

## II Congrés UPC Sostenible 2015

### ELS CAMPUS COM A LABORATORIS VIUS DE SOSTENIBILITAT. ANÀLISI COMPARADA D'EXPERIÈNCIES A LA UPC

**Galdric Ruiz\*, Didac Ferrer-Balas, Mireia de Mingo, Milena Ràfols**

Centre per a la Sostenibilitat, Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)  
Edifici VX, Pça. Eusebi Güell, 6-7  
08034 - Barcelona, Espanya  
Tel: +34 93 405 43 75

Pàgina web: <http://www.upc.edu/centresostenibilitat>

\*E-mail: [Galdric.ruiz@upc.edu](mailto:Galdric.ruiz@upc.edu)

**Tema/es del congrés:** Arquitectura i construcció, temes transversals, altres temes relacionats amb la sostenibilitat: gestió sostenible als campus

**Tòpic/s transversals:** (exemple) Participació social. Xarxes i interdisciplinarietat.

#### RESUM

En la voluntat de progressar cap a una UPC Sostenible el 2015 la utilització del concepte de *Laboratoris vius* és un enfocament emergent. En aquest sentit, en els darrers anys s'ha traçat una nova línia d'actuació a la UPC orientada a considerar els campus universitaris com a *ecosistemes* on desenvolupar un nou model de recerca. Aquesta aproximació tracta d'apropar-se als problemes i/o reptes als que s'enfronta la universitat tenint en compte els membres que la conformen (el que s'anomena la *comunitat* de l'ecosistema, emprant termes d'ecologia). Aquest nou model, més enllà de considerar els campus (o les unitats més petites com són els edificis universitaris) com a camp experimental on aplicar unes metodologies d'estudi determinades, aprofundeix en el convenciment que la comunitat universitària esdevé un actor clau en la generació de coneixement. Complementàriament, aquest enfocament s'orienta a l'acció i a la transformació social, per la qual cosa pren encara més valor la implicació i participació dels membres de la comunitat universitària en el procés.

A partir dels projectes desenvolupats fins al moment els aprenentatges assolits ja aporten llum sobre algunes qüestions:

- Aprofitar el concepte de laboratoris vius permet conèixer i gestionar, més enllà del metabolisme del campus (consum de recursos i generació de residus), els comportaments de la comunitat que en forma part.
- Donar valor a les relacions que es produeixen entre els membres de la comunitat com a estímul per a l'aprenentatge organitzatiu.
- Considerar la participació com a instrument fonamental en el procés de generació de coneixement (recerca participativa) i de transformació de la realitat. En el context universitari, superar les metodologies tradicionals de recerca té un impacte en la transició de la recerca cap a la sostenibilitat.

A partir de les idees que s'han identificat, la contribució que es presentarà té per objectius: (1) determinar si l'aproximació dels campus com a laboratoris vius on fer recerca acció és una força motor per a l'aprenentatge organitzatiu (2) fer una anàlisi comparada entre les diferents experiències que s'han realitzat a la UPC en l'àmbit de l'edificació i l'energia per tal d'identificar elements clau que permetin generar una metodologia de treball adaptada a la realitat universitària.

### 1. INTRODUCCIÓ

La recerca en sostenibilitat necessita noves maneres de treballar, noves metodologies i noves eines. Davant les qüestions pròpies de la sostenibilitat, tot i la capacitat de resolució de la ciència i la tecnologia, aquesta sovint no és suficient quant intervenen de forma rellevant factors socials que tenen associats un cert grau de complexitat: “Uncertainty and ignorance can no longer be expected to be conquered; instead, they must be managed for the common good”<sup>1</sup>. Aquestes dificultats es troben en qualsevol procés de transformació cap a la Sostenibilitat. En el marc del Pla UPC Sostenible el 2015, per exemple, es pretén fer de la UPC una organització sostenible en el seu funcionament. En aquest sentit, es pretén modificar a tots els nivells la dinàmica de la organització, i les dificultats mencionades són presents.

En els darrers anys, s’ha fet èmfasi en explorar el concepte dels campus com a “laboratoris vius” (LV), on els edificis i les infraestructures dels campus, conjuntament amb les comunitats que hi habiten, formen part indivisible de l’objecte d’estudi, i permeten un treball integral de les variables que intervenen en la seva sostenibilitat. Cal dir que això ja s’apuntava en l’Estudi MIES<sup>2</sup> (realitzat l’any 1999), que conclouïa: “no són els edificis, o les coses, els que són sostenibles. Ho han de ser les seves activitats”. En aquest enfocament hi ha dos aspectes interessants a destacar:

- Per un costat, aquests espais –propis de la universitat- es converteixen en espais d’aprenentatge (reflexiu i alhora operatiu) per a la sostenibilitat en l’àmbit universitari, i per tant podrien ser considerats com a “laboratoris propis” de recerca.
- D’altra banda, la novetat d’aquest enfocament és considerar que el laboratori no és una estructura “inert”, sinó “viva”, doncs la comunitat de persones que el conformen és part de l’objecte d’estudi. Aquesta aproximació contrasta en part, amb un altre enfocament epistemològic, la recerca acció participativa, que considera la comunitat com a subjecte d’estudi, de la qual se’n parlarà més endavant.

Així, en els darrers anys, més o menys intuïtivament, s’ha traçat una nova línia d’actuació a la UPC orientada a considerar els campus universitaris com a ecosistemes on desenvolupar un nou model de recerca i acció. La recerca en sostenibilitat associada a aquesta definició integral de l’objecte d’estudi (com a ecosistema viu) requereix de l’ús de metodologies mixtes, que permetin treballar tant sobre els edificis, com sobre les comunitat que hi habiten, com sobre les interaccions entre ambdós.

En aquests article, i després de presentar el marc teòric sobre el qual ens basem, presentarem 6 projectes realitzats en el marc del Pla UPC Sostenible, que contempen característiques diferents, però un tema comú: l’estalvi energètic als edificis del campus. S’analiza el seu potencial de canvi per mitjà d’un enfocament sistèmic, i es discuteixen els resultats esperats amb els resultats obtinguts, que es presenten de forma qualitativa (i en algun cas, quantitativa).

### 2. MARC TEÒRIC

El marc teòric bàsic per a aquesta anàlisi té bàsicament tres pilars conceptuals centrals, tots ells basats en l’aproximació sistèmica. Per un costat, el concepte de “xarxes vives” (living networks)<sup>3</sup>, al centre de les quals hi ha el concepte d’aprenentatge organitzatiu<sup>4</sup>. El concepte d’aprenentatge organitzatiu és particularment interessant per ser utilitzat a l’àmbit acadèmic, doncs diferents autors

qüestionen la capacitat real d'aprenentatge (i per tant de canviar i d'innovar) com a organització de les universitats. Per exemple, Albrecht<sup>5</sup> conclou recentment que pradoxalment “les Universitats han d'aprendre a ser organitzacions que aprenen”.

