

UNA PRIMERA EXPERIENCIA DE INDUSTRIALIZACION DE LA EDIFICACION: EL AULA RURAL MEXICANA

carlos martínez corbella,
arquitecto investigador del i. e. e.

...“algunos pensadores lo sitúan entre las naciones francamente subdesarrolladas, ya que más del 50% de la fuerza de trabajo aún se dedica a actividades primarias y es notoria la mala distribución del ingreso, puesto que el 70% de nuestras familias no alcanza a recibir \$ 750 (1) mensuales y finalmente, el comercio exterior mexicano sigue dependiendo de exportaciones de productos primarios, mientras que el grueso de nuestras importaciones corresponde a bienes manufacturados”...

...“existen otras opiniones que mantienen un concepto más optimista de nuestra realidad, y sitúan al país en el camino del desarrollo. Los indicadores económicos en los que basan su pensamiento son los siguientes: que año a año se ha venido incrementando el producto nacional bruto, y en veinte años (1940-60), éste se ha triplicado en términos reales. Durante el mismo período, el ingreso “per cápita” se aumentó de 77 a 308 dólares anuales”... (2).

EL PLAN DE ONCE AÑOS

México, nación de estados federados, con cerca de 2.000.000 de Kms². de superficie, con 35.000.000 de habitantes y una tasa anual media de crecimiento de la población de 3,3%, presenta aún graves cifras en el porcentaje de analfabetismo, ya que él alcanza al 32,5%, es decir, a casi un tercio de la población.

Para enfrentar tan serio problema, el Gobierno Mexicano formuló un plan educacional llamado “plan de once años”, que coordinó iniciativas en tres direcciones: preparación de maestros, construcción de aulas y preparación y producción de material didáctico unificado.

Dentro del rubro “construcción de escuelas”, uno de los aspectos más importantes es el proyecto de realizar 22.000 aulas ru-

rales con su correspondiente vivienda para el profesor, a un promedio de 2.000 anuales, con la finalidad de resolver básicamente, en once años, el déficit de locales para la enseñanza primaria de los niños campesinos.

Estos objetivos son muy lógicos en México, donde el 62,5% de la población es rural.

La responsabilidad de formular las soluciones arquitectónicas que permitiesen la materialización de tan ambiciosas expectativas, estuvo y está a cargo del “Comité Administrador del Programa Federal de Construcciones Escolares”, cuya sigla es CAPFCE., que es un organismo de carácter técnico dependiente de la Secretaría de Educación Pública. La dirección del CAPFCE está a cargo de arquitectos, quienes, en su mayoría, tienen también la responsabilidad profesional. De ahí nació el proyecto aula-casa rural, el “Plan ACR”, respuesta de los arquitectos a uno de los requerimientos del “Plan de Once Años” planteado por el Gobierno, que ya cumple su cuarto año y que hasta el momento ha superado las cuotas de construcción asignadas anualmente.

