the regulations in force in ceramic panels in order to check their fulfillment. The following article is part of the work that is being carried on at the ATICOH program.

Déficit habitacional

La vivienda, junto con la salud, la educación y el trabajo son los pilares esenciales en los que se basa toda sociedad para lograr la convivencia humana. Queda establecido que la necesidad de vivienda para un enorme número de habitantes se transforma en un problema social. Relataba Natalio Kisnerman, en su libro *Vivienda y promoción humana* (1985), que escuchó a un economista expre-

sar “que el déficit era una creación de los arquitectos, ya que viajando en un taxi no veía gente viviendo en un caño”. Moisés Resnik Brener (1983) señalaba al respecto:

desde un taxi el déficit no aparece. El proceso de descubrimiento requiere desagregar una serie de información que permita ver el tipo de vida que llevan nuestros conciudadanos en relación con la calidad de vida que pretendemos darle.

Esta ceguera metodológica es la misma que han usado los gobiernos hasta la fecha, ya que manejan el concepto “déficit de vivienda” como algo que sólo compete a los que no la poseen. Analizando en profundidad todo lo que conforma al déficit, se puede comprender la cantidad de responsables que intervienen para que el mismo crezca o disminuya según se oriente el quehacer. Es por ello que el Estado requiere de un sinceramiento de posibilidades, para plantear desde la realidad de los recursos y en un marco de diálogo permanente la modificación del déficit.

Los países desarrollados han conceptualizado a la vivienda desde el punto de vista abarcante en su contenido social, para promover el desarrollo intelectual de sus habitantes. Se aplican también conceptos de crecimiento económico, ya que la construcción tiene un efecto reactivante para la economía. Se estima que por cada 100.000 viviendas construidas se generan 300.000 puestos de trabajo. Un programa permanente de construcción de viviendas que genere trabajo estable, y por ende ingresos estables, permite aumentar el consumo para lograr una mejor calidad de vida. La vivienda, entendemos, tiene carácter social y no político. La arquitectura tiene carácter social. Los arquitectos debemos asumir la responsabilidad de nuestro rol para evitar que el déficit aumente.

La necesidad de lograr una ajustada distribución de los recursos destinados a la vivienda de interés social hace al perfeccionamiento de los procesos para la obtención del producto vivienda de óptima calidad. Es necesario industrializar el proceso de la construcción con los conceptos de la tecnología de producción. El sistema del control de calidad puede establecerse sobre el análisis del comportamiento de

los elementos intervinientes y sus interrelaciones. El grupo ATICOH cree en la tecnología como el *sistema de ideas* previo al *sistema de acciones*. Debemos insertarnos en la realidad, a partir de la cual recompondremos el *objeto vivienda* desde todos los posibles puntos de estudio.

Patologías y control de calidad

De acuerdo con las conclusiones del Primer Congreso Latinoamericano de Patologías de la Construcción realizado en abril de 1991 en la ciudad de Córdoba, Argentina, la prevención de patologías es más importante que realizar un diagnóstico para su tratamiento, es decir, hacer una verdadera “medicina preventiva” desde la conceptualización del proyecto. Aquí se pone de manifiesto la fundamental importancia de manejarse apriorísticamente en el conocimiento del comportamiento de las construcciones para “presuponer y prevenir” las posibles patologías. El profesional debería realizar los controles de calidad en las distintas etapas del proceso de proyecto, ejecución y mantenimiento, pues cuenta con la experiencia acumulada, sistematizada y compilada en normativas que regulan cada una de las mencionadas etapas.

En los países en vías de desarrollo como la Argentina, se plantea la siguiente paradoja: las viviendas son subsidiadas y construidas con fondos estatales, con precio prefijado pero superado al final de su construcción, con valores que no corresponden a la tipología de viviendas proyectadas. Además, estas viviendas requieren un costo de mantenimiento correctivo de las falencias de proyecto y construcción, el cual no se realiza pues el usuario no está en condiciones de solventar esos costos al no tener capacidad de ahorro, ni para la devolución de cuotas pactadas ni, por supuesto, para el extra no previsto.

En primer lugar es necesario introducir modificaciones en la concepción del proyecto: desde la etapa del diseño propiamente dicho hasta el proceso organizado para la ejecución, logrando así la mejor utilización de los recursos y evitando gastos no previstos de mantenimiento, valor que debería sumarse al costo final del producto obtenido.

Auditoría tecnológica

Debe encararse la construcción de viviendas desde el punto de vista de la tecnología de producción de elementos repetitivos, utilizando las técnicas a las cuales se recurre como herramental en cualquier proceso industrializado en donde la productividad se resume en la frase "primero pensar y luego hacer" con continuidad de repetición.

En la Argentina, las experiencias realizadas en las últimas décadas en construcciones masivas no han sido en general satisfactorias en lo referente al uso de sistemas constructivos no tradicionales, y ello por motivos relacionados con el control de calidad en las distintas etapas del proceso. En lo referente al *proyecto* en sí, muchas veces han sido adaptaciones de tecnologías no tradicionales a proyectos pensados para ser construidos en forma tradicional. En la etapa de *ejecución*, los organismos contratantes no realizan los controles de calidad durante la producción de los elementos. Ello implica que los fabricantes que poseen Certificado de Aptitud Técnica (CAT), otorgado por la Secretaría de Vivienda y Calidad Ambiental (SVCA), se ven libres de introducir modificaciones con el solo efecto de producir una disminución en el costo, sin verificar en el tiempo la impronta que transformó al producto en su esencia. En la *etapa de construcción*, los controles de calidad no están normalizados, ya que cada sistema debería poseer documentación que indique los pasos a seguir para su correcto *montaje* y los puntos de corte donde verificar el proceso.

En la Argentina no se evalúan debidamente los proyectos con sistemas no tradicionales, ya que el único control lo efectúa el organismo que interviene como ejecutor del programa, basándose en el Certificado de Aptitud Técnica actualizado. Es por ello que, desde el proyecto tecnológico habría que mejorar las verificaciones, definiendo un árbol de defectos previos con una lista de efectos no deseados y las posibles respuestas. Tomando como base los conceptos vertidos es que nos abocamos a la auditoría tecnológica de un barrio de viviendas en la localidad de Moreno, partido de General Sarmiento, provincia de Buenos Aires, con el objetivo de señalar las posibles patologías, detectando causas y, en base a ello, tratando de diseñar un herramental para prevenir las mismas.

Entre mayo de 1988 y abril de 1989, la Secretaría de Vivienda y Calidad Ambiental, a través de la Dirección de Tecnología, realizó una evaluación sobre los conjuntos habitacionales construidos con sistemas no tradicionales de producción industrial, detectando importantes patologías que afectaban la durabilidad, habitabilidad y seguridad de los mismos. Como consecuencia de ello, con la resolución 1094 del 30 de mayo de 1989, el Instituto Provincial de Vivienda (IPV) de la provincia de Buenos Aires prohíbe el uso de sistemas constructivos no tradicionales industrializados en el ámbito de dicha provincia, haciéndose luego la prohibición extensiva a otras provincias.

