

## 8. Conclusions i reflexions de la tesi

Dins aquest capítol presentarem les conclusions i reflexions de la tesi doctoral. Exposarem en primer lloc les conclusions de la proposta metodològica i la seva aplicació, i en segon lloc, unes reflexions finals del treball realitzat.

### 8.1 Conclusions de la proposta metodològica i de la seva aplicació al cas d'estudi

La metodologia proposada ha estat fruit de la revisió i de l'anàlisi realitzada de diversos conceptes i eines: per una banda, dels conceptes *desenvolupament sostenible* i *sostenibilitat urbana* (analitzats dins el capítol 2), i per una altra banda, de les eines de mesura, modelització i anàlisi de la sostenibilitat (analitzades dins els capítols 3 i 4).

La metodologia proposada s'ha fonamentat en un marc conceptual format per tres components. Un primer component està determinat per la definició de *desenvolupament sostenible*, la qual requereix, per poder-la aplicar, una visió sistèmica, transversal i multidisciplinària dels sistemes. Un segon component ens és donat per la consideració del sistema com a complex, format per múltiples interrelacions entre els elements que el formen i entre aquests elements i el seu entorn, cosa que determina una de les seves característiques principals, la seva complexitat. Un tercer component que cal tenir en compte en parlar de sistemes complexos és la incertesa que els caracteritza. Aquesta característica fa necessari preveure les seves possibles evolucions en un futur, o com a mínim pensar-hi.

La metodologia proposada és innovadora, pel fet que conforma un conjunt de passos ordenats, necessaris per a un anàlisi sistèmica de l'estat i els processos que es desenvolupen en una ciutat, i a la vegada és una metodologia suficientment pragmàtica, ja que permet utilitzar tot un conjunt d'eines desenvolupades dins el camp de la mesura i modelització de la sostenibilitat durant els últims anys, sense que siguin excloents les unes de les altres.

Un altre aspecte innovador de la metodologia és l'anàlisi i l'avaluació que permet fer de les problemàtiques d'un sistema, com a conseqüència de la interrelació entre variables de diferents dimensions.

S'ha assolit *l'objectiu principal de la tesi doctoral: la proposta d'una metodologia per a l'anàlisi de la sostenibilitat de sistemes urbans aplicable a municipis mitjans europeus*, ja que aquesta proposta configura un procés que ens permet analitzar, mitjançant un conjunt d'eines (models, correlacions entre variables, indicadors, índexs i escenaris de futur), un sistema urbà caracteritzat per una sèrie de problemàtiques concretes, amb la finalitat de poder definir estratègies o polítiques, per aconseguir planificar-les, a fi d'avançar cap al desenvolupament sostenible del sistema.

L'aplicació de la proposta metodològica aplicada a un cas d'estudi concret, el municipi de Terrassa, ens ha permès aconseguir una sèrie d'objectius específics. La utilitat de la proposta, així com la seva viabilitat, queden demostrades mitjançant l'assoliment d'aquests objectius específics:

- El primer objectiu específic que s'ha assolit en la tesi ha estat la *creació d'un model en dinàmica de sistemes de la ciutat objecte d'estudi*. Aquest model s'ha desenvolupat amb el propòsit d'analitzar la dinàmica més destacada del municipi de Terrassa, el seu creixement demogràfic, dinàmica que ha determinat i determinarà el desenvolupament de la ciutat els anys vinents, i que podem considerar el factor més important en parlar de la seva insostenibilitat.

Terrassa, en contraposició a la majoria de ciutats de l'àrea metropolitana, en els últims deu anys ha augmentat la població. El fenomen clau d'aquest augment és la immigració. Al mateix temps, s'ha produït una reactivació de l'activitat econòmica, cada cop més fonamentada en el sector dels serveis i especialment en el sector de la construcció, i cada cop menys dependent del sector industrial, el qual perd pes respecte d'anys passats. Aquestes dinàmiques de creixement, juntament amb els nous modes de vida (més mobilitat, descentralització dels serveis, distribució social no homogènia, etc.), poden provocar un fort impacte, tant mediambiental com social i econòmic, a la ciutat de Terrassa. Per tant, el

model que s'ha creat s'ha desenvolupat amb el propòsit d'estudiar el creixement demogràfic que presenta el municipi de Terrassa, considerant les variables principals que el determinen (natalitat, mortalitat, immigració i emigració (Allen et al. 1979, 1981; Cheng et al. 2003)). Aquests factors estan relacionats amb altres variables, de tipus econòmic (Xiao et al. 2006) i d'ús del sòl (Grübler 1994).

