

Edificios escolares y responsabilidad¹

Gustavo San Juan *

La cuestión del desarrollo edilicio en el ámbito del sistema educativo debe ser una prioridad y es necesario que se asuma el compromiso. En este artículo, el autor aporta algunas propuestas con el interés de mejorar el ambiente.

El mundo es un absurdo animado
que rueda en el vacío para asombro de sus habitantes.
Gustavo Adolfo Bécquer

A modo de introducción

Si tuviera que pensar desde dónde posiciono mi reflexión sobre este tema [de los edificios escolares y la responsabilidad], en primera instancia comenzaría definiendo el alcance de lo que entiendo por *Educación Ambiental*. Si bien llevo dentro de mí el *educar*, debería interrogarme sobre qué es el *ambiente*. Este es un concepto simple y complejo a la vez. Etimológicamente, *ambiente* (del latín *ambientis*) se refiere a lo circundante; se conforma por el prefijo *amb* (*alrededor*) y el verbo *ire* (*ir*) o sea, *ir alrededor*.^{*} Tiene que ver con la noción de *entorno*. Desde el punto de vista científico, la noción de *ambiente* ha evolucionado y se reconoce como la búsqueda de lo que rodea e influye a un organismo o a una persona.

En la actualidad, este término se ha consolidado a partir de los problemas de la degradación de la naturaleza, la contaminación o el deterioro del paisaje y de los sistemas ecológicos, y por consiguiente, de la disminución de las condiciones de vida de gran parte de los seres humanos de este planeta.

Hoy en día, el “drama ambiental” lo reconocemos en los medios de comunicación, en el habla popular o en los desarrollos aportados por la ciencia. La humanidad crece en un *desarrollo*, que se le vuelve adverso e intangible para muchos. Los efectos de la contaminación del aire, el suelo y la tierra, son reconocidos

¹ Ponencia presentada el 27 de abril de 2007 en el marco del V Encuentro de Educadores de Ciencia y Tecnología “Educación Ambiental para la Construcción de una Agenda Regional Escolar”, organizado por la Dirección de Gestión Educativo Ambiental de la DGCyE, San Bernardo, provincia de Buenos Aires.

por gran parte de nosotros. Los problemas de deforestación, desertificación, contaminación y de cambio climático, no son ajenos a las conversaciones con nuestros hijos, nietos o alumnos en las aulas.

Pero esta situación conocida, a veces ajena y lejana a nuestra vida cotidiana, nos hace repensar nuestro rol de educadores, de formadores. Y entonces pienso en mi segundo cuestionamiento: *mi rol*.

¿Qué hago en nuestra aula, con nuestros chicos?

¿Cómo puedo abordar este problema tan complejo?

¿Es necesario que trate estos temas en el aula?

¿Son ciertas las cosas que escucho, en la radio, en la televisión?

¿Por dónde comienzo?

¿Entenderán los alumnos la información que les puedo *arrimar a sus pupitres*?

¿Seré responsable de algo, si incluyo estos temas en mi currícula?

Como respuesta podría decir: *¡Sí, somos responsables!*

¿Acaso no trabajamos por nuestros hijos, y nuestros nietos? Por una sociedad en equidad social, más justa. Al decir de Fernando Savater (1997):

Vaya por delante que tengo a maestras y maestros por el gremio más necesario, más esforzado y generoso, más civilizador de cuantos trabajamos para cubrir las demandas de un Estado democrático.

El pasado 2 de febrero de 2007 en la ciudad de París, un hecho conmocionó la opinión pública, y a nosotros mismos, educadores y trabajadores *del y por* el ambiente. El IV Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) –organismo científico de las Naciones Unidas–, a través del trabajo y estudio de miles de científicos ha puesto en común los resultados de sus investigaciones, expresa que el “cambio climático” en gran medida es de origen antropogénico, o sea generado por el hombre. Este hecho registra su inicio, fundamentalmente a partir de los años 1750, fundado en el crecimiento exponencial de la población, el modelo de desarrollo imperante a partir de la Revolución Industrial y el consumo de combustibles fósiles como generación energética.

Bastante claras son las palabras conclusivas pronunciadas en esta oportunidad por Achim Steiner, Director del Programa de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente (PNUMA):

El 2 de febrero pasará a la historia como el día en que desaparecieron las dudas acerca de si la actividad humana está provocando el cambio climático; y cualquiera que, con este informe en la mano, no haga algo al respecto, pasará a la historia como un irresponsable.

* Cabe agregar que el Diccionario de la Real Academia Española consigna: “ambiente (del latín *ambens*, -entis, que rodea o cerca)”.

En el sitio de Internet del Centro Nacional de Educación y Comunicación Educativa, Ministerio de Educación y Ciencia de España, se señala que el término latino “*ambientis*, proviene de *ambio*, *is*, *ire*, *ambivi*, *ambitum*, rodear”
http://recursos.cnice.mec.es/latingriego/Palladium/5_esp/esplap12.php. [Sitio consultado el 8 de agosto de 2007]. (N. de C.).

Queda claro donde está mi posición. Lamentaría que mis hijos pensarán que fui un irresponsable.

La tercera cuestión tiene que ver con una pregunta insoslayable que me he hecho desde hace 20 años y que se relaciona con mi disciplina, la arquitectura: *¿Qué puedo hacer sobre el tema, para que se diseñen edificios ambientalmente conscientes?*, pues estos años de trabajo, en la escuela, en la Facultad, en el Laboratorio, en foros de debate, entre colegas y amigos indagando acerca de los por qué de la relación entre edificio escolar y ambiente, me han dado las pautas claras para trabajar e investigar sobre este hecho físico, funcional, singular; observar y dimensionar los procesos físicos, psicológicos, culturales y sociales que en este ámbito se producen.

Lamento decirles que como arquitecto considero que un aula no es un espacio cerrado, con alguna ventana, puerta, un techo y cuatro paredes donde colgar el pizarrón y los trabajos de los alumnos. ¿O la primera escuela en nuestro país no comenzó debajo de un naranjo?