Dicha evaluación no se realizó en viviendas construidas con cáscara cerámica (paneles prefabricados con bloques portantes), ya que no había barrios de esas características financiados con recursos del Fondo Nacional de la Vivienda (FONAVI). Esto justifica ampliamente la realización de nuestro trabajo como elemento de consulta, tanto para los institutos provinciales como para la Secretaría de Vivienda y Calidad Ambiental.

Los objetivos de nuestro trabajo son:

- a) Producir conclusiones que puedan resultar un instrumento útil de consulta para las empresas del área de la construcción, así como para las instituciones gubernamentales y los municipios que actúan en el área de vivienda.
- b) Tener un acabado conocimiento del comportamiento del sistema constructivo empleado para garantizar la eficacia del mismo en el transcurso de su vida útil o en su defecto detectar las posibles fallas o patologías que afecten su durabilidad o las condiciones de habitabilidad fijadas por la Secretaría de Vivienda.
- c) Definir las posibles patologías, detectando las causas y señalando las posibles soluciones.
- d) Recomendar u obtener recomendaciones de lineamientos generales y particulares en las distintas etapas de construcción de la obra.
- e) Comparar los resultados obtenidos en barrios construidos con otros sistemas no tradicionales para obtener recomendaciones generales a ser implemen-

tadas en la construcción de futuros conjuntos habitacionales.

f) Desarrollar pautas de medición de las viviendas construidas con sistemas no tradicionales con base de cerámica a partir del cumplimiento de las normas y reglamentos que fijan las condiciones de:

- f1 - habitabilidad
 - comportamiento térmico
 - comportamiento acústico
 - comportamiento hidrófugo

f2 - durabilidad

f3 - mantenimiento

f4 - costo-función

g) Verificar de acuerdo a la normativa vigente la relación costo-función.

La obtención de pautas de medición de comportamiento de la panelería cerámica permitirá obtener una importante herramienta no sólo para el mejoramiento del sistema en sí mismo sino porque las conclusiones obtenidas servirán de consulta para futuras construcciones.

Análisis de patologías generales y en sistemas no tradicionales

La Tabla 1 nos muestra las patologías detectadas en el total de las viviendas analizadas en la República Argentina, según su ubicación en la vivienda, y el porcentaje que se registró en el total de los conjuntos habitacionales analizados.

La Tabla 2 clasifica las patologías de la Tabla 1 en los sistemas industrializados en que fueron detectados, ordenados en forma decreciente según la cantidad de conjuntos en los que se repitieron.

En las Tablas 3a y 3b se tomó el tipo de patología más común (fisuras y grietas en panelería vertical). En la 3a se detectaron y clasificaron sus causas y en la 3b las consecuencias, indicando además aquellos sistemas que registraron mayores incidencias.

En la Tabla 4 se analizan las juntas evaluando las causas y consecuencias de su deficiente ejecución; se clasifican las normas afectadas. En la Tabla 5 se muestra la cantidad de conjuntos habitacionales donde se ha detectado este tipo de patología con sus respectivos sistemas constructivos.

Análisis de la normativa operacional vigente

Certificado de Aptitud Técnica del sistema constructivo

El sistema posee un Certificado de Aptitud Técnica desde 1986, renovado en 1987, 1988, 1989 y 1991 con una validez de tres años. Contiene un informe técnico donde aparecen las indicaciones de exigencia en cada operatoria a ejecutarse con fondos oficiales relacionados con:

1. El control de calidad de la producción en fábrica de los paneles, el estibaje y el transporte de los mismos.
2. La capacidad estructural del panel según lo expresado en el CIRSOC 201 y su aptitud para las zonas bioclimáticas de acuerdo a Normas IRAM 11.603.
3. Observaciones particulares para los inspectores de obra referidos a recepción y montaje.

Normas IRAM

Comportamiento higrotérmico

La evaluación se basa en verificar el cumplimiento de las Normas IRAM para el sistema de paneles, en todas las zonas bioambientales del territorio (ver Tabla 1). En la Tabla 6 se enumeran las normas que deben cumplir los paneles, según se trate de muros, juntas y techos.

La evaluación se realizará en un todo de acuerdo con las normas indicadas en la Tabla 1. Los aspectos higrotérmicos a evaluar son:

- Cumplimiento de valores máximos de transmitancia térmica.
- Consumo de calefacción.
- Evaluación de riesgos de condensación superficial e intersticial.

Tipologías constructivas analizadas: Las soluciones constructivas analizadas están basadas en los elementos cerámicos que describe la Norma IRAM 11.601, tabla VI, "Coeficiente de transmisión del calor, mamposterías de ladrillos y bloques cerámicos", y tabla VIII, "Coeficiente de transmisión del calor, muros y paneles simples y compuestos", del 19 de noviembre de 1987, y revoques convencionales tanto interiores como exteriores.

El resultado de esta evaluación está resumido en las Tablas 8a, 8b y 8c, conteniendo la aptitud higrotérmica de cada alternativa constructiva en las zonas bioclimáticas de la República Argentina.

Consumo de calefacción

A los efectos de analizar el comportamiento de cada alternativa constructiva en relación al consu-

mo de calefacción, se evaluó cada una de ellas para las cinco líneas de igual grados día en que está caracterizada la República Argentina. Este consumo de calefacción está anualizado y valorizado de acuerdo al costo actual del kerosene y para una eficiencia de calefacción del 50 %, con un valor de 0,05 U\$\$/Kw-hora.

Tabla 1: Patologías detectadas en el total de la República Argentina. Fuente: SVOA, ing. MacDonnell.

PATOLOGIAS DETECTADAS		Conjuntos habitacionales donde aparecen patologías		sistemas analizados
TIPO	UBICACION	Porcentaje sobre 156 conjuntos	Número de conjuntos	
1) Fisuras y grietas	Panelería vertical	49	77	59
2) Deficiente solución de juntas	Panelería	38	59	
3) Fallas en carpintería metálica	Carpinterías	33	52	
4) Condensaciones superficiales	Muros y techos	33	51	
5) Fallas en cubiertas	Cubiertas	29	45	
6) Fallas en instalación sanitaria	Instalación sanitaria	28	44	
7) Deficiente aislación térmica	Muros y techos	16	25	
Conjuntos analizados: 156 Viviendas terminadas: 24.518	Conclusión: Los porcentajes de reincidencias de patologías son altos, teniendo en cuenta la antigüedad de los conjuntos analizados (3½ a 4 años de promedio)			

Tabla 2: Patologías detectadas por tipos de sistemas constructivos no tradicionales industrializados. Fuente consultada: ing. A. Bardi, Revista N+336, p. 60. Elaboración: Susana Casas.

