

CINQUÈ CAPÍTOL

5. CONCLUSIONS DE LA INVESTIGACIÓ.

En aquest capítol es presenten els **resultats definitius d'aquesta investigació**, que s'han elaborat en la última fase d'aquest estudi. Quan ja s'ha estudiat tota la mostra, s'han assolit els objectius establerts amb la metodologia considerada, i s'han contrastat les hipòtesis inicials¹. A més a més, hi ha la certesa que una investigació més dilatada no aconseguiria resultats millors. **Aquesta tesi ha arribat al seu punt final**, i a partir d'aquí seran altres estudis els que obriran les portes a nous coneixements.

La metodologia de treball ha consistit en: recollir dades, catalogar-les, analitzar-les i extreure conclusions. Aquest mètode podria tenir similituds amb l'estudi que faria un biòleg sobre un conjunt d'espècies d'una mateixa família. No obstant, la mostra són un conjunt **d'edificis escolars en ús, projectats i construïts per professionals del sector**. La meitat d'aquests tenen menys de sis anys i, per tant, els seus autors encara en són responsables legals. Altres, els van fer uns professionals que actualment estan entre nosaltres, els quals recorden com les van projectar, fabricar i construir. Aquest fet ha estat una raó més perquè la catalogació i l'anàlisi fossin rigorosos, una raó més perquè els professionals implicats es mantinguessin informats sobre aquesta investigació.

En concordança, en aquest estudi s'ha avaluat la mostra per arribar a unes conclusions que tenen el repte de ser el **màxim objectives possible**, d'acord amb tota la investigació. Per tant, quan es destaquen aspectes positius, o quan es critica el que s'ha errat en el passat i en el present, és per poder avançar en el futur. Sempre amb el respecte cap a tots els interventors que, com el mateix autor, hem participat en el projecte, producció, muntatge... d'aquestes escoles. Tots els qui hi hem intervingut tenim molt a dir sobre aquests centres docents: l'administració, els despatxos d'arquitectura, la indústria, les constructores... En aquest sentit, des d'aquesta tesi **es convida a tothom a reflexionar per donar un pas endavant en l'arquitectura prefabricada**.

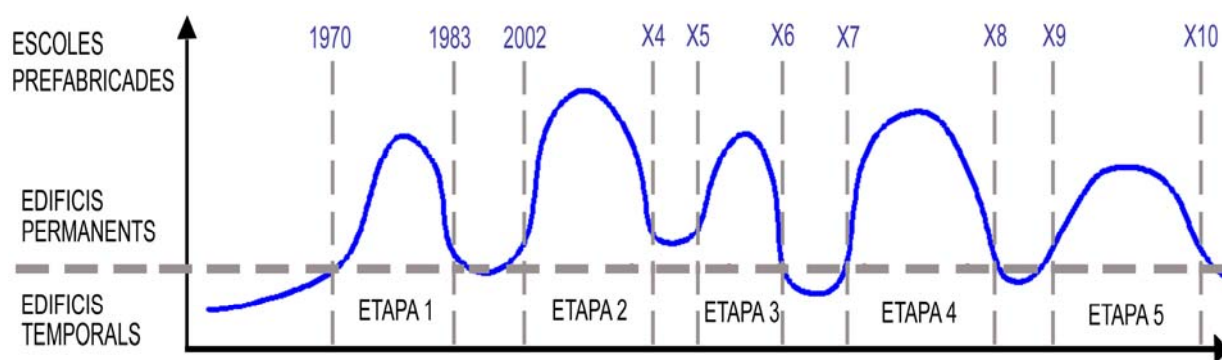
Així doncs, a continuació, es presenten les conclusions d'aquesta tesi, que s'han estructurat en set parts: **5.1.** La història de l'arquitectura escolar prefabricada, **5.2.** El procés de projecte i obra dels centres de la mostra, **5.3.** Les escoles de la mostra, **5.4.** Els sistemes prefabricats utilitzats per construir escoles, **5.5** La construcció prefabricada, **5.6.** La construcció del futur, **5.7.** Resum.

¹ Els objectius, la metodologia i les hipòtesis estan recollits en el "Preàmbul".

5.1. HISTÒRIA DE L'ARQUITECTURA ESCOLAR PREFABRICADA.

La prefabricació de centres escolars a Catalunya i a tot l'estat Espanyol té una història amb un passat i un present². Fins a dia d'avui, aquesta història ha tingut una alternança d'etapes de forta activitat de prefabricació amb altres de baixa activitat. Actualment, estem en una etapa amb una forta industrialització que, per ara, no es calcula que finalitzi, tot i que està prevista una disminució de la fabricació d'escoles a mitjà termini.³

Així doncs, en el futur, el nombre de centres docents industrialitzats podria evolucionar de formes diverses: continuar creixent indefinidament fins a solucionar tots els edificis escolars, establir-se, disminuir fins a extingir-se...



Gràfica [1] amb l'evolució en el temps que es preveu que tindrà la construcció d'escoles prefabricades -de caràcter permanent i de caràcter temporal- al territori de Catalunya.

