



Marina Robles, Emma Näslund-Hadley, María Clara Ramos y Juan Roberto Paredes

Módulo 3

# Infraestructura

escolar amigable con el medio ambiente



**Súbete**

Una iniciativa del Banco Interamericano de  
Desarrollo en educación sobre el cambio climático

# SÚBETE a una iniciativa

para enfrentar el cambio climático

Un programa  
educativo del Banco  
Interamericano de  
Desarrollo.

**Elaborado por** Marina Robles, Emma Näslund-Hadley, María Clara Ramos,  
y Juan Roberto Paredes.

**Diseño e ilustración:** Sebastián Sanabria.

**Copyright © 2015** Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra está bajo una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada (CC-IGO BY-NC-ND 3.0 IGO) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>) y puede ser reproducida para cualquier uso no comercial otorgando crédito al BID. No se permiten obras derivadas. Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje, de conformidad con las reglas de la CNUDMI.

El uso del nombre del BID para cualquier fin que no sea para la atribución y el uso del logotipo del BID estará sujeto a un acuerdo de licencia por separado y no está autorizado como parte de esta CC-IGO licencia.

Notar que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia.

*Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no reflejan necesariamente el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.*



**Catalogación en la fuente proporcionada por la  
Biblioteca Felipe Herrera del  
Banco Interamericano de Desarrollo**

Infraestructura escolar amigable con el medio ambiente / Marina Robles,  
Emma Näslund-Hadley, María Clara Ramos, Juan Roberto Paredes.  
p. cm.

Incluye referencias bibliográficas.

1. Climatic changes—Latin America. 2. Education—Latin America. 3. School buildings—Environmental aspects—Latin America. I. Robles, Marina. II. Näslund-Hadley, Emma. III. Ramos, María Clara. IV. Paredes, Juan Roberto. V. Banco Interamericano de Desarrollo. División de Educación.

IDB-BR-160

## Módulos en el Kit verde

- |                 |  |
|-----------------|--|
| <b>Módulo 1</b> | ¿Qué es el cambio climático?                                   |
| <b>Módulo 2</b> | Motivar a la comunidad escolar contra el cambio climático      |
| <b>Módulo 3</b> | Infraestructura escolar amigable con el medio ambiente         |
| <b>Módulo 4</b> | Ahorro de energía: su uso eficiente y tecnologías alternativas |
| <b>Módulo 5</b> | Manejo sostenible del agua                                     |
| <b>Módulo 6</b> | Manejo responsable de los residuos sólidos                     |
| <b>Módulo 7</b> | Áreas verdes de la escuela                                     |
| <b>Módulo 8</b> | Seleccionar y usar materiales sostenibles                      |
| <b>Módulo 9</b> | Manejo de riesgo en la escuela                                 |



# Contenido del módulo 1

## Cuál es el problema

## Transformar tu escuela en un espacio amigable con el ambiente

## Diagnóstico

## Planeación

- Para escuelas existentes
- Para escuelas por construir

## En busca de una arquitectura ambientalmente amigable

## Materiales para la construcción

- Escuela de barro y bambú (Pakistán)
- Escuela hecha a mano (Bangladesh)
- Escuela ecológica (Indonesia)
- Escuela Gloria Marshall (Texas, Estados Unidos)

- Universidad Chiquitana (Bolivia)
- Escuela Nueva Esperanza (Manabí, Ecuador)
- Estructura pedagógica de desarrollo progresivo (región del Pacífico de Colombia)
- Preescolar (Morales, México)
- Salones escolares contruidos con botellas de refrescos (Manila, Filipinas)
- Casa hecha con latas y botellas (Bariloche, Argentina)
- Casas hechas con botellas llenas de arena (Nigeria)

## Monitoreo y evaluación

## Claves para encontrar apoyo financiero

## Bibliografía

# SÚBETE

a una iniciativa

para enfrentar el cambio climático



Los espacios educativos, además de ser funcionales y de hacer un uso eficiente de los recursos naturales, deben ser propicios para el aprendizaje y ofrecerles seguridad y confort a todas las personas. Esto requiere procesos tanto de construcción como de mantenimiento que tengan en cuenta a los usuarios y también las condiciones ambientales que los rodean.



# Identificar el problema

¿Sabes cómo y con qué materiales está hecha la escuela en la que trabajas o estudias? ¿Es fresca en verano y tibia en invierno? ¿Necesita algún sistema de climatización artificial? ¿Es agradable trabajar o estudiar en ella? ¿Cuáles son los retos a los que tu escuela se puede enfrentar en términos del cambio climático? ¿Has pensado en esto anteriormente?

Curiosamente, la tendencia global ha sido estandarizar las técnicas de construcción y los materiales sin que se consideren la diversidad de medios en los que se asientan, su orografía, su clima, su cultura y los fenómenos naturales a los que se exponen.

Esto ha llevado a que las construcciones hechas con materiales ajenos a la región o con diseños poco apropiados para cada ecosistema generen problemas en el confort, en los costos de mantenimiento que demandan y en ocasiones incluso en su poca durabilidad. Así que los usuarios deben padecer efectos como altas o bajas temperaturas, poco aislamiento sonoro y mala iluminación, y por si fuera poco, dejan una huella ecológica muy alta.


Las construcciones sostenibles o ecológicas (también llamadas verdes) son un movimiento que se viene desarrollando en el mundo. Ante la amenaza del cambio climático, estas construcciones son beneficiosas por varias razones, entre ellas las siguientes:

- Ahorran recursos financieros al disminuir el consumo energético, de agua y de otros materiales.
- Ahorran energía.
- Usan eficientemente el agua.
- Disminuyen las emisiones de CO<sub>2</sub>.

- Reciclan los desechos.
- Reforestan patios, cercas y jardines para mejorar la calidad del aire escolar.
- Ofrecen cómodas condiciones para el aprendizaje.
- Brindan un ejemplo para las construcciones de otras comunidades.

Al reconocer lo anterior, los arquitectos y otros profesionales del diseño y la construcción han encontrado en las técnicas y materiales tradicionales, así como en nuevas alternativas, opciones que se adaptan al medio y que contribuyen a lo anterior. Incluso en muchos casos las formas opcionales de construcción permiten un considerable ahorro económico al disminuir los costos de operación, o el desarrollo de la construcción en sí misma.

Aun cuando actualmente se empiezan a considerar con mayor fuerza la arquitectura bioclimática y las técnicas de construcción tradicional, son pocos los nuevos espacios construidos según estos principios, debido a limitantes en las normas de construcción y a un cálculo en el que se requiere mayor inversión inicial, sin considerar que los ahorros posteriores en operación y mantenimiento justificarán y ayudarán a recuperar muy pronto el gasto adicional. Lo interesante de estas nuevas técnicas, materiales o tecnologías para la construcción de escuelas es que muchas están al alcance de la mano. Basta tomar la decisión de innovar y hacer realidad lo que defendemos en el discurso: cuidar y mejorar el medio ambiente en que vivimos.



## Recuadro 1 Estimación de la huella ecológica

El término “huella ecológica” se refiere a la cantidad de recursos y servicios ambientales que las comunidades o los países requieren para mantener su estilo de vida actual. Esto incluye la cantidad de tierra necesaria para producir lo que se consume y procesar y degradar lo que se desecha. En años recientes, el concepto de huella ecológica se ha desarrollado como indicador de sostenibilidad ambiental (o falta de ésta). Existen en la web varios sitios para calcularla. Esto ha demostrado que los países más desarrollados requieren una mayor cantidad de tierra y recursos para mantener su estilo de vida.