TIPOS DE PATOLOGIA	SISTEMAS CONSTRUCTIVOS TRADICIONALES			
	PREFABRICADOS			DE EJECUCION IN-SITU
	LIVIANOS	SEMIPESADOS	PESADOS	
1) Fisuras y grietas en panelería vertical.	40	13	23	1
2) Deficiente solución de juntas o fallas en las mismas.	30	1	28	0
3) Fallas en carpintería metálica.	32	5	14	1
4) Condensaciones superficiales en muros y techos.	20	9	21	1
5) Fallas en cubiertas.	37	3	4	1
6) Fallas en las instalaciones sanitarias.	29	0	15	0
7) Deficiente aislación térmica.	5	5	15	0
8) Desprendimiento de revoques y/o revestimientos.	17	0	7	1

Tabla 3a: Análisis de las patologías detectadas. Fuente consultada: Cavera. Seminario Patologías. 1989. Elaboración: Arq. S. Casas.

TIPO DE PATOLOGIA: 1- Fisuras en panelería vertical. CAUSAS	
TIPOS	CLASIFICACION
Deficiencias de fabricación o producción	<ul style="list-style-type: none"> -Inadecuada disposición y dimensionado de capas de hormigón y armaduras. -Inadecuada ubicación y distribución o ausencia de armaduras de refuerzo en los paneles con aberturas. -Insuficiente recubrimiento de armaduras. -Uso de agregados sucios de hormigón. -Falta de control en los procesos de fragüe. -Desmoldeo prematuro.
Deficiencias de construcción o por efecto de acciones externas	<ul style="list-style-type: none"> -Por choque duro en paneles de hormigón, mal dosificado o con armaduras insuficientes. -Estallido por introducción de clavos o punzones. -Por incorrecto manipuleo de paneles en fábrica o en obra. -Por acción del transporte, manipuleo y montaje de los elementos. -Por acciones térmicas y/o hidráulicas. -Por dilataciones y contracciones de la losa del techo. -Por acciones de cargas concentradas (tanques).
Ensayo de suelo	<ul style="list-style-type: none"> -Inexistente mala elección. -Deficiente dimensionamiento de las fundaciones. -Por asentamientos o hinchamientos de los suelos de fundación

Tabla 3b: Análisis de las patologías detectadas. Elaboración: Susana Casas.

TIPO DE PATOLOGIA: 1- Fisuras y grietas en panelería vertical: Consecuencias			
HABITABILIDAD		<ul style="list-style-type: none"> -Facilitan el ingreso de la humedad. -Facilitan la corrosión de las armaduras. -Facilitan la existencia de puentes térmicos. 	
DURABILIDAD		-Degradación y desprendimiento progresivo de los materiales componentes.	
SEGURIDAD		-Rotura en zonas de encuentro entre la junta vertical y las fundaciones.	
Sistemas que registran mayores incidencias			
	LIVIANOS		PESADOS
Nº: conj. 40	Características de incidentes -Menor peso de los elementos. -Mayor cuidado por la fragilidad de los materiales. -Mayor cuidado por el menor espesor	Nº: conj. 23	Características de incidentes -Mayor peso de los elementos -Mayor cuidado en el desmolde. -Mayor cuidado en el transporte. -Mayor cuidado en el montaje.

Tabla 4: Análisis de las patologías detectadas. Elaboración: Susana Casas.

TIPO DE PATOLOGIA: 2- Deficiente solución de juntas				
4a. Causas		4b. Exigencias afectadas: Consecuencias		
Tipos	Clasificación	Habitabilidad	Durabilidad	Seguridad
-Deficiencias por incumplimiento de las normas estipuladas en el CAT	-No se respetan las normas, las observaciones realizadas en el CAT, por la Dirección Nacional de Tecnología	1) Pérdida de estanqueidad	2) Idem	6) Roturas en zonas de encuentro entre la junta vertical y las fundaciones
		2) Causa de degradación de revoques y revestimientos		
-Deficiencias de construcción	- No se respetan los espesores y materiales a utilizar	3) Facilita el ingreso de la humedad	3) Idem	
	- Por realizar mal el montaje de los elementos	4) Permite la existencia de puentes térmicos	4) Idem	
	- Por empleo de materiales inadecuados			
	- Por deficiencias de colado	5) Facilita la condensación	5) Idem	
	- Discontinuidades por exceso o defecto en el uso de selladores		6) Idem	

Tabla 5: Análisis de las patologías detectadas. Elaboración: Susana Casas.

TIPO DE PATOLOGIA: 2- Deficiente solución de juntas			
SISTEMAS QUE REGISTRAN MAYORES INCIDENCIAS			
LIVIANOS		PESADOS	
Nº conj. 30	Características de los incidentes - Mayor cantidad de juntas	Nº conj. 28	Características de los incidentes - Trabajan con juntas a tope que suelen ocasionar patologías - Cuando existen errores de replanteo - Cuando hay desajustes en el montaje - Por mal estado de moldes

Tabla 6: Comportamiento higrotérmico. Normas IRAM a verificar en muros.

NUMERO	TITULO
11.601	Método de cálculo de resistencia térmica total
11.603	Clasificación bioambiental de la República Argentina
11.604	Coefficiente volumétrico global G de transmisión térmica
11.605	Valores máximos admisibles de coeficiente K
11606	Verificación del riesgo de condensación de vapor de agua superficial e intersticial en muros y techos de edificios

Tabla 7: Alternativas constructivas.

ALTERNATIVA	DIMENSIONES (cm)			Masa (kg/m ²)
	Cerámico		Total	
	e	h	e	
1 Bloque 12x19x33/40 TV	12	19	16	184
2 Bloque 18x19x40 TV	18	19	22	225
3 Bloque 18x18x33 TH	18	18	22	205

Tabla 8a: Aptitud higrotérmica de bloques cerámicos para zona cálida y muy cálida. Elaboración: Claudia Gastrón y Eduardo Murature.

ZONA		CALIDA		MUY CALIDA	
SUBZONA		Ia	Ila	Ib	Iib
		N,E y O	S	N y S	E y O
		W/m ² °K	W/m ² °K	W/m ² °K	W/m ² °K
1-Bloque 12x19x33/40 TV	Exigencia	1,78	2,36	2,07	1,72
	Transmitancia	1,6	1,6	1,6	1,6
	Cumple	SI	SI	SI	SI
2-Bloque 18x19x40 TV	Exigencia	1,97	2,55	2,12	1,77
	Transmitancia	1,36	1,36	1,36	1,36
	Cumple	SI	SI	SI	SI
3-Bloque 18x18x33 TH	Exigencia	1,88	2,46	2,09	1,75
	Transmitancia	1,24	1,24	1,24	1,24
	Cumple	SI	SI	SI	SI

Tabla 8b: Aptitud higrotérmica de bloques cerámicos para zona templada-cálida. Elaboración: Claudia Gastrón y Eduardo Murature.