Aquesta tesi, preveu que **en el futur es seguiran alternant fases de major i menor construcció prefabricada de centres escolars**. Aquesta conclusió es recolza en l'evolució que ha tingut fins ara la prefabricació d'escoles, detallada en el "Primer Capítol". També es basa en les conclusions parcials del "Segon capítol", en les quals s'estableix que hi ha diferents factors que propicien i dificulten la industrialització d'escoles, els quals també tenen una evolució alterna. Per exemple, un dels factors és la distribució demogràfica en el territori, que evoluciona irregularment i que depèn d'altres paràmetres variables, com el creixement econòmic del territori. Aquestes fases alternes potencien que els professionals ometin les experiències anteriors, i no les tinguin en compte en el projecte de nous centres. En conseqüència, dificulten la formació d'un "saber fer arquitectura escolar prefabricada", que aniria avançant amb el transcurs de la història.

² Aquest fet ja s'observa en les conclusions parcials del "Primer capítol" de la "Primera part".

³ En el "Primer capítol" es detalla i explica aquesta informació.

Així mateix, la conclusió anterior es recolza en la variació en el temps que ha tingut l'ús de moltes tècniques de construcció en la seva història, que des dels seus inicis s'han fet servir en més o menys intensitat alternativament, com la construcció amb pedra, amb formigó, amb fusta, amb acer... També es recolza en la suposició que la indústria, com la coneixem actualment, té molts punts crítics, com basar-se en una societat de consum que poc a poc es va posant en dubte. En conseqüència, es preveu que en el futur hi haurà una renovació del teixit industrial, i aquesta renovació podria ser el pròxim punt d'inflexió en l'evolució de la construcció d'escoles, com també ho podria ser la crisi del sector.

En el transcurs de la història d'aquesta arquitectura escolar industrialitzada, els sistemes prefabricats han demostrat tenir característiques apropiades per a construir les escoles de la mostra. Aquestes escoles han tingut uns programes estàndard per a tots els centres, que estaven formats per aules que es repetien en planta i alçada. Aquest programa és una característica pròpia i universal d'aquest tipus d'edifici, que introdueix la modulació i la racionalització de l'edifici. La introducció d'aquestes característiques és adient per a la implantació dels sistemes prefabricats, i fa que **les escoles siguin un tipus d'edifici idoni per produir en la indústria**, com ja s'apuntava a les hipòtesis inicials⁴.

L'objecte d'estudi d'aquesta tesi és una part molt important del conjunt de superfície docent que s'ha prefabricat a tot l'estat⁵. Són les escoles de la mostra: de primària, públiques, de caràcter permanent, i de Catalunya. Tot i això, hi ha parts de la tesi en les quals es fa referència a una mostra més gran: tots els centres docents del país; com per exemple en l'anàlisi històrica. A més a més, hi ha sistemes constructius de fora de Catalunya, amb els que s'han construït escoles a la nostra comunitat i a altres. I també hi ha indústries catalanes que han produït escoles per tot l'estat.⁶

En resum, si la mostra hagués estat a nivell estatal, la catalogació hauria constatat de més escoles i algun altre sistema. En l'anàlisi s'afegirien aquests centres i sistemes a les comparacions, però no es preveu que les conclusions d'una tesi similar a nivell espanyol fossin diferents de les que aquí es presenten. Per tant i com s'apuntava anteriorment, **es considera que la majoria de les conclusions de la tesi es poden extrapolar - com a mínim - a les escoles prefabricades i sistemes industrialitzats de tot l'estat Espanyol.**

⁴ "Els centres docents d'infantil i primària són una tipologia d'edifici molt apropiada per ser prefabricada, com es demostrarà en aquesta tesi amb l'estudi de les escoles de Catalunya." Les hipòtesis es desenvolupen en detall en l'apartat "1.3" del "Preàmbul".

⁵ La mostra es defineix a l'apartat "1.2" del "Preàmbul" de la "Primera part".

⁶ Aquest fet ja s'observa en les conclusions parcials del "Primer capítol" de la "Primera part".

5.2. PROCÉS DE PROJECTE I OBRA DELS CENTRES DE LA MOSTRA.

Durant els dos períodes en els quals s'han prefabricat centres, **els principals interventors en la construcció de la majoria d'escoles prefabricades de la mostra han repetit l'experiència, i ho han fet amb els mateixos equips.**⁷ Aquest fet ha estat una constant, tant en les èpoques en què l'administració ho ha imposat com en les que no ha estat així. Per tant, **el grau d'intervencionisme no ha determinat el treball en equip.**

En canvi, **la política en matèria d'ensenyament de l'administració sí que ha determinat el lideratge en el projecte.** De 1970 a 1983, el ministeri va adjudicar "paquets de projectes tipus" mentre els ajuntaments redactaven "projectes des de l'administració". De 2002 a 2006, es van convocar concursos de "projecte" que, a partir de 2006, s'han substituït pels concursos de "projecte i obra".⁸ **Aquestes variacions en el lideratge del projecte han afectat la quantitat d'interventors diferents.** El nombre del conjunt de despatxos d'arquitectura, constructores i prefabricadores que van participar en la construcció de les escoles de 2002 a 2006 és quasi bé el triple dels que ho van fer de 1970 a 1983.

De les diferents variants de projecte, **els projectes tipus condicionen negativament l'edifici resultant, i no el fet que estiguin construïts amb sistemes prefabricats.**⁹ Amb sistemes constructius industrialitzats es poden construir edificis millors i pitjors, com amb qualsevol altre sistema o tècnica, però amb projectes tipus quasi bé s'extingeixen els recursos del projecte per integrar-se a l'entorn. En conclusió, **no s'haurien de tornar utilitzar els projectes tipus**, ni per escoles construïdes amb sistemes prefabricats ni per altres.