Per l'altra banda, i donat que la idea de fons és extraure'n les pràctiques més útils per al camí de la sostenibilitat a les organitzacions, s'utilitza el marc d'anàlisi de les dimensions clau de les transicions cap a la sostenibilitat<sup>6</sup> i la seva adaptació concreta a l'àmbit de les universitats<sup>7-8</sup>. De fet, val la pena destacar que pocs autors han tractat la qüestió de la sostenibilitat i l'aprenentatge organitzatiu en el marc de la universitat simultàniament. Algunes excepcions, com Gudz<sup>9</sup> i Albrecht<sup>5</sup>, en demostren la utilitat i el seu alt potencial en combinar-les.

Com a marc complementari d'anàlisi amb aquest article es vol posar en valor una nova forma de fer recerca basada en una generació de coneixement que té per objecte la transformació social mitjançant la participació de la comunitat. És el que s'anomena recerca acció participativa, enfocament que va néixer a partir de les aportacions de Kurt Lewin<sup>10</sup>, que a mitjans dels anys 40 va construir el marc teòric. Aquest enfocament suposa un replantejament a nivell epistemològic; no es tracta de fer recerca amb una component participativa, sinó implica fer recerca des d'una nova perspectiva a/en/amb per la comunitat. En aquest sentit, la comunitat supera la seva condició 'd'objecte' de la recerca, per passar a esdevenir subjecte actiu de la investigació.

### 2.1. Xarxes vives i aprenentatge organitzatiu

Una de les dimensions per introduir la sostenibilitat en l'àmbit de l'educació superior és reconèixer que en el fons hi ha un canvi paradigmàtic profund. Tal com escriu Sterling “la lògica és que una aprenentatge inserit dins d'un paradigma no canvia el paradigma, mentre que un aprenentatge que permet una reconstrucció paradigmàtica és per definició transformatiu<sup>11</sup>. Per poder crear canvi de la cultura organitzativa, una de les condicions estructurals determinants és la capacitat d'aprenentatge de la organització. Segons Senge<sup>4</sup>, això només ocorre a les organitzacions que aprenen, o “learning organizations (LO)”, que ell defineix com aquelles “on les persones expandeixen contínuament la seva capacitat per crear els resultats que realment desitgen, on les noves formes de pensament es nodreixen, on es manté lliure l'aspiració col·lectiva, i on les persones aprenen contínuament a veure junts el conjunt”.

Així, una qüestió clau és si és possible aprendre a l'escala de la organització, i és únicament un fenomen individual. Segons Nonaka i Takeuchi<sup>12</sup>, “en un sentit estricte, el coneixement és creat únicament per individuals. La creació del coneixement de la organització, per tant, s'hauria d'entendre com un procés que *organitzativament* amplifica el coneixement creat per individus i que el cristal·litza com part de la xarxa de coneixement de l'organització”. Tal com explica Capra<sup>3</sup>, al cor d'aquesta discussió trobem la diferència entre coneixement *explícit* i coneixement *tàcit*: “Mentre que el coneixement explícit pot comunicar-se i documentar-se a través del llenguatge, el coneixement tàcit s'adquireix a través de l'experiència, i sovint roman intangible (...). Així, mentre que la creació de coneixement és un procés individual, la seva ampliació i expansió són processos socials que tenen lloc entre individus”.

Probst i Büchel<sup>13</sup> han definit l'aprenentatge organitzatiu com “l'abilitat de la institució com un tot de descobrir errors i corregir-los, i de canviar la base de coneixement i els valors de la organització per tal de generar noves habilitats de resolució de problemes i nova capacitat d'acció”.

En aquest sentit, veiem el potencial d'observar la universitat com un sistema viu. Aquests sistemes són “xarxes de comunicacions auto-regeneratives. Això significa que

una organització humana serà un sistema viu únicament si s'organitza com una xarxa o conté xarxes menors en el seu interior"<sup>3</sup>. I això aplicat a la gestió té alts beneficis, segons el mateix autor, que conclou que "portant vida en les organitzacions humanes a través d'empoderar les seves comunitats de pràctica no només augmenta la seva flexibilitat, creativitat i potencial d'aprenentatge, sinó que també incrementa la dignitat i humanitat de les persones de la organització, en connectar-se amb aquestes qualitats dintre seu".

### 2.2. Transicions cap a la sostenibilitat i el mètode FLA

El concepte de "transicions sistèmiques" es refereix a innovacions globals amb un horitzó temporal llarg i que requereixen els esforços de molts actors (*stakeholders*) i un canvi de perspectiva i de cultura d'aquests, segons Jansen<sup>6</sup>.

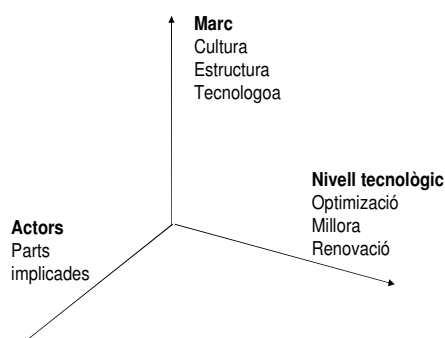


Figura 1. Les 3 dimensions del canvi sistèmic cap a la sostenibilitat<sup>6</sup>

Aquest autor planteja que és un concepte vàlid per al desenvolupament sostenible, i que integra les 3 dimensions interactuants representades a la Figura 1. Així, segons aquesta perspectiva calen canvis en el Marc (*Framework*, F), en relació a la cultura, l'estructura i les tecnologies que s'utilitzen. També, cal considerar a quin nivell (*Level*, L) de profunditat s'afecta el sistema, i es distingeixen tres nivells. Les "optimitzacions" només milloren operativament i de forma progressiva els elements existents del sistema, però no l'alteren. Les Millores de processos i de productes deixen les estructures fonamentals invariants, però produeixen canvis de revisió, reorganització i redisseny de processos i sistemes. Finalment, una renovació de sistemes produeix salts que resulten de recerca a llarg-termini i afecten fonamentalment l'estructura, la cultura i la tecnologia. La tercera dimensió fa referència als *Actors* (A), perquè la renovació de sistemes només es pot aconseguir mitjançant la cooperació de grups d'interès rellevants.

### 2.3 La recerca acció participativa com a instrument de canvi

La recerca acció participativa (en endavant PAR, prenent les sigles en anglès) és un nou paradigma científic basat en la generació del coneixement compartit. Entre les múltiples definicions existents considerem que la següent s'ajusta al marc conceptual que es vol desenvolupar en aquest article: "a systemic inquiry that is collective, collaborative, self-reflective, critical and undertaken by participants in the inquiry"<sup>14</sup>. El procés de PAR es produeix en tres fases diferenciades: (1) identificació del problema i observació de la realitat, (2) interpretació i reflexió dels resultats i (3) actuació per transformar la realitat. Lewin descrivia que cada estadi d'aquest procés incloïa planificació, acció i avaluació dels resultats de l'acció amb una evolució en espiral<sup>15</sup>. El mateix autor argumentava que per tal d'entendre i poder transformar certes pràctiques socials, els científics havien de considerar 'experts' de la comunitat en totes les fases

de la investigació<sup>16</sup>. Entre els valors que propugna la PAR destaca la seva voluntat de democratització i d'empoderament de la comunitat.