ZONA		TEMPLADA CALIDA			Temperatura exterior que verifica condensación
SUBZONA		IIa	IIIb		
		N y S	E y O		
		W/m ² °K	W/m ² °K	W/m ² °K	°C
1-Bloque 12x19x33/40 TV	Exigencia	1,72	2,07	1,72	-5,4
	Transmitancia	1,6	1,6	1,6	
	Cumple	SI	SI	SI	
2-Bloque 18x19x40 TV	Exigencia	1,77	2,12	1,77	-9,6
	Transmitancia	1,36	1,36	1,36	
	Cumple	SI	SI	SI	
3-Bloque 18x18x33 TH	Exigencia	1,75	2,1	1,75	-12,2
	Transmitancia	1,24	1,24	1,24	
	Cumple	SI	SI	SI	

Tabla 8c: Aptitud higrotérmica de bloques cerámicos para zona templada-fría. Elaboración: Claudia Gastrón y Eduardo Murature.

ZONA		TEMPLADA FRIA		Temperatura exterior que verifica condensación
SUBZONA		IV a y b	IV c y d	
		W/m ² °K	W/m ² °K	°C
1-Bloque 12x19x33/40 TV	Exigencia	1,79	2,07	-5,4
	Transmitancia	1,6	1,6	
	Cumple	SI	SI	
2-Bloque 18x19x40 TV	Exigencia	1,98	1,77	-9,6
	Transmitancia	1,36	1,36	
	Cumple	SI	SI	
3-Bloque 18x18x33 TH	Exigencia	1,88	1,75	-12,2
	Transmitancia	1,24	1,24	
	Cumple	SI	SI	

Tabla 9: Consumo de calefacción por m² de muro. Fuente: NORMA IRAM 11.604, "Cálculo del coeficiente G". Elaboración: Claudia Gastrón y Eduardo Murature.

Grados día			2730	1950	1170	780	390
Alternativa constructiva							
Bloque 12x19x33/40 TV	K	W/m ² °K	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
	Q anual/m ²	KW-h/m ²	104,83	74,88	44,93	29,95	14,98
	Costo anual/m ²	U\$/año m ²	5,24	3,74	2,25	1,5	0,75
Bloque 18x19x40 TV	K	W/m ² °K	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36
	Q anual/m ²	KW-h/m ²	89,11	63,65	38,19	25,46	12,73
	Costo anual/m ²	U\$/año m ²	4,46	3,18	1,91	1,27	0,64
Bloque 18x18x33 TH	K	W/m ² °K	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24
	Q anual/m ²	KW-h/m ²	81,24	58,03	34,82	23,21	11,61
	Costo anual/m ²	U\$/año m ²	4,06	2,9	1,74	1,16	0,58

Tabla 10: Comportamiento hidrófugo.

ITEMS	CARACTERISTICAS	NORMA IRAM	
	Ubicación	Nº	
JUNTAS	entre panel horizontal	111023	
	entre panel vertical	111024	
	entre panel y techo	111585	
	entre panel y aberturas	111507	
	Tecnológicas		
MUROS	aislación vertical. Humedad de penetración	1572	
	aislación horizontal. Humedad ascendente	11556	
		11583	
	Tipológicas		
TECHOS	continuos y discontinuos	11649	1575
		11651	1651
		6648	1576
		6617	1577
		1558	1578
		1559	1579
		1581	1580
		1588	6816
		6816	1561

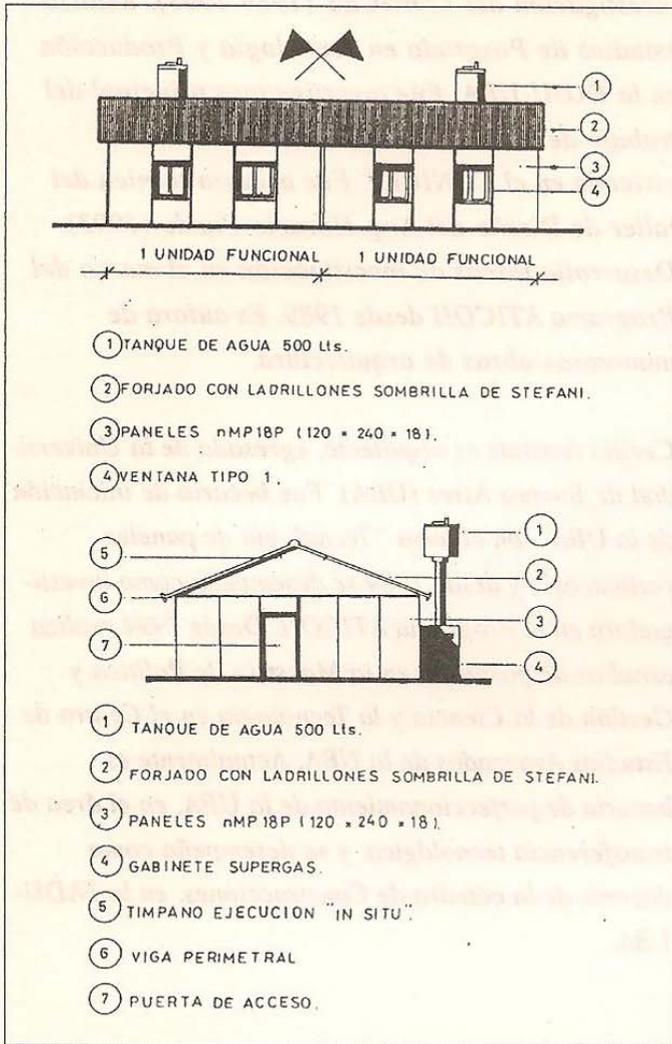


Figura 1: Vistas de dos unidades apareadas.

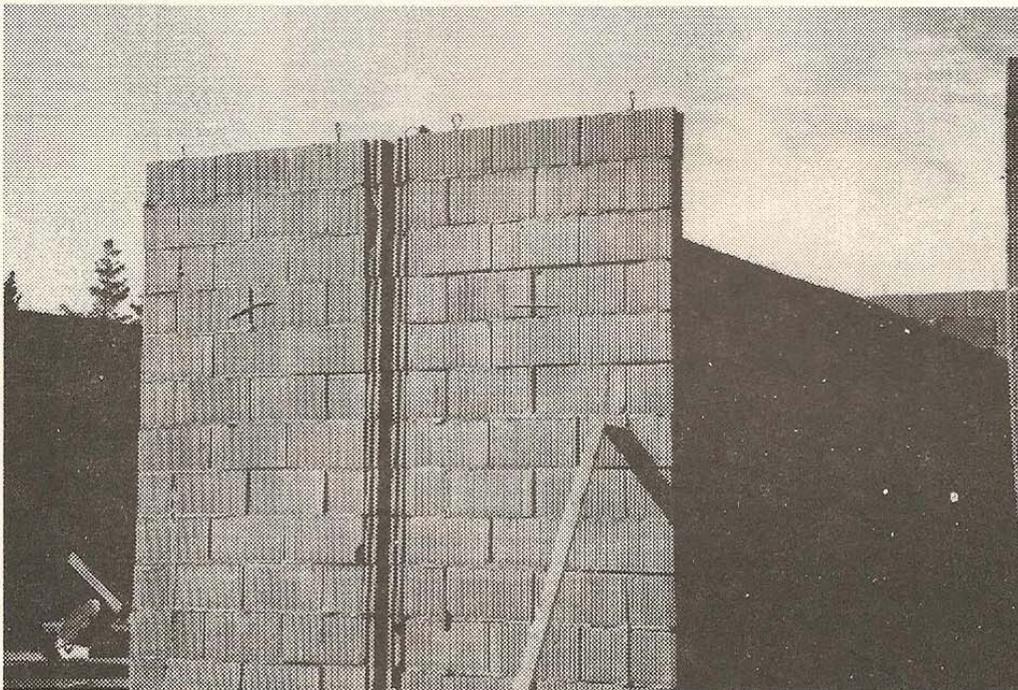


Figura 2: Vista frontal de dos paneles de base cerámica durante el proceso de montaje.