Esta contradicción aparente se puede resolver a partir de pensar, por un lado, que lo fundamental es la comunicación, es eso que está en el aire, en el centro de la escena, entre docente y alumno o viceversa. Es por eso que en realidad no necesitaríamos un aula para dar clase. ¿O los peripatéticos griegos la necesitaban?

Pero claro, sé que esto es una provocación, ya que desde Platón y Aristóteles (límite / continente / contenido) se pensó qué es eso del *espacio*. Y lo siguieron pensando filósofos desde diferentes ópticas y pensamientos: Zenon y Hegel (espacio / tiempo-movimiento); René Descartes (razón / memoria / imaginación / Percepción); Kant (constructivismo / espacio / tiempo / experiencia); Merleau Ponty (el espacio fenomenológico); Bachelard y Heidegger (el espacio existencial / acontecimiento); Walter Benjamín (el espacio del habitar), entre otros.

Demás está decir que si la caverna ofreció resguardo, protección, abrigo a las reuniones de comensales y a las primeras manifestaciones culturales, por qué hoy, en pleno siglo XXI, no podemos tener aulas confortables, que nos enseñen y que enseñen, que sean el telón de fondo del teatro de nuestra vida en plenitud.

La verdad de este transitar me indicó que *el aula* es un educador más. Del alumno y de sus maestros, y por extensión de su comunidad educativa, de sus familias, de su barrio. Mejor dicho, *debería serlo, ¿no?*

Las condiciones de confort del ocupante; de eficiencia; de igualdad; de limpieza; de respeto por el medio ambiente local (el que percibimos en primera instancia), el regional y hasta el global (aunque no nos demos cuenta), son indicadores de sustentabilidad, de actitud democrática, y del nivel de formación de una sociedad. No de cualquiera, sino de la que anhelamos.

Algunas investigaciones realizadas en escuelas de la periferia de La Plata, a partir de técnicas llamadas *objetivas*, basadas en mediciones de las condiciones ambientales (temperatura, humedad, sonido, iluminación) y de técnicas *subjetivas*, basadas en encuestas de opinión, nos demuestran la correlación entre las condiciones físicas de confort del alumno en el aula. Se verificó que las respuestas satisfactorias de sus ocupantes estaban mediadas por una *mitigación concreta*, por ejemplo a partir de un grado de abrigo excesivo; por un grado de *acostumbramiento* a condiciones fisiológicamente inaceptables, y por

una objetivación concreta y callada de lo que sucede. El investigador preguntó al alumnado: “¿Saben qué es la humedad?”, y un alumno levanta la mano y sonriente dijo: “¡Si, eso que chorrea por la pared!”. [Como resultado de esas investigaciones], el 88% de los alumnos opina que la iluminación en el aula es suficiente o excesiva, [aunque] el promedio de iluminación en ese espacio es de 100lux, cuando según Norma y en buenas condiciones fisiológicas, debería ser de 500lux.

Por algunas de estas cuestiones, entre otras, pienso que los edificios, en primera instancia, debieran ser el *Item 1* en una *Agenda Escolar Regional*:

- primera instancia: responsabilidad de un Estado democrático y pluralista, encargado del diseño y la producción de escuelas;
- segunda instancia: responsabilidad del cuerpo de docentes y no docentes encargados de llevar consigo, a cuestas, el funcionamiento de un establecimiento. De cuidarlo, de limpiarlo, de hacerlo digno de la comunidad que ella lo habita;
- tercera instancia: responsabilidad de los ciudadanos que las ocupan.

El *Item 2* de esta Agenda tendría que ver con las historias, los sonidos musicales, las pinturas, los textos, las reflexiones, las conversaciones, los debates, las tareas manuales, las investigaciones realizadas en estos espacios:

- generar proyectos Institucionales *aggiornados* a este nuevo paradigma, dando respuestas a las características locales y/o regionales;
- conformar redes entre establecimientos que trabajan, investigan, desarrollan y enseñan temáticas ligadas a la cuestión ambiental, para compartir sus aciertos y sus penurias;
- realizar acciones concretas dentro o fuera de la escuela, que pongan al alumno de frente al problema en la búsqueda de soluciones;
- reconocer los diversos “problemas ambientales”, a escala local pero también a escala global en sus diversas dimensiones: 1. *Ecológica-Ambiental*; 2. *Económica*; 3. *Tecnológica*; 4. *Política*; 5. *Ética*; 6. *Institucional*; 7. *Humana*; 8. *Social*. (Jiménez Herrero, s/d);
- relacionar las situaciones ambientales en la escuela y el aula con las de su medio cercano;
- indagar e incentivar a descubrir los problemas y dar soluciones, involucrándose en algunas de ellas.

Ya han quedado atrás en mi historia aquellos días, antes de 1984, cuando golpeaba la puerta de las oficinas de la Dirección de las escuelas en la búsqueda de difundir la problemática de nuestro pueblo indígena, y obtenía como respuesta: “No querido, el tema aborigen no está en la currícula”, negando una realidad que no se quería ver.

Igual que en este hecho personal, hoy la discusión sobre la preservación del medio ambiente, o sea de nosotros mismos y de lo que nos rodea, no se puede entender como un hecho superfluo ni egocéntrico, sino como un hecho biosférico, civilizatorio. El 2007 nos encuentra con una sensación general, avalada por el mundo científico, que nuestros niños comprenden bien, y nos enseñan a diario. Preguntémosnos entonces nuevamente: *¿Qué podemos hacer sobre el tema de la Educación Ambiental en la escuela?*