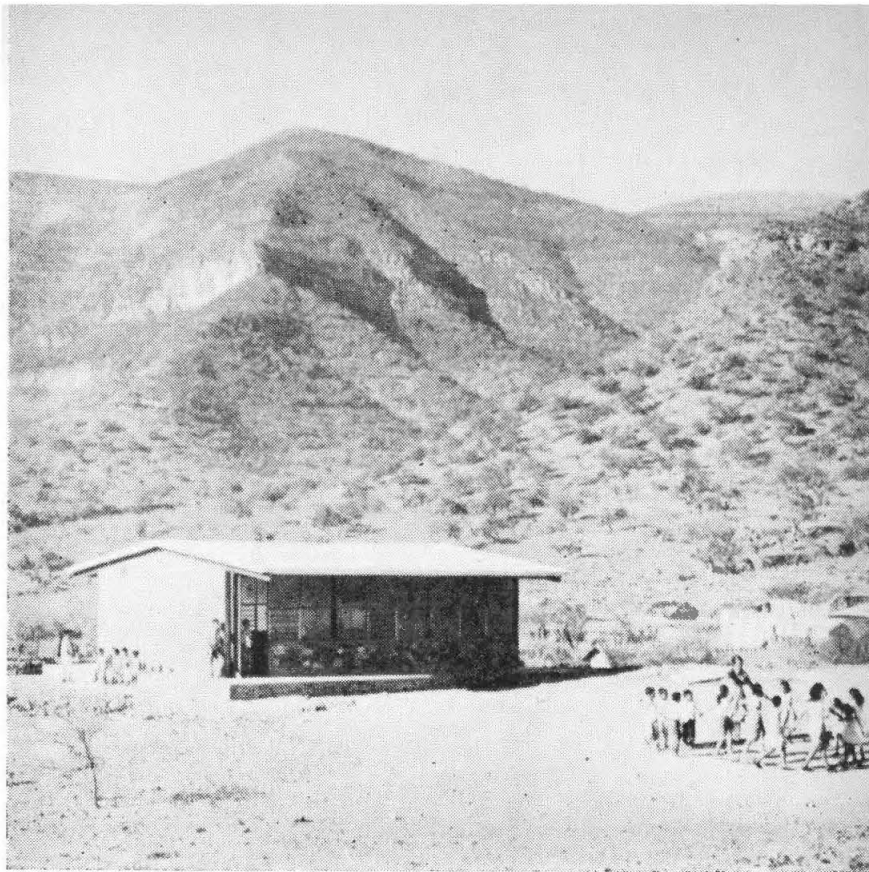
EL PLAN AULA-CASA RURAL (“Plan ACR”)

El arquitecto Pedro Ramírez Vázquez, Director del CAPFCE e inspirador del plan aula-casa rural, ha resumido muy adecuadamente las directrices que guiaron la realización de los proyectos arquitectónicos: ...“se planteó simultáneamente, la necesidad de crear un sistema constructivo capaz de atender a ese programa (22.000 aulas en once años) dentro de un extensísimo territorio y sin los medios de comunicación adecuados para ello. Si a esto se suma la imposibilidad de disponer de un número adecuado de técnicos y personal especializado, necesario para atender las obras, se llega, por lógica, a una solución a base de elementos prefabricados que puedan ser fácilmente armados en cada

(1) \$ 1.00 mexicano = 0,08 Dls. E. U. A.

(2) “Arquitectos de México” N° 19-20. Lic. Miguel Barona: “Realidad Económica y Social en México”.

Aula Rural mejicana. Vista de una célula enclavada en pleno campo, junto a un modesto caserío campesino.



localidad, sin necesidad del auxilio directo del técnico. El acierto de este planteamiento estriba seguramente en dos consideraciones:

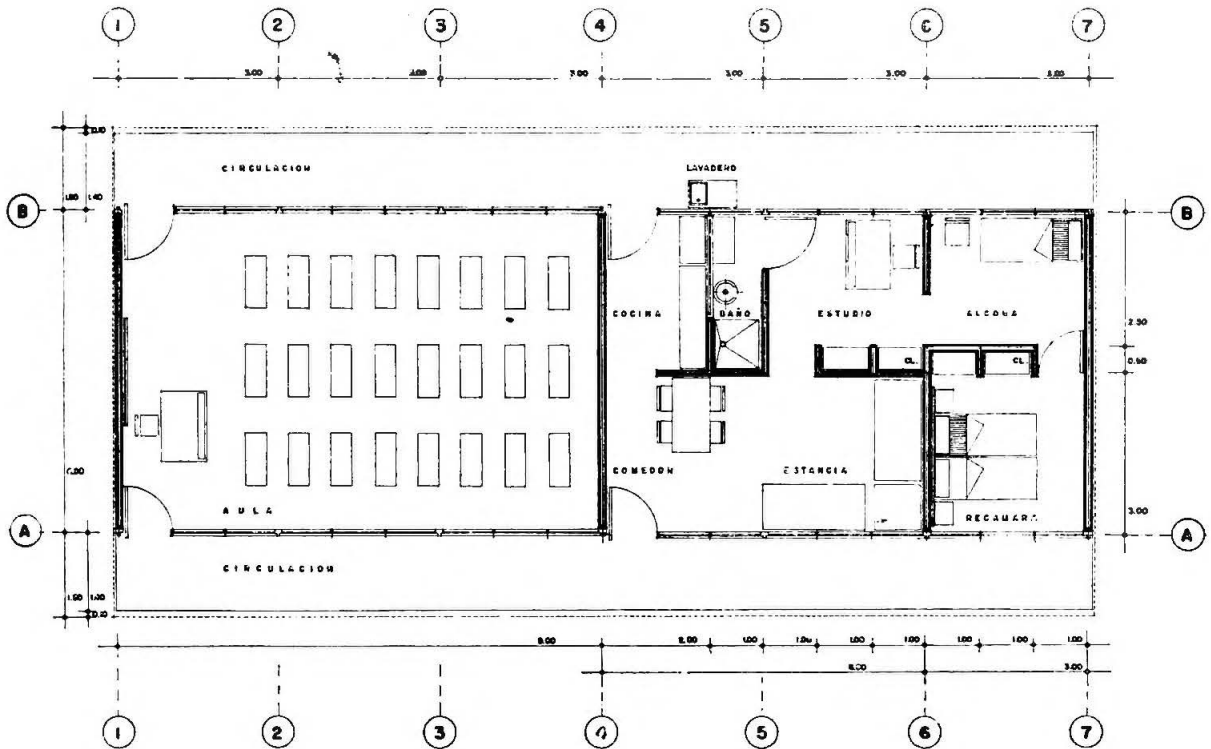
La industrialización de la arquitectura en función de las posibilidades y capacidad de una industria con las características y desarrollo de la nacional; el aprovechamiento y encauzamiento de las aportaciones vecinales existentes hacia aquellos elementos que no siendo factores de estabilidad en la construcción, pueden ser fácilmente contruidos por los vecinos del lugar, con los sistemas y materiales existentes en la región, logrando así, un carácter arquitectónico regional en armonía con el ambiente en que se desarrolla el proyecto básico del Aula-Casa Rural, consiguiéndose con este sistema un claro encauzamiento a la aportación gubernamental, respetando las peculiaridades de cada zona del país y haciendo más ágil y factible la aportación privada...

El financiamiento del plan ACR corre bajo la responsabilidad compartida del Gobierno Federal, los Gobiernos Estatales locales y la comunidad que recibe el aula. Se tiende a que cada una de las partes aporte un tercio del presupuesto total.

Así, el Gobierno Federal, a través del CAPFCE, proporciona la atención profesional; el transporte; la estructura total del edificio que es de acero y la pintura anticorrosiva; las puertas y ventanas; los vidrios o plásticos para ventanas; la quincajería; las unidades sanitarias completas; el material para la instalación eléctrica; una planta generadora de 600 Watts; un estanque plástico para 1.100 litros de agua; el mobiliario completo del aula; material didáctico y equipo escolar (diapositivos, proyector, discos, bandera, campana, textos de estudio para cada alumno); mobiliario básico para la casa del maestro y un lote de 50 libros de consulta para este último. Tanto el transporte como la fabricación de todo el material descrito, el CAPFCE lo contrata a la industria privada.

Los Gobiernos Estatales locales aportan su cuota en dinero efectivo, el que entregan a las Jefaturas de Zona del CAPFCE, las que existen, generalmente una o dos por Estado.

Las comunidades pueden completar su tercio en diferentes formas: en mano de obra de los propios vecinos y en materiales de la zona, con los cuales realizan las fundaciones, rellenos, radieres, muros, cubier-



Planta del Aula-Casa. Con la célula de 6x9 metros puede realizarse, desde la modesta sala de clases única, hasta el más completo grupo escolar.

tas, pavimentos y pinturas u otros revestimientos. También es posible que ellos entreguen dinero, juntado por aporte colectivo, o por aporte de sindicatos u otros organismos en los cuales participa la comunidad.

Los colegas arquitectos y el Gobierno mexicano dan mucha importancia a la participación activa de las comunidades campesinas, argumentando en su favor, además del aporte económico que ella significa, la educación cívica de ese amplio sector de la población de México.

PROYECTO DE LA CELULA AULA-CASA RURAL

El proyecto se realizó bajo el módulo de 1 metro. La estructura de pilares de acero delimita un rectángulo en planta de 3 por 6 metros a eje.