Algunas escuelas o edificios escolares tienen mucho tiempo de contruidos. En su momento quizá respondieron a las necesidades sociales, económicas y educativas. Sin embargo, han cambiado con el tiempo y en especial han surgido nuevos criterios que deben considerarse para garantizar que las escuelas cumplan con los objetivos que persiguen, entre otros, educar para la sostenibilidad y contribuir a la reducción del impacto ambiental mediante la adopción de medidas que permitan una menor demanda de recursos naturales, su uso eficiente y la utilización y apropiación de técnicas, tecnologías o materiales que generen menos daños al entorno.

La arquitectura sostenible se adecua eficiente y apropiadamente a los contextos sociales y naturales. Es una enorme oportunidad para transformar, con criterios ambientales, las condiciones de iluminación, ventilación, confort térmico y acústico, a la vez que estimula el proceso académico. Tiene en cuenta muchos factores: tipo de suelo, clima, factores ambientales y de riesgo, cuidado de los ecosistemas naturales y características de la comunidad en la que se localiza.

Si tu escuela ya está construida, no te afanes, no se trata de hacer una nueva y diferente por completo, sino de modificar poco a poco, en la forma más sencilla, ciertos aspectos de ella. Este capítulo es particularmente útil para quienes inician una construcción, así como para aquellos que requieren ampliar o levantar una nueva aula o taller.

Recuerda que las propuestas expuestas aquí ofrecen una guía básica. Cualquier decisión final la deberá apoyar un especialista que les permita analizar con cuidado las condiciones particulares del ecosistema en el que está o estará ubicado su centro escolar, los materiales disponibles, al igual que las particularidades sociales, económicas y culturales de la región. Un punto central que hay que considerar es que América Latina y el Caribe gozan de diversas condiciones socioculturales y ecosistémicas; esto lleva a reconocer que las soluciones de construcción pueden ser diversas, es decir, que hay más de una vía para hacer una escuela verde.

# Diagnóstico

En primer lugar, debes hacer el diagnóstico de las condiciones o características de la infraestructura. Observa con detenimiento lo que tienes, define tus aspiraciones y el camino por seguir. Es posible que tu escuela esté construida o que algunos proyectos estén avanzados. Las escuelas nuevas tienen la ventaja de que sus espacios pueden diseñarse de acuerdo con principios ambientales; pero también es posible alcanzar gradualmente cambios importantes en la infraestructura existente.

Ten en cuenta que ésta es una tarea de equipo, en la que es necesario convocar al conjunto de trabajadores del centro educativo: plomero, jardinero, equipo de mantenimiento, etc. Considera también que desde la fase de diagnóstico es invaluable la asesoría de un profesional de la construcción, preferiblemente con experiencia en construcciones sostenibles. En conjunto podrán adaptar, mejorar, aumentar o sustituir algunos sitios claves de la infraestructura existente.

Para cualquier proyecto que busque desarrollar un centro escolar amigable con el ambiente, es necesario trabajar las preguntas enumeradas en la tabla siguiente como un primer insumo (tabla 1). Aquellos que pretenden realizar una nueva construcción pueden utilizar la otra tabla (tabla 2).

Algunas sugerencias para planear, diseñar o transformar los espacios se pueden encontrar en los diversos apartados de este kit y en las recomendaciones bibliográficas asociadas a cada tema.



**Tabla 1. Diagnóstico de las condiciones de un centro escolar existente**

Tema	Preguntas	Respuestas y observaciones
En cuanto a la ubicación	¿De dónde vienen los vientos dominantes?	
	¿Cuál es el clima dominante? Temperatura promedio más alta y más baja durante el año.	
	Describe la vegetación: árboles interiores de la escuela, tipo de árboles o comunidad vegetal cercana (pierden las hojas, altura, tipo de raíces, ¿son de la región?, etc.)	
	¿Cuál es orientación de la construcción y sus áreas? (por ejemplo, orientada hacia el sur).	
	¿Se encuentra en una zona con sombra (ofrecida por otros edificios, árboles, montaña cercana)?	
	¿Está cerca de un cuerpo de agua?	
	¿Se encuentra junto a una ladera? (¿el terreno de la ladera es seguro?), ¿está cerca del curso de un río o arroyo?	
	¿El terreno se usó antes para una actividad que contaminó el suelo? Si tu escuela se encuentra en tal condición, de manera particular te invitamos a revisar el apartado de gestión del riesgo para desarrollar ampliamente este análisis.	
La funcionalidad y pertinencia de los espacios escolares	¿La mayoría de los estudiantes, maestros y otros trabajadores vienen de zonas cercanas?	
	Identifica si los espacios que existen son suficientes, adecuados y se encuentran en buen estado. ¿Existe otro tipo de espacios físicos que requiera la escuela?	
	En lo referente a las instalaciones, ¿permiten realizar todas las actividades de manera adecuada (clases, deporte, descanso, juego, alimentación, baño, estacionamiento —de autos y bicicletas—, entre otras), y consideran la inclusión de personas con discapacidad?	
El confort	¿La temperatura de los salones y otras áreas es confortable en invierno y en verano, sin climatización artificial?	
	¿El salón de clases tiene buena circulación de aire (ventanas que se abren para renovar el aire, ventilación cruzada)?	
	¿El salón tiene buena iluminación natural?	
	¿El salón de clases está en adecuadas condiciones físicas (bien pintado, pisos en buen estado, ventanas y puertas que funcionan correctamente y techos sin goteras)?	

Tabla 1. Diagnóstico de las condiciones de un centro escolar existente (continuación)

Las condiciones de salud	¿Los materiales –interiores y exteriores– son resistentes al agua e impiden el crecimiento de moho en la construcción?	
	¿Los baños son higiénicos y evitan la dispersión de infecciones?	
	¿Los salones y otros espacios interiores tienen buenas condiciones de ventilación? Nota: Es importante que las escuelas se encuentren lejos de emisiones contaminantes; si no es posible, se recomienda poner filtros de aire en los salones.	
	¿La acústica de los salones permite el intercambio entre estudiantes y docentes? Si la escuela está en una zona muy ruidosa, podría pensarse en aislar algunos de los muros o ventanas.	
	¿El patio incluye un jardín o espacio de juego y relajamiento para todos los trabajadores y estudiantes?	
Abastecimiento y consumo de agua	¿De dónde proviene el agua que se consume en la escuela? ¿Es suficiente?	
	¿Hay restricciones para su uso?	
	¿Existen canaletas en techos o algún tipo de recolector de agua lluvia? ¿En qué condiciones están?	
	¿Se usan? Si existen, ¿qué se hace con el agua que se recolecta allí?	
	¿Existen cisternas o tanques para almacenar agua lluvia? ¿En qué condiciones se encuentran?	
	¿Se usan?	
La seguridad (revisar con detalle el apartado de gestión de riesgo)	¿Qué residuos líquidos se producen en la escuela? ¿Qué pasa con ellos? ¿A dónde van?	
	¿Cuánto se produce?	
	¿Los servicios sanitarios de la escuela funcionan con agua potable?	
	¿Existen sistemas de ahorro de agua en grifos y sanitarios?	
	¿Se encuentran cerca de una ladera?	
	¿Están en una zona inundable?	
	¿Se cuenta con algún sistema de alarma frente a incendios u otros desastres?	
	¿Existe algún plan de contingencia para evaluar la vulnerabilidad de las instalaciones escolares?	
	¿Algún sistema del edificio (mecánico, eléctrico, de plomería o estructural), material o condición representa un riesgo para sus ocupantes?	
	¿La escuela está construida y preparada para resistir temblores, huracanes o tsunamis, en caso de que se encuentre en una zona expuesta a tales fenómenos?	