La perspectiva ambiental. Apuntes

A partir de la década del 60 se comienzan a sentir voces de alerta con una postura conservacionista de la naturaleza. Ya en los 70, la idea de *eco-desarrollo*, luego de la Conferencia de Cocoyoc sobre “Medio Ambiente y Desarrollo” (México, 1974), integraba la *ecología* como disciplina científica de la naturaleza y el concepto de *desarrollo*, pero desde una postura económica. Al respecto deberíamos tratar una serie de conceptos, que no serán desarrollados en este documento pero que son fundamentales como para entender el problema, tanto en sus diferentes escalas de integración como de aplicación: la noción de “biosférica” planteada por John Vallentine, dentro de una visión macro del problema; la concepción “ecológica”, desde la perspectiva y el aporte de Eugene Odum, la cual plantea diversos temas como por ejemplo: “sistemas abiertos y cerrados, sistemas disipadores, niveles de organización”; los principios de la termodinámica; el ambiente como una totalidad; el estudio de “sistemas complejos”, por ejemplo lo planteado por Rolando García; el “mensaje ecológico” de Lewis Mumford;¹ el aporte teórico-práctico de la “*ecología urbana*” en exposiciones sistemáticas por ejemplo de Virgilio Benetti, Salvador Rueda o Kevin Lynch. Además, los aportes interesantes del estudio de la fisiología y metabolismo urbano; el consumo de los recursos (hoy más escasos que nunca); la información (sumada a los flujos de materia y energía) en los sistemas urbanos, o los modelos de gestión y tecnología urbana y arquitectónica. Estas consideraciones que se presentan son de fundamental importancia a la hora no sólo de comprender el funcionamiento de ciertos procesos que los técnicos *manejamos*, sino como material para el diseño urbano y arquitectónico.

Con el transcurso del tiempo se fue acuñando el término *sostenible* (*sustentable*, utilizado por autores latinoamericanos), que alude al concepto original en el que se asocia la capacidad de un ecosistema para mantener su productividad interna. O sea, mantenerse en equilibrio sin superar su capacidad de carga. Para definir esta sustentabilidad ambiental de la ciudad, es preciso relacionar la demanda de los recursos imprescindibles para cumplir con las necesidades de sus habitantes, en función de poder satisfacer la demanda en el futuro. Este término en un comienzo se asociaba a criterios netamente ecológicos, relacionado con los sistemas naturales. Finalmente, se incorporó la *dimensión ambiental*, considerada como una totalidad, con criterios económicos, sociales y culturales. Esta concepción del ambiente se conforma a partir de las relaciones entre el contexto cultural y el natural.

El primero de ellos, el cultural, contiene en forma implícita al hombre, como ente y como conjunto social, y al desarrollo de su vida, lo que implica justamente la construcción de su cultura. Esta ha ido cambiando con el devenir histórico manteniéndose una posición dialéctica, variable con relación a la naturaleza. Este acontecimiento ha llegado a convertirse en una red de mega ciudades o metrópolis, con alta concentración poblacional que implica entradas y salidas de flujos de materia, energía e información; relacionado con su contexto natural circundante, influyendo a escala local, regional o global.

El segundo [contexto], el natural, lo podemos dividir en cuatro subsistemas: Seres vivos; Agua; Tierra; Aire. Cada uno de estos subsistemas corresponde a elementos de un sistema complejo en el que sus

relaciones pueden ser estudiadas como procesos ecológicos. Se requiere conocer estas relaciones, la calidad y dimensión de sus efectos y las estrategias de eficiencia. Se pueden reconocer las siguientes condiciones básicas:

- no someter a la naturaleza a altas exposiciones de sustancias tóxicas creadas por el hombre;
- no exponer a la naturaleza a altas concentraciones de sustancias tóxicas extraídas de la corteza terrestre, como por ejemplo combustibles fósiles y la minería;
- no exponer a la naturaleza a la degradación de su medio físico, extrayendo los recursos de ecosistemas estables y en la proporción adecuada, para no comprometer su estabilidad;
- satisfacer las necesidades humanas del planeta.

Volvamos a definir el término *sustentabilidad*. En la actualidad aparece este término bastardeado en el uso corriente, ya sea por una interpretación como mera *moda*, como discurso de *marketing* en determinados productos, como idea de actualización y/o adecuación ambiental de cierta tecnología productiva. O como nuevo paradigma inmaduro, con carácter superfluo, inconsistente o incluso difuso, debido principalmente a la incomprensión conceptual; a la falta de un abordaje profundo y serio del tema; a las carencias de ideas concretas hilvanadas, o a la inexistencia de acciones coherentes por parte de los organismos responsables e involucrados.

En defensa de esto se puede decir que ya se cuenta con un abundante aporte epistemológico desde diferentes ciencias, como la ecología, la economía, la sociología, la filosofía o las ciencias políticas; disciplinas como la ética o la tecnología. Ambas producen conceptualizaciones y nuevas construcciones del conocimiento con carácter interrelacional, y se engloban en lo que podemos llamar las “ciencias ambientales”. Otras disciplinas, como *el paisajismo*, construyen su reflexión y acción sobre la misma relación hombre-naturaleza, sus implicancias, su sustentabilidad, su armonía, su reconocimiento, sus valores intrínsecos.

Esta idea que en la actualidad no es reconocida por la sociedad en su conjunto, se manifiesta en diferentes *escalas*. Por un lado, la más visible es la *escala local* o incluso la *personal*. Aquella que nos afecta directamente y sobre la cual podemos visualizar las causas, sus efectos y hasta proponer soluciones. Por ejemplo los residuos (salidas en un sistema abierto), su recolección y gestión. Este es un gran problema cotidiano que no asumimos en profundidad, ya que si bien sacamos nuestros desechos de nuestra casa, generalmente no conocemos adónde van, ni cómo se tratan, ni qué efectos producen luego. Desconocemos cómo podemos actuar favorablemente. Eliminamos el problema y alguien o algo (el medio ambiente) lo resolverá.