Els diferents professionals i institucions, que han intervingut en la prefabricació d'escoles, han anat generant documentació i adquirint experiència. En el moment que s'utilitzen sistemes innovadors, hi ha molts tècnics interessats en la nova tecnologia, però aquesta es protegeix per evitar plagis. Per contra, quan al cap d'uns anys aquesta informació pot estar a l'abast, no hi ha cap investigador ni entitat disposats a catalogar-ho o analitzar-ho. A més a més, l'evolució alterna de la prefabricació de centres¹⁰ fomenta la pèrdua del coneixement sobre experiències anteriors. Això dificulta la possibilitat de tenir en compte aquestes escoles del passat per industrialitzar-ne de noves en el present.

⁷ Algunes fonts dels anys vuitanta consideraven que els sistemes prefabricats limitaven les possibilitats del projecte, com es recull en el "Segon capítol" de la "Primera part".

⁸ En el "Segon capítol" s'expliquen aquests tipus d'adjudicació i contractació de projectes.

⁹ Aquesta informació s'amplia en el "Primer capítol" de la "Primera part".

¹⁰ En l'apartat "5.1" d'aquest capítol es raona i conclou aquesta possible evolució.

Un exemple clar d'aquest fet és que, **de 2002 a 2006, s'ha actuat sense conèixer l'experiència de 1970 a 1983, i en conseqüència, s'han repetit errors i s'han oblidat solucions que eren millors que les noves.** En resum, qui prefabrica escoles en l'actualitat no és un aventurer, sinó un professional que podria disposar de **l'experiència de més de seixanta anys a nivell europeu i més de trenta anys a nivell estatal.**

Els centres escolars de la mostra tenen programes funcionals diferents segons l'etapa. **Des de 1970 a 1983 el M.E.C.¹¹ va imposar programes de mínims,** amb una superfície per alumne molt baixa, a causa de la greu mancança de places escolars durant tot el període. En canvi, **de 2002 a 2006 el D.E.¹² va demanar programes molt més extensos i complets que han anat augmentant** amb el temps la seva superfície i especialització. Fins ara, l'estratègia de l'administració ha estat anar incrementant la relació de superfície per alumne, però ara semblaria que s'està en una relació òptima i, per tant, s'haurien de millorar altres aspectes sense empitjorar aquesta relació.

Un nou repte és **l'adequació als nous temps, que en moltes de les escoles de la primera etapa ha estat insuficient.** Conseqüentment, molts dels centres s'han hagut de remodelar íntegrament, enderrocar o perdre el seu ús escolar. És un enigma saber si les escoles prefabricades durant la segona etapa podran respondre al seu ús indefinidament; però es pot afirmar que: el seu programa està especialitzat, les seves distribucions no són flexibles i que un canvi en aquestes implicaria una rehabilitació important. **Els "criteris"¹³ de construcció dels centres s'han establert segons el seu ús actual, i això no garanteix que puguin assumir noves tendències** pedagògiques com l'ensenyament amb ordinadors, projectors i altres tecnologies de la informació i la comunicació.

Per tant, els professionals **hauríem de tenir en compte el màxim d'aspectes i resoldre'ls a curt i a llarg termini.** Per exemple, s'haurien de preveure quin tipus d'actuacions es necessitaran en el futur i estudiar les previsions de superfície per alumne, programa de necessitats... per, a partir d'aquí, **establir quines estratègies seran oportunes.** Hi podria haver diferents estratègies, com construir edificis que tinguessin un període d'ús limitat, a partir del qual la desconstrucció i reciclatge de les seves parts estiguessin resolts. També es podrien prefabricar centres permanents amb una distribució flexible, o bé fer edificis temporals mòbils i adaptables a l'entorn que se situessin on faltessin places.

¹¹ Ministeri d'Educació i Ciència. Totes les abreviatures es recullen a l'apartat "11.1.Abreviatures" de l'"Annex".

¹² Departament d'Ensenyament. Totes les abreviatures es recullen a l'apartat "11.1.Abreviatures" de l'"Annex".

¹³ Criteris que publica el Departament d'Ensenyament i que s'han de tenir en compte per al projecte i la construcció de nous centres docents públics. Documents "LE5, LE8, LE9" de l'apartat "10.Bibliografia".

5.3. ESCOLES DE LA MOSTRA.

La catalogació i avaluació dels centres docents de la mostra ens permet concloure que, des de 1970 a 2006, **aquesta arquitectura escolar ha evolucionat positivament**. La majoria d'edificis escolars del primer període no tenen cap interès com a escola en si mateixa. Fins i tot és difícil considerar-los com el que entenem actualment com a arquitectura escolar. En canvi, la majoria d'**edificis del segon període són exemples destacats del que considerem com a arquitectura escolar**. La majoria són edificis ben situats en el solar, integrats a l'entorn... que tenen el caràcter d'edifici escolar. A més a més, tenen unes prestacions superiors en dimensions, confort... que justifiquen el seu major preu.



C.E.I.P. Les Roquetes, Les Roquetes, 1979.



C.E.I.P. Can Matas, Sant Cugat, 2004, P. Pedrero.