En el desenvolupament de la proposta metodològica aplicada al cas d'estudi, les fonts de dades ens han permès desenvolupar un model unidimensional, compost de diversos submodels, seguint conceptualment el marc FPEIR (EEA 1999), amb una sola escala espacial, per a aquest cas concret. Els submodels desenvolupats són: submodel de població amb la desagregació de la població en quatre cohorts i amb una atenció especial al fenomen de la immigració i l'emigració; un submodel econòmic, per al càlcul del PIB municipal, dimensió en què hi ha poques dades, per la qual cosa s'han hagut d'utilitzar algunes dades regionals; un submodel d'ús del sòl per al càlcul de l'evolució de l'àrea urbana; un submodel per al càlcul de diferents indicadors de pressió i estat; i finalment, un submodel de preus del sòl, que incorpora els diferents valors (preus) del sòl a Terrassa i a l'àrea metropolitana. Això ha donat lloc a un model desenvolupat per a aquest cas d'estudi, que calcula les grans variables que regeixen la macrodinàmica de la ciutat de Terrassa. S'ha fet l'estudi per a tota la ciutat de Terrassa i no s'ha desagregat per barris o districtes. El tipus de metodologia utilitzada per crear el model ha estat determinada pel tipus de dades trobades. Si les dades de les diferents dimensions fossin sèries temporals més grans, i totes desagregades a nivells inferiors (nivell de barri o districte), seria possible aplicar aquest model a una escala inferior i poder contemplar fenòmens intraurbans com la mobilitat, l'evolució d'espais públics, els serveis, etc., que en la tesi no s'han pogut analitzar de manera acurada, o bé seria possible utilitzar un altre tipus de metodologia per crear el model, per exemple, utilitzant xarxes complexes. D'aquesta manera es podria ampliar la utilització d'aquest tipus de model per preveure polítiques locals amb més efectivitat a la recerca de determinats objectius per resoldre fenòmens més concrets.

- La investigació i el coneixement del comportament del sistema, tant social com ambiental i econòmic, així com l'estudi de les variables que intervenen en les diferents problemàtiques, ens han permès assolir el segon objectiu específic de la tesi: la *recerca de relacions causals entre variables del sistema*, identificant correlacions matemàtiques entre les variables, a partir de l'estudi i el tractament de les seves dades històriques, i la *creació d'indicadors i d'índexs concrets* que permetin estudiar els fenòmens característics del municipi cas d'estudi.

Les correlacions matemàtiques identificades entre les diverses variables del sistema es poden veure al requadre 4.

***Relacions causals:***

- Relació entre la l'RBDF i la població ocupada
- Relació entre el preu mitjà del m<sup>2</sup> de l'habitatge a Terrassa i el volum de cohort de població de 17 a 45 anys
- Relació entre el consum d'aigua domèstica i la població
- Relació entre el consum d'aigua d'ús industrial i el nombre d'indústries
- Relació entre el consum d'aigua d'ús comercial i el nombre de comerços
- Relació entre el consum d'electricitat d'ús industrial i el nombre d'indústries
- Relació entre el consum d'electricitat d'ús domèstic i la població
- Relació entre el nombre de vehicles i l'RBDF
- Relació entre la població ocupada resident i la població ocupada
- Relació entre els residents que treballen fora del municipi i la població de Terrassa

**Requadre 4: Relacions causals**

Aquestes correlacions s'han implementat en els submodels corresponents, com a hipòtesis causals de les variables considerades, i han donat lloc a la formació d'indicadors específics.

Els índexs creats per estudiar determinats fenòmens els poden veure al requadre 5.