**Tabla 1. Diagnóstico de las condiciones de un centro escolar existente (continuación)**

<b>Eficiencia energética</b>	¿La escuela produce su propia energía? (celdas solares, calentadores de agua solar, entre otras).	
	¿Se puede controlar la iluminación del salón de clases y de otras áreas del centro escolar, así como el manejo de los aparatos eléctricos de la escuela?	
	Existen espacios con artefactos para el ahorro de energía (detectores de movimiento, bombillas o focos ahorradores, etc.).	
<b>El impacto ambiental</b>	La escuela genera algún tipo de impacto ambiental negativo en la zona (ruido, tránsito vehicular, contaminación luminosa, entre otras).	
<b>Diseño y materiales</b>	¿La escuela está construida con materiales provenientes de la región? ¿Su uso es tradicional o novedoso? ¿Qué opinión tienen del edificio tú, tus compañeros y colegas? ¿El diseño de tu escuela está acorde con el ecosistema en que está ubicado?	
<b>Posibles adecuaciones</b>	¿Hay espacio para la instalación de baños secos?	
<b>Apoyo institucional</b>	¿La política de construcción de espacios educativos considera factores ambientales y de contingencias ante desastres naturales?	
<b>Participación</b>	¿Cuáles son las necesidades educativas de los profesores, alumnos, padres de familia? ¿Pueden opinar sobre los requerimientos escolares y las formas en que éstos se pueden atender? ¿Estarían dispuestos a participar en iniciativas ambientales?	
<b>Técnicas utilizadas en la comunidad</b>	¿Existen construcciones en la comunidad que sean reconocidas porque han sobrevivido a circunstancias adversas o porque resultan muy adecuadas para las condiciones climáticas de la región? ¿Cómo son? ¿De qué están hechas?	

**Tabla 2. Diagnóstico de centros escolares por construir**

Tema	Preguntas	Respuestas y observaciones
Ubicación	¿Se ubica en la zona de donde provendría la mayoría de los estudiantes? (la ubicación influye en los desplazamientos de los estudiantes para llegar y salir de la escuela. Se debe evitar a toda costa causar problemas de tráfico en la zona).	
	¿Hay limitaciones en cuanto a servicios públicos (agua, drenaje, recolección de residuos) en el sitio donde se construirá la escuela? En caso de que existan, ¿están considerando solventar estas deficiencias con tecnologías alternativas ambientalmente amigables?	
	¿De dónde vienen los vientos dominantes?	
	¿Cuáles son las temperaturas promedio en las estaciones del año?	
	¿Cuáles son las características generales de la vegetación de la región? (altura de los árboles, tipo de raíces, si pierden las hojas en ciertas temporadas del año, etc.).	
	¿Cuál sería la orientación más adecuada de la construcción para aprovechar las horas de luz y ofrecer las mejores condiciones térmicas a todas las áreas de la escuela? ¿Esta orientación corresponde a la forma más adecuada para aprovechar el terreno?	
	¿Se encuentra en una zona con sombra? (ofrecida por otros edificios, árboles, montaña cercana).	
	¿Está junto a una ladera?	
	¿Está cerca de la orilla, ronda, cauce o ladera de algún cuerpo de agua (río, lago, represa)?	
	¿Se encuentra cerca de una zona con mucho ruido o con avenidas muy transitadas?	
	¿Cuál es la calidad del suelo? (se reconoce que está nutrido y sano si crece vegetación sobre él, ya sea natural o cultivada, o que está erosionado porque tiene mucho tiempo desmontado o con un uso urbano intensivo, que fue contaminado con sustancias tóxicas, entre otros).	

Tabla 2. Diagnóstico de centros escolares por construir, continuación

<b>Diseño y materiales</b>	¿Han identificado alguna técnica constructiva idónea para la nueva escuela?	
	¿Es la más adecuada? ¿Es factible? ¿Qué se requiere?	
<b>Requerimientos de la escuela</b>	¿Existen construcciones en la comunidad reconocidas porque han sobrevivido a circunstancias adversas o porque resultan muy adecuadas a las condiciones climáticas de la región? ¿Cómo son? ¿De qué están hechas?	
	¿Han identificado todos los espacios que se requerirán en la escuela para lograr un buen desarrollo educativo (salones de clases, espacios de trabajo, de juego, de descanso, cocina, baño, jardines, estacionamiento –de autos y bicicletas–, entre otros?)	
<b>Salud y confort</b>	¿Han considerado si el sitio está libre de contaminantes atmosféricos o en el suelo, o si se requiere algún tipo de aislamiento acústico –árboles, muros o ventanas, etc.–?	
<b>Recursos económicos para la construcción</b>	Los recursos con los que cuentan les permitirían incorporar desde el inicio tecnologías alternativas?	
<b>Impacto ambiental</b>	¿La construcción de la escuela tendrá impactos ambientales negativos (de tránsito, de pérdida de un área verde, de interrupción del cauce de un arroyo o río, entre otros?) ¿Pueden evitarse o reducirse? ¿De qué manera?	
<b>Apoyo institucional</b>	¿La política de construcción de espacios educativos considera factores ambientales y de contingencias ante desastres o emergencias?	
	¿Las autoridades educativas locales se muestran abiertas a las construcciones amigables con el medio ambiente usando tecnologías y técnicas constructivas alternativas, entre otras?	
<b>Participación</b>	¿Qué quieren ver los profesores, alumnos y padres de familia en la escuela? ¿Cómo creen ellos que se puede lograr esto?	

# La planeación

Un ejercicio de planeación con una visión estratégica e integral incluye varios pasos (figura 1).

Entre estos pasos se destacan los siguientes:

- Identificar en qué punto se encuentra la propuesta. Para ello se pueden utilizar las guías presentadas (tablas 1 y 2).

- Reflexionar y definir a dónde se quiere llegar en el futuro.
- Planear qué se debe hacer para lograr la meta o aspiración pensada. Para ello pueden preverse tres momentos o etapas:

## ¿Cómo lo logramos?

Etapa estratégica



Etapa programática



La gran aspiración por lograr

Etapa operativa



Qué es lo que hay que hacer

Definir con quiénes, en qué tiempo y con qué se hará

## ¿Cómo estamos?



## ¿Cómo queremos estar?



- » *Definir la visión.* Lo primero es determinar el objetivo mayor o el gran propósito del centro educativo. Por ejemplo: si la escuela utiliza materiales y tecnologías alternativas, puede convertirse en un ejemplo de desempeño ambiental para la comunidad escolar; o bien puede contribuir a mejorar las condiciones ambientales, tanto en los métodos educativos que utiliza en el aula, como a partir de la gestión administrativa que realiza en el entorno escolar.
- » *Planear los detalles.* Identificar aquello por hacer de la manera más detallada y exhaustiva posible. Por ejemplo: hacer un diagnóstico o una auditoría del desempeño ambiental de la escuela. Para ello te puedes apoyar en alguna de las guías del diagnóstico propuestas en los apartados sobre energía, agua, residuos o áreas verdes de este kit; buscar asesoría especializada; indagar sobre fuentes de financiamiento para proyectos de esta naturaleza; investigar sobre las percepciones y aspiraciones de la comunidad escolar.
- » *Delegar responsabilidad.* Una vez que se definen las metas, es recomendable establecer quiénes serán los responsables de realizar cada una de las actividades previstas en el punto anterior y el tiempo en el que se espera resolverlas.