Aprofundint en el concepte de transicions sistèmiques, s'evidencia que els reptes als que ens enfrontem en sostenibilitat sovint no es caracteritzen per la necessitat de cercar solucions tècniques als problemes plantejats; però sí que tenen a veure amb la necessitat de resoldre problemes o conflictes que requereixen que una o varies parts implicades canviïn el seu punt de vista. En aquest sentit la metodologia PAR actua com a facilitador d'aquest procés

### 3. DESCRIPCIÓ DELS PROJECTES

Per a l'estudi proposat, s'han seleccionat 6 projectes específics realitzats entre els anys 2004 i 2009. Per tal de reduir el nombre de variables i afavorir-ne la comparabilitat, s'han seleccionat projectes que seguien aquests criteris:

- combinen l'activitat acadèmica i la de gestió
- tenen per àmbit l'estalvi energètic en els campus de la UPC
- han estat o són impulsades institucionalment des de l'Oficina de Coordinació del Pla de medi ambient, o el seu relleu actual, el Centre per a la Sostenibilitat

Es descriuen a continuació a la Taula 1, i a la Taula 2 se'n sintetitzen els trets més importants de forma comparada.

**Taula 1. Descripció general de les 6 experiències analitzades.**

<p>A. Projecte d'estalvi energètic en edificis del Laboratori REAL<sup>17</sup></p>	<p>Anàlisi i el seguiment del consum energètic de 6 edificis de referència de la UPC, realitzat pel Fabian López i dirigit pel professor Albert Cuchi (ETSAV), per avaluar la millora en l'impacte ambiental dels edificis del procés "Aplicació de criteris ambientals pels nous edificis de la UPC" (ACA2). Aquest anàlisi, realitzat durant l'any 2003-04, va concloure que tot i que en molts casos les característiques de l'edifici i el seu estat de conservació influeixen en el consum energètic final, una mala gestió pot determinar un augment important del seu impacte ambiental. Aquest Treball s'emmarca el projecte de Laboratori de Recerca per a l'Excel·lència Ambiental (Laboratori REAL), que pretenia aprofitar el nou campus de Castelldefels per dissenyar un programa pioner de recerca en projectes que integressin tots els aspectes ambientals incidents.</p>
<p>B. Environmental Workshop 1.0: Taller de pràctiques ambientals a l'arquitectura i l'urbanisme<sup>18</sup>.</p>	<p>Curs de formació d'estudiants realitzat l'any 2004 dins del marc de les activitats del Pla de Medi Ambient de la UPC (PMA 2002-05). Aquest curs en format de Taller, on hi van participar tant estudiants de diferents especialitats, com professionals del Col·legi d'Arquitectes (44 en total), tenia l'objectiu d'aglutinar les quatre vessants del PMA (docència, recerca, vida universitària i comunicació) en una sola activitat, a través de la cerca de solucions sostenibilistes aplicades a l'arquitectura i a l'edificació amb una clara orientació ininterdisciplinària i participada en àmbits reals</p>
<p>C. Pla d'Eficiència en el Consum de Recursos (PECR)<sup>19</sup>.</p>	<p>Estratègia per a la millora de l'eficiència en el consum de recursos energètics i d'aigua als edificis de la UPC. El PECR va consistir en la elaboració de la diagnosi sobre l'estat actual del consum de recursos de la UPC, a partir de la realització d'avaluacions energètiques realitzades per estudiants de Projecte Final de Carrera (PFC) de l'Escola Politècnica Superior d'Edificació de Barcelona (EPSEB). Es va realitzar l'avaluació energètica de 24 edificis de la UPC en dues convocatòries (2003-04 i 2004-05) amb la participació de 29 estudiants, coordinats i tutoritzats per professors de diferents departaments de l'EPSEB i per personal del Centre per a la Sostenibilitat de la UPC.</p>
<p>D. Programa UPCO<sub>2</sub></p>	<p>Estratègia per a la reducció d'emissions de CO<sub>2</sub> als edificis de la UPC nascuda en el marc del Pla UPS sostenible 2015, amb l'impuls econòmic de l'ICAEN, i dirigit i coordinat per un equip format per personal PDI (de l'Escola d'Arquitectura del Vallès, ETSAV) i PAS del Centre per a la Sostenibilitat. Aquest programa busca identificar i quantificar les emissions de CO<sub>2</sub> associades a la UPC (a la seva activitat, als seus edificis, a la mobilitat...), i desenvolupar i proposar mecanismes de reducció eficients, que permetin a la universitat establir polítiques globals de disminució de les emissions de CO<sub>2</sub> associades a la seva activitat.</p>
<p>E. Experiència pilot de UPCO<sub>2</sub> a l'ETSAV</p>	<p>Aplicació sobre la realitat d'un edifici universitari en funcionament (Escola Tècnica Superior d'Arquitectura del Vallès, ETSAV) de les conclusions d'una Tesi doctoral<sup>20</sup> que identificava l'ús i la gestió com els factors determinants en el consum energètic dels edificis. Per encàrrec i l'impuls de la direcció del centre, durant el període 2006 al 2008 l'equip del Programa UPCO<sub>2</sub> va estudiar, proposar, i fer el seguiment de les accions de millora en la gestió i l'ús de l'energia de l'edifici. El procés d'intervenció sobre l'ETSAV va comptar, tant en el disseny com en la execució i el seguiment, amb la participació intensiva tant de la direcció</p>

## II Congrés UPC Sostenible 2015

---

	del centre, com del PAS (manteniment, consergeria, neteja, seguretat), com de professors i grups d'estudiants de la pròpia escola.
F. Workshop d'estudiants. Campus Nord 2009	Culminació d'un cicle de diàlegs organitzats per col·lectius d'estudiants de la UPC (majoritàriament) i la UB, impulsat i amb el suport del CITIES .Durant el Workshop, d'una setmana de duració, estudiants de diferents campus de la UPC van treballar sobre temàtiques relacionades amb la sostenibilitat (mobilitat, model de consum, energia..) centrant-se en l'entorn del Campus Nord. Tant per a la definició de les temàtiques a tractar com durant el desenvolupament del workshop es va comptar amb la implicació del personal de gestió del Campus, així com amb professorat expert en les temàtiques plantejades.