Referencias

KISNERMAN, Natalio. 1985. *Vivienda y promoción humana* (Buenos Aires: Humanitas).

RESNIK BRENNER, Moisés. 1983. Nota en el *Diario Río Negro*, General Roca, 11 de diciembre de 1983, p. 5.

Recibido: 6 junio 1994; aceptado: 10 diciembre 1995

Claudia Gastrón es arquitecta, graduada en 1976 en la Universidad de Buenos Aires (UBA). Desde 1989 a 1996 dirigió el Programa "Aplicación de Tecnologías en la Industria de la Construcción del Hábitat" y desde 1994 co-dirige, junto a Jorge Barroso, el proyecto de investigación sobre tecnología en cerámica, con sede en la Secretaría de Investigaciones de la FADU-UBA. Realizó estudios de posgrado en Tecnología y Producción en la FADU-UBA. En 1991 coordinó la organización del Primer Seminario Nacional de la Cerámica Roja en la Construcción. Desde 1989 se desempeña como Profesora Adjunta en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Mar del Plata en el taller de Construcciones.

Susana Casas es arquitecta, egresada de la Universidad de Buenos Aires en 1975. Fue becaria de investigación del CONICET (1989-1993). Realizó estudios de Posgrado en Tecnología y Producción en la FADU-UBA. Fue investigadora principal del trabajo de innovación tecnológica en el área vivienda en el CONICET. Fue asesora técnica del taller de Diseño del Arq. Horacio Pando (1993). Desarrolla tareas de investigación en el marco del Programa ATICOH desde 1989. Es autora de numerosas obras de arquitectura.

Cecilia Amstutz es arquitecta, egresada de la Universidad de Buenos Aires (UBA). Fue becaria de iniciación de la UBA, con el tema "Tecnología de paneles cerámicos", y desde 1989 se desempeña como investigadora en el Programa ATICOH. Desde 1994 realiza estudios de posgrado en la Maestría de Política y Gestión de la Ciencia y la Tecnología en el Centro de Estudios Avanzados de la UBA. Actualmente es becaria de perfeccionamiento de la UBA, en el área de transferencia tecnológica, y se desempeña como docente de la cátedra de Construcciones, en la FADU-UBA.

NOTA

Algo más de matemática

Vera W. de Spinadel

Con referencia al artículo "El Modulor de Le Corbusier", publicado en *AREA* 3 (Spinadel 1996), quisiera ampliar el parágrafo "Un poco de matemática". Siguiendo una sugerencia de Roberto Doberti, Secretario de Investigaciones en Ciencia y Técnica de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad de Buenos Aires, vamos a analizar con un zoom matemático las Figuras 6 y 7, de la página 7 del mencionado artículo.

Dice Le Corbusier en *El Modulor* (1950 [1953: 36]), refiriéndose a su principio generador: Tomar un cuadrado de lado unitario, construir su sección áurea obteniendo el punto *g*, trazar un ángulo recto sobre el eje del cuadrado inicial obteniendo el punto *i*, dividir en dos partes iguales la distancia *gi*, de donde resultan dos cuadrados contiguos iguales al cuadrado inicial. En la misma página hay una nota al pie que advierte: "Al final de la obra se verá la reserva que hay que hacer sobre la absoluta igualdad de estos tres cuadrados". Efectivamente en la pág. 217 aparece una nota del matemático R. Taton, fechada el 5 de noviembre de 1948 en la que éste dice:

los cuadrados ... son visualmente cuadrados, pero matemáticamente son rectángulos cuya forma es aproximadamente cuadrada. (p. 217)
... Uno de sus lados es seis milésimas mayor que el otro ... (p. 220)

Esta observación es matemáticamente correcta pues si suponemos que trazamos el ángulo recto centrado en *a* (Figura 1), los dos triángulos rectángulos *bca* y *dca* son semejantes. Por lo que vale la proporcionalidad de sus lados, esto es:

$$\frac{bc}{ac} = \frac{ac}{cd},$$

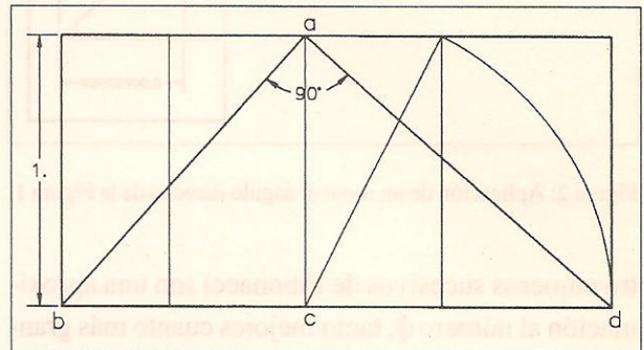


Figura 1: Trazado del ángulo recto centrado en *a*.

pero $ac = 1$, de donde $bc \times cd = 1$. Por construcción es $bc = \phi - 1/2$, de donde resulta

$$cd = \frac{1}{\phi - 1/2} = \frac{2\sqrt{5}}{5}$$

Entonces es:

$$bd = bc + cd = \frac{\sqrt{5}}{2} + \frac{2\sqrt{5}}{5} = \frac{9\sqrt{5}}{10} \cong 2,0124611...$$

Dividiendo el valor exacto 2,0124611... por 2 tenemos que cada rectángulo tendría una base de 1,006 en lugar del valor 1 supuesto por Le Corbusier, tal como puede apreciarse en la Figura 2, donde se ha aplicado un zoom al ángulo derecho.