Este ejercicio es sin duda el corazón del proyecto, y conviene hacerlo con un grupo diverso y amplio, que esté comprometido a trabajar para lograrlo.

Es posible que no participe toda la comunidad escolar en el ejercicio de planeación, pero sí es conveniente involucrarla en distintas etapas y de diferente manera; sin duda, debe estar permanentemente

## Recuadro 2

### Arquitectura bioclimática en los centros educativos

El Ministerio de Educación de Perú publicó en 2008 la *Guía de aplicación de arquitectura bioclimática en centros educativos*, en la que se hacen recomendaciones específicas para escuelas ubicadas en los distintos climas que pueden encontrarse en el país y se tienen en cuenta variables como el viento dominante, el tipo de vegetación y si se encuentran cerca de laderas o cuerpos de agua

informada, de modo que se desarrolle un espíritu de colaboración y gozo hacia el porvenir.

Más adelante te proponemos algunas ideas para tomar en cuenta en la planeación, las que tendrán como punto de partida los puntos que se desarrollaron en las guías para el diagnóstico (tablas 1 y 2).

## Para centros escolares construidos

Después que se respondan las preguntas de la guía (tabla 1) y se evalúen las condiciones en las que se construyó la escuela, pueden agregar otras columnas que los lleven a identificar de qué manera pueden resolver cada problema, en qué tiempo y qué necesitan para ello. Es decir, trabajar en el diseño de las etapas programática y operativa.

Algunas de sus respuestas a la guía seguramente los llevará a buscar soluciones de ajuste en la infraestructura, pero posiblemente otras los conduzcan a soluciones de tipo organizativo o de integración de tecnologías alternativas. Para ello se debe revisar con atención el

índice de apartados de este manual y encontrar con qué problema pueden o desean iniciar su trabajo de transformación del centro escolar.

A continuación se muestra un ejemplo del tipo de análisis al que pueden llegar para solucionar cada uno de los problemas identificados (tabla 3). Más adelante se encuentran recomendaciones generales sobre cómo construir espacios más amigables con el ambiente, de acuerdo con las condiciones de cada región. También se pueden revisar algunos ejemplos interesantes de técnicas constructivas empleadas en diversas partes del mundo.



**Tabla 3. ¿Cómo reconocer los problemas identificados en la infraestructura?**

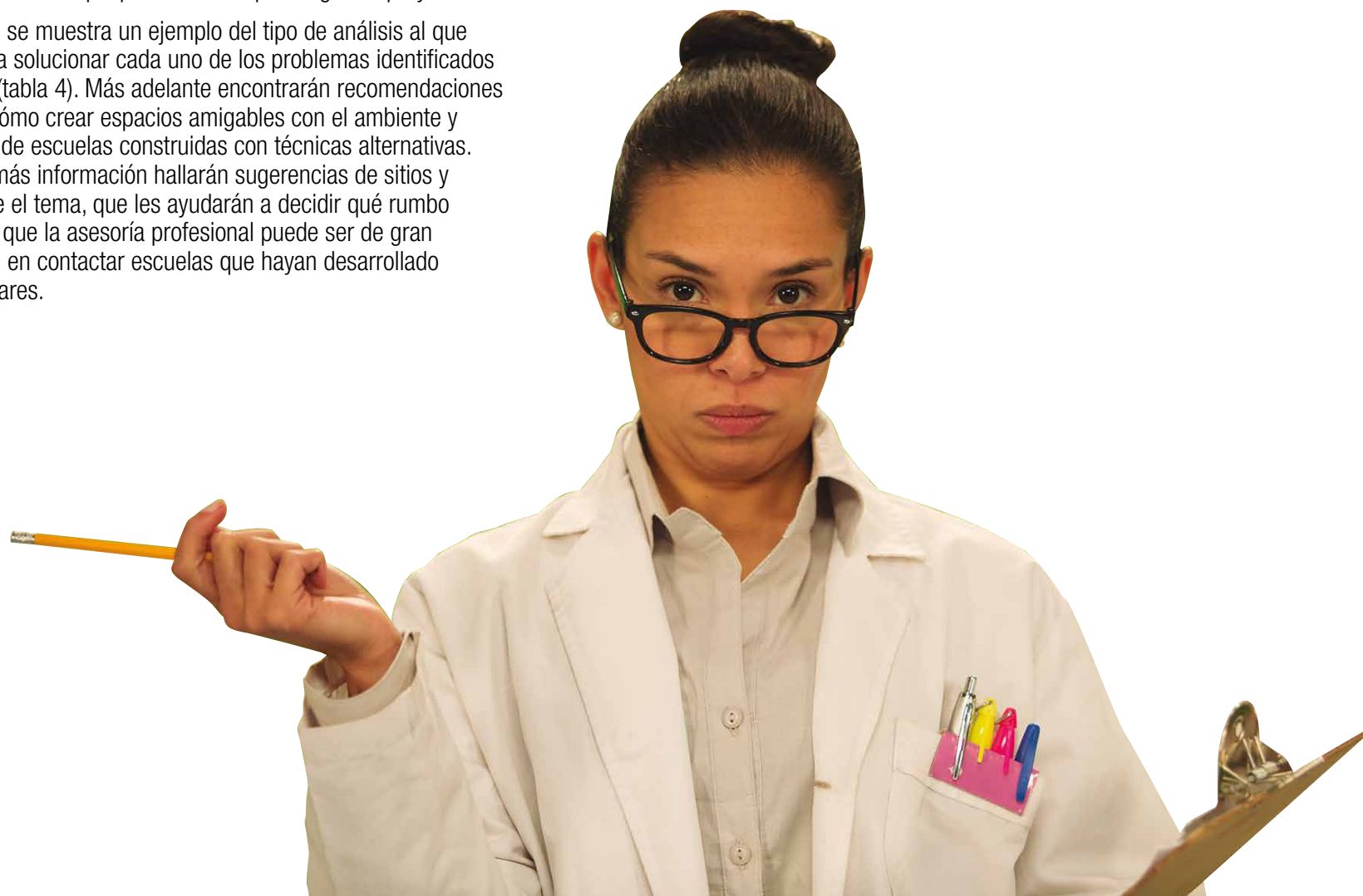
Tema	Preguntas	Respuestas y observaciones	Tipo de solución que quisiéramos dar	Forma de trabajar en esa solución	Tiempo para hacerlo	Qué se necesita	Responsables y participantes
Sobre su impacto ambiental	¿La escuela genera algún tipo de impacto ambiental negativo en la zona (ruido, tránsito vehicular, contaminación, entre otros)?	Genera mucho tráfico vehicular a la llegada y salida de los estudiantes	Cambios en el comportamiento	Posibilidad de estimular el uso del transporte público	Es posible iniciar de inmediato. La respuesta puede ser paulatina	Desarrollar un programa de estímulos a los estudiantes que lleguen caminando, en bicicleta o en transporte público	Identificación de responsables de coordinar el programa de motivación.
			Ajustes en la infraestructura	La escuela tiene espacio para construir pequeñas bahías de ascenso y descenso de pasajeros para disminuir la afectación del tránsito	Un par de meses para gestionar recursos	Gestionar el apoyo de los padres de familia, de las autoridades escolares, de la comunidad vecina	Grupos de aliados del programa (padres de familia, estudiantes, etc.).  Creación de un comité conformado por estudiante, maestros y padres de familia que coordine la actividad y sirva como mediador con los vecinos.