## II Congrés UPC Sostenible 2015

**Taula 2. Trets clau dels 6 projectes comparats.**

	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>
<b>Objectiu general</b>	Avaluar la millora de l'impacte ambiental de l'aplicació del procés ACA2	La formació interdisciplinària d'estudiants i professionals sobre projectes d'arquitectura sostenible al campus de Castelldefels.	Elaboració de la diagnosi sobre l'estat actual del consum de recursos als edificis de la UPC	Reducció d'emissions CO2 associades al consum d'energia en els edificis de la UPC.	Reducció d'emissions de CO2 associades al consum de calefacció i d'electricitat de l'ETSAV.	Formació d'estudiants de la UPC en sostenibilitat aplicada a l'escala local (Campus Nord) des d'una reflexió global.
<b>Any de realització</b>	2003-2004	2004	2003-2005	2006-2008	2006-2008	2009
<b>Pressupost (orient.)</b>	12.000 €	2.000 €	10.000 €	2.000.000 d'€	90.000 €	10.000 €
<b>Durada</b>	1 any	1 setmana	2 anys	3 anys	3 anys	1 setmana
<b>Detonant</b>	Zon Pla de Medi Ambient UPC, convocatòria del Laboratori REAL, realització del nou Campus de Castelldefels. Proposta de PDI de l'ETSAV.	Zon Pla de Medi Ambient UPC, realització del nou Campus de Castelldefels. Proposta de PDI de l'ETSAB i del PMA.	Voluntat del Vice-rectorat d'Edificacions i del Centre per a la Sostenibilitat de fer un estudi que permetés orientar polítiques d'estalvi energètic.	Pla UPC sostenible 2015, subvenció de l'ICAEN, existència de precedents sobre la matèria (estudis, persones, equips).	Presentació de les conclusions inicials de la Tesi doctoral (Lopez, F. 2007). Voluntat de la direcció de l'ETSAV d'aplicar al propi edifici les conclusions de la Tesi. La col·laboració existien entre el Centre per a la Sostenibilitat i professors i doctors de l'ETSAV.	Voluntat del Centre per a la Sostenibilitat de treballar la sostenibilitat de forma participativa amb, i per als estudiants de la UPC.
<b>Actors</b>	1 PDI i 1 doctorand de l'ETSAV. Col·laboració personal del Centre per a la Sostenibilitat.	Estudiants de la UPC, professionals de diferents disciplines, el COAC, personal del Centre per a la Sostenibilitat, PDI ETSAB.	Estudiants de PFC i professores de l'EPSEB. Personal del Centre per a la Sostenibilitat, Caps de Manteniment.	PDI ETSAV, (doctorants i professors) i personal del Centre per a la Sostenibilitat, Caps de Manteniment, Coordinació de Campus, Gerència UPC, Vice-rectora d'infraestructures, Servei de Patrimoni.	Professors, grups d'estudiants, estudiants de grau, de Màster i de doctorat de l'ETSAV, i del Màster de Sostenibilitat. Direcció i PAS (consergeria, manteniment, neteja, seguretat) de l'ETSAV. Personal del Servei de Patrimoni.	Estudiants de grau i de Màster de diferents disciplines, professors, PAS del Centre per a la Sostenibilitat, Coordinació de Campus Nord, personal de manteniment i de varis Serveis de la UPC, Comissionat de Sostenibilitat.
<b>Canals de comunicació</b>	Comunicació escrita.	Treball en equip en format de Taller.	Contacte personal, pàgina Web PMA, correu electrònic.	Reunions periòdiques i comunicació contínua no formal (correu electrònic, telèfon, etc.).	Contacte personal continuat, correu electrònic, web de l'ETSAV.	Web específica dins del Portal del Pla UPC Sostenible 2015, treball en equip en format Taller, entrevistes, presentacions.
<b>Resultats i canvis assolits</b>	Conclusions escrites en un capítol de la publicació sobre el Laboratori REAL 1 <sup>17</sup> .	3 propostes-projecte d'intervenció sobre el Campus de Castelldefels. Edició	20 (aprox.) PFC d'Arq.Tècnica, incorporació de 2 estudiants de PFC al	Més de 80 accions d'estalvi energètic en edificis de tots els campus de la UPC. Estabilització	Reducció del 28% de les emissions de CO2 anuals de l'ETSAV i del 40% del consum d'aigua (40.000 €/	Replicació de l'experiència del Workshop ( al Campus Terrassa). 2 Beques per a grups de Recerca

## II Congrés UPC Sostenible 2015

		<p>d'un llibre que recull els projectes elaborats<sup>18</sup>.</p>	<p>Centre per a la Sostenibilitat, fitxes resum de diagnòstic de tots els edificis estudiats, publicació d'un llibre<sup>19</sup>.</p>	<p>del consum energètic dels edificis intervinguts. Creació d'una xarxa de cooperació entre actors claus (CM i gestors d'edificis). Arribar a la monitorització d'entre el 60-80% del consum dels edificis de la UPC. Desenvolupament del SIRENA (sistema informació consums UPC). Informe SIRENA'08 (memòria anual consums UPC: <a href="http://www.upc.edu/sirena">www.upc.edu/sirena</a>).</p>	<p>any). Tesi doctoral en curs (Mata, E.). Estudi base per a l'inici d'una Tesi Doctoral. Extensió a altres edificis de la UPC (Vèrtex i BRGF) de la metodologia emprada. Presentació d'articles a congressos d'àmbit nacional i internacional. Curs de formació del SDP de la UPC per a personal de manteniment.</p>	<p>d'estudiants atorgades a grups del Worskhop per seguir treballant les línies que s'hi van iniciar. (consum i residus informàtics, i energia)Reforç important de la xarxa d'actors implicats en l'impacte ambiental del Campus Nord. Incorporació d'un estudiant com a becari al Centre per a la Sostenibilitat.</p>
--	--	---	--	---	---	--



## 4. METODOLOGIA

### 4.1. Avaluació del potencial de transició sostenible inicial segons el mètode FLA

En aquest treball, s'ha utilitzat una adaptació de la metodologia anomenada 'FLA Analysis' (de l'anglès Framework-Level-Actors), que ja s'ha aplicat anteriorment en el context universitari<sup>7-8</sup>. El mètode consisteix a valorar accions, projectes o plans de canvi en una escala del 0 al 3 per a cadascun dels eixos de la Fig. 1 (amb gradació de mig punt), i permet obtenir un diagrama triangular que mostra l'equilibri o l'accent –si n'hi ha– d'algun dels eixos, i on l'àrea indica el potencial de transformació global d'allò que s'avalua, ja sigui una acció, un projecte o un pla. A la Taula 3 s'indiquen els criteris que s'han seguit a la valoració.