Sobre esta base nace el enrejado de proporciones destinado a poner ergonómicamente de acuerdo la dimensión humana con la matemática. Y aun cuando desde el punto de vista estrictamente matemático se pueda argüir lo incierto del principio generador, al fijar medidas tales como 113, 70, 43 y suponer que están en razón áurea y son a la vez números de Fibonacci: $43 + 70 = 113$, lo cierto es que el número ϕ es un número irracional y las relaciones en-

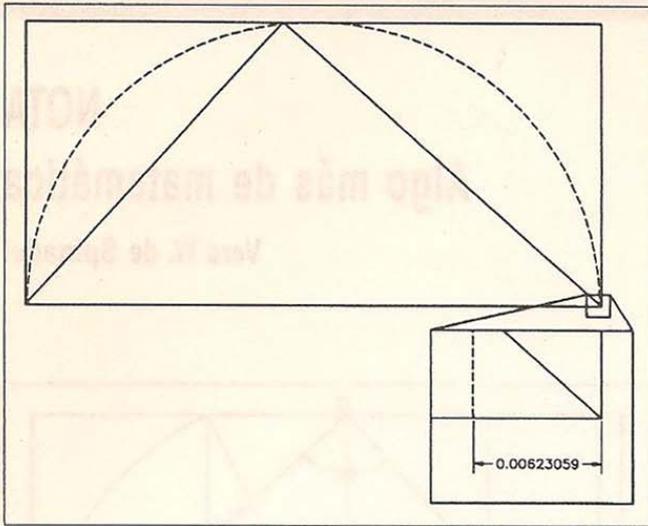


Figura 2: Aplicación de un *zoom* al ángulo derecho de la Figura 1.

tre números sucesivos de Fibonacci son una aproximación al número ϕ , tanto mejores cuanto más grandes sean esos números.

Le Corbusier, consciente de esta diferencia entre el cálculo exacto y las cifras que adoptó para cuantificar la ocupación del espacio por la figura humana, manifiesta muy poéticamente (1950 [1953: 221]):

En la práctica diaria, 6 milésimas es un valor despreciable que no se tiene en cuenta; no se ve con los ojos.

Pero en filosofía (y yo no he tenido acceso a esta severa ciencia) presumo que SEIS MILÉSIMAS de algo tienen un significado infinitamente precioso. Esto no está cerrado, no está taponado; el aire pasa; la vida está allí, hecha de la repetición de una fatídica igualdad que no es precisamente ni rigurosamente igual

... Lo que da el movimiento.

Actualmente, en las modernas investigaciones sobre la transición del orden al caos, sucede algo similar (Spinadel 1995). Lo que se busca son “escenarios universales del pasaje al caos” (Schroeder 1991). Uno de esos escenarios se caracteriza porque el cociente de ciertos parámetros en un sistema debe tomarse igual a un número tan irracional como sea posible, para poder asegurar que se está lejos de la periodicidad y muy cerca del comportamiento caótico.

Un ejemplo muy sencillo (Richter 1993) lo constituye un péndulo doble que consiste en una masa que rota estando suspendida de un punto fijo. La segunda masa cuelga del centro de gravedad de la primera. Si se toma el cociente de períodos de ambas masas igual a un número racional tal como $2/5$, el movimiento es periódico. Si, en cambio, dicho cociente es un número irracional, el movimiento resulta cuasi-periódico. Y cuando el cociente es igual al número de oro ϕ , el más irracional de todos los irracionales, estamos en las fronteras del caos. La pregunta que surge inmediatamente es: ¿cómo se obtiene en la práctica el número ϕ ? La respuesta es: mediante los cocientes de sucesivos números de Fibonacci:

$$F_0 = 0; F_1 = 1; F_{n+1} = F_n + F_{n-1},$$

ya que sabemos que el cociente F_{n+1}/F_n tiende al número de oro ϕ cuando n tiende a infinito.

Referencias

- LE CORBUSIER. 1950. *Le Modulor* (París). Trad. española por Rosario Vera, *El Modulor. Ensayo sobre una medida armónica a la escala humana aplicable universalmente a la arquitectura y a la mecánica* (Buenos Aires: Poseidón, 1953).
- RICHTER, Peter H. 1993. “Physik zwischen Chaos und Ordnung - Von Pendeln und Planeten”, en *Der Fluegelschlag des Schmetterlings. Ein neues Weltbild durch die Chaos-Forschung*, ed. Reinhard Breuer (Stuttgart: Deutsche Verlags-Anstalt).
- SCHROEDER, Manfred. 1991. *Fractals, chaos, power laws. Minutes from an infinite paradise* (Nueva York: W. H. Freeman).
- SPINADEL, Vera W. de. 1995. “Orden y caos: El borde fractal”, *Anales de la Sociedad Científica Argentina* 225 (2), 129-141.
- . 1996. “El Modulor de Le Corbusier”, *AREA* 3, 3-11.

RESEÑAS DE LIBROS

Mathematical impressions

por Anatolii T. Fomenko

(Providence, Rhode Island:

American Mathematical Society, 1990).

ISBN 0-8218-0162-7. 184 págs.,

ilustrac., US\$ 19; socios US\$ 16.

Esta hermosa obra de 184 páginas contiene 84 reproducciones de obras de Fomenko, de las cuales 23 son en colores.

Fomenko es un matemático nacido en 1945 en Ucrania. Hijo único de un ingeniero en minas y una profesora de literatura rusa, enamorada del arte y la plástica, pasó nueve años de su infancia junto con su familia en Magadan, Siberia, como consecuencia del duro régimen stalinista.

Autor de más de 140 trabajos científicos así como de 16 libros y monografías, Fomenko goza de un talento notable para expresar conceptos matemáticos abstractos, a través de obras de arte. Su fascinación por el arte y el dibujo comenzó cuando sólo contaba trece años de edad. Desde entonces, ha dedicado gran parte de su tiempo a estudiar la producción de los maestros del pasado. Algunas de sus obras tienen reminiscencias de las del gráfico holandés M. C. Escher, en su meticulosa interpretación de formas y esquemas, mientras que otras piezas son expresiones más viscerales de ideas matemáticas. Pero dejemos que él mismo nos explique el mecanismo de su creación:

Pienso en mis dibujos como si fueran fotografías de un mundo extraño pero real y la naturaleza de este mundo, pleno de infinitos objetos y procesos, no es bien conocida. Evidentemente, existe una conexión entre el mundo matemático y el mundo real... Esta es la relación que yo veo entre mis dibujos y la matemática.

Vera W. de Spinadel

Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo
Universidad de Buenos Aires

Symmetry. A unifying concept

por István Hargittai y Magdolna Hargittai

(Bolinas, California: Shelter Publications, 1994).

ISBN 0-89815-590-8. 222 págs., refer. bibliog.,

ilustrac., US\$ 18. Shelter Publications Inc.,

PO Box 279, Bolinas, California 94924, USA.

En este final de siglo en que nos vemos inundados de bibliografía cada vez más especializada, encontrar una obra como esta constituye un verdadero y agradable oasis. Porque está dirigida no al especialista sino al público en general, siendo su propósito fundamental el hacer notar que la *simetría* es un concepto unificador para encontrar conexiones entre las ciencias y las técnicas.

Como la simetría se aprecia visualmente, puede decirse que este es un libro visual. Los autores utilizan fotografías, diagramas y reproducciones de arte para ilustrar los conceptos básicos de la simetría. El nivel de las mismas es excelente y el lenguaje utilizado es muy simple. El libro está clasificado en dos grandes tipos de simetría:

Primera parte (capítulos I a IX): se refiere a simetrías puntuales, donde existe un centro de simetría invariante durante la rotación.