Aquestes fotos exemplifiquen les diferències entre dues escoles de dimensions i programes similars de les dues etapes. La resta de la mostra també n'és un bon exemple, i es recull en el "Setè capítol".

La velocitat de construcció dels centres prefabricats ha estat sempre la més elevada possible, i s'ha utilitzat per resoldre la greu manca de places escolars, però sense tenir en compte les característiques de cada projecte. En els últims anys, aquesta velocitat ha augmentat fins a comportar problemes, i ara es necessita una reflexió profunda per determinar la millor velocitat de construcció. D'altra banda, **els centres prefabricats de la primera etapa tenien un cost clarament menor al dels no industrialitzats, però actualment aquesta relació és més complexa**. En l'actualitat, els sistemes prefabricats només tenen un cost menor si es comparen edificis amb les mateixes prestacions. Així doncs, **els sistemes prefabricats tenen una relació entre velocitat, cost i prestacions que no pot oferir cap altre sistema**, com ja s'havia detectat en les hipòtesis¹⁴.

¹⁴ "La construcció industrialitzada ha estat la tecnologia de l'arquitectura més indicada per fer realitat les escoles de la mostra, i la única capaç de produir-les mitjançant els terminis i el cost que es requerien." Les hipòtesis es desenvolupen en detall en l'apartat "1.3" del "Preàmbul".

Aquestes escoles només **són prefabricades en part: entre el 27% i el 47% del pressupost de l'edifici si només tenim en compte l'estructura i la façana** d'aquests.¹⁵ Per tant, les característiques d'una escola, siguin positives o negatives, només es poden justificar en part per les virtuts o defectes d'un sistema. En tot moment, els interventors del projecte i l'arquitecte, com a director d'orquestra, tenen la capacitat de fer una escola excel·lent amb sistemes que tinguin algunes deficiències. No obstant, tot i que **es poden fer centres escolars deficients amb sistemes molt ben resolts, com en alguns casos de la primera etapa, mai es podran fer centres escolars excel·lents amb sistemes deficients.**

Per últim, en la primera etapa, els centres docents es van prefabricar amb sistemes que ja s'havien aplicat anteriorment en escoles o en tipologies similars. **En canvi de 2002 a 2006, tot i que els resultats van ser millors, molts centres escolars van ser els experiments de l'ús d'aquests sistemes en edificis educatius.**

Aquest fet podria explicar els defectes que tenen algunes escoles prefabricades. **La majoria dels problemes tècnics són deguts a què les característiques del sistema s'han tingut en compte massa tard.** Per exemple, en els casos en què s'han definit parts de l'escola sense tenir en compte la lògica del sistema. Aquesta evolució erràtica de les escoles i dels sistemes prefabricats ja s'apuntava en les hipòtesis¹⁶.



C.E.I.P. Vall de Palau, Sant Andreu de la Barca, 1979.



C.E.I.P. Miquel Martí i Pol, St. Feliu de Llobregat, 2005.

Aquestes fotos són un exemple de què, en alguns casos, el pas d'instal·lacions està més ben resolt en escoles de la primera etapa que en escoles similars de la segona etapa.

¹⁵ Aquests percentatges es calculen i detallen en el "Quart capítol".

¹⁶ "L'arquitectura escolar prefabricada de la mostra i els seus sistemes industrialitzats han tingut un procés evolutiu positiu però erràtic, des de 1970 fins a l'actualitat." Les hipòtesis es desenvolupen en detall en l'apartat "1.3" del "Preàmbul".

5.4. SISTEMES PREFABRICATS UTILITZATS PER CONSTRUIR ESCOLES.

Els sistemes prefabricats amb els que s'han construït les escoles de la mostra, tenen punts en comú i altres divergents, que permeten analitzar-los. En aquest estudi, s'ha determinat que es poden classificar segons: la tipologia estructural, les lleis d'interdependència¹⁷, el període en què es van utilitzar, el pes per superfície, les parts prefabricades i les parts muntades.

La classificació segons la tipologia estructural és la més transcendent, ja que **l'estructura és la part del sistema que determina millor l'edifici, i que s'ha de tenir en compte des del principi del projecte**. En el "Tercer capítol" de la "Primera part" es classifiquen tots els sistemes segons l'estructura, i posteriorment es comparen entre sí. Les tipologies estructurals que en resulten són: els pòrtics, els mòduls i els murs portants. Les estructures més utilitzades són els pòrtics i els mòduls portants, que s'usen en cinc i quatre sistemes respectivament.

Cada sistema té diferents lleis d'interdependència entre els seus components, que permet classificar-los en dos grups de sistemes. En el primer grup aquestes lleis s'han definit en un procés rigorós per dissenyar el sistema, que és el cas del "8.01", el "8.02", el "8.06", el "8.07", el "8.08" i el "8.12". Aquests sistemes, sobretot els utilitzats en la primera etapa, tenen unes relacions entre components més estudiades però més rígides.

En el segon grup, aquestes lleis d'interdependència s'han anat definint en cada escola, i durant el disseny del sistema s'ha posat més èmfasi en definir els components. Aquest és el cas del sistema "8.03", el "8.04", el "8.05", el "8.09", el "8.10" i el "8.11". Són sistemes majoritàriament **utilitzats en la segona etapa, més lliures i que permeten adaptar-se més a cada projecte, tot i requerir un treball de disseny addicional per a cada adaptació**.