Muchas de estas acciones tienen una injerencia no solo local sino además regional, afectando un espacio al cual pertenecemos pero que seguramente no comprendemos como tal. Como ejemplo podemos mencionar los problemas derivados de la extracción de agua potable de los acuíferos subterráneos en determinadas áreas, afectando otras más alejadas; o la incorporación de fertilizantes en sectores agrarios que terminan contaminando las napas freáticas de donde luego bebemos agua o regamos los cultivos; o la eliminación de contaminantes, sin un debido tratamiento, en los cauces de ríos, por ejemplo los cloacales

de derivación domiciliaria o los industriales, los cuales terminan influyendo negativamente sobre el agua que luego tomaremos, sobre la fauna marina que luego comeremos, o sobre los territorios aledaños en los cuales vivimos o que disfrutamos de diferentes maneras.

Y también existe la escala *global*. Quizás esta sea la más difícil de visualizar, de controlar y de generar acciones, ya que pueden ser alteraciones ambientales dentro del propio país o derivaciones transnacionales o transcontinentales. Veamos por ejemplo dos casos.

1. Para que nuestras ciudades cuenten con iluminación artificial requerimos de una energía que la soporte, la cual puede derivar de centrales térmicas basadas en la quema de combustibles fósiles, gas o gasoil, o hidráulica. La primera de ellas genera localmente una intensa contaminación atmosférica por emisión de calor y gases poluentes al aire, y de agua caliente a los cursos fluviales cercanos, elevando su temperatura. La segunda alternativa genera una alteración en el paisaje y en el microclima local en función de las nuevas condiciones ambientales derivadas del nuevo escenario geográfico debido la construcción del embalse, y de las condiciones de artificialidad en el manejo del medio ambiente. Se propone entonces un nuevo ecosistema, que afecta a las poblaciones vegetales y animales y en muchos casos a las poblaciones humanas que se encuentran en su área de influencia. Además existe otro efecto debido a la radiación bajo las líneas de transporte de energía. Generalmente podemos comprender lo que vemos o tenemos cerca, pero no valoramos lo que tenemos lejos o no podemos visualizar a simple vista.

2. Otro ejemplo de problemas ambientales es el derivado del uso indiscriminado de hidrocarburos fósiles, lo que genera el aumento progresivo de la temperatura del aire de la atmósfera por el aumento del CO₂ (dióxido de carbono), que provoca el efecto del calentamiento global. Se registra además una elevación del nivel de agua de los océanos (17cm en los últimos 100 años), lo que redundará en extensas zonas de costas –incluidas ciudades– bajo la presión del agua. O también el incremento de gases como los CFC (clorofluocarbonos) con la consiguiente retención de la radiación infrarroja y la disminución de la capa de ozono, lo que deriva en una elevación de la radiación ultravioleta sobre la tierra afectando a los seres vivos. Podemos conocer por distintos medios algunas derivaciones, por ejemplo sobre el fraccionamiento ocurrido en el casquete polar antártico; o la influencia del adelgazamiento (“agujero”) de la capa de ozono atmosférico que incide sobre nuestra Patagonia austral entre los meses de octubre y febrero; o la disminución de las capas de nieve en ambos hemisferios, o el retroceso de los glaciares de montaña.

En una idea general, derivada de la ecología, la sustentabilidad de los ecosistemas naturales *depende de las tensiones actuantes sobre ellos y la capacidad de recuperación ante las alteraciones.*²

La Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y Desarrollo utiliza en el Informe de 1991 la expresión de desarrollo sostenible en cuanto a “[...] mejorar la calidad de vida humana sin rebasar la capacidad de carga de los ecosistemas que la sustentan” y propone ocho principios básicos:

1. respetar y cuidar la comunidad de los seres vivientes;
2. mejorar la calidad de la vida humana;
3. conservar la vitalidad y diversidad de la Tierra;

4. reducir al mínimo el agotamiento de los recursos no renovables;
5. mantenerse dentro de la capacidad de carga de la Tierra;
6. modificar las actitudes y prácticas personales;
7. proporcionar un marco nacional para la integración del desarrollo y la conservación;
8. forjar una alianza mundial.

Si revisamos la historia de la humanidad, las primeras sociedades nómades, recolectoras y cazadoras, se asientan bajo este concepto, reconociendo y respetando los ciclos naturales y el equilibrio de los ecosistemas. También se registran principios acertados en la primera agricultura migratoria y en la gestión de los bosques. Estas primeras sociedades respetaban la cantidad de sus miembros (pequeños grupos autosuficientes), su crecimiento y la densidad poblacional en función de la presión ejercida sobre los recursos que le brindaba su hábitat, además de sistemas culturales y políticos descentralizados e igualitarios, con tecnologías reducidas y un conocimiento del ecosistema que incluía su desplazamiento.

Pero inicialmente el concepto de *sostenibilidad* nace a partir de la sedentarización del hombre y básicamente, sobre las sociedades agroganaderas preindustriales, donde el mantenimiento de la productividad alimenticia era esencial frente a las perturbaciones. Ya aquí aparece un cambio social fundamental, en el que se comienza a constituir una sociedad donde se diferencian campesinos y castas. Estas últimas -no dedicadas a la producción pero sí a otras actividades-, originaron la concentración de población, la aparición de poblados y ciudades, la creación de estructuras políticas, y la consolidación cultural asociada al desarrollo del avance tecnológico. Además, la aparición de grupos militares, con funciones de defensa y colonización, llevó a concretar Estados e Imperios.

Nuevos procesos tecnológicos –que se transfieren al aprovechamiento de nuevas energías– coloca a la sociedad industrial en relación crítica con el ambiente, no sólo bajo el concepto de densidad o crecimiento poblacional, o presión sobre los recursos, sino bajo una acción y repercusión exponencial sobre los diferentes ecosistemas del planeta en diferentes aspectos, tanto en las escalas local, regional como global.

Debemos mencionar la evolución del proceso conceptual desde *la dimensión ecológica* a la *ambiental* y luego a la *socioeconómica*. En un primer nivel, la primera noción de sustentabilidad se basa en los conceptos *de conservación y uso racional de los recursos y de los sistemas ecológicos*, pero a partir del aporte de los fundamentos ecológicos se avanza fundamentalmente sobre el mantenimiento de los sistemas naturales.