**Índexs creats:**

- Índex del nivell d'estudis
- Índex de fertilitat
- Factor d'atracció econòmica
- Índex d'atracció d'indústries del sector primari
- Índex d'atracció d'indústries del sector industrial
- Índex d'atracció d'indústries del sector de la construcció
- Índex d'atracció d'empreses del sector dels serveis privats
- Índex del nou sòl d'habitatges
- Índex del nou sòl comercial
- Índex del nou sòl industrial

**Requadre 5: Índexs creats**

Aquest és un altre dels punts que presenten una aportació més innovadora de la tesi doctoral, per dos motius: en primer lloc, per la mateixa formació dels índexs, ja que cada un incorpora diverses variables de diferents dimensions i submodels, el conjunt de les quals ens facilita l'estudi i l'anàlisi de la dinàmica de comportament de fenòmens concrets del municipi; en segon lloc, els índexs creats s'han utilitzat per enllaçar els diferents submodels entre si, a fi de dinamitzar el model.

- El tercer objectiu específic assolit en la tesi doctoral ha estat el *desenvolupament d'escenaris de futur*, tant de l'escenari de referència com dels diferents escenaris de futur alternatius.

El desenvolupament d'escenaris de futur s'ha centrat a determinar els elements que tenen un pes significatiu en el fenomen que caracteritza la ciutat de Terrassa, el creixement demogràfic, i analitzar-ne l'impacte en les diferents dimensions de la sostenibilitat. S'ha de remarcar que les relacions que s'utilitzen per desenvolupar els escenaris de futur estan condicionades per les sèries temporals històriques considerades, les quals es caracteritzen per un període d'expansió del municipi de Terrassa (del 1995 al 2003). Realment, l'objectiu dels escenaris de futur és determinar les forces motrius dels fenòmens d'estudi i les seves relacions, ajustades a les hipòtesis restrictives de funcionament del model.

Els escenaris de futur creats es presenten al requadre 6.

**Escenaris:**

En aquest treball s'han realitzat tres escenaris:

- *Un escenari de referència*, en el qual s'han mantingut les relacions històriques entre els elements considerats en els submodels, i s'ha suposat que l'augment de riquesa mesurat pel PIB municipal és degut solament a l'augment de població ocupada (depèn solament de la taxa de variació de l'ocupació). És un escenari de baixa activitat econòmica, ja que no s'ha considerat variació en la taxa de productivitat i en la taxa de variació de preus. S'ha realitzat una sola projecció.
- *Un escenari alternatiu A*, en el qual s'han mantingut les relacions històriques entre els elements considerats en els models. S'han realitzat onze projeccions agrupades en tres famílies, segons les hipòtesis imposades a les variables d'entrada. Les tres famílies de projeccions considerades són:
  - *Família A1*, amb una sola projecció. S'ha suposat que el PIB municipal creix igual que el període històric considerat. Aquest creixement és degut al manteniment de les tendències de variació històriques de la dimensió empresarial dels sectors econòmics estudiats. Aquesta família crea un escenari de futur d'alta activitat econòmica.
  - *Família A2*, amb vuit projeccions. S'ha realitzat mantenint les hipòtesis de comportament econòmic com l'escenari de referència (baixa activitat econòmica), analitzant l'impacte del nivell d'estudis de la població sobre el fenomen demogràfic (projeccions A2a i A2b), així com els factors d'atracció de la immigració: la immigració per motius econòmics (A2c i A2d), la immigració per motius de preu del sòl (A2e i A2f) i la immigració per motius laborals (A2g i A2h).
  - *Família A3*, amb dues projeccions. S'ha realitzat mantenint les hipòtesis de comportament econòmic com l'escenari de referència (baixa activitat econòmica), analitzant l'impacte de la diferència de preu de l'habitatge entre Terrassa i l'àrea metropolitana, tant quan els preus de l'àrea metropolitana pugen i tenen un valor absolut alt (projecció A3a), com quan els preus baixen i tenen valors absoluts inferiors als actuals (projecció A3b).

**Requadre 6: Escenaris**

Els escenaris de futur ens han permès *extreure una sèrie de conclusions*, les quals ens ajuden a determinar quines són les tendències futures que caracteritzen

la ciutat de Terrassa. Les principals les presentem a continuació de manera resumida:

- ***La població de Terrassa seguirà augmentant entre un 7,9 % i un 347 % per a l'any 2025, respecte dels valors de l'any 2003.***

Encara que la majoria d'escenaris situen el creixement de la població entre un 48 % i un 77,8 %. La variació dependrà de l'evolució econòmica i del mateix increment de població.