Si els sistemes es diferencien segons l'etapa en la qual es van utilitzar, n'hi ha sis que es van emprar de 1970 a 1983, i sis de 2002 a 2006. **Els sistemes amb els quals es van construir les escoles de la primera etapa van ser dissenyats per prefabricar tipologies d'edificis docents o similars** com habitatges, oficines... Eren sistemes que **tenien una tecnologia molt avançada**, si els comparem amb altres sectors de la indústria de l'època en el nostre país, però es van deixar d'utilitzar a causa de la situació econòmica del país.

¹⁷ Són les lleis entre els elements d'un sistema, segons la definició que es considera en aquesta tesi. Aquesta està en el "Preàmbul" en la "Primera part".

En canvi, **els sistemes utilitzats en la segona etapa es van dissenyar majoritàriament per tipologies edificatòries molt diferents de les que coneixem avui com a centres docents**. Molts d'ells estan pensats per edificis de grans llums i poca alçada, i en conseqüència, resolarien més còmodament escoles com les del sistema S.C.S.D.¹⁸ A més a més, **tecnològicament han evolucionat, però estan endarrerits** respecte altres productes i indústries del sector de la construcció del país. En aquest sentit, aquests sistemes han generat poca tecnologia, tenen poca maquinària i la robotització és quasi inexistent.

En conjunt, en el transcurs d'aquestes etapes hi ha hagut una evolució positiva dels sistemes. **El que és difícil d'entendre és que hi ha punts importants en què s'ha empitjorat**. Per exemple, hi ha plafons de formigó actuals que tenen menys prestacions que els anteriors, o hi ha sistemes lleugers amb un muntatge més complex que els seus antecessors. En resum, en la segona etapa, el procés de disseny dels sistemes actuals hauria d'haver estat més complet i acurat, i s'haurien d'haver tingut en compte els sistemes anteriors.

En aquesta tesi, segons el pes per superfície, es classifiquen els sistemes en lleugers (1,1-3,3 kN/m²) i pesats (4,8-6,8 kN/m²). **Els lleugers tenen majoritàriament les característiques resultants d'una estructura d'acer i un acoblament en sec**. Tenen uns elements amb seccions menors; amb unions cargolades que permeten la desconstrucció i la reutilització de les parts; treballen amb una precisió major; i el seu muntatge consisteix en acoblar components. En canvi, **els pesats tenen les propietats que resulten d'una estructura de formigó armat amb unions formigonades**. Tenen una fabricació mecanitzada, a partir de mà d'obra no qualificada, del mateix tipus que realitza el muntatge amb processos humits. Per tant, la desconstrucció de l'edifici no està resolta.

El pes per superfície dels sistemes està directament relacionat amb les dimensions dels centres escolars que s'hi construeixin. La majoria d'actuacions de menys superfície (menor de 1000 m²) han estat construïdes amb sistemes lleugers. En canvi, la majoria d'actuacions de més superfície (major de 2000 m²) són amb sistemes pesats. Aquest fet és **conseqüència de les característiques tècniques dels sistemes**. Hi ha sistemes lleugers que estan optimitzats per edificis d'una planta i per més alçada tenen solucions poc contrastades. Per contra, n'hi ha de pesats que tenen el seu origen en els edificis de varies plantes, i ofereixen unes seccions mínimes d'elements portants de 0,25 m² per cada 25-50 m², que són injustificables per a edificis de només una planta.

¹⁸ "School Construction Systems Development", un sistema de Califòrnia dels anys 1960. Descrit al document "LAI1" de l'apartat "10.Bibliografia".

Aquesta correspondència entre el pes del sistema i les dimensions dels centres va ser molt més accentuada en la primera etapa que en la segona. No obstant, en el **futur, els sistemes pesats i lleugers s'utilitzaran independentment per a qualsevol escola, si evolucionen tècnicament de manera que passin a ser polivalents.**

Fins ara, **s'han construït més centres i més superfície prefabricada amb els sistemes pesats que amb els lleugers.** Aquest fet s'explica perquè els sistemes pesats han tingut un teixit industrial més potent, amb una major capacitat de producció. Així mateix, han estat més ben considerats per l'administració i més acceptats socialment. No obstant, els sistemes lleugers actuals tenen qualitats destacables i resolen millor els valors actuals com la desconstrucció, la manipulació amb menor consum d'energia... Per tant, des d'aquesta tesi es conclou que **en el futur els lleugers s'utilitzaran més del que s'empren actualment.**

Per últim, els sistemes es poden diferenciar segons la quantitat de parts prefabricades i muntades que permeten i que tenen solucionades. **La majoria d'ells només prefabriquen estructura i façana, però resolen el muntatge del conjunt de l'edifici.** Per tant, al taller només fabriquen una part de l'escola i la resta la construeixen a l'obra de forma més o menys industrialitzada, tot i que s'han de coordinar les diferents tecnologies.