En un segundo nivel o etapa de mayor complejidad en el proceso se aborda una visión ambiental incorporándose criterios económicos, sociales y culturales bajo un enfoque integral. Se registra la fuerte intervención humana y la dimensión social. En este ámbito se diferencian los criterios que tienen que ver, por un lado, con un “desarrollo sustentable” apoyado en una concepción económica, en el que gran parte de la discusión actual se basa en los modelos de desarrollo (tema para ampliar y debatir). Por otro lado, y diferenciándose del anterior [criterio], los principios “ecológico-ambientales”, sobre la base de la sustentabilidad de los recursos que sostienen el proceso de desarrollo.

El tercer nivel corresponde al socio-económico donde ya no sólo se deben hacer sustentables los sistemas ambientales naturales sino también los sistemas humanos. Este es ya un problema muy complejo, en el que el desarrollo humano mundial perdurable debe ser ambientalmente sustentable, o sea, debe permitir la diversidad biológica del planeta, reforzar la base de los recursos ambientales sobre los que se sustentan los procesos de desarrollo, además de incluir los aspectos económicos, políticos e institucionales, y sociales.

En definitiva, podemos concluir que los problemas de la relación entre sociedad y medio ambiente son “disfunciones de la organización de las estructuras económicas, sociales y políticas” (Jimenez Herrero, s/d), las cuales deben encontrar procesos de desarrollo económico y social que se basen en la durabilidad de los sistemas ecológicos sobre los que se asientan y sistemas de desarrollo que promuevan la equidad y justicia social en el mundo.

Un desarrollo sustentable se basa en una idea de globalidad, multidimensionalidad e integralidad a partir de la definición de sus diferentes dimensiones: 1. *Ecológica-Ambiental*; 2. *Económica*; 3. *Tecnológica*; 4. *Política*; 5. *Ética*; 6. *Institucional*; 7. *Humana*; 8. *Social*.

Como ejercicio para los docentes y los alumnos, parece interesante poder pensar cuáles son las acciones directas e indirectas de la postura adoptada frente al problema, y ante las acciones proyectadas. Debatamos en cuál de las dimensiones podemos accionar fuertemente desde nuestro lugar, y en cuáles desde otros ámbitos o posturas.

Es sin duda una tarea fundamental incorporar esta concepción en el debate en la escuela, así como también en aquellos ámbitos de gestión y producción de la arquitectura escolar; entender en forma inicial el concepto de lugar y aquellas implicancias que tienen que ver con el contexto circundante, mediato e inmediato, sus condicionantes sociales, culturales, o ambientales, tales como el clima o microclima local; descubrir los elementos en juego, los valores intrínsecos humanos, del medio ambiente o sus interacciones, en el desarrollo de una ciudad más sustentable y justa.

Hacia una construcción sustentable

Es evidente que la actividad humana ha generado desequilibrios cada vez más grandes dentro del ecosistema planetario, afectando su estabilidad, acrecentándose desde hace 250 años y fundamentalmente desde mitad del siglo XX. Es imprescindible tener conciencia del problema y tender hacia una reducción del impacto. Como ya se mencionó, el concepto de sustentabilidad aplicado a los edificios se encuentra ya bastante desarrollado. Desde los conceptos de “*arquitectura solar*” de los 70; la “*arquitectura bioclimática*” o “*ambiental*”, de los 80; hasta el “*Diseño Ambientalmente Consiente (DAC)*”, o “*Arquitectura ecológica*” actual. En su estudio y evaluación de comportamiento, en general se aplican una serie de ámbitos de trabajo:

- consumo de recursos (energía, agua, suelo, aire, humanos, económicos, materiales);
- generación de polución y emisiones (contaminación de aire, agua, tierra);

- calidad ambiental, tanto interior como exterior (confort acústico, higrotérmico, lumínico y contaminación del aire);
- alteración o impacto del contexto (tanto natural como cultural);
- operación y mantenimiento (entendiendo que todo proceso requiere de una situación inicial, una final y otra intermedia. Cada una de ellas posee sus particularidades de diseño y construcción, de desuso y/o desarme y de funcionamiento y mantenimiento de sus condiciones en el tiempo de uso).

En la actualidad existe tecnología suficiente con el fin de optimizar los procesos involucrados en el diseño y construcción del hábitat construido.

En síntesis, en cuanto a la sustentabilidad ambiental entonces se deben distinguir dos aspectos:

- uso eficiente de los recursos;
- disminución de todo tipo de emisiones.

Y cuando hablamos específicamente de edificios se deben incluir tres aspectos que inciden directamente sobre los anteriores:

- calidad ambiental;
- impacto en el contexto;
- eficiencia en la operación.

Climatología del sitio

Para la realización de un proyecto que incorpore conciencia ambiental se debe tener en cuenta la climatología del sitio o su situación microclimática. Para ello se debe reconocer por ejemplo la orientación; latitud; altitud; regímenes de lluvias anual y estacional o nevadas; altura y azimut solar en forma estacional; temperaturas medias anuales y máximas y mínimas estacionales; humedad relativa de invierno y verano; grados día del lugar (cantidad de °C anuales necesarios para calefacción o refrescamiento, los cuales se apartan de la temperatura de confort. Salta 146 GD₁₈; La Plata 994 GD₁₈, Río Gallegos 3812 GD₁₈); velocidad y dirección de viento, y también sucesos regionales, como es la sudestada en nuestra zona.

Criterios proyectuales

Todo *sistema abierto* –como es considerada la ciudad– requiere de un abastecimiento de recursos, tanto energéticos como materiales, para poder funcionar, lo cual implica un flujo desde el sistema soporte (o ecosistemas de abastecimiento) hasta el sistema urbano del que se trate. Por otro lado, los procesos involucrados en el hábitat del hombre arrojan desechos o emisiones a la tierra, agua o aire, o sea un flujo en el sentido sistema urbano / sistema soporte. Para consolidar un criterio sustentable se requiere de modelos de gestión adecuados, bajo tres variables clave: *crecimiento, equidad y calidad ambiental*, soportadas por una arquitectura ecológica consciente de su intervención ambiental.