**Taula 3. Taula de gradació per a cadascun dels tres eixos FLA amb el seu corresponent valor de 0-3 i exemples d'accions que corresponen a aquest valor.**

Dimensió	Valor	Exemples
MARC (F)	0= no hi ha canvis institucionals d'estructura, processos, cultura i/o tecnologia (E, P, C, T)	0,5= Laboratori REAL 1 [B]: treball acadèmic amb conclusions generals que no arriben a influir en l'estructura de l'organització o en canvis tecnològics.
	1= s'inicien canvis progressius en E, P, C i/o T	1= PECR [C]: diagnòstic energètic de cada edifici estudiat. Permet identificar i orientar les actuacions d'estalvi reals.
	2= es practiquen canvis progressius en E, P, C i/o T	2,5= UPCO2-ETSAV [E]: s'han canviat rutines en la gestió de l'energia, s'han establert nous rols i noves relacions de cooperació entre treballadors i entre els usuaris de l'edifici, s'utilitzen habitualment les eines de seguiment del consum per identificar potencials d'estalvi.
	3= s'estableixen/normalitzen canvis en E, P, C i/o T.	3= no s'ha trobat cap cas en els 6 exemples.
NIVELL DE TRANSICIÓ (L)	0= sense canvis	0= no s'ha trobat cap cas en els 6 exemples.
	1= optimització dels processos actuals. Canvis en processos operatius per la gestió de la qualitat, manteniment, auditories, a escales de 1-5 anys.	1= PECR [C]: Les accions identificades, en la seva majoria, eren d'optimització de l'eficiència de les instal·lacions, d'augment de l'aïllament o de detecció de pèrdues energètiques.
	2= millora de processos/productes (revisió, reorganització, redisseny) en escales de 5-20 anys, deixant les estructures fonamentals inalterades	2= Workshop Estudiants [F]: les propostes presentades plantejaven una millora important en alguns processos i qüestionaven maneres de fer i rutines establertes.
	3= renovació de sistemes. Recerca a llarg termini, generant canvi a > 20 anys	3= no s'ha trobat cap cas en els 6 exemples.
ACTORS (A)	0= només 1 actor involucrat	0= no s'ha trobat cap cas en els 6 exemples.
	1= diversos actors interns involucrats	1= UPCO2-UPC [D]: Van estar involucrats actors interns relacionats amb la gestió de les instal·lacions dels edificis i amb el consum energètic.
	2= actors interns i externs de la mateixa naturalesa	2= PECR [C]: Incorporava professors, estudiants (considerats externs), personal de gestió i PAS del Centre per a la Sostenibilitat.
	3= actors interns i externs de naturalesa diversa ( <i>stakeholders</i> )	3= UPCO2-ETSAV [E]: Hi van participar professors, doctors, doctorants, estudiants de grau, estudiants de Màster, direcció del centre i PAS de l'ETSAV i del Centre per a la Sostenibilitat.

### 4.2. Seguiment del consum energètic dels edificis

La informació del consum de recursos energètics en els edificis de la UPC s'ha obtingut del sistema SIRENA ([www.upc.edu/sirena](http://www.upc.edu/sirena)), eina de seguiment online dels consums que permet obtenir informació en temps real sobre els consums d'aigua,

electricitat i gas dels edificis monitoritzats. Aquestes dades són contrastades i completades amb les provinents de facturació, proveïdes pel Servei de Patrimoni de la UPC<sup>17</sup>.

## 5. RESULTATS I DISCUSSIÓ

### 5.1. Resultats de l'aplicació de l'eina d'anàlisi FLA als 6 projectes

A la Fig. 2, s'han representat els sis diagrames FLA obtinguts a l'avaluar a través d'aquesta metodologia els sis projectes explicats anteriorment. De la seva observació, es poden extreure diferents conclusions. Des d'una perspectiva global, sembla que existeix una tendència general a que els projectes en estalvi energètic evolucionin cap a un major equilibri entre els diferents eixos, i en augmentar la seva superfície.

Si ens mirem el resultat de l'aplicació de l'eina d'anàlisi FLA als 6 projectes, conjuntament, podem destacar que cap dels 6 projectes arriba al nivell màxim en l'eix del marc (F) ni del nivell de transició (L). De la mateixa manera, s'aprecia com tots els projectes incorporen com a mínim un nivell de profunditat en els tres eixos. Es pot interpretar en el sentit que sempre s'ha intuït la necessitat que, en projectes transformadors, es treballés conjuntament en tots els eixos.

En comparar els *workshops* (b) i (f), tots dos activitats formatives de la mateixa tipologia i escales semblants, es pot entreveure l'evolució cap a un format de taller més equilibrat i de major superfície, sense deixar de prioritzar l'eix dels actors, però amplificant-ne el seu abast en quant a la seva interrelació amb aspectes de "marc" (dimensió F) i de nivell de pensament de les solucions (dimensió L).

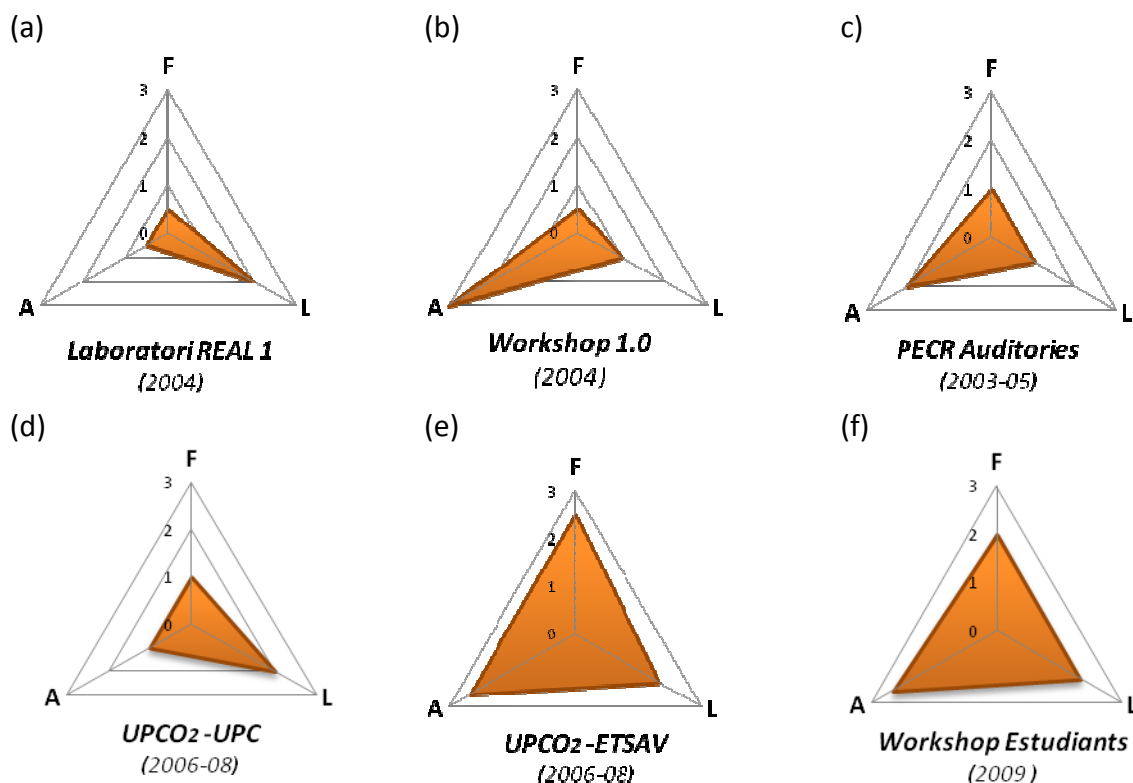


Figura 2. Gràfic FLA amb la seva corresponent valoració de les 6 accions analitzades

La prova pilot d'UPCO<sub>2</sub> aplicada a l'ETSAV (e) és el projecte més “equilibrat” i segons aquest marc d’anàlisi seria el que més potencial de transformació té, arribant a aprofundir en l’eix de canvi del marc com cap altre. Es pot explicar aquest fet si es considera com a projecte d’estalvi energètic generat a partir de l’aprenentatge organitzatiu realitzat a través de l’experiència dels projectes precedents.