Com a conclusió final d'aquest apartat, **es considera que els sistemes amb els que s'han prefabricat les escoles de la mostra s'han utilitzat sovint amb un baix rendiment de les seves possibilitats,** com ja s'observava en les hipòtesis¹⁹. En conseqüència, no sempre hi ha hagut una correspondència entre els requeriments del projecte i les prestacions dels sistemes. En un primer moment, s'apuntarien dos camins per solucionar-ho: **adequar els sistemes a les escoles** que s'han de construir, o projectar amb els sistemes actuals **incrementant-ne el rendiment.**

En aquesta tesi es considera que **la millor opció seria una síntesi de les dues anteriors: adequar els sistemes als centres i incrementar-ne el rendiment.** Per exemple, el sistema "8.10" hauria d'adequar-se als centres docents de la mostra: reduir les seccions dels elements, millorar les entregues amb altres sistemes... A més a més, hauria d'incrementar el seu rendiment: utilitzar els components i les unions més indicats en cada projecte, aportar la màxima precisió, simplificar el muntatge...

¹⁹ "L'arquitectura escolar prefabricada de la mostra i els seus sistemes industrialitzats han tingut un procés evolutiu positiu però erràtic, des de 1970 fins a l'actualitat." Les hipòtesis es desenvolupen en detall en l'apartat "1.3" del "Preàmbul".

5.5. CONSTRUCCIÓ PREFABRICADA.

Com ja s'ha constatat en l'apartat "5.1", **aquesta forma de construir és una realitat en el nostre país**, amb milers d'edificis construïts, un centenar dels quals tenen un ús docent. Però les seves aplicacions han tingut poca acceptació, tan per part de la societat com per part dels mateixos professionals de la construcció.

En la redacció d'aquesta tesi, s'ha descobert que **l'interès de la comunitat d'arquitectes cap als sistemes constructius prefabricats és mínim**. Per exemple, durant el segle passat, el Regne Unit havia estat capdavanter del debat i de la construcció d'arquitectura escolar produïda a taller, però en l'actualitat aquesta activitat és imperceptible.²⁰ Actualment hi ha nombrosos centres de recerca que estudiem les noves tecnologies de la construcció, però **el terme prefabricació segueix sent un tabú**. En el seu lloc, a tots els països **utilitzem "industrialització": un calaix de sastre** que abraça des de nous materials fins a les tecnologies de mitjants del segle passat.

No obstant, podem afirmar que **aquesta construcció prefabricada és teòricament la millor de les formes de construir actuals, la que ha evolucionat més, i la que permet assolir més prestacions**. A continuació enumerem algunes millores que pot representar en cada fase de projecte i obra, respecte a les formes de construir anteriors.

- En el procés de **projecte** s'aporten eines per racionalitzar el projecte i s'ofereix suport tècnic mitjançant l'oficina de la indústria o documents de suport.
- En el procés de **fabricació** es poden mecanitzar i automatitzar les operacions; hi ha major qualitat i seguretat de treball; es pot optimitzar l'ús de matèries primeres i reduir pèrdues; i és més fàcil gestionar i reduir el consum d'energia i l'emissió de residus.
- En el procés de **muntatge** la precisió és major; es redueixen i simplifiquen les operacions in situ; i es redueix el temps d'execució de l'obra en el solar.
- En el procés de **desconstrucció** permet reutilitzar i reciclar gran part dels components.

Moltes d'aquestes qualitats van implícites en els sistemes prefabricats. Per exemple, la precisió és necessària per fer possible el muntatge, encara que no fos necessària pel projecte o per l'obra. Aquestes característiques positives han estat ocultes en les comparacions de cost entre sistemes industrialitzats i d'altres que no ho són.

²⁰ Aquesta informació es pot ampliar consultant el "Primer Capítol".

Per tant, es comparen els preus de sistemes amb prestacions diferents i s'arriba a conclusions com: "una estructura in situ és molt més econòmica que una estructura prefabricada". **En aquesta comparació econòmica no s'ha tingut en compte que el sistema industrialitzat comporta una precisió, una qualitat en el treball, una execució més senzilla... que els altres no tenen.** Actualment aquestes qualitats implícites del prefabricat estan adquirint més importància i si algun dia fossin d'obligat compliment per la legislació, s'encariria la construcció no prefabricada? Augmentaria l'ús de sistemes industrialitzats fins a superar els que no ho fossin?

En qualsevol cas, l'aplicació pràctica que es fa actualment de la construcció prefabricada és molt limitada i antiquada. En conseqüència, **és una construcció que té molts inconvenients i que hauria de millorar:**

- En molts sistemes prefabricats **no es compleixen les prestacions** teòriques previstes: les condicions de treball i la qualitat final són dubtoses; la fabricació té processos artesanals... **Tampoc es redueixen els terminis** de projecte i obra, encara que es disminueixi el temps d'execució a l'obra. **I en diversos casos no tenen resoltes les entregues entre sistemes diferents.**
- Té característiques pròpies que si s'obliden poden comportar problemes. Per exemple, sempre estarà formada per peces de **dimensions limitades**, les quals generen unes juntes visibles. A més a més, la fabricació implica definir-ho tot en el procés de disseny i **limita les possibles modificacions posteriors a l'obra.**
- El teixit industrial que produeix aquests sistemes funciona segons les **regles del món empresarial**, és **feble i poc divers**. Les empreses tenen accionistes que exigeixen beneficis creixents, a vegades en detriment de la qualitat, de la innovació... La majoria d'indústries tenen una capacitat de fabricació reduïda i no tenen competidors.