## Para centros escolares por construir

Planear una nueva escuela, aspirando a hacer de ella un espacio ambientalmente amigable, es una oportunidad fantástica para experimentar con variadas técnicas y materiales que se han propuesto en diversas partes del mundo. Una buena parte de ellas son incluso mucho más económicas que las técnicas convencionales, empleadas para la construcción de edificaciones.

Retomen las respuestas de la guía de análisis, revisen dificultades y posibilidades y planeen lo que pueden hacer para lograr el proyecto.

A renglón seguido se muestra un ejemplo del tipo de análisis al que pueden llegar para solucionar cada uno de los problemas identificados en el diagnóstico (tabla 4). Más adelante encontrarán recomendaciones generales sobre cómo crear espacios amigables con el ambiente y algunos ejemplos de escuelas construidas con técnicas alternativas. En la sección de más información hallarán sugerencias de sitios y documentos sobre el tema, que les ayudarán a decidir qué rumbo tomar. Recuerden que la asesoría profesional puede ser de gran utilidad. No duden en contactar escuelas que hayan desarrollado experiencias similares.



**Tabla 4. Cómo atender las dificultades y aprovechar las oportunidades para desarrollar el nuevo proyecto**

Tema	Preguntas	Respuestas y observaciones	Forma de atender la dificultad o aprovechar la condición	Trabajo o acciones por realizarse	Responsable de coordinar la acción
Sobre el apoyo institucional	¿La política de construcción de espacios educativos considera factores ambientales y de contingencias ante desastres naturales?	Sólo en ciertos aspectos.	Aprovechar que la política de construcción es incompleta en términos ambientales y de desastres para ofrecer el proyecto de un nuevo tipo de construcción como oportunidad para solventar la carencia.	Asesorarnos con un especialista en construcción. Escribir a otras escuelas que han desarrollado proyectos semejantes. Buscar fundaciones y organizaciones que apoyen este tipo de iniciativas.	Un comité formado por maestros y padres de familia
	¿Las autoridades educativas se muestran abiertas a construir la escuela según un esquema alternativo (colectivamente, con tecnologías y técnicas constructivas alternativas, entre otras)?	Nunca hemos intentado gestionar un proyecto de esta naturaleza.	Integrar un comité con funcionarios administrativos y padres de familia para gestionar la ayuda.	Elaborar una presentación que haga que las autoridades se interesen en el proyecto.	Un comité formado por maestros, estudiantes y padres de familia.
Sobre la participación	Los profesores, alumnos, padres de familia de la comunidad, ¿podrían opinar sobre las características escolares y las formas en que éstas pueden construirse?	Hacer una lista organizada de las recomendaciones de la comunidad para presentarla ante las autoridades educativas.	Diseñar un método para escuchar las opiniones de la comunidad escolar.	Distribuir tareas en el grupo gestor del proyecto.	Conformar un comité promotor del proyecto integrado por padres de familia y maestros.
	¿La comunidad vecina y escolar se encuentra en condiciones de ser convocada a participar en la construcción de la escuela?	Necesitaríamos hacer un trabajo de motivación y convencimiento, pero creemos que sí es posible convocar a la comunidad vecina para que apoye los planes y proyectos de la escuela.	Invitar a los miembros de la comunidad a una presentación del proyecto y recibir sus opiniones.		Conformar un comité de estudiantes, maestros, padres de familia.

# En busca de una arquitectura ambientalmente amigable

Aun cuando cada región tiene características distintas y, por lo tanto, requerimientos diferentes, se pueden hacer algunas sugerencias generales, las cuales se enumeran más adelante. Sin embargo, es necesario destacar que lo más importante de una construcción es cuidar la seguridad de las personas que la usarán. Por ello, busquen la ayuda de un especialista que los asesore, de manera que estén seguros de cubrir tanto los requisitos de seguridad como aquellos que permiten hacer del espacio educativo un lugar ambientalmente amigable.

Otra recomendación esencial para cualquier centro educativo es considerar el impacto que puede generar en la comunidad que la circunda. Así, las acciones para convertir la escuela en un espacio amigable con el ambiente pueden trascender a los vecinos. Esto asegura el apoyo al trabajo que se hará, así como una mejora en las condiciones de desarrollo de los que son o serán sus estudiantes. Algunas recomendaciones generales son:

- Tomar en cuenta la localización geológica, los vientos dominantes, la intensidad del sol y la lluvia, y en función de eso definir los diseños y estructura de la construcción, su orientación, el tipo de materiales con los que se construirá, la altura de los techos, los tipos de ventilación, el uso de vegetación, etc.
- Utilizar materiales con propiedades térmicas, adecuados a las características particulares de cada región, de manera que se reduzca la necesidad de climatización artificial.
- Emplear tecnologías y materiales que reduzcan los riesgos, minimicen el impacto ambiental y aseguren la mayor comodidad y tranquilidad de los usuarios.

- Considerar cómo será la generación de residuos y el manejo de aguas residuales.
- Contemplar la reutilización y reciclaje de algunos materiales considerados desechables (latas, botellas, llantas) o elaborados a partir del reciclaje de otros materiales (tabiques plásticos, material para recubrimiento a base de papel reciclado), siempre y cuando permitan que la construcción cumpla con las características de seguridad y confort que el inmueble necesita.
- Aprovechar las aguas pluviales.
- Cuando el clima es cálido, se recomienda:
  - » Hacer muros más anchos para aislar la habitación y disminuir los cambios de temperatura o aislar los muros y el techo.
  - » Construir espacios con techos altos.
  - » Pintar techos y fachadas con colores claros que reflejen el calor.
  - » Utilizar toldos, parasoles o vegetación en las ventanas para que generen sombra y protejan de la luz solar. Si el presupuesto lo permite, instalar vidrio reflectante en las ventanas.
  - » Construir ventanas alargadas en sentido vertical y situadas en la cara interior del muro, procurando orientarlas en sentido opuesto a la zona de mayor insolación.
  - » Colocar cristales especiales o dobles en las ventanas.
  - » Ventilar las instalaciones durante la noche, mientras el clima es más fresco.
  - » Procurar que exista buena ventilación cruzada.
  - » Sembrar cerca un gran árbol que tape el Sol en verano y en invierno permita que su luz y calor penetre.