En esa forma, la sala de clases propuesta resultó de 6 metros por 9 metros a eje, con altura variable de 2,50 a 2,90 metros interior. Debe albergar a 48 niños, lo que da una superficie de 1,125 metros cuadrados y un volumen de 3,04 metros cúbicos por alumno.

El proyecto básico considera además los servicios sanitarios del aula y una casa para el profesor, diseñada dentro de las mismas dimensiones del aula. El programa

de la vivienda comprende: estar, comedor, dos dormitorios, cocina, baño y patio de servicio.

El conjunto está separado del espacio exterior por dos pasos cubiertos de 1,50 metros de profundidad, espacio intermedio que utilizan los niños para jugar en los días de clima muy riguroso.

La iluminación y la ventilación naturales las consiguen en forma transversal por medio de los dos paramentos longitudinales, provistos ambos de ventanales corridos en toda su extensión. El asoleamiento se produce con rayos cercanos a la horizontal, a causa de los aleros que sirven de techumbre a los pasos cubiertos.

Lo austero del programa, que reduce a menudo los espacios del proyecto sólo a la sala de clases y a dos pasos cubiertos, responde a la idea de conseguir la solución del déficit de aulas rurales de enseñanza primaria con la menor inversión posible. Lo que, sin embargo, no ha sido obstáculo para adaptar la estructura y demás elementos prefabricados a numerosos proyectos, mucho más ambiciosos, dedicados a escuelas primarias urbanas, a escuelas de capacitación técnica, a centros agropecuarios, a jardines infantiles, etc., con resultados arquitectónicos a menudo muy satisfactorios.

La estructura prefabricada la forman pilares, vigas, cerchas y costaneras de plancha doblada de acero, con un peso máximo por pieza de 50 Kgs. La carga máxima a que se calculó la estructura fueron 250 Kgs/m².

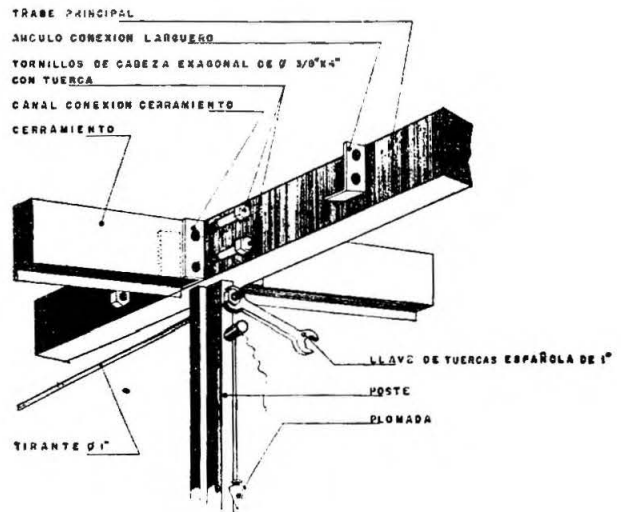
El sistema de enlace usado es el perno, elegido por dos razones: para permitir eventuales faenas de desarmado y para obtener un procedimiento de unión simple, al alcance de personas no expertas. Toda la estructura de acero de un aula más las puertas y ventanas del mismo material, pesan cerca de las 4,3 toneladas. Los dos muros cabeceros son generalmente de albañilería, ejecutados con los materiales y las técnicas de cada localidad, ligados a la estructura de acero por medio de mortero de cemento y arena, en el cual se empotran patas soldadas a los pilares y las cerchas. El espesor de muro es frecuentemente de 15 a 30 cms.

Las fundaciones son realizadas en obra y comprenden los procedimientos habituales en estructuras de acero.