Com es pot veure a la Fig.2, els dos projectes d'UPCO<sub>2</sub> (d) i (e) mostren un equilibri molt similar entre els tres eixos, tot i que amb una profunditat molt més gran en el cas de l'ETSAV. Això pot ser un reflex de l'existència d'una mateixa visió en els dos projectes (mateix equip de persones que ha plantejat el projecte). La diferència rau en què, a escala més petita (e), es pot fer una intervenció qualitativament molt més profunda en quant als canvis generats, tot i que el seu abast és molt menor (degut a l'escala d'intervenció). Cal dir que, si bé els projectes (d) i (e) s'han conduït pràcticament en paral·lel, el d'escala “pilot” (e) ha servit de laboratori i experimentació per fer evolucionar el d'escala “macro” (d).

Una altra constatació interessant és que el plantejament operatiu del projecte (c) –les auditories energètiques amb estudiants- està entre els casos (d) i (e), cosa que es contrasta gràficament. D'abast bastant ampli (un terç dels edificis de la UPC van ser estudiats), però amb menys intervenció sobre el marc, i amb un plantejament menys transformador i més de “millora contínua”, propi de l'enfocament d'auditoria.

L'escala territorial, els recursos emprats, el nombre de persones implicades és determinant en la capacitat d'incidència dels projectes. A la Fig. 3, s'han representat els diferents projectes en una escala cronològica tot reescalant-los amb els factors esmentats (de forma qualitativa i aproximada), per tal de poder intuir l'abast real de canvi dels diferents projectes si tenim en consideració aquestes variables. Des d'aquesta perspectiva, es pot apreciar el creixement del potencial transformatiu dels projectes, visualitzat per l'increment d'àrea. Aquesta pot ser considerada una primera mostra d'aprenentatge organitzatiu.

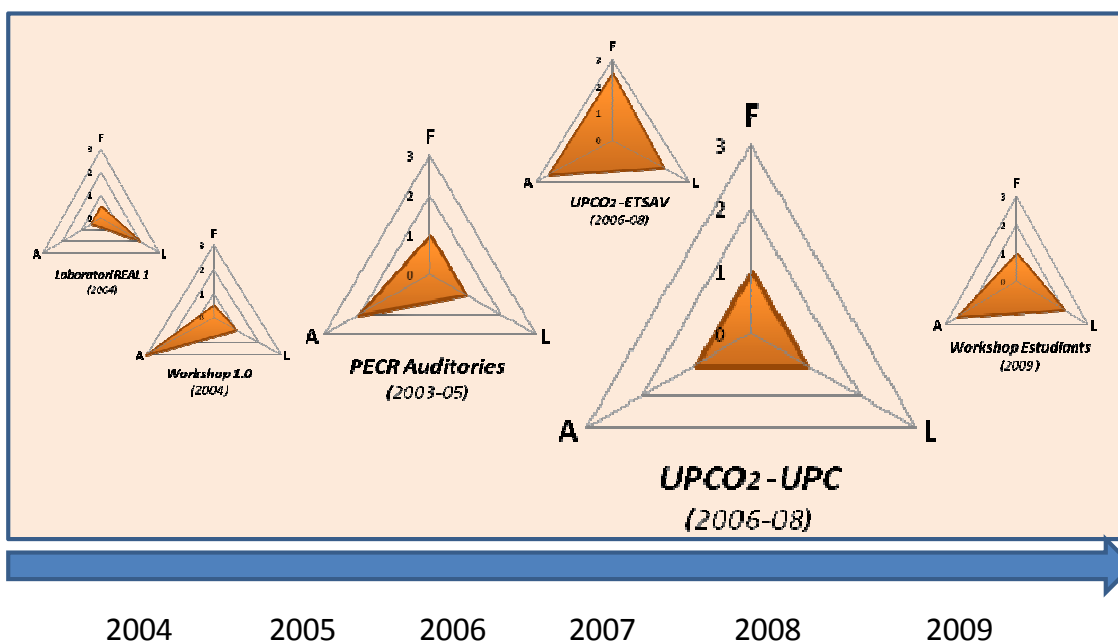
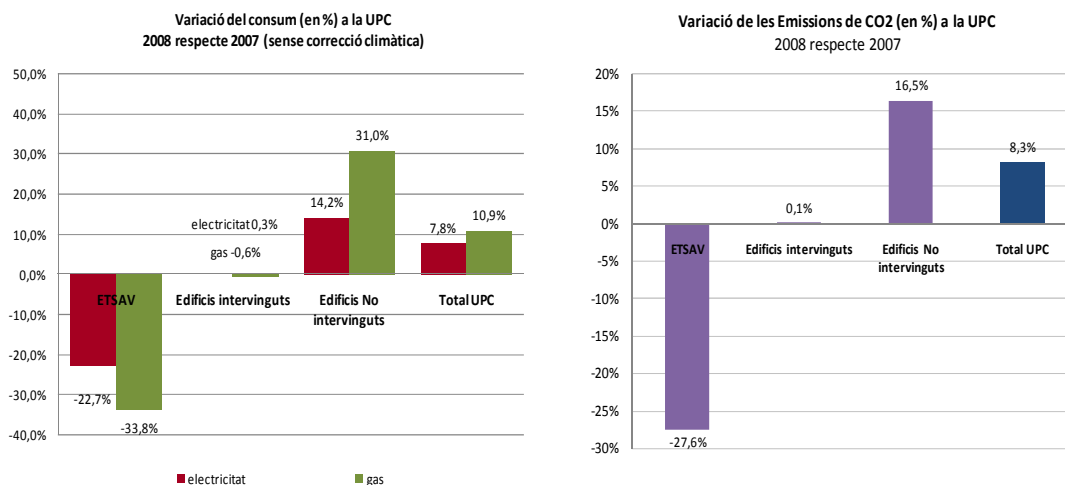


Figura 3. Esquema cronològic dels diferents projectes, escalats en funció dels recursos humans i econòmics destinats.

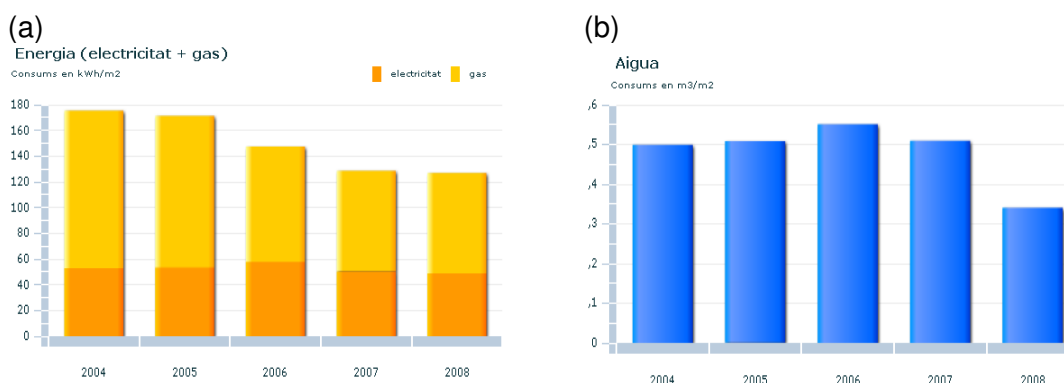
## 5.2 Resultats “objectivables” dels projectes.