- ***L'increment de població és degut principalment a la immigració.***

L'actual onada immigratòria tendeix a disminuir en el temps, però, en funció de l'escenari considerat, es pot mantenir amb valors absoluts alts fins a l'any 2009, sempre que es mantingui la relació de factors d'atracció de la ciutat de Terrassa. En aquests moments, els factors clau d'atracció de la immigració a Terrassa són el preu del sòl i els motius laborals. D'aquests dos factors d'atracció, el que comporta arribar als límits més i menys sostenibles per al conjunt de la sostenibilitat de Terrassa, pel que fa al creixement demogràfic que pot experimentar, és el factor d'atracció per motius laborals, factor que tradicionalment és el que produeix la dinàmica de creixement més important de les ciutats.

- ***Terrassa augmenta la població en tots els escenaris considerats.***

L'augment de població de Terrassa és degut principalment al comportament de la cohort de 17 a 45 anys, ja que aquesta augmenta fins a l'any 2008, independentment de la possible evolució econòmica de Terrassa.

- ***Una tendència que presenta la ciutat de Terrassa és el canvi de ciutat típicament industrial a ciutat residencial.***

Un dels aspectes preocupants per a la sostenibilitat urbana, derivat de l'anàlisi de mobilitat realitzada i que es presenta en tots els escenaris creats, és el pas de ciutat industrial característica del segle XIX-XX a ciutat residencial, ja que aquest pas comporta un augment tant de la urbanització com de la mobilitat, cosa que dóna lloc a una major pressió

sobre el medi natural, tant per ocupació de sòl com per les emissions de contaminants. Pel que fa al mercat de treball, es produeix una pèrdua d'autocontenció i autosuficiència.

- *L'atracció de la immigració per motius laborals és deguda principalment a l'augment del pes del sector de la construcció i a la fortalesa que té el sector dels serveis en l'economia terrassenca.*

L'onada immigratòria experimenta un important creixement que pot durar un període d'uns 10 anys.

- *La mobilitat analitzada a partir de l'indicador de mobilitat obligada per raons de treball, així com els indicadors d'educació i de salut, presenten una clara tendència a la insostenibilitat.*

A la majoria d'escenaris analitzats trobem clares i importants tendències d'insostenibilitat durant tot el període de simulació, amb un augment de la mobilitat obligada per raons de treball i una disminució de l'oferta educativa obligatòria i del nombre de llits *per capita*.

- *Pel que fa a l'evolució dels consums i dels residus, el sector domèstic mostra una tendència insostenible d'augment del consum de recursos i de generació de residus per capita en tots els escenaris, i s'apropa a la mitjana de Catalunya. El sector industrial, en canvi, mostra una tendència de reducció dels seus consums de recursos per unitat econòmica, i el sector comercial els manté més o menys estables en tots els escenaris considerats.*

- *Terrassa es dibuixa com una ciutat mitjana que ha entrat al segle XXI molt influenciada pel fenomen de la globalització en les seves múltiples facetes.*

La globalització econòmica, amb la deslocalització industrial, ha produït una sensible reducció d'aquest sector econòmic en benefici del sector dels serveis. S'ha passat d'una societat industrial a una societat de serveis, que incrementa els índexs de riquesa però també les desigualtats en la seva repartició.



En tots els escenaris considerats, el PIB *per capita* tendeix a baixar respecte dels anys històrics.

La globalització dels moviments migratoris està provocant un augment de la població procedent de l'àrea metropolitana i de països extracomunitaris; aquesta última produeix un fort impacte cultural i social.

- El desenvolupament de la proposta metodològica aplicada a un cas concret d'estudi, el municipi de Terrassa, ens ha permès assolir el quart objectiu específic de la tesi: la ***validació de la proposta metodològica*** realitzada.

La implementació feta i els resultats obtinguts demostren la possibilitat d'estudiar el sistema urbà i les dinàmiques urbanes mitjançant l'aplicació de la proposta metodològica. El fet de poder analitzar les dinàmiques urbanes mitjançant la proposta metodològica ens permet estudiar els elements o variables que tenen un pes significatiu en els fenòmens urbans. Per tant, resulta una eina molt útil quan volem valorar les implicacions en les diferents dimensions de la sostenibilitat, derivades de l'aplicació de polítiques urbanes concretes.