La solución de puertas y ventanas en acero presenta, quizás, uno de los aspectos más interesantes de diseño constructivo del proyecto. Las puertas, de 3 cms. de espesor total, están formadas por dos planchas de acero con nervios en "V" verticales. Las ventanas, abandonándose el concepto tradicional de que las piezas verticales y horizontales se crucen en un mismo plano, han sido diseñadas con todos los elementos horizontales en un plano diferente de los verticales. Tal solución ha eliminado los cortes y ensambles inevitables en el caso habitual, y ha permitido que los perfiles lleguen empaquetados a la obra, donde son armados por medio de pernos de forma especial. El ventanal resultante es atornillado a los pilares y vigas de acero, elementos estructurales cuyas formas han previsto el alojamiento de la fenestración. Se han excluido las hojas móviles de ventana, reemplazándose por celosías horizontales. Salvo en muy

contados casos, el vidrio ha sido sustituido por placas prefabricadas de poliéster reforzado con malla de fibra de vidrio. De color verde suave y con material didáctico impreso incluido, esta solución es defendida por su bajo costo de mantención y por su valor pedagógico. Permite una luminosidad agradable que exige, eso sí, cierto cuidado especial en la elección de los colores interiores. La visión directa se produce a través de las celosías, que son también del mismo material.

La solución de cubierta es de variados tipos según la comunidad. Vimos losas de hormigón armado, las que naturalmente dejaron sin uso las costaneras; vimos poliéster reforzado y asbesto cemento en planchas onduladas, placas de "siporex" (cemento celular), y tejas de cemento más grandes que las nuestras (50 x 100 cms.) Llamó la atención una solución que en



Detalle del encuentro de la viga de contorno, la viga de techumbre y el pilar. Todos ellos son fabricados con plancha doblada de acero y unidos por medio de pernos. En el gráfico pueden observarse las faenas de nivelación del pilar y de tensado del tirante de la cereba.

México llaman "bóveda plana" y que no es otra cosa que la bóveda catalana llevada a su mínimo de flecha. Se realiza con ladrillos de arcilla de 3 cms. de espesor, de forma rectangular o cuadrada (20 x 40 y 40 x 40 cms.) colocados en tres capas traslapadas pegadas con mortero bastardo (cal, cemento y arena 1:1:1 en volumen) salvando la luz entre costaneras que es de 80 cms. aproximadamente. El maestro colocador utiliza como cimbra una pieza de madera que va corriendo de lugar apenas endurece la mezcla de pega entre capas. La impermeabilidad se asegura con una lechada superior de agua, cemento y tierra de color. Fue indudablemente una de las mejores soluciones observadas, ya que resuelve el cielo con el hermoso color y textura del intradós de la bóveda y, la aislación térmica con 9 cms. de arcilla cocida y a lo menos 3 o 4 cms. de morteros de pega, complejo evidentemente menos conductor que las tejas y las planchas tradicionales de cubierta. En las zonas en que se usa, hay abundancia de mano de obra experta en este procedimiento que se remonta a la arquitectura colonial.

Al igual que para las cubiertas, en cada localidad es posible observar diferentes soluciones de pavimentos, revestimientos y pinturas.

Es frecuente la solución de radiers afinados y muros vistos.

La instalación eléctrica va por el interior de los perfiles de ventanas, pilares y vigas. Perforaciones pre estudiadas permiten la entrada y salida de cables a centros e interruptores. Todo el material para la instalación es embalado en una pequeña caja de no más de 60 x 60 cms. Los alambres llevan diferentes colores y la dimensión exacta y, por medio de una ingeniosa pieza de conexión se elimina el raspado del cable y un contacto poco cuidadoso. Un manual técnico anexo permite que tal instalación sea ejecutada por los propios campesinos.

La alimentación de energía eléctrica, de acuerdo con las posibilidades locales, se resuelve mediante conexión directa a las líneas existentes de baja tensión; mediante un generador de 600 watts, que consume el combustible habitual en la región; mediante un generador de viento con acumulador para las zonas en que su instalación sea aconsejable o, por último, mediante una lámpara de petróleo generadora de energía eléctrica que permite contar con carga necesaria para una radio y tocadiscos". (3)

La instalación de agua y alcantarillado es resuelta de acuerdo a las posibilidades de cada localidad y puede ser la conexión a las redes existentes como la ejecución de los pozos de agua y letrinas más rudimentarios.