L’anàlisi de la secció anterior és una anàlisi qualitativa i amb molta subjectivitat. L’objectiu d’aquesta secció és contrastar-la amb resultats objectivables d’estalvi energètic. Els dos únics projectes en què, per les seves característiques, es pot quantificar l’impacte sobre el consum energètic dels projectes estudiats, són els del programa UPCO2: (d) UPC, i (e) ETSAV <sup>21</sup>.



**figura 4. Evolució del consum energètic i les emissions a la UPC (globals, a l’ETSAV, i als edificis intervinguts pel programa UPCO2 i els que no han estat intervinguts).**

A la Figura 4 es pot veure el diferencial de consum energètic (esquerra) i emissions de CO2 associades (dreta) a la UPC, i segmentades pels casos de l’ETSAV, corresponent al cas d’estudi (e), els edificis on el programa UPCO2 ha intervingut (d), que no inclou l’ETSAV) i els edificis on no ha intervingut. Es pot veure com la tendència global de la UPC ha estat l’increment de consum (entre 7 i 11%) i d’emissions (8%), i aquesta ha estat producte d’un increment molt més alt (el cas dels edificis no intervinguts pel programa UPCO2), atenuat per l’estabilització de consums (cas d) o la davallada molt important en el cas (e), on tan el consum com les emissions han baixat prop d’un 30%. Per tant, en aquest projecte es pot estimar una incidència destacable en els edificis en que es va intervenir per a la millora de l’estalvi energètic, ja que ha diferència de la resta d’edificis de la UPC, el consum energètic es va estabilitzar.



**Figura 5. Evolució del consum energètic (a) i d’aigua (b) a la ETSAV en el període 2004-2008**

En el cas de l'experiència pilot a l'ETSAV (Fig.5), el treball realitzat des del 2006 al 2008 va comportar el descens del consum anual d'energia, tant en el consum d'electricitat (-20%) com en el consum de gas per a calefacció (35%), com en les emissions de CO<sub>2</sub> equivalents (-28%).

Un altre aspecte interessant sobre el valor de l'aprenentatge organitzatiu és el que es va produir en relació a l'aigua. El 2008 va ser un any de forta sequera a Catalunya, context que va servir com a detonant per que la direcció de l'escola decidís actuar també sobre el consum d'aigua a l'ETSAV. Tot i que no era objecte d'estudi de l'experiència pilot i tant sols se'n va fer un seguiment superficial per part d'UPCO<sub>2</sub>, aquest va patir un descens proper al 40% que s'ha consolidat i fins i tot incrementat durant els primers mesos del 2009.

Sembla que és possible pensar que a l'ETSAV es va poder identificar en certa manera, no només el fet que s'havien produït resultats quantitius d'estalvi d'energia i d'aigua, sinó també d'aprenentatge organitzatiu. La reducció d'un 40% en el consum d'aigua, que no era objecte de treball de l'experiència pilot, es pot explicar (més enllà del context de sequera) com una conseqüència de l'aprenentatge de la comunitat ETSAV adquirit en la realització del projecte d'estalvi en energia. Aquest aprenentatge va permetre a l'escola guanyar autonomia, i seguir actuant sobre la reducció de l'impacta ambiental del seu edifici més enllà del suport intensiu de l'equip d'UPCO<sub>2</sub>.

## 6. CONCLUSIONS

### *La qüestió de l'escala dels projectes*

Els projectes estudiats en l'àmbit de l'estalvi energètic, i impulsats des de l'àmbit institucional de la UPC, mostren segons el mètode FLA un augment de la seva capacitat transformadora. El mètode s'ha demostrat útil, tenint en compte les limitacions d'un mètode qualitatiu i subjectiu.

Un dels resultats a partir de l'anàlisi dels projectes amb la metodologia FLA és la tensió que es produeix en relació amb l'escala del projecte (abast i recursos emprats). La conclusió general és la conveniència de combinar projectes, a diferent escala però amb una mateixa visió, que permetin la retroalimentació i l'augment del seu potencial de transformació. Els projectes pilot permeten treballar amb intensitat sobre qüestions complexes, com el consum energètic i d'aigua en els edificis. La reducció de la complexitat en treballar a una escala menor, pot permetre identificar millor les claus del seu èxit, i la seva posterior aplicació en projectes de major escala.

Tanmateix, el fet d'impulsar iniciatives a una escala o a una altra no és garantia de major èxit. Dels projectes analitzats, que han tingut una injecció més important de recursos i/o s'han centrat en un abast territorial més ampli (per exemple, el projecte UPCO<sub>2</sub> o el PEQR auditories) s'extreu que no necessàriament han suposat uns millors resultats a nivell d'impacte de les accions. De la mateixa manera, el desenvolupament de projectes a més petita escala tampoc no suposa tàcitament un compte de resultats millor (són substancialment diferents els resultats dels projectes Laboratori REAL 1 i workshop 1 amb els aconseguits amb UPCO<sub>2</sub>-ETSAV o workshop d'estudiants).

En aquest sentit, la tesi defensada en aquest article se centra en atorgar un paper fonamental a les comunitats, a les persones que en formen part i a les relacions que es creen entre elles. **La participació dels actors implicats i la possibilitat d'aquests d'accedir a sistemes d'informació sobre el consum de recursos possibiliten una major capacitat d'identificació, anàlisi i avaluació de l'eficàcia**

**de les accions d'estalvi realitzades.** Però alhora, aquestes eines i la formació dels actors en les primeres fases d'intervenció, són el que **permeten capacitar i guanyar autonomia en la gestió energètica a les pròpies comunitats** que viuen als edificis (aprenentatge organitzatiu).

### ***Alguns progressos en la direcció de la recerca acció participativa***

En el conjunt dels sis projectes analitzats es visualitzen diferències fonamentals en la forma d'abordar la recerca i gestió de les iniciatives, malgrat tots ells integren la perspectiva dels laboratoris vius com a part del seu marc conceptual. De forma simple podríem classificar els projectes en dos blocs: projectes que no tenen en compte la comunitat, o que en tot cas la prenen com a objecte d'estudi (Laboratori REAL 1, Workshop 1 i PECS auditories), i projectes que paulatinament consideren la comunitat com a subjecte actiu de la recerca. Aquest és un tret distintiu d'alguns dels projectes que es detallen en aquest article: el Programa UPCO<sub>2</sub> en les seves dues variables (escala UPC i ETSAV) i el *workshop* estudiants. Aquestes experiències, des de la nostra perspectiva, han superat els models clàssics de recerca per passar a sumar-se a una nova perspectiva investigadora, que alguns autors han denominat *dialèctica*. Aquesta nova forma d'analitzar la realitat parteix de la concepció de l'objecte a investigar com a subjecte (protagonista de la recerca) i de què la finalitat de la recerca és la transformació social<sup>22</sup>. En certa manera, aquesta aproximació pot considerar-se oposada a la recerca empírica atès que l'investigador treballa amb arguments i idees més que no pas amb dades, o almenys no exclusivament.