Uso eficiente de los recursos

Energía: si bien se debe considerar en el balance energético global el gasto durante la generación (ya sea térmica, hidroeléctrica, nuclear, eólica, etc.) y el transporte, debido a la escala e injerencia del emprendimiento se contempla en consumo durante la operación (por calefacción, refrigeración, ventilación e iluminación) y el consumo durante la construcción (energía propia del material, su producción y puesta en obra). La energía involucrada se calcula a partir de modelos de simulación en estado estacionario o variable, tanto para proyectos como para edificios existentes. En estos últimos se utilizan, además, técnicas de auditoria global o detallada para obtener el consumo energético real y predecir el comportamiento futuro sobre la base de las medidas de [Uso Racional de la Energía]* URE.

Para la reducción de energía, por un lado, se debe apelar al diseño energético consciente del edificio, fundamentalmente a partir de las pérdidas por su envolvente. Además de intervenir sobre su uso y medidas comportamentales de los usuarios. Se pueden utilizar mecanismos con los cuales generar energía útil a partir de las energías renovables, mediante sistemas fotovoltaicos, eólicos, biomasa, o solar térmico con lo cual buscar el auto abastecimiento de dicho recurso. Estas energías son generalmente de baja densidad y no constantes, lo que implica cierto conocimiento tecnológico y cálculo en su dimensionamiento, así como su localización en el edificio o entorno. Implica costos iniciales que se amortizan durante la operatividad del edificio debido a la gratuidad del recurso solar. Para calentamiento de agua se pueden usar colectores termosifónicos con acumulación.

Se reconoce el binomio C + P, o sea, criterios de “conservación” de la energía (llámese aislación, por ejemplo), como resultado del aprovechamiento máximo del calor producido para climatización en invierno, o la correcta ubicación de los equipos de calefacción en invierno y el correcto diseño edilicio con lo cual reducir la carga térmica en verano y ahorrar en equipamiento o consumo por uso. Otro tema importante a tener en cuenta es la eficiencia de los sistemas adoptados y el uso de sistemas pasivos de acondicionamiento ambiental.

Agua: este recurso es considerado escaso, fundamentalmente el agua potable, lo cual se agrava en regiones densamente pobladas o con pocas fuentes, como ser subterráneas o efluentes superficiales.

No es precisamente nuestro caso ya que los acuíferos, fundamentalmente el Puelche,* son ricos y abundantes, pero debe considerarse un bien escaso, tanto desde su extracción como desde la contaminación antrópica.

Suelo: este recurso debe ser cuidado cada vez más debido a la progresiva ocupación de ecosistemas valiosos para algún tipo de producción derivada del aprovechamiento natural (áreas cultivables, forestadas, de importante biodiversidad, de reserva, etc.), por ejemplo zonas cultivables.

Se requiere estudiar la localización de ciudades o emprendimientos, tanto el sentido de su arquitectura como de la intervención de su entorno, y su impacto local y regional. Una estrategia interesante es la utilización de suelos ya ocupados, de explotaciones naturales, e incluso contaminados, lo cual con la nueva intervención se mejora ambientalmente superando la situación anterior. Otro de los temas que se está manejando en este momento es la densidad urbana, generalmente en aumento, con lo cual sacar más

provecho al suelo (y su valor) y las infraestructuras existentes o a realizar. Por otro lado, es tema de análisis, discusión y diseño, la conformación de las periferias urbanas.

Materiales: el uso eficiente de los materiales de una obra es otro de los requerimientos necesarios para un buen diseño, fundamentalmente en cuanto a la disposición y elección de aquellos que producen un impacto considerable tanto en su producción como en su utilización en obra.

Se debe recurrir a diseñar estructuras flexibles, que se adapten a usos futuros, se aprovechen sus materiales, facilitando el desmonte, y el reciclado de los edificios o sus materiales y la generación de espacios de uso cuando la construcción haya desaparecido. Se debe recurrir a la utilización tanto de materiales como de técnicas constructivas locales, y al diseño sistematizado que haga eficiente el uso de materiales disminuyendo los desperdicios en fábrica u obra.

Disminución de las emisiones

Sólidas: estas emisiones son originadas durante la construcción, remodelación y/o demolición del edificio, como durante el funcionamiento. Para el primero de los casos se debe reducir la cantidad de desperdicios y aumentar el reuso de materiales. Para el segundo caso, disminuir los desperdicios, reutilizarlos o emplear técnicas de separación que faciliten la recolección y el reciclaje.

Existen técnicas de reciclado de aguas negras o reutilización de residuos orgánicos, lo cual disminuye el impacto del enterramiento o tratamiento de residuos domiciliarios, uno de los graves problemas actuales de las ciudades por contaminación de aire mediante olores desagradables, de las napas freáticas o subterráneas por contacto con lixiviados, y de lo visual, de gran impacto en el paisaje suburbano o rural.

Líquidas: estas son derivadas de líquidos cloacales y pluviales que se vuelcan a la red o directamente al suelo o al agua. Los primeros dependen de la descarga de líquidos cloacales. En este caso se debe intentar, por un lado, reducir el consumo, usar pretratamientos o técnicas de recolección para su posterior tratamiento, las que se pueden reutilizar en descarga de inodoros o para riego. En el caso de las aguas pluviales, fundamentalmente en lugares donde este es un bien escaso, se deben recolectar y almacenar, para luego ser aprovechadas.

Gaseosas: estas emisiones devienen en gran medida de la utilización de recursos energéticos fósiles propios del funcionamiento edilicio, como de la producción de los materiales de construcción, si bien el tráfico automotor es el responsable cuantitativo de la contaminación atmosférica de las ciudades. El sector residencial y de servicios cumple con su cuota. Este tipo de contaminación, móvil, origina efectos sobre la

* El autor se refiere a la Ley 697/01, conocida como Ley URE, que establece las medidas de aprovechamiento óptimo de la energía en todas y cada una de las cadenas energéticas, desde la selección de la fuente, su producción, transformación, transporte, distribución, y consumo incluyendo su reutilización cuando sea posible. [N. de C.].