- En climas fríos, se sugiere:
  - » Aislar techos y paredes y orientar las ventanas hacia la zona que recibe mayor luz solar.
  - » Construir los espacios de manera compacta, con el fin de que mantengan el calor dentro de las construcciones.
  - » Aprovechar, en áreas con muchos vientos, las formaciones naturales, tales como pequeñas lomas, árboles o rocas que puedan servir como protección de los vientos dominantes.
  - » Ubicar los espacios de recreo y descanso al aire libre en las zonas que reciben más luz solar y plantar árboles en los linderos del terreno para que sirvan de barrera contra el viento.

En general, la arquitectura vernácula —es decir, la nativa— de todos los países es en gran medida bioclimática. Las construcciones se optimizaban para aprovechar los recursos naturales.

Una nueva construcción con criterios bioclimáticos puede suponer un costo similar o superior al comienzo, pero a mediano y largo plazo representa ventajas económicas al disminuir o eliminar los costos de energía asociados al empleo de sistemas de climatización artificial.

### Recuadro 3

## Arquitectura bioclimática

La arquitectura bioclimática reduce los impactos ambientales al considerar las condiciones del entorno sobre el que se asentará la construcción para obtener el mayor nivel de confort y bienestar en su interior, y no recurrir a sistemas de climatización con altas demandas de energía. En ella se aprovechan al máximo las fuentes naturales de calor, luz y ventilación (sol, vegetación, lluvia, vientos) y se optimiza su uso con el diseño estratégico, que incluye la orientación de la construcción o el aislamiento de sus muros.

Fotos: SHW Group - Luis Ayala, Arquitectos AL BORDE, Kristel Gonzales, *Rethinking Education Documentary*.



# Materiales para la construcción

La diversidad de materiales con los que es posible construir van desde el concreto, el hierro y los tabiques (ladrillos), hasta la tierra cruda y los residuos, pasando por bambú, palma y yute, entre otros. Cada uno ofrece ventajas y desventajas, dependiendo de las características del lugar donde se realice la construcción, así como el uso que se le dará a la edificación. En la web hay numerosos ejemplos para indagar y cada vez hay más grupos de constructores y diseñadores dispuestos a explorar nuevas formas de construcción que combinen el cuidado de la naturaleza, la prevención del riesgo a los desastres naturales y el

confort de los usuarios. No duden en buscar ayuda de profesionales. Escriban a fundaciones o a casas constructoras. Ellos mismos, además de apoyarlos en el diseño, pueden servir de gestores para el desarrollo del proyecto.

Se sugiere que antes de elegir la técnica y el material de construcción se revise con atención el apartado sobre gestión del riesgo en la escuela.



## Escuela de barro y bambú (Pakistán)

Escuela construida en Punjab (Pakistán) con materiales locales de bajo impacto. La cabaña principal tiene dos pisos: el inferior se hizo con tierra compactada y el superior con bambú y lodo. Su orientación permite una temperatura agradable en el invierno y sus ventanales aprovechan la luz natural.

El proyecto lo diseñó un grupo de arquitectos alemanes y la construcción la desarrolló la comunidad local.

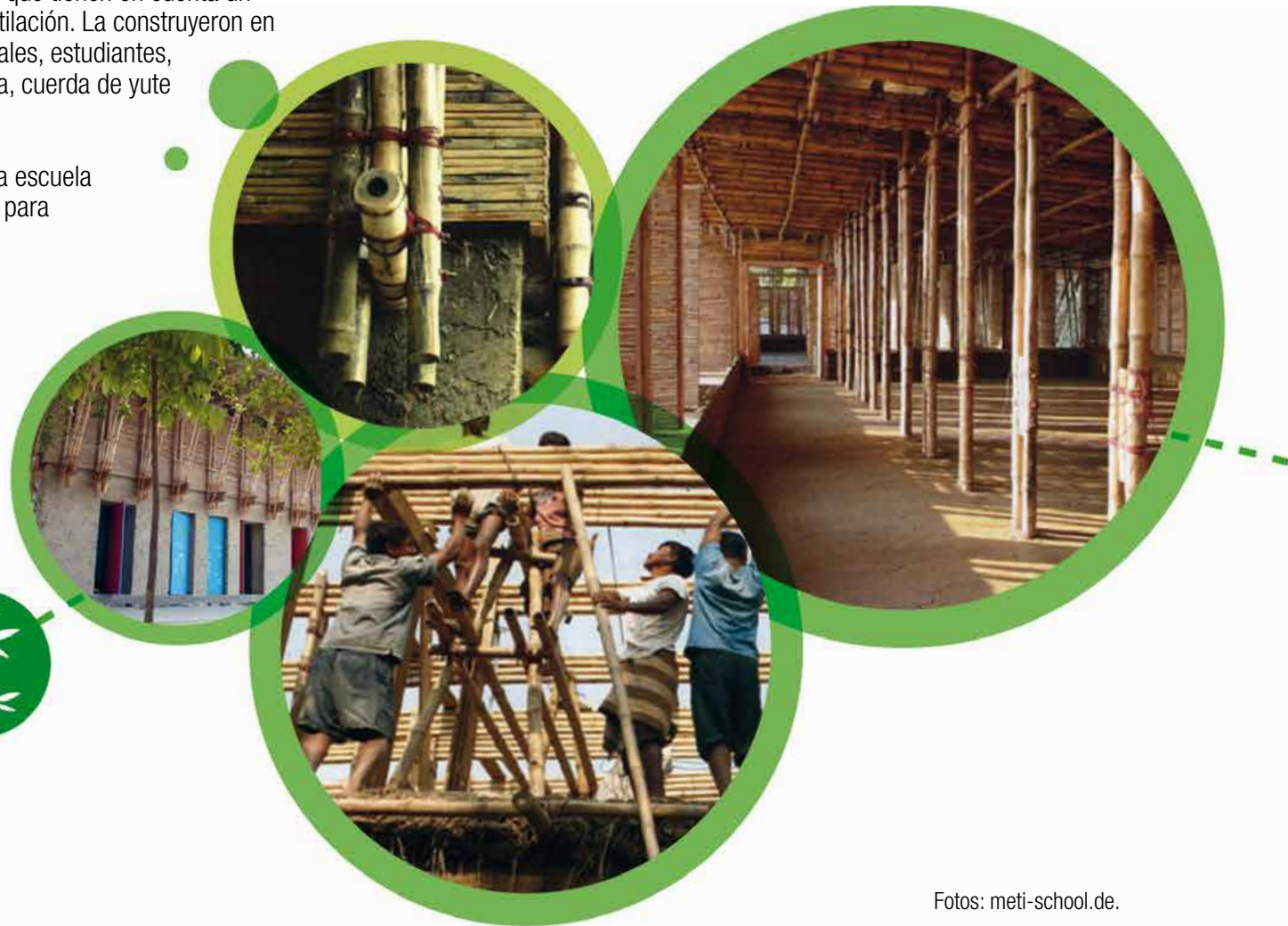


Fotos: Roswag Architekten.

## Escuela hecha a mano (Bangladesh)

Se encuentra en Rudrapur Dinajpu (Bangladesh). Su construcción la dirigió un grupo de arquitectos alemanes y austriacos que trabajaron voluntariamente con la mano de obra local. Utilizaron los métodos tradicionales adaptados a nuevas formas que tienen en cuenta un mejor aprovechamiento de la luz y la ventilación. La construyeron en cuatro meses. Participaron artesanos locales, estudiantes, padres y maestros. Utilizaron bambú, paja, cuerda de yute y tierra.