En conclusió, després d'aquest recorregut per les característiques de la construcció prefabricada, podem afirmar que és una construcció parcialment obsoleta. Com s'apuntava en les hipòtesis²¹, aquesta és **la millor que tenim avui en dia, però ha de deixar pas d'immediat a noves formes de construcció que solucionin les seves greus mancances, o bé permetre modificacions significatives que la renovin completament.**

²¹ "La construcció industrialitzada ha estat la tecnologia de l'arquitectura més indicada per fer realitat les escoles de la mostra, i la única capaç de produir-les mitjançant els terminis i el cost que es requerien." Les hipòtesis es desenvolupen en detall en l'apartat "1.3" del "Preàmbul".

5.6. CONSTRUCCIÓ DEL FUTUR.

La construcció industrialitzada i la prefabricada com es coneixen actualment s'haurien d'entendre com una construcció del passat o del present. Els conceptes que eren molt valorats als anys seixanta i setanta sobre la coordinació dimensional, el marc universal, les lleis d'interdependència entre els components dels sistemes... ara estan en dubte, no s'utilitzen i, fins i tot, són considerats limitacions pel projecte. Per tant, aquestes idees s'han de considerar del passat i renovar-les per adequar-les als nous temps. Així doncs, hi haurà un dia en què els sistemes prefabricats es recordaran com a formes de construir d'un temps remot, amb exemples brillants de la història de l'arquitectura, però sense els mitjans ni la inèrcia d'utilitzar-se en aquell futur. Aquest punt de vista és positiu si mirem cap al futur i apostem tots per la renovació i investigació contínues.

Actualment, **és un bon moment per reflexionar de forma acurada i rigorosa sobre la construcció del futur.** És una època de canvis i incertesa pel sector i la societat: estem al principi d'una temuda crisi de la construcció, el preu dels carburants està augmentant molt, la protecció del medi està modificant tots els sectors... Aquests i d'altres condicionants són excel·lents per debatre pausadament sobre què és millor per a l'arquitectura del demà.

L'arquitectura industrialitzada ha adquirit referències incorrectes, falses, i enganyoses. Un cotxe fabricat a taller no pot ser la nostra referència, ni un avió, ni un vaixell. Són mitjans de transport que han estat ben produïts d'acord amb la tecnologia, els requisits i el mercat de cada moment, però sense resoldre moltes qualitats de l'arquitectura. És evident que la seva seriació fa difícil el diàleg amb un context permanent, però, a més, els seus espais habitables són incòmodes, el seu espai interior i exterior té poca riquesa, el seu condicionament es basa única i exclusivament en mitjans actius, la seva eficiència energètica és molt baixa, etc. **La indústria com la coneixem avui en dia no pot ser una referència.** Està entesa dins de la societat del consum, amb l'objectiu d'un màxim benefici a curt termini a cost de tot. La nostra societat ja ens demana uns altres valors de reutilitzar, de consumir menys..., els quals no encaixen en la indústria actual.

L'arquitectura ha de seguir sent un camp universal, capaç de solucionar el confort, els espais per viure, la comunicació amb l'entorn, el diàleg amb la seva història... L'arquitectura ha d'avançar cap al futur amb l'experiència del que s'ha fet. L'arquitectura pot aprendre tant de la indústria com del mateix art de construir, com també d'altres disciplines.

Els arquitectes hem de fer un canvi de mentalitat i pensar en el futur quan projectem. Si en cada projecte que fem ens concentrem només en el seu resultat i en el fruit que pugui donar, únicament obtindrem bons projectes. Si en cada projecte pensem en la manera d'introduir millores, que també es puguin aplicar en projectes futurs, aleshores l'arquitectura evolucionarà. Per exemple, si un arquitecte utilitza un sistema pot fer un bon edifici, i si aprofundeix en el seu estudi pot reorientar-lo i col·laborar en què el sistema avanci.

L'arquitecte però, ha de definir completament les noves formes de construcció? Ha de definir els nous processos? O al contrari se n'ha de desentendre totalment perquè correspon a altres tècnics? Des d'aquesta tesi es defensa que **els arquitectes, juntament amb molts altres professionals, hem de treballar en equip per a definir la construcció del futur.**

També en l'ensenyament i l'aprenentatge de l'arquitectura s'ha de fer aquesta adaptació. Actualment els arquitectes no podem aprofundir en totes les formes de construcció del passat ni del present. Tot i això, per fer bona arquitectura, és clau saber quin és el millor sistema per a cada projecte.²² Per tant, serà molt important **tenir la metodologia i recursos necessaris per anar entenent i introduint les novetats** en materials, sistemes, elements...

Aquestes noves formes de construcció han de ser el resultat d'una evolució positiva dels sistemes anteriors, i per tant, s'han de dissenyar tenint en compte el passat. En conseqüència, han de tenir unes prestacions que representin una millora de totes les característiques anteriors: les dimensions dels components, el temps d'execució, la seguretat dels operaris, el cost, la precisió, el desmuntatge, la durabilitat...

També s'ha d'**aconseguir que els sistemes tinguin un rendiment superior, adaptant-los a cada projecte o adequant cada projecte al sistema.** En aquesta tesi, en les dues etapes s'han detectat diversos casos amb un rendiment molt baix. Per exemple, en els projectes en què es prioritzen els interessos de l'administració, de l'empresa... i s'utilitzen sistemes aliens a l'ús docent sense fer-hi els canvis corresponents per a construir escoles.