## 8.2 Reflexions i consideracions finals

Cal fer una consideració respecte a la proposta metodològica. La proposta s'ha validat amb dinàmica de sistemes, ja que la fase de realització i implementació del model està pensada per ser utilitzada amb aquesta metodologia de representació. Ara bé, pensem que aquesta fase es pot adaptar a altres metodologies de representació de sistemes complexos.

Cal comentar que aquesta proposta metodològica, igual que totes les eines de mesura i modelització que podem utilitzar per analitzar la sostenibilitat d'un sistema, està condicionada per les dades disponibles. Si tenim dades amb un nivell de desagregació important, podem desenvolupar el model per analitzar problemàtiques molt més concretes, com poden ser, per exemple, estudis de

mobilitat, d'ús del sòl, etc. Si les dades les tenim amb poca desagregació, només podrem analitzar problemàtiques generalitzades del sistema.

**La proposta metodològica desenvolupada té com a objectiu bàsic facilitar l'anàlisi dels sistemes urbans.** La proposta elaborada s'ha circumscrit en el context dels sistemes urbans i, concretament, en les ciutats mitjanes europees, ja que s'ha validat amb un cas d'estudi concret. Ara bé, creiem que la seva aplicació és extensible a l'anàlisi de qualsevol sistema i pot ser una eina molt útil per planificar el desenvolupament sostenible dels sistemes. La fita de la proposta metodològica presentada seria que pogués arribar a tenir reconeixement internacional i constituís una eina útil que **ajudés a provocar el necessari canvi del paradigma del creixement pel paradigma del desenvolupament.**

Un dels aspectes innovadors que presenta la tesi i que és interessant seguir desenvolupant en un futur és la creació d'índexs agregats per estudiar diverses problemàtiques del sistema urbà. Per a la creació d'índexs agregats, s'han de seguir una sèrie de pautes, sobre les quals és interessant reflexionar. En primer lloc, la identificació de les variables i indicadors que formaran l'índex, és a dir, escollir les variables o indicadors de què depèn la problemàtica en qüestió. Aquests indicadors han de normalitzar-se, per tant, s'ha d'establir la seva normalització. És necessari destacar la gran importància que té el valor inicial de cada un d'aquests dins el valor de l'índex final; aquest punt fóra molt interessant seguir-lo analitzant en un futur. Un cop definits els components que integraran l'índex, s'han de determinar els ponderadors adequats a cada un, fet que constitueix un altre pas molt interessant per estudiar detalladament. Creiem que aquest és un dels aspectes inclosos en la tesi doctoral que val la pena seguir investigant.

Ja per concloure la tesi, cal destacar, tal com hem comentat, que és necessari fer un canvi de paradigma: el pas del paradigma del creixement al paradigma del desenvolupament. Aquest canvi de paradigma requereix qüestionar, entre altres aspectes, el creixement urbanístic desmesurat que experimenten les ciutats, els hàbits de consum i la mobilitat dels seus habitants, així com la inestabilitat laboral de gran part de la població, aspectes tots ells que caracteritzen les ciutats de països desenvolupats.

Aplicant el paradigma del desenvolupament al context dels sistemes urbans, la “ciutat sostenible occidental” hauria de ser espacialment compacta, amb una economia desmaterialitzada basada en el coneixement. En definitiva, hauria de ser una ciutat ambientalment neta, socialment justa i econòmicament viable.

La pretensió final de la proposta metodològica és ajudar a planificar i construir un futur millor, ja que dins aquest futur l’home hi té un paper fonamental com a actor principal i transformador del sistema complex en què viu. La recerca de la sostenibilitat requereix una revisió del paper dels humans com a agents de canvi sota el paraigua conceptual de la complexitat i la incertesa que caracteritzen la relació que estableix el sistema humà amb el sistema natural.

Hi ha una frase del diplomàtic francès Charles-Maurice de Talleyrand (1754-1838) que expressa molt bé la idea del poder que té l’home sobre el futur, a més de la necessitat que té d’actuar-hi i de preveure’l anticipant-s’hi, ja que hi està directament implicat:

«Quan és urgent actuar, ja és massa tard.»