En el diseño se consideró la filosofía de la escuela respecto de las necesidades individuales para el aprendizaje, por lo que los espacios se diseñaron para permitir el trabajo en conjunto y también para la reflexión y la paz individual.



Fotos: meti-school.de.

## Escuela ecológica (Indonesia)

Esta escuela, construida con bambú y palma en Bali (Indonesia), alberga una comunidad de 200 niños. Gracias a la ventilación y a la altura de sus espacios es posible mantener temperaturas confortables, en tanto que la energía solar ayuda a producir electricidad.

El campus, que ocupa una superficie de 2.000 m<sup>2</sup>, produce energía a partir de paneles solares y un generador impulsado por agua. Sus instalaciones incluyen aulas, gimnasio, salas de reunión, habitaciones

de alojamiento, oficinas, cafetería y baños. Se considera una de las escuelas más amigables con el ambiente del mundo.

La iniciativa fue apoyada por una fundación y una empresa de construcción y diseño que trabajan aprovechando el bambú para contribuir a la conservación de la selva.



Fotos: *Rethinking Education Documentary.*

## Escuela Gloria Marshall (Texas, Estados Unidos)

Usa un sistema de aire acondicionado geotérmico. La escuela tiene sus lados más largos orientados norte-sur. Todas las aulas reciben luz natural y las que están orientadas al sur sólo requieren iluminación artificial el 25 % del tiempo. La luz funciona con sensores.



Fotos: SHW Group - Luis Ayala.

## Universidad Chiquitana (Bolivia)

La universidad, así como otros proyectos educativos desarrollados en la zona, se construyó utilizando adobe, madera y técnicas autóctonas que respetan la idiosincrasia del lugar. La dirección estuvo a cargo de una arquitecta española, como parte de un proyecto de la Universidad Sin Fronteras de Barcelona, que contó con la participación de la comunidad escolar como trabajo voluntario. Tiene una superficie construida de 4.000 m<sup>2</sup>. Sus espacios se diseñaron para aprovechar la iluminación y ventilación natural del sitio. La forma de construcción colaborativa permitió que la comunidad se apropiara del proyecto.



Fotos: Construtierra.org.

## Escuela Nueva Esperanza (Manabí, Ecuador)

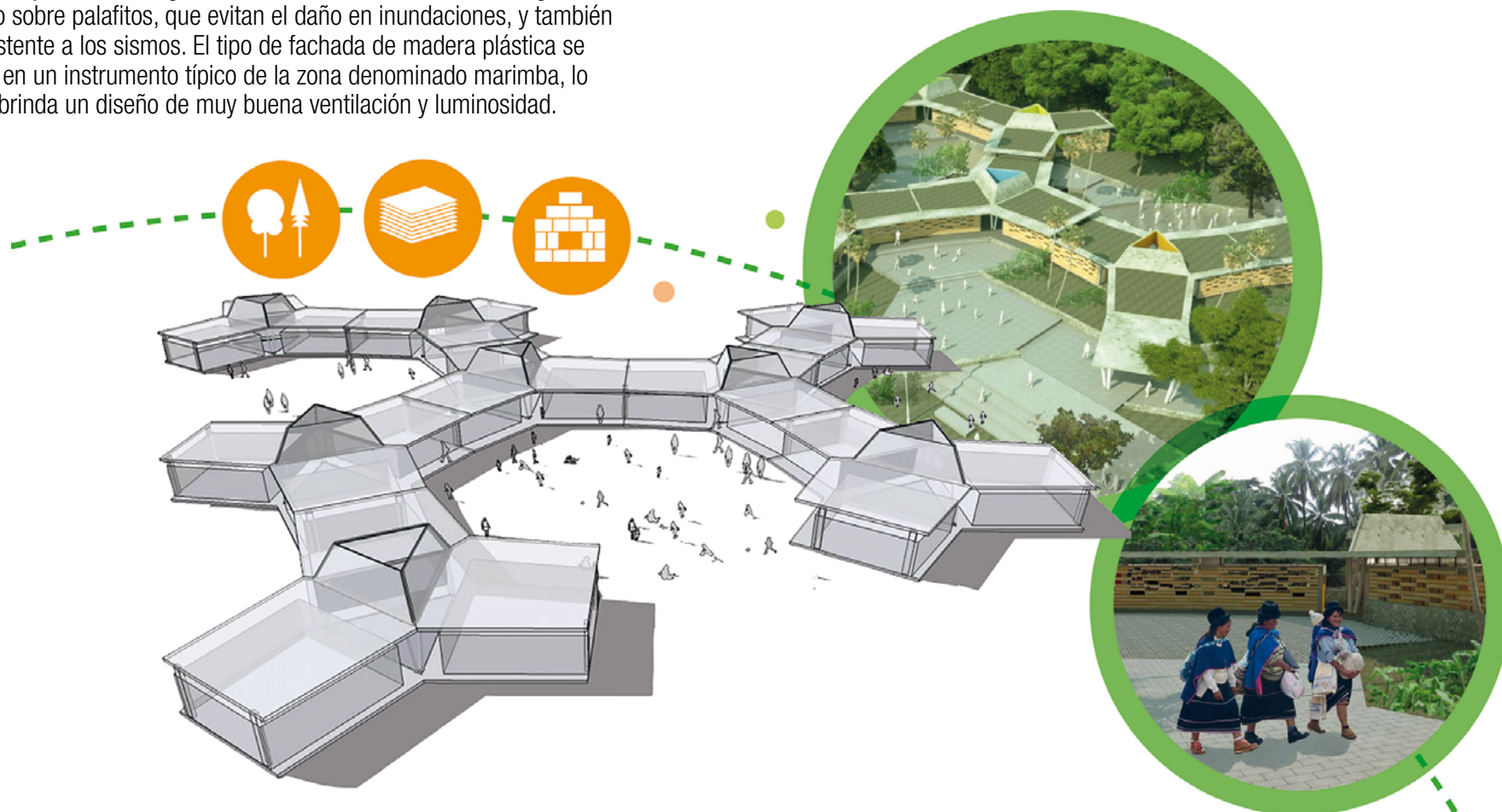
Construida por la comunidad con el apoyo de arquitectos, la escuela se ubica en la playa y su diseño está vinculado al ambiente natural que la rodea, de modo que la edificación se integra al ecosistema, gracias a los materiales que usa la comunidad y a su lógica constructiva: madera sobre pilotes, paredes de caña, estructura de madera y techo tejido con paja tequila o cade.



Fotos: Arquitectos AL BORDE.

## Estructura pedagógica de desarrollo progresivo (región del Pacífico de Colombia)

La región en la que se ubica este proyecto se caracteriza por ser inundable y con alto riesgo sísmico. Sus estructuras son hormigón armado sobre palafitos, que evitan el daño en inundaciones, y también es resistente a los sismos. El tipo de fachada de madera plástica se inspira en un instrumento típico de la zona denominado marimba, lo que le brinda un diseño de muy buena ventilación y luminosidad.



Fotos: Espacio Colectivo Arquitectos.

## Preescolar (Morales, México)

La realización de este proyecto se basó en el uso de pacas de paja, capas de barro, yeso y pintura de cal y tierra. El espacio, diseñado para alumnos de preescolar, se construyó con el apoyo de la comunidad escolar.