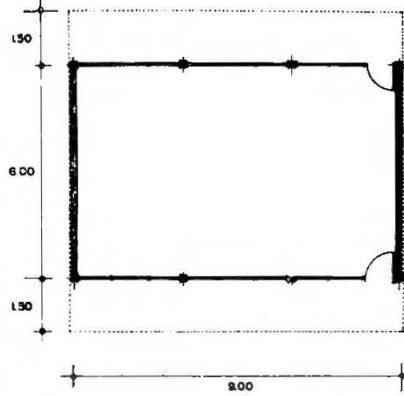
En el proyecto original se consulta una unidad sanitaria concebida "como la solución de un solo mueble sanitario, con una sola alimentación de agua, con un solo drenaje, pero con diversos recipientes para distintos usos". (4). Los artefactos son fabricados en poliestireno y fibra de vidrio. Siendo muy interesante la solución, frecuentemente no la vimos aplicada. La explicación recibida se refirió a deficiencias de fabricación, por una parte, y ausencia de posibilidades de las comunidades de pasar más allá de las norias y los pozos negros, por otra.

Invariablemente, junto al edificio-aula va todo el mobiliario indispensable para su funcionamiento, el que consta de mesabancos dobles de madera para 48 niños, un escritorio de acero, una silla de acero con asiento y respaldo de madera y un pizarrón. La casa del maestro también incluye los muebles indispensables para estar, comer, dormir y escritorio, resueltos todos en acero tubular y madera de pino barizado.

(3-4) "El Aula Casa Rural" Public. del Inst. Nacional de Bellas Artes, por el Arquitecto Pedro Ramírez Vázquez.

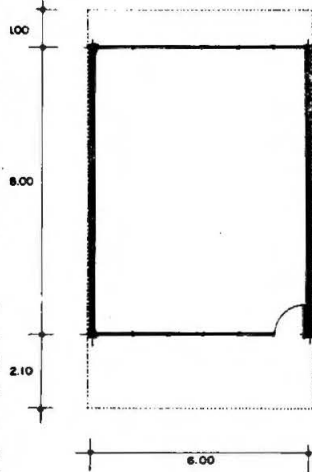
Comparación del costo y tiempos de obra de un aula prefabricada con relación a un aula de construcción tradicional. Ambos proyectos pertenecen al CAPFCE.

AULA INDUSTRIALIZADA



SUPERFICIE	81 M ²
COSTO PAQUETE IND. (INCLUYENDO EQUIPO):	\$ 16,871.77
COSTO DE ACABADOS:	\$ 13,830.36
COSTO TOTAL DEL AULA:	\$ 30,702.13
COSTO POR M ² :	\$ 379.04
TIEMPO DE OBRA	20 DIAS

AULA HIDALGO, CONSTRUIDA CON SISTEMA TRADICIONAL



SUPERFICIE	66 M ²
COSTO TOTAL DE OBRA:	\$ 31,378.00
COSTO DE EQUIPO Y MOBILIARIO:	\$ 3,682.92
SUMA:	\$ 35,040.92
COSTO POR M ² :	\$ 530.92
TIEMPO DE OBRA	60 DIAS

COMENTARIO FINAL

El plan aula-casa se está cumpliendo con éxito. Se ha producido industrialmente y se ha construido más de lo previsto. Se ha ganado en tiempo y se han disminuido notablemente los costos. Es ésta una experiencia de la cual podemos sacar muchas enseñanzas que pueden ser útiles en nuestro país, tenidas las debidas consideraciones a las diferencias nacionales correspondientes.

A nuestro entender, los principales factores que han influido en los buenos resultados podrían ser los que indicaremos a continuación:

a) **Carácter estatal del plan.**—El problema del déficit de locales escolares se ha considerado con el grado de emergencia nacional y, como tal, ha sido abordado directamente por el Gobierno Federal. Esta decisión nos parece fundamental, pues responde al principio de que los grandes problemas sociales no pueden sino ser enfocados a escala nacional y bajo la atención y control directo del Estado de la Nación.