A nivell qualitatiu els tres projectes esmentats incorporen aquesta nova dimensió. En primer terme, el projecte UPCO<sub>2</sub>-UPC va endegar una dinàmica de coordinació i diàleg, i de presa conjunta de decisions entre personal de recerca, coordinació tècnica del Programa i personal de manteniment vinculat directament a l'execució d'accions. Encara que el motor d'aquesta iniciativa va ser la necessitat de distribuir recursos provinents d'una subvenció externa, la maduració d'aquest procés ha propiciat la creació d'un grup estable de gestió sostenible. Aquest grup, format per unitats de campus i unitats de serveis generals, vol esdevenir un instrument de treball cooperatiu amb capacitat d'influència sobre el procés de presa de decisions. D'acord amb l'anàlisi FLA, en aquest projecte s'ha visualitzat un canvi progressiu en la cultura de treball de l'organització, que gràficament es representa en una major àrea del vector 'marc'. El resultat del projecte (creació del grup de gestió) es pot considerar com un aprenentatge organitzatiu.

El Programa UPCO<sub>2</sub>-ETSAV aprofundeix encara més en la idea de considerar la comunitat com a part activa del canvi, i per tant, en la necessitat de considerar com a subjectes els actors que en formen part. L'expertesa aportada per la comunitat (direcció, personal de manteniment, usuaris) ha alimentat la recerca sobre aquest campus amb una clara vocació de canvi en les formes de fer i pensar. En aquest cas, de nou **es visibilitza l'aprenentatge de l'organització basat principalment en la capacitat de guanyar autonomia per a l'acció.**

Finalment, el *workshop* d'estudiants, una iniciativa a petita escala i amb pocs recursos, ha sigut el cas en què la metodologia recerca-acció-participació s'ha manifestat de manera més clara (tot i que no s'han seguit les pautes metodològiques formals). En aquest cas, la iniciativa va néixer des del principi amb una clara vocació d'empoderament dels principals participants (els estudiants), atès que ells mateixos van dissenyar els objectius, accions i dinàmiques orientades totalment a l'acció. La realització del *wokshop* ha significat haver teixit una nova xarxa cooperativa d'actors

amb capacitat i voluntat de continuar actuant sobre els campus (projecte Biblioteca Gabriel Ferraté).

A partir de les conclusions exposades **es considera oportú seguir treballant en aquesta línia a nivell dels projectes que s'endeguin en el marc del Pla UPC Sostenible** i que estiguin impulsats des del Centre per a la Sostenibilitat. Caldrà aprofundir en l'anàlisi de resultats i en la sistematització de la metodologia aplicada als projectes, que fins al moment s'ha realitzat de manera poc normalitzada. **Es proposa que aquest nou enfocament sustentat en aprofitar els campus com a laboratoris vius, i en utilitzar la metodologia recerca acció participació com a base per a l'aprenentatge organitzatiu sigui el nou marc de treball en què el futur Institut de Sostenibilitat focalitzi els seus esforços.**

### 7. REFERÈNCIES

1. Funtowicz S., Ravetz J. La ciencia posnormal, (2000) Barcelona, Icaria.
2. Cuchí, A., Caballero, I. (1999) Informe MIES. Una aproximació a l'impacte ambiental de l'Escola d'Arquitectura del Vallès. UPC.
3. Capra F. (2002) The Hidden Connections. A Science for Sustainable Living. Harper Collins Publ., London.
4. Senge PM. (1990) The Fifth Discipline. The Art and Practice of the Learning Organization. London: Random House.
5. Albrecht P., Burandt S. and Schaltegger S. (2007) Do sustainability projects stimulate organizational learning in universities?, Int. J. Sust. In Higher Education, Vol. 8, 403-415.
6. Jansen L (2003). The challenge of sustainable development. Journal of Cleaner Production 11(3):231-45. Ferrer-Balas FLAUPC
7. Ferrer-Balas, D., Buckland, H, de Mingo M. (in press) Explorations on the University's role in society for sustainable development through a systems transition approach. Case-study of the Technical University of Catalonia (UPC), Journal of Cleaner Production (available on line)
8. D. Ferrer-Balas, J. Adachi, S. Banas, C.I. Davidson, A. Hoshikoshi, A. Mishra, Y. Motodoa, M. Onga and M. Ostwald (2008) An international comparative analysis of sustainability transformation across seven universities, Int. J. Sust. In Higher Education, Vol. 9, 3,295-316.
9. Gudz, N.A. (2004), "Implementing the sustainable development policy at the University of British Columbia: an analysis of the implications for organisational learning", International Journal of Sustainability in Higher Education, Vol. 5, pp. 156-68.
10. McCutcheon, G., and Jurg, B., (1990). Alternative Perspectives on Action Research. Theory into Practice Volume 24, Number 3 Summer
11. Sterling S. (2004) Higher Education, Sustainability, and the Role of Systemic Learning, in
12. Nonaka I, Takeuchi H (1995) The Knowledge-Creating Company, Oxford University Press, New York.
13. Probst, G.J.B. and Bu"chel, B.S.T. (1997), Organizational Learning: the Competitive Advantage of the Future, Prentice-Hall, London.
14. McCutcheon, G., and Jung, B., (1990). Alternative Perspectives on Action Research. Theory into Practice Volume 24, Number 3 Summer
15. Kemmis, S., and McTaggart, R., (1990). The Action Research Planner Geelong: Deakin University Press

16. McKernan, J., (1991). Curriculum Action Research. A Handbook of Methods and Resources for the Reflective Practitioner London: Kogan Page
17. Cuchi A., Lopez, F. (2004) en Pujadas, M. et al. Laboratori REAL 1: estratègia de disseny per a un campus sostenible. 2004.
18. Ferrer, D. et al (2004) Environmental Workshop 1.0: Taller UPC-COAC. UPC.
19. Bosch, M. [et al.] Avaluació energètica d'edificis: l'experiència de la UPC, una metodologia d'anàlisi. 2006
20. F. Lopez (2007) Tesi doctoral: Sobre el uso y la gestión como los factores principales que determinan el consumo de energía en la edificación. Una aportación para reducir el impacto ambiental de los edificios. UPC
21. Centre per a la Sostenibilitat, Informe SIRENA 08. Anàlisi dels resultats d'estalvi energètic i d'aigua i propostes de futur. Informe tècnic no publicat.
22. Alberich (2007) Investigación - Acción Participativa y Mapas Sociales. Ponencia disponible online a <http://citywiki.ugr.es/w/images/2/28/InvestigacionParticipativa.pdf> (20/5/09)