- I. Simetría bilateral
- II. Forma y movimiento
- III. Mano derecha, mano izquierda
- IV. Engranajes y molinos de viento
- V. Reflexión y rotación
- VI. Copos de nieve
- VII. Edificios mirados desde arriba
- VIII. Cubos y otros poliedros
- IX. Globos, nueces de nogal y moléculas

Segunda parte (capítulos XI a XV): se refiere a simetrías espaciales, que pueden ser bidimensionales o tridimensionales, según que la repetición se extienda en dos o tres dimensiones.

- XI. Repitiendo todo
- XII. Hélice y espiral
- XIII. Abejas e ingeniería

XIV. Ritmo sobre la pared

XV. Diamantes y vidrios

El capítulo X, entre ambas partes, trata la simetría de opuestos o *antisimetría*. La antisimetría se nota porque una propiedad (el color, por ejemplo) se convierte en su opuesta durante la operación de simetría, como cuando miramos la imagen especular obtenida por reflexión.

Una última observación: es ésta una obra que sería sumamente útil como referencia bibliográfica para todos los procesos de diseño que se estudian en las Facultades de Arquitectura, Diseño y Urbanismo: diseño arquitectónico, diseño industrial, diseño grá-

fico, diseño de indumentaria y textil, diseño de imagen y sonido, diseño del paisaje y otras disciplinas afines. Obviamente, se deberían encarar jornadas o congresos sobre simetría y diseño en la que participaran docentes y alumnos de todas estas carreras, para intercambiar ideas sobre este fascinante concepto y hallar vías para unificar a través del mismo distintos campos del diseño.

Vera W. de Spinadel

Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo

Universidad de Buenos Aires

INFORMATION FOR AUTHORS AND CONTRIBUTORS

Aims and scope

A *AREA* is a journal devoted to theoretical, epistemological, and methodological aspects in any discipline of design: urban-planning, architecture, industrial, graphic, textile and clothing design, film & video, etc. Within these general subjects, no particular focus is favored; articles may deal with environmental, historical, social, technical, morphological, or other aspects, but, in any case, preeminence is given to research that may result in an original contribution to the discipline or field in question. Manuscripts framed in these aims and scope are welcome. Each submitted article will be evaluated by two referees.

Submitted works must be unpublished material in the language of submission. The main language of the journal is Spanish, but original articles in English are also welcome. In any case, articles should include an abstract (100 words, approximately) and a list of key-words in both languages. In special cases, and with the author's approval, Spanish translations of original articles in other languages will be published. *AREA* also encourages authors and publishers to send review articles or books for review. These cases will be considered according to two modalities: 1) the author or publisher may send a copy of the book and, after evaluation, the editor of *AREA* will invite a specialist to write the review article; 2) a second author may directly submit the review article already written, in which case the same procedure as with regular articles will be followed.

Instructions for manuscript submission

Manuscripts should be submitted in A4 or letter size, in three copies. Each page will be numbered

carrying also the author's last name. Regular articles may have an extension of 2,000 to 5,000 words, while review articles should be in the range of 500 to 1,000 words, including main text, notes, and bibliography. Graphics and illustrations, if they exist, should not exceed the proportion of written text. The manuscript may be sent in a computer diskette. In this case, only two printed copies are required. ASCII files, Microsoft Word, Write, or WordStar files, in 3½ or 5¼ diskettes formatted for IBM-PC are accepted.

Data to be included and typographic aspects

After the title, besides each author's name, indicate the supporting institution, address, phone, and e-mail. In the case of various authors only one address and phone is necessary. At the end of the article, include a short biographical note of each author, mentioning academic activity and publications.

Sections of text should be divided by headings, not numbers. First order headings are indicated by wave underlining (or bold typeface), second order headings with single underlining (or italic), and third order headings, if they exist, without underlining. Relevant words or expressions, foreign words, and titles of books are underlined (italics).

Quotations and bibliographical references

Quotations of four lines or more are written in a different paragraph with continuous indentation. It is advisable to quote in the original language, if it differs from the language in which the article is written, a translation—enclosed in brackets—should be provided.

Within the text, bibliographical references are made by the author-year system, with the author's last name followed by the year of publication and page numbers, all within parentheses; for instance,

(Bohm 1968: 140). Sometimes, to make the discourse more fluent, it is appropriate to place the author's name outside the parentheses. If an edition which is not the original one has been used (a translation, republication, etc.) the year of the original edition is given within the parentheses, and the year of the used edition and page numbers within brackets inside the parentheses, for instance, (Nicolle 1957 [1961: 24]). These references are applicable every time a quotation or a paraphrase is made.

Notes

Notes may be used when an idea is to be developed or a comment added without interrupting the main discourse. Notes are not used to place bibliography. Within the text, references to notes are given by superscript arabic numerals. The section which contains the notes is placed at the end of the manuscript, before the bibliographical references.

Figures and tables

Figures can be drawings or photographs in black and white. Of the three required copies, only one needs to be of such a quality as to be reproduced: originals (which will be returned to authors upon publication) or laser copies, and photographs in glossy finish. If material protected under *copyright* is to be published, authorization in writing from the copyright holder should be obtained and submitted along with the manuscript. Both, figures and tables are numbered and carry the corresponding captions.

List of bibliographical references

Every work cited in the text must have a bibliographical reference, and no bibliography should be given that does not have an in-text reference by means of the author-year system. The bibliographical list is arranged in alphabetical order by the author's last name. Write last names in uppercase and names in lowercase.

After the name, comes the year of publication. For historical documentation, it should be the year of the original publication or, in the case of posthumous editions, the year of writing as it can be better determined. This applies even if the ac-

tual source used is not the original publication, mentioning in this case which edition has been used. If there is more than one item for a certain author in the same year, the items following the first one are identified by adding to the year a lowercase letter in alphabetical order, for instance, 1984, 1984a, 1984b, etc.

After that, comes the title of the work and the editorial information. If the source is a book, the title is underlined (italics). If a translation is used, give the data of the original publication first, and then the name of the translator and the data of the translated edition.

The place of publication and the publisher is included within parentheses. If the edition used is not the original one, provide the year of this edition after the publisher. The year to be taken into account is the year of the last revised or enlarged edition; mere republications are ignored. Examples:

- MAGARIÑOS DE MORENTIN, Juan Angel. 1984. *Del caos al lenguaje* (Buenos Aires: Tres Tiempos).
———. 1984a. *El mensaje publicitario* (Buenos Aires: Hachette).
NICOLLE, Jacques. 1957. *La symétrie* (Paris: Presses Universitaires de France). Spanish translation by Rodolfo Alonso, *La simetría* (Buenos Aires: Compañía General Fabril Editora, 1961).

If the source is an article published in a journal or a periodical, the title of the article is written in normal characters and within double quotations. Then comes the name of the journal or periodical underlined (italics), the volume (wave underlining or bold), number (within parentheses), and pages. Example:

- JULESZ, Bela. 1981. "Perception of order reveals two visual systems", *Leonardo* **14** (4), 315-317.