b) **Eficiencia del organismo encargado.**—El Estado, una vez que dio las grandes líneas políticas, delegó la resolución técnica en los profesionales más adecuados y los rodeó de condiciones especiales que han permitido un máximo rendimiento. Así, lo repetimos, el CAPFCE es una institución estatal, descentralizada (depende directamente del Secretario de Educación), con financiamiento propio y completo y dirigida y formada esencialmente por arquitectos, los que trabajan en estrecha colaboración con el resto de técnicos y profesionales que el plan precisa.

c) **Incorporación, a la medida de las actuales posibilidades de México, de los principios de la industrialización al proyecto y construcción de las aulas.**—El proyecto aula casa rural no posee un grado avanzado de industrialización, ya que son producidos industrialmente sólo una parte de

los elementos constructivos y al final de cuentas, la construcción del aula es sólo parcialmente prefabricada (estructura de acero, puertas y ventanas, paneles plásticos, muro sanitario, material de la instalación eléctrica, estanque de agua, artefactos y mobiliario), habiéndose considerado la realización de varias faenas con métodos y materiales totalmente convencionales.

El valor de la experiencia reside en la decisión de los arquitectos del CAPFCE de incorporar los principios de la industrialización a su problema arquitectónico y de dar este primer paso, lo que ha significado ya una valiosa experimentación y muy satisfactorios resultados, si ellos se comparan con los obtenidos en las construcciones de locales escolares similares realizados íntegramente con los métodos convencionales.

Lo importante está en que cada uno de los elementos prefabricados ha sido diseñado y realizado considerando un módulo básico, una exhaustiva normalización, un severo control de calidad, y una

objetiva calificación de la realidad nacional. La industria a la cual se ha recurrido ha sido siempre la más avanzada de la nación. Por su parte, el proyecto mismo fue estudiado hasta en sus menores detalles y ha permitido gran facilidad de transporte y de montaje en obra de todos los elementos prefabricados. La elección del acero como material de estructura fue acertada, ya que en México no es posible usar madera en tan grande cantidad y el hormigón armado habría significado serios problemas de transporte y montaje en obra en este caso específico.

En suma, se racionalizó el diseño de edificios y mobiliario y gran número de los procesos de la construcción y se producen industrialmente una parte importante de los elementos constructivos y todos los muebles del aula y la casa.

d) Condiciones nacionales muy especiales que han facilitado la participación activa de las comunidades campesinas.—En México se realizó y se sigue realizando una Reforma Agraria. No estamos en condiciones de analizar los resultados de tal gestión. Lo que se puede afirmar, eso sí, es que se ha realizado en un grado bastante avanzado la subdivisión de la propiedad agrícola, por medio de la creación de lo que ellos llaman el "ejido", que es una determinada porción de tierra perteneciente colectivamente a una comunidad.

Cada ejidatario es copropietario de los terrenos pertenecientes al ejido. Su subsistencia la saca de allí y a menudo la completa con el producto de algún terreno anexo del cual es propietario único, o

bien, de trabajar además a salario en los poblados cercanos o en fundos de propiedad privada no afectados por la Reforma Agraria.

Esta vida altamente comunitaria —que por lo demás no ha surgido ahora, sino que es una tradición que viene de las civilizaciones mexicanas pre-cortesianas— ha ayudado enormemente a conseguir que los campesinos consideren los trabajos de construcción del aula como asunto propio y de gran trascendencia para su comunidad. Ha ayudado también el hecho de que México es una República Federada, lo que significa un impulso local de los Gobiernos Estatales, a veces de bastante importancia.

No es tampoco ajeno al buen éxito del plan, las actuales posibilidades económicas del Estado Federal, que le permiten financiar adecuadamente sus proyectos y la difusión o propaganda de ellos.

Para terminar, debemos aclarar que el enfoque general de estas líneas, ha sido de informar de esta experiencia mexicana y destacar los valores positivos que en ella hemos encontrado. Un análisis más exhaustivo de todo el proceso del plan aula-casa rural, naturalmente que incluiría críticas y observaciones de hechos con los cuales no coincidimos, pero la verdad es que nuestra impresión general, global, es que la iniciativa, su planificación y sus resultados, en las grandes líneas, son satisfactorios y, lo más importante, entrañan una enseñanza para nosotros.

SANTIAGO, Abril de 1954.