Al mateix temps, **les noves tecnologies de construcció han de basar-se en un major respecte cap al medi,** els recursos naturals, gestió de l'energia... Les solucions del futur han de reutilitzar sistemes i productes, han de valorar el cicle de vida d'aquests i de l'edifici, han de ser productors d'energia, disminuir i gestionar els residus... En aquest punt, cal reconèixer que molts arquitectes, ja sigui des del seu despatx o bé des d'institucions joves, estan treballant en aquest sentit.

²² ROGERS, R. "No hi ha alta o baixa tecnologia, simplement hi ha tecnologia apropiada".

En aquesta tesi es considera que **la millor construcció per l'arquitectura del futur seran aquestes noves tecnologies**. Al mateix temps, es preveu que **es seguiran utilitzant tècniques i sistemes del passat i present**, fet que és positiu si en cada projecte es valora la forma de construcció òptima.

Per últim, què en sabem de la construcció del futur? Serà produïda a taller? Es muntarà en sec? La construcció del futur tindrà molts requeriments i prestacions que ja podem intuir actualment, i també molts d'altres que les nostres ments i context no ens permeten ni imaginar. **Per tant, sabem que les noves tecnologies de la construcció seran flexibles, reversibles, reutilitzables, desmuntables... però ho desconexem tot sobre els processos de taller i obra**. Podem afirmar que els edificis del futur no seran completament prefabricats ja que sempre hi ha parts d'edificis que no ho poden ser. Tampoc seran totalment industrialitzats perquè sempre hi haurà elements en els quals és millor una operació a la mateixa l'obra. En resum, cal esperar que sigui una construcció racional, responsable, innovadora i que tingui en compte les experiències del passat.

D'altra banda, es produirà en una fàbrica l'arquitectura del futur? S'utilitzaran materials naturals o artificials? Es tornaran a emprar les tècniques dels temps remots? **L'arquitectura del futur no es construirà en fàbriques com les coneixem ara, ni amb un únic tipus de material, ni tampoc amb un únic tipus de tecnologia. La nostra disciplina és universal** i, per tant, es buscarà en cada moment el sistema productiu, el tipus de material i la forma de construir més indicada per a cada projecte, tenint en compte tots els factors del lloc, temps, context...

Moltes d'aquestes variables de projecte s'han diversificat en els últims anys i, per exemple, s'estant multiplicant el nombre de materials i elements disponibles per a la construcció. Amb el temps, aquesta diversificació podria assolir una complexitat molt elevada, i podria dificultar la projectació dels edificis amb els recursos que tenim els arquitectes: el "despatx d'arquitectura". En els últims anys aquests despatxos s'han anat especialitzant. Però, serà suficient aquesta especialització per resoldre la problemàtica?

En aquest sentit, per a conèixer i entendre en profunditat les noves tecnologies, per aplicar-les de forma òptima, per a projectar amb els coneixements de les experiències anteriors... **seria molt útil disposar d'una institució amb un equip d'experts multidisciplinari, que fos capaç de donar totes aquestes respostes a l'arquitecte i als altres professionals del món de la construcció**.

5.7. RESUM.

En aquest últim apartat de les conclusions es resumeixen els resultats més destacats d'aquesta tesi. Tenen el seu origen en l'estudi de les escoles de la mostra, que són els centres docents públics d'infantil i primària prefabricats a Catalunya. **Aquesta mostra és una part molt significativa del conjunt d'escoles del país, i ens permet extrapolar la majoria de conclusions a tota la superfície prefabricada espanyola.**

En aquesta investigació, s'ha demostrat que els centres docents són una tipologia edificatòria molt apropiada per ser prefabricada. El seu programa funcional fomenta la modulació de la planta i l'estandardització dels elements constructius, perquè té espais repetitius i té unes característiques estàndard segons la legislació vigent. Les escoles que s'han estudiat en aquesta investigació en són un exemple: el seu programa, modulable i establert per l'administració competent, ha facilitat la seva construcció amb sistemes prefabricats. Així doncs, com a resultat d'aquesta investigació, podem afirmar que **els centres docents són un tipus d'edifici idoni per a ser prefabricat.**

En el període que s'estudia en aquesta tesi, l'arquitectura industrialitzada docent del país ha avançat molt i actualment es prefabriquen escoles exemplars. En aquest capítol, s'han recollit diverses raons per preveure que en el futur es continuaran prefabricant escoles, que milloraran els dèficits de les actuals. Però en la història d'aquests centres hi ha hagut diverses experiències negatives que s'han oblidat, i no s'han tingut en compte en les actuacions posteriors. A més a més, la prefabricació d'escoles està condicionada per diversos factors externs, que comporten fases de major i menor activitat prefabricadora. Aquestes fases fomenten l'oblit de les experiències anteriors en la prefabricació de noves escoles, i dificulten la formació d'un "saber fer". En conseqüència, es conclou que **l'evolució de l'arquitectura escolar prefabricada ha estat i serà positiva però erràtica, fet que dificultarà la consolidació d'una experiència històrica.**

En aquest capítol s'ha explicat que la construcció prefabricada ha estat la millor opció disponible per a construir les escoles de la mostra. Però també s'ha mostrat que aquesta construcció té molts inconvenients, i que la seva aplicació pràctica és molt limitada i antiquada. Per tant, **la construcció industrialitzada com la coneixem en el present és només una opció justificable actualment. En el futur, hauria de ser substituïda per una evolució ambiciosa dels sistemes actuals, com la que s'apunta en l'"Epíleg" següent.**