El diseño, de gran calidez para el trabajo escolar, cuenta con gruesos muros que le ofrecen un excelente aislamiento térmico y acústico. Los materiales son de bajo costo y la mano de obra, voluntaria, lo que hizo que el proyecto se construyera en muy corto tiempo.



Fotos: Labmx.blogspot.com.

## Salones escolares contruidos con botellas refrescos (Manila, Filipinas)

Para la construcción de estos salones se aprovechó uno de los residuos más comunes en el mundo: las botellas de plástico. En este proyecto se construyeron aulas de clase con botellas plásticas de 1,5 y 2 litros. Cada botella se relleno con lodo (adobe licuado) y se dejó secar por 12 horas. Luego se formaron las paredes pegando las botellas como si fueran ladrillos o tabiques. Además del bajo costo de los materiales —algunos de ellos considerados basura—, son construcciones resistentes y factibles para una comunidad con poco entrenamiento en construcción.



Fotos: Kristel Gonzales.

## Casa hecha con latas y botellas (Bariloche, Argentina)

Esta casa, hecha con latas de comida y botellas usadas, es una creación del diseñador Manuel Rapoport. En la construcción se utilizaron 800 latas de aluminio, aplanadas y usadas como cubierta de la vivienda contra los fuertes vientos, así como algunas botellas de vidrio para hacer ventanales.



Fotos: Manuel Rapoport.

## Casas hechas con botellas llenas de arena (Nigeria)

Para construir estas casas se utilizaron botellas rellenas de arena en lugar de ladrillos. Son de bajo costo, duraderas, resistentes a las balas y aíslan del calor del Sol. Cada vivienda, que consta de un dormitorio, salón, baño y cocina, requiere 7.800 botellas y cuesta un tercio de lo que costarían los ladrillos.



Fotos: Sam Olukoya.

# Monitoreo y evaluación

Diseñar y construir en forma alternativa es una experiencia de enorme valor. Si decides emprender este camino, la mejor manera de monitorear y evaluar lo hecho es llevar una bitácora para registrar el proceso. Es posible que la bitácora la llenen varios de los actores que lideran el proceso, por lo que se podrá contar con varios puntos de vista. Es igualmente recomendable pedir, de vez en cuando, que otros participantes en el proyecto dejen plasmadas sus experiencias y apreciaciones.

En la bitácora, que puede ser impresa o a manera de blog, se deben incluir detalles sobre el proceso de toma de decisiones, la forma en que se resolvieron los problemas, y las innovaciones o adaptaciones que se hayan hecho sobre las técnicas probadas en otros lados.

# Claves para encontrar apoyo financiero

Cuando se busque apoyo financiero, es indispensable tener clara la forma en que se utilizarán los recursos que se obtengan. Preferiblemente debe existir una primera propuesta presupuestal de proyecto, que tendrá que ajustarse a los requerimientos de las instituciones a las que se les solicite el recurso. Debe hacerse un directorio de posibles financiadores y un análisis de cada uno de ellos en función del tipo de proyectos que apoyan y las condiciones en las que los financian. Puede ocurrir que no existan financiadores que se interesen por todas las partes del proyecto de construcción o mejoramiento de la escuela. Por ello sería recomendable dividir los proyectos, quizá por áreas temáticas, e intentar que confluyan recursos de distintas áreas.

La Fundación Avina posee un índice de donantes para América Latina en el que se presentan tipo de organización, país de origen, áreas temáticas que abordan, si hace financiamiento a terceros, en qué países tiene oficinas, dirección, teléfono y contacto (el sitio es <http://www.indicedonantes.org>). Esta misma asociación plantea que las áreas de reciclaje, agua y cambio climático, la Amazonia, los mercados inclusivos y otras acciones claves para América Latina y el mundo son iniciativas que representan oportunidades, ya que definen un objetivo concreto para lograr un impacto de relevancia continental.

La ONG Arquitectos Sin Fronteras promueve el desarrollo humano equitativo y sostenible mediante la mejora de la habitabilidad y la defensa del derecho de las personas a tener un hábitat digno. Sus proyectos apoyan la educación, la salud, el saneamiento, la infraestructura y la vivienda, y actúa en zonas rurales de África y América Latina, utilizando materiales y tecnologías locales y de bajo costo (más sobre esta ONG en <http://asfes.org/>).

La Fundación Lazos apoya la construcción y mejora de escuelas para que cuenten con una infraestructura indispensable, necesaria y óptima, que propicie un ambiente físico digno que permita el progreso académico de los alumnos. Está presente en 26 estados de México. (fuente: <http://www.lazos.org.mx/index.php>).

La Fundación Bill & Melinda Gates apoya varias áreas temáticas que tienen que ver con esta materia: educación, medio ambiente, salud y desarrollo rural en Bolivia, Brasil, Chile, Colombia y México. Así mismo, proyectos de agua, higiene y saneamiento, en especial soluciones y estrategias que se han probado con éxito. Sin embargo, en esta área las subvenciones son únicamente por invitación (fuente: <http://www.gatesfoundation.org/Pages/home.aspx>).

También existe el sitio La Sociedad Civil en Línea, que contiene información sobre agencias de cooperación internacional que apoyan proyectos en países de América Latina y el Caribe (fuente: <http://lasociedadcivil.org/softis/cv/39/>).

# Bibliografía

- American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, the American Institute of Architects, Illuminating Engineering Society of North America, U.S. Green Building Council, U.S. Department of Energy (2008). *Advanced Energy Design Guide for K-12 Schools*. <http://ashrae.org> This guide offers detailed information on how to build schools following energy-saving principles. It is created for climates and regions of the United States, but the proposal can be adapted to the reality of Latin American countries.
- Centro Experimental de la Vivienda Económica (CEVE-Conicet) y la Asociación de Vivienda Económica (s.f.). Centro Experimental de la Vivienda Económica. <http://www.ceve.org.ar> An educational guide in using bales of hay—an alternative material that is particularly suited to rural conditions.
- Comisión Nacional Forestal (2008). *Tecnologías alternativas para el uso eficiente de recursos. Transferencia de tecnología y divulgación sobre técnicas para el desarrollo humano y forestal sustentable*. México: Semarnat. <http://www.conafor.gob.mx>.
- Ministerio de Educación (2008). *Guía de aplicación de arquitectura bioclimática en locales educativos*. Lima (Perú): Ministerio de Educación. This guide offers design criteria for bioclimatic buildings, such as how to take advantage of local climatic conditions and improve the interior comfort of spaces that are already built. It was designed for the climate of Peru, but many of its recommendations can be adapted to other regions.
- DOE (U.S. Department of Energy), Energy Smart Schools (2007). *National Best Practices Manual for Building High Performance Schools*. <http://www.doe.gov/bridge>. A manual for the design of schools under sustainability principles, created for the United States but possibly adaptable to the reality of Latin American countries. Provides comprehensive information, such as suggestions on how to select the building site and how to maintain the building in the long term.
- Zicla (s.f.). *Zicla Catálogo General. Productos Reciclados*. <http://www.zicla.com>.

### Módulo 3

# Infraestructura escolar amigable con el medio ambiente

Marina Robles, Emma Näslund-Hadley, María Clara  
Ramos y Juan Roberto Paredes



2015

## Súbete

Una iniciativa del Banco Interamericano de  
Desarrollo en educación sobre el cambio climático