* El acuífero Puelche, uno de los recursos de agua potable subterránea más grande del mundo, posee la capacidad de autoregenerarse. Con un centro de dispersión localizado en el área comprendida entre Pilar y San Nicolás, en la provincia de Buenos Aires se lo utiliza en la actualidad como un importante recurso hídrico en el Área Metropolitana de Buenos Aires. [N. de C.].

población y el contexto natural, así como sobre el propio soporte físico, tanto local como regional o global. Se produce, por ejemplo, el aumento de la temperatura del aire de sectores de alta consolidación urbana, así como sobre la atmósfera produciendo el efecto de calentamiento global, a partir de la concentración del material particulado, de dióxido de carbono (CO₂) y metano (CH₄). Se está provocando el aumento de las aguas de los océanos, además de reacciones locales como es la lluvia ácida al reaccionar con el agua atmosférica, los óxidos de azufre (SO₂ y SO₃) y en menor medida los de nitrógeno (N₂O, NO, NO₂). Se producen además cambios en el clima local y de amplias regiones, como es el caso de la disminución de la capa de ozono estratosférico, que impacta sobre todo en el extremo sur de América por efecto de gases como el carbono, metano y clorofluocarbonos (CFC) y ozono, el aumento del ozono troposférico, o el aumento de calor en las ciudades generando lo que se conoce como “isla de calor”.

Es necesario por lo tanto elegir los vectores energéticos a utilizar, sobre todo eliminar o disminuir los de uso convencional, tales como hidrocarburos fósiles, y reemplazarlos por fuentes no convencionales de energía. Por otro lado, incorporar criterios de uso racional de la energía (URE), disminuyendo los consumos y adoptando sistemas y equipamientos de máxima eficiencia. Esto implicará reducir las emisiones de contaminantes gaseosos a la atmósfera por quema de combustibles. La experiencia demuestra que se pueden alcanzar disminuciones de hasta un 50% utilizando sistemas pasivos de acondicionamiento y un diseño ambientalmente consciente. Sobre estos criterios se puede aplicar generación no convencional. De algunos cálculos en países europeos se desprende que el consumo de energía en las ciudades alcanza al 43%, y de allí el consumo para calefacción es del 67%. En nuestro país, en la última década, el sector servicios y residencial tuvo una participación en el consumo del 32% hacia 1990, y 28% hacia 1995. Este porcentaje es casi exclusivamente de electricidad y gas natural (60%), correspondiendo al 83% del consumo final del sector.

Calidad ambiental

La calidad ambiental tanto de los espacios exteriores, como interiores e intermedios, tiene relación directa con la sustentabilidad, ya que deben tenerse en cuenta los aspectos que tienen que ver con su habitabilidad: higrotérmica, lumínica, acústica y calidad del aire. También es importante la estética acorde al uso de los espacios. Existen al respecto modelos de simulación utilizados para el diseño, predimensionado y cálculos matemáticos por computadora o icónicos utilizando maquetas e instrumental de verificación. Además, equipamiento como el Heliodón (para verificar incidencia solar), cielo artificial (verificación de iluminación natural) y túnel de viento empleando modelos a escala. La buena calidad ambiental deriva de un buen diseño formal y tecnológico, lo que redundará en beneficios para el usuario y para el propio edificio (patologías constructivas). A continuación se enumerarán algunas pautas de diseño.

Generación de calor

Todos estos se denominan Sistemas Solares Pasivos (SSP).

- Elección de una correcta orientación de los ambientes y superficies de la envolvente edilicia.
- Ganancia de calor en forma directa por la radiación solar incidente, la cual es captada por el medio físico que transforma dicha radiación en infrarroja.

- Invernaderos, tanto para generación de calor para calefacción como para espacio de cultivo, estancia o secaderos de ropa.
- Por conducción a través de la envolvente opaca expuesta.
- Muros captadores (tipo “Trombe-Michel”), los cuales pueden ser livianos o pesados. Los primeros son de respuesta instantánea; los segundos se resuelven desfasando la onda térmica, por almacenamiento en masa (muro de ladrillo, piedra, agua).

Refrescamiento

- Evaporativo, incluyendo humidificación. Esta tecnología se utiliza en lugares con escasa humedad relativa. Se basa en la propiedad de cambio de fase del agua. Puede incorporarse a los muros Trombe o espejos de agua externos, los que permiten bajar la temperatura del aire antes de entrar a los ambientes. La vegetación circundante también colabora debido a su metabolismo.
- Ventilación cruzada y selectiva, a través de aberturas o espacios intermedios.
- Ventilación interna de muros o losas.
- Extracción de aire caliente aprovechando la diferencia de densidad del aire caliente y el frío.
- Chimeneas solares o techos solares, como elementos de succión o dispositivos de acceso.
- Protecciones solares: techos de sombra, galerías; parasoles (norte, este, oeste); barreras vegetales; balcones; terrazas; persianas; pantallas integradas o exentas, voladizos, toldos; el propio volumen edilicio. Pueden ser fijas, móviles, exteriores o interpuestas.
- Protección solar de espacios exteriores o intermedios.
- Diseño de la propia masa como disipadora, canalizadora o protectora de las brisas o vientos.
- Sombreo por vegetación adherida a los muros, de hoja perenne (ej. hiedra) o caduca (ej. ampelopsis).

Iluminación natural

Algunas cuestiones para tener en cuenta.

- Nivel de iluminación interior y exterior. Uniformidad y deslumbramiento.
- Tipo, tamaño y disposición de aberturas: cenital, unidireccional o bidireccional.
- Coeficientes de reflexión de superficies interiores y exteriores.
- Dispositivos como: estantes de luz, lumiductos, claraboyas. De oscurecimiento tanto manuales como automatizados.
- Tipos de materiales difusores o incorporados en las superficies vidriadas, texturas, colores, opacidades, segmentaciones, reflectivos o espejados.
- Materiales compuestos.