If the source is an article published in an anthology, the title of the article goes in normal characters and enclosed in double quotes. After a comma, write the word "in", and the name of the compiler or editor. Following that, as in the case of a book, provide the place of publication and publisher, but at the end, give the pages occupied by the article. Example:

LOEB, Arthur L. 1966. "The architecture of crystals", in *Module, proportion, symmetry, rhythm*, ed. Gyorgy Kepes (New York: George Braziller), 38-63.

If the reference is not just to a part of an anthology but to the whole book, then the editor or compiler is placed as author. Thus, for the previous case, the entry should be:

KEPES, Gyorgy, ed. 1966. *Module, proportion, symmetry, rhythm* (New York: George Braziller).

If the source is a paper published in the proceedings of a congress, the style is similar, but the date and place of the congress are included. Note that the year after the author is the year of realization of the congress, because the year of publication could be a latter one.¹

MALDONADO, Tomás. 1974. "Does the icon have a cognitive value?", in *Panorama semiotique / A semiotic landscape, Proceedings of the First Congress of the International Association for Semiotic Studies*, Milano, June 1974, ed. S. Chatman, U. Eco, and J. Klinkenberg (The Hague: Mouton, 1979), 774-776.

If unpublished material is used, describe its origin.
Example:

HOLLISTER, Warren. 1983. Personal letter, September.

RANSELL, Joseph. 1966. *The idea of representation* (New York: Columbia University, unpublished doctoral dissertation).

When antique authors are cited, for whose writings no exact date of publication can be provided, indicate the presumed or approximate dates along with the abbreviations "a." (ante), "p." (post), "c." (circa), or "i." (inter), as appropriate. Example:

VITRUVIUS. i.43 BC-14 AC. *De architectura libri decem*. English translation by Morris Hicky Morgan, *The ten books on architecture* (Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1914).

Procedures

The acceptance of a manuscript for publication implies the transfer of the author's rights to the journal. However, authors keep the right to use the material in books or future publications, the right to approve or veto the republication of their work, as well as the patent rights.

Authors will be notified of the acceptance, rejection, or necessity of revision of the manuscript, along with the comments of the referees. Before the publication, an author will receive the printed proofs, which should be carefully revised and returned in the stipulated time. At this stage, no new added material or changes going beyond the proofreading will be admitted. After the publication, the author will receive 30 reprints and a copy of the issue in which the article appears.

1. This is coherent with the idea of always taking the first documented date of appearance of a text or a concept.

Otras publicaciones de la Secretaría de Investigaciones en Ciencia y Técnica, FADU-UBA

Serie Difusión (ISSN 0328-2252), serie monográfica.

- Nº 1. *El proceso de la ciencia. Una breve introducción a la investigación científica*, J. Samaja, \$ 8.
- Nº 2. *El aporte de la informática en la arquitectura, el diseño y el urbanismo*, M. I. de Nístal, A. Montagu y M. Mariño, \$ 10.
- Nº 3. *El mapa social de Buenos Aires*, H. Torres, \$ 8.
- Nº 4. *Sol y viento: De la investigación al diseño*, A. Fernández y S. de Schiller, \$ 8.
- Nº 5. *El dibujo objetual*, R. Doberti y L. Giordano, \$ 8.
- Nº 6. *Usuarios, técnicos y municipios en la rehabilitación del hábitat. Administración y mantenimiento de conjuntos habitacionales*, R. Dunowicz, A. Gerscovich y T. Boselli, \$ 8.
- Nº 7. *El proyecto de puente Buenos Aires-Colonia*, O. Suárez, \$ 10.
- Nº 8. *La formación de los arquitectos*, A. San Sebastián, \$ 8.
- Nº 9. *Planificación y medio ambiente. El caso de San Martín de los Andes*, D. Kullock y otros, \$ 8.
- Nº 10. *Los CIAM y América latina*, A. Ballent, \$ 10.
- Nº 11. *Mega-ciudad Buenos Aires: ¿Profundización de la segmentación?*, L. Ainstein, \$ 8.
- Nº 12. *Sistemas de orden del color*, J. Caivano, \$ 8.
- Nº 13. *Programa del conjunto habitacional "Ciclo vital"*, J. Sarquis, \$ 8.

Otras publicaciones

Investigaciones de Becarios UBA en la FADU, 1994 (ISBN 950-29-0181-9), editado por J. Caivano, con artículos de A. Aldasoro, M. Monti, M. Poy, L. D'Angeli, R. de Sárraga, A. Fernández, F. Murillo, M. Cobos, M. Simone, N. Escobari, V. Paiva, C. Shmidt, N. Closi, A. Schweitzer, F. Almansi, I. Fernández, A. Guzzo, C. Colavita, P. Reissig, F. Cuervo. Temas: situación ocupacional profesional, enseñanza de la arquitectura, pensamiento creativo y diseño, comprensiones geométricas, formas de convivencia grupal, sol y viento en diseño de exteriores, pautas bioambientales de desarrollo urbano, vegetación y clima, espacios abiertos urbanos, arquitectura y cultura contemporáneas, higiene y urbanismo, tratadística en la arquitectura argentina, catastro de redes en transporte, puente Buenos Aires-Colonia, mejoramiento habitacional, apropiación del hábitat, políticas de vivienda, sistemas sanitarios, estructuras livianas en vivienda, auto para discapacitados. \$ 8.

La SICyT reflexiona sobre la ciudad. Serie Documentos de Trabajo Nº 1, editado por T. Boselli. Autores: L. Ainstein, A. Novick, R. Doberti, H. Torres, R. Perahia, C. Amengual, A. Conti, J. Evans, M. Marengo, M. Rodulfo, A. de Debuchy, R. Dunowicz, C. Levinton, D. Kullock, M. Mariño. \$ 5.

Para envío por correo complete la ficha, agregando un 10 % más para la Argentina o el exterior vía superficie (mínimo \$ 2) y un 20 % para el exterior vía aérea (mínimo \$ 6). Adjunte cheque a la orden de *Facultad de Arquitectura y Urbanismo, UBA*, y envíe todo a: Secretaría de Investigaciones, Facultad de Arquitectura Diseño y Urbanismo, UBA, Ciudad Universitaria Pabellón 3, 4º piso, 1428 Buenos Aires, Argentina. Tel. (54-1) 782-8203/8909/8411/8881 int. 128, Fax (54-1) 782-8871.

Cantidad	Publicación	Precio	Total
.....
.....
.....
Envío (+10%, mín.\$ 2, ó +20%, mín.\$ 6)			
TOTAL			
Nombre			
Dirección			
Adjunto cheque Nº			

ISSN 0328-1337



Diagramación e impresión:
Oficina de Publicaciones del CB

Edición:
Secretaría de Investigaciones
en Ciencia y Técnica
FADU - UBA

Auspicio:
Secretaría de Extensión
FADU - UBA