Aislamiento térmico

- De la envolvente edilicia utilizando materiales aislantes: ladrillo, o sistemas alternativos, homogéneos o heterogéneos, barreras aislantes (poliestireno expandido, lana de vidrio, membranas reflectantes, espacios de aire confinados).
- Aprovechamiento de la forma edilicia. Generalmente las compactas ofrecen una menor superficie expuesta con la consiguiente reducción de pérdidas (invierno) o ganancias (verano) térmicas.

- Disposición de los espacios en función de las orientaciones solares y de vientos. Espacios “tapón”.
- Por engrosamiento de la capa límite, por ejemplo utilizando protecciones de las superficies expuestas o texturadas.
- Utilización de dobles o triples vidrios o sistemas alternativos de bajo costo.
- Utilización de burletes propios de las carpinterías, adosables, de contacto o de arrastre, lo cual evita la infiltración de aire, variable principal en cuanto a pérdidas o ganancias térmicas.

Aislamiento higrófono

- Utilización de barreras de vapor en pisos, techos y muros.
- Eliminación de puentes térmicos o su disminución, según características de las actividades del ambiente y situación exterior.
- Carpinterías de madera o de alta tecnología con eliminación de puentes térmicos.
- Eliminación de condensación superficial e intersticial.

Impacto en el contexto

La materialización de un nuevo emprendimiento, tanto en la ciudad como en relación con un medio más natural, produce un impacto significativo que afecta la sustentabilidad del ecosistema más o menos antropizado.

Tienen que ver con el acceso al sol o a las nuevas sombras producidas; la limitación o nuevos direccionamientos o aceleraciones de las corrientes de aire originales; el afectar a la biodiversidad existente y singularidades; interferencias de visuales; incorporación de tránsito humano o automotor; incorporación de vegetación foránea o polución visual. En sí un cambio del paisaje, colores, olores, texturas, formas, microclima, entre otros.

Eficiencia en la operación

Como ya se ha dicho, una de las etapas más importante a tener en cuenta es el período de uso u operatividad del edificio, que es cuando se desatan los procesos funcionales de cada uno de los sistemas previstos.

Se deben tener en cuenta al respecto criterios de evaluación de sustentabilidad, incorporando control de calidad durante su construcción, el proceso de puesta en marcha, sistemas de monitoreo y control y manuales de operación. Esto implica una evaluación *pre* y *postocupación*, lo cual permitirá ajustar criterios de diseño y verificación de sistemas. Tanto para la ejecución como para el tiempo de uso se debe recurrir a la realización de análisis de impacto ambiental.

Conclusión

Se debe apelar a criterios sustentables en relación con el ambiente natural y cultural del lugar de emplazamiento; incluir una serie de técnicas que no actúen como elementos individuales sino como “sistemas integrados”, lo cual deriva en un criterio arquitectónico ambientalmente consciente; reducir el

uso de los recursos, fundamentalmente los energéticos; disminuir las emisiones de desechos; mejorar las condiciones ambientales, con una clara respuesta en el confort del usuario y un impacto optimizado sobre el contexto de implantación; incorporar el uso de energías renovables, como la solar, y utilizar la tecnología disponible tanto conceptual como instrumental, de precálculo y cálculo durante la etapa de proyecto con lo cual asegurar un diseño acorde a las pautas establecidas.

Al decir de L. Mumford (1956), “la ecología urbana, presta atención a la sensibilidad humana en su enfrentamiento con la naturaleza”.

Educar no es solamente inculcar saber; es despertar ese inmenso potencial de creación que anida en cada uno de nosotros a fin de que podamos desarrollarnos y contribuir mejor a la vida en sociedad. Por eso, lo que más hace falta hoy en día, lo que reclaman de nosotros de manera más o menos explícita los jóvenes y, en particular, los adolescentes que concluyen sus estudios secundarios son referencias, una brújula, una carta de navegar. Urge que les proporcionemos esas orientaciones so pena de enfrentarnos con grandes trastornos sociales y tenemos que hacerlo lo antes posible si no queremos que nuestros nietos murmuren refiriéndose a nosotros esa frase terrible de Albert Camus: “Pudiendo hacer tanto, se atrevieron a hacer tan poco”.

Federico Mayor Zaragoza

Ex Director General de la Unesco.

Notas

- ¹ Con relación a Lewis Mumford, cabe incluir una cita de su libro *The Urban Proyect* (1956): “La ciudad no tiene más que un fin: poner la técnica a disposición de un proyecto humano, reducir la velocidad, la energía, las grandes magnitudes a niveles de rendimiento que sean humanamente aceptables y asimilables”.
- ² Desde un punto de vista puramente ecológico, Nicolo Giglo define la sostenibilidad de un ecosistema como “la capacidad para mantener constante con el tiempo la vitalidad de sus componentes y los procesos de funcionamiento, teniendo en cuenta sus características (capacidad de carga, resiliencia, persistencia, tasa de uso de los recursos, etc.)”.

Bibliografía

Bécquer, Gustavo, “La Creación”, en *Obras Completas*. Madrid, Aguilar, 1973.

Comisión Mundial sobre el medio Ambiente y Desarrollo, “Cuidar la Tierra. Estrategia para el futuro de la vida”. Gland (Suiza), UICN, PNUMA Y WWF, octubre de 1991.

Giglo, Nicolo, *La dimensión ambiental en el desarrollo de América Latina*. CEPAL, 2001.

Jiménez Herrero, Luis M. s/d.

Munford, Lewis, *The Urban Proyect*. S.d., 1956.

Savater, Fernando, *El valor de educar*. Barcelona, Ariel, 1997.

Gustavo San Juan

Arquitecto. Investigador, CONICET- Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU)-UNLP. Director del Laboratorio de Modelos y Diseño Ambiental (LAMBDA), FAU-